



**Stantec**

**Stantec Consulting Ltd.**  
607 Torbay Road  
St. John's, NL A1A 4Y6  
Tel: (709) 576-1458  
Fax: (709) 576-2126

# **Évaluation environnementale du programme de forage d'exploration de la zone prometteuse de Old Harry**

Évaluation Environnementale

Rapport préparé à l'intention de :

Corridor Resources Inc.  
#301-5745 Spring Garden Road  
Halifax, NS B3J 3T2

Dossier : 121510468.500

Décembre 2011



## SOMMAIRE EXÉCUTIF

---

Cette évaluation environnementale présente divers renseignements rattachés au programme de forage de prospection que propose Corridor Resources Inc. Le programme proposé serait mené en mer à l'ouest de Terre-Neuve dans le chenal Laurentien à l'intérieur de la zone du prospect de Old Harry conformément au permis de prospection (PP) 1105. Le prospect de Old Harry est situé dans la partie nord-est du golfe du Saint-Laurent (Golfe). Une partie de la zone du prospect se trouve dans une région sous la juridiction de l'Office Canada-Terre-Neuve et Labrador sur les hydrocarbures extracôtiers (OCTNHE). L'autre partie fait l'objet d'une entente qui vient récemment d'être conclue entre le Canada et le Québec. Le puits d'exploration proposé dans le cadre de cette évaluation est situé dans la région administrée par l'OCTNHE.

Cette évaluation environnementale comprend la description du programme proposé et traite des aspects physiques, biologiques et socioéconomiques du projet. L'analyse des impacts environnementaux a été réalisée en tenant compte de diverses composantes valorisées de l'écosystème (CVE). Ces CVE incluent :

- Les espèces en péril;
- Écosystème marin;
- Les poissons de mer, les mollusques et les crustacés et leurs habitats;
- Les oiseaux marins;
- Les mammifères marins et les tortues de mer;
- Les zones sensibles; et
- L'industrie de la pêche commerciale et les autres utilisateurs de la mer.

Cette évaluation environnementale examine les impacts environnementaux que pourrait avoir le projet d'exploration proposé sur chacune des composantes précitées, incluant les impacts potentiels d'activités planifiées ou d'évènements non prévus (accidentels). Les impacts cumulatifs y sont également traités. Des mesures d'atténuation techniquement et économiquement viables ont été incorporées au programme lors de sa phase de conception et de planification. Des programmes de suivi ont aussi été pris en considération. Diverses recommandations et directives, comme les *Lignes directrices relatives au traitement des déchets dans la zone extracôtière* de l'Office national de l'énergie (2010), et dispositions de lois et règlements pertinents au projet ont été incorporées au programme de forage de prospection.

L'évaluation environnementale démontre que le projet n'aura aucun impact néfaste majeur de quelque nature sur l'environnement.



## Table of Contents

<b>1.0 INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 Survol du projet .....	1
1.2 L'exploitant .....	2
1.3 Contexte réglementaire .....	4
1.4 Fondement du projet .....	5
1.5 Organisation du document .....	5
<b>2.0 DESCRIPTION DU PROJET.....</b>	<b>7</b>
2.1 Contexte du projet.....	7
2.2 Historique de la prospection des gisements d'hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent.....	7
2.3 Type de pétrole susceptible d'être découvert à Old Harry .....	9
2.3.1 Études géochimiques des roches mères à Old Harry .....	9
2.3.2 Modélisation des systèmes pétroliers .....	11
2.3.3 Identification de pétrole de remplacement .....	13
2.4 Emplacement et profondeur d'eau .....	14
2.5 Solutions de recharge au projet et dans le cadre du projet .....	14
2.6 Calendrier du projet.....	14
2.7 Personnel attiré au projet .....	15
2.8 Unités mobiles de forage en mer .....	15
2.9 Soutien logistique .....	16
2.9.1 Installations sur la base côtière.....	17
2.9.2 Navires de soutien .....	17
2.9.3 Soutien par hélicoptère .....	17
2.10 Activités liées au projet.....	18
2.10.1 Composantes du projet .....	18
2.10.2 Forage d'exploration .....	18
2.10.3 Profilage sismique vertical .....	19
2.10.4 Essais de puits .....	20
2.10.5 Abandon et suspension du puits .....	20
2.11 Traitement des déchets et émissions atmosphériques .....	21

2.11.1	Boues et déblais de forage .....	21
2.11.1.1	Boues de forage à base d'eau.....	23
2.11.1.2	Boues de forage à base de pétrole synthétique .....	24
2.11.2	Ciment.....	25
2.11.3	Eau produite.....	25
2.11.4	Eaux grises / noires.....	25
2.11.5	Rejets du compartiment machines.....	25
2.11.6	Eau de cale .....	25
2.11.7	Système d'égouttement du pont .....	25
2.11.8	Eau de ballast .....	26
2.11.9	Eau de refroidissement .....	26
2.11.10	Déchets solides.....	26
2.11.11	Fluide des blocs obturateurs de puits (BOP) .....	26
2.11.12	Dispositions diverses .....	27
2.11.13	Rejets atmosphériques .....	27
2.12	Éléments d'entrée et de sortie de la modélisation réalisée dans le cadre du projet .....	29
2.12.1	Déblais de forage .....	29
2.12.1.1	Données du modèle .....	29
2.12.1.2	Résultats du modèle.....	34
2.12.1.3	Résumé de modeler des résultats.....	42
2.12.2	Modélisation de la trajectoire et du devenir des hydrocarbures rejetés .....	44
2.12.2.1	Comportement des hydrocarbures rejetés .....	44
2.12.2.2	Données utilisées pour la modélisation des déversements.....	49
2.12.2.3	Résultats de modélisation des trajectoires et du devenir des rejets.....	55
2.12.2.4	Résultats de modélisation de la trajectoire du pétrole en surface.....	59
2.12.2.5	Résultats mensuels typiques de modélisation de la trajectoire du panache de pétrole dispersé .....	64
<b>3.0</b>	<b>CONSULTATION AUPRÈS DES PARTIES PRENANTES .....</b>	<b>70</b>
3.1	Exigences établies par la loi.....	70
3.2	Consultation auprès de municipalités locales .....	72

3.3	Pêches commerciales .....	72
3.3.1	One Ocean, FFAW et autres groupes de pêche à Terre-Neuve.....	72
3.3.2	Pêcheurs et représentants des pêcheries des Îles-de-la-Madeleine .....	72
3.4	Rencontres avec différents ministères et organismes gouvernementaux.....	73
3.5	Autres méthodes de consultation .....	74
3.5.1	Journées portes ouvertes.....	74
3.5.2	Lettres de mise à jour.....	74
3.5.3	Communication avec les médias .....	74
3.5.4	Site Web du projet.....	75
3.6	Préoccupations.....	75
3.7	Participation aux conférences .....	76
<hr/>		
<b>4.0</b>	<b>MILIEU PHYSIQUE .....</b>	<b>77</b>
4.1	Géologie .....	77
4.1.1	La géologie des Maritimes et du bassin des Îles-de-la-Madeleine .....	77
4.1.2	Séismicité.....	80
4.1.3	Type de sédiments.....	81
4.1.4	Risques naturels ayant un impact sur le plancher océanique.....	82
4.1.4.1	Conditions du fond marin.....	84
4.1.4.2	Phénomène de pression interstitielle.....	85
4.1.4.3	Autres géorisques.....	94
4.2	Océanographie physique .....	100
4.2.1	Bathymétrie .....	100
4.2.2	Courants océaniques .....	100
4.2.3	Les marées .....	108
4.2.4	Vagues.....	108
4.2.5	Trajectoire des tempêtes dans le golfe du Saint-Laurent.....	111
4.2.6	Glace.....	113
4.2.7	Icebergs .....	122
4.3	Météorologie.....	123
4.3.1	Climat.....	123
4.3.2	Climat venteux .....	124
4.3.3	Visibilité et brouillard .....	129

4.4	Changement climatique.....	130
<b>5.0</b>	<b>MILIEU BIOLOGIQUE.....</b>	<b>131</b>
5.1	Survol de la région .....	131
5.2	Espèces en péril.....	132
5.2.1	Espèces de poissons de mer en péril .....	138
5.2.1.1	Loup de mer .....	138
5.2.1.2	Morue franche .....	143
5.2.1.3	Raie tachetée .....	145
5.2.1.4	Grenadier de roche.....	146
5.2.1.5	Requin-taube commun .....	147
5.2.1.6	Requin blanc.....	147
5.2.1.7	Sébaste .....	147
5.2.1.8	Requin-taube bleu .....	148
5.2.1.9	Plie canadienne.....	148
5.2.1.10	bar rayé .....	149
5.2.1.11	Grenadier berglax.....	150
5.2.1.12	Aiguillat commun .....	150
5.2.1.13	Requin bleu .....	151
5.2.1.14	Pèlerin .....	151
5.2.1.15	Anguille.....	151
5.2.1.16	Saumon atlantique.....	151
5.2.1.17	Thon rouge de l'Atlantique.....	152
5.2.1.18	Esturgeon noir .....	153
5.2.1.19	Brosme .....	153
5.2.2	Espèces d'oiseau en péril .....	154
5.2.2.1	Mouette blanche.....	154
5.2.2.2	Courlis esquimau.....	155
5.2.2.3	Pluvier siffleur .....	156
5.2.2.4	Sterne de Dougall.....	157
5.2.2.5	Grèbe esclavon .....	157
5.2.2.6	Arlequin plongeur .....	158
5.2.2.7	Garrot d'Islande .....	159



5.2.3	Mammifères marins en péril.....	160
5.2.3.1	Rorqual bleu .....	160
5.2.3.2	Baleine noire de l'Atlantique Nord .....	161
5.2.3.3	Béluga .....	162
5.2.3.4	Baleine à bec commune .....	166
5.2.3.5	Rorqual commun .....	167
5.2.3.6	Marsouin commun.....	167
5.2.3.7	Épaulard .....	168
5.2.4	Tortues de mer.....	168
5.2.4.1	Tortue luth .....	168
5.2.4.2	Tortue caouanne .....	169
5.3	Écosystème marin.....	169
5.3.1	Habitats côtiers .....	170
5.3.1.1	Les communautés algales.....	170
5.3.1.2	Zostère marine .....	172
5.3.1.3	Communautés des marais salés .....	173
5.3.2	Habitats marins .....	174
5.3.3	Coraux et éponges en eau profonde.....	175
5.3.4	Plancton .....	179
5.3.4.1	Le phytoplancton et la production primaire.....	180
5.3.4.2	Zooplancton.....	181
5.3.4.3	Ichthyoplancton .....	184
5.4	Les poissons de mer et leurs habitats.....	185
5.4.1	Habitat du poisson .....	185
5.4.2	Mollusques et crustacés.....	190
5.4.2.1	Homard d'Amérique.....	191
5.4.2.2	Crabe des neiges .....	193
5.4.2.3	Crabe commun .....	195
5.4.2.4	Pétoncle géant de l'Atlantique.....	195
5.4.2.5	Buccin.....	197
5.4.2.6	Crevette nordique .....	197
5.4.3	Les poissons .....	198

5.4.3.1	Poissons pélagiques.....	200
5.4.3.2	Poissons démersaux.....	203
5.4.4	Périodes biologiquement fragiles.....	214
5.5	Oiseaux marins.....	217
5.5.1	Répartition saisonnière des oiseaux marins et de la sauvagine côtière en mer dans le golfe du Saint-Laurent.....	220
5.5.1.1	Oiseaux marins.....	220
5.5.1.2	Sauvagine côtière.....	227
5.5.2	Répartition saisonnière des oiseaux marins et des sauvagines côtières...	228
5.5.2.1	Oiseaux marins.....	228
5.5.2.2	Sauvagine côtière.....	230
5.5.3	Tendances à long terme des oiseaux marins nicheurs.....	230
5.6	Mammifères marins et tortues de mer.....	234
5.6.1	Mysticètes (baleine à fanons).....	236
5.6.1.1	Baleine à bosse.....	237
5.6.1.2	Petit rorqual.....	238
5.6.1.3	Rorqual boréal.....	238
5.6.2	Odontocètes (baleines à dents).....	238
5.6.2.1	Dauphin à flancs blancs.....	239
5.6.2.2	Dauphin à nez blanc.....	240
5.6.2.3	Globicéphale noir.....	240
5.6.2.4	Cachalot.....	240
5.6.3	Pinnipèdes (phoques).....	241
5.6.3.1	Phoque du Groenland.....	241
5.6.3.2	Phoque à capuchon.....	242
5.6.3.3	Phoque gris.....	242
5.6.3.4	Phoque commun.....	242
5.6.4	Tortues de mer.....	243
5.7	Zones sensibles.....	243
5.7.1	Zones sensibles écologiques et biologiques.....	243
5.7.2	Autres zones marines sensibles.....	247
5.7.3	Sites pour les nids d’oiseaux marins vulnérables.....	247

5.7.4	Les colonies de sternes .....	251
5.8	La pêche commerciale et autres utilisateurs .....	251
5.8.1	Pêches commerciales .....	251
5.8.1.1	Les pêcheries dans les zones unitaires 4Ss, 4Tf, 4Rd, 4Vn et 3Pn de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest.....	252
5.8.1.2	Principales espèces commerciales de poissons et de mollusques et crustacés .....	264
5.8.1.3	Pêcheries historiques .....	264
5.8.1.4	Pêche sentinelle .....	265
5.8.1.5	Données des relevés effectués par des navires de recherche.....	272
5.8.2	Autres utilisateurs.....	289
5.8.2.1	Pêches autochtones de Terre-Neuve.....	289
5.8.2.2	Pêches récréatives .....	291
5.8.2.3	Aquaculture .....	293
5.8.2.4	La chasse au phoque .....	295
5.8.2.5	La chasse d'oiseau .....	296
5.8.2.6	Les militaires emploient.....	297
5.8.2.7	Trafic maritime.....	298
5.8.2.8	Tourisme et activités récréatives .....	299
<b>6.0</b>	<b>MÉTHODES D'ÉVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>301</b>
6.1	Vue d'ensemble.....	301
6.2	Portée des enjeux et sélection des composantes valorisées de l'écosystème .....	301
6.3	Organisation de l'évaluation des effets environnementaux .....	304
6.3.1	Limites.....	304
6.3.2	Conditions existantes .....	307
6.3.3	Interactions potentielles et connaissances existantes .....	307
6.3.4	Atténuation .....	307
6.3.5	Critères pertinents d'évaluation des effets environnementaux résiduels ...	308
6.3.6	Évaluation des effets environnementaux .....	308
6.3.7	Évènements accidentels .....	311
6.3.8	Évaluation des effets environnementaux cumulatifs .....	311
6.3.9	Résumé de l'évaluation des effets environnementaux résiduels .....	312

6.3.10	Programme de suivi et de surveillance .....	313
<hr/>		
<b>7.0</b>	<b>ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....</b>	<b>315</b>
7.1	Survol des interactions et impacts potentiels du projet .....	316
7.1.1	Présence de la plateforme de forage .....	316
7.1.2	Boues et déblais de forage .....	318
7.1.2.1	Boues de forage à base d'eau.....	321
7.1.2.2	Biodisponibilité et accessibilité .....	327
7.1.2.3	Toxicité des boues de forage à base d'eau.....	331
7.1.2.4	Études sur le terrain .....	333
7.1.2.5	Boues de forage à base de pétrole synthétique .....	334
7.1.3	Rejets courants .....	342
7.1.4	Navires de ravitaillement.....	343
7.1.5	Sources sonores sous-marines associées au forage d'exploration .....	344
7.1.5.1	Sons associés au profilage sismique vertical (PSV) .....	344
7.1.5.2	Sons associés aux navires de soutien .....	346
7.1.5.3	Effets biologiques .....	347
7.1.6	Émissions atmosphériques .....	369
7.1.7	Abandon et suspension du puits.....	370
7.2	Espèces en péril.....	370
7.2.1	Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels.....	371
7.2.2	Évaluation des impacts .....	371
7.2.2.1	Présence de la plateforme de forage .....	372
7.2.2.2	Boues et déblais de forage.....	373
7.2.2.3	Rejets courants.....	374
7.2.2.4	Navires d'approvisionnement .....	375
7.2.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	377
7.2.2.6	Émissions atmosphériques.....	379
7.2.2.7	Abandon et suspension du puits .....	380
7.2.3	Mesures d'atténuation.....	380
7.2.4	Impacts environnementaux résiduels.....	380
7.3	Écosystèmes marins .....	382
7.3.1	Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels.....	382

7.3.2	Évaluation des impacts .....	383
7.3.2.1	Présence d'une plateforme.....	383
7.3.2.2	Boues et déblais de forage.....	384
7.3.2.3	Rejets courants.....	384
7.3.2.4	Navires de soutien.....	385
7.3.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	385
7.3.2.6	Émissions atmosphériques.....	385
7.3.2.7	Abandon et suspension du puits .....	385
7.3.3	Mesures d'atténuation.....	385
7.3.4	Impacts environnementaux résiduels.....	386
7.4	Poissons de mer, mollusques et crustacés et habitat marin .....	387
7.4.1	Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels .....	387
7.4.2	Évaluation des impacts .....	388
7.4.2.1	Présence d'une plateforme.....	388
7.4.2.2	Boues et déblais de forage.....	388
7.4.2.3	Rejets courants.....	391
7.4.2.4	Navires de soutien.....	391
7.4.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	391
7.4.2.6	Émissions atmosphériques.....	392
7.4.2.7	Abandon et suspension du puits .....	392
7.4.3	Mesures d'atténuation.....	392
7.4.4	Impacts environnementaux résiduels.....	393
7.5	Oiseaux marins .....	394
7.5.1	Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels .....	395
7.5.2	Évaluation des impacts .....	395
7.5.2.1	Présence d'une plateforme.....	395
7.5.2.2	Boues et déblais de forage.....	396
7.5.2.3	Rejets courants.....	396
7.5.2.4	Navires de soutien.....	397
7.5.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	397
7.5.2.6	Émissions atmosphériques.....	398
7.5.2.7	Abandon et suspension du puits .....	398

7.5.3	Mesures d'atténuation.....	398
7.5.4	Impacts environnementaux résiduels.....	399
7.6	Mammifères marins et tortues de mer.....	400
7.6.1	Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels.....	401
7.6.2	Évaluation des impacts .....	401
7.6.2.1	Présence d'une plateforme.....	401
7.6.2.2	Boues et déblais de forage.....	402
7.6.2.3	Rejets courants.....	402
7.6.2.4	Navires d'approvisionnement .....	402
7.6.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	403
7.6.2.6	Émissions atmosphériques.....	404
7.6.2.7	Abandon et suspension du puits .....	405
7.6.3	Mesures d'atténuation.....	405
7.6.4	Impacts environnementaux résiduels.....	405
7.7	Zones sensibles .....	407
7.7.1	Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels.....	407
7.7.2	Évaluation des impacts .....	407
7.7.2.1	Présence d'une plateforme.....	408
7.7.2.2	Boues et déblais de forage.....	408
7.7.2.3	Rejets courants.....	408
7.7.2.4	Navires de soutien.....	409
7.7.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	409
7.7.2.6	Émissions atmosphériques.....	410
7.7.2.7	Abandon et suspension du puits .....	410
7.7.3	Mesures d'atténuation.....	410
7.7.4	Impacts environnementaux résiduels.....	410
7.8	Pêche commerciale et autres utilisateurs.....	411
7.8.1	Critères d'évaluation des impacts environnementaux résiduels .....	412
7.8.1.1	Pêches commerciales .....	412
7.8.1.2	Autres utilisateurs.....	413
7.8.2	Évaluation des impacts .....	413
7.8.2.1	Présence de la plateforme de forage .....	413

7.8.2.2	Boues et déblais de forage.....	414
7.8.2.3	Rejets courants.....	414
7.8.2.4	Navires de soutien.....	415
7.8.2.5	Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux.....	415
7.8.2.6	Émissions atmosphériques.....	416
7.8.2.7	Abandon et suspension du puits .....	416
7.8.3	Mesures d'atténuation.....	417
7.8.3.1	Pêches commerciales .....	417
7.8.3.2	Autres utilisateurs .....	418
7.8.4	Impacts environnementaux résiduels.....	418
<b>8.0</b>	<b>ÉVÈNEMENTS ACCIDENTELS .....</b>	<b>420</b>
8.1	Planification des puits de secours .....	420
8.2	Capuchon de puits et système de confinement .....	421
8.3	Technologies de réponse de flaque .....	421
8.4	Probabilités de déversement.....	422
8.4.1	Dossier général de pollution par les hydrocarbures de l'industrie de l'exploitation pétrolière et gazière.....	423
8.4.2	Grands déversements historiques causés par des éruptions de puits de pétrole au large des côtes.....	424
8.4.3	Probabilités de déversements en fonction des statistiques historiques .....	425
8.4.4	Tendances des fréquences d'éruptions .....	425
8.4.5	Fréquences d'éruptions calculées pour le projet Old Harry .....	426
8.4.6	Éruptions causées par le forage d'exploration impliquant principalement du gaz .....	426
8.4.7	Fréquences d'éruptions calculées pour le projet Old Harry .....	428
8.4.8	Petits déversements sans éruptions .....	428
8.4.9	Fréquences calculées pour le projet Old Harry.....	430
8.4.9.1	Très petits déversements (moins de 1 baril) .....	430
8.4.9.2	Petits déversements (1 à 50 barils).....	430
8.4.9.3	Déversements moyens (50 à 999 barils).....	430
8.4.10	Sommaire des fréquences des déversements.....	430
8.4.11	Déversements de boues de forage à base de pétrole synthétique.....	431

8.5	Déversements près des côtes.....	432
8.6	Déversements de boues entières.....	435
8.7	Évaluation des effets environnementaux .....	436
8.7.1	Espèces en péril.....	436
8.7.1.1	Espèces de poissons de mer en péril.....	436
8.7.1.2	Espèces d'oiseaux marins en péril .....	437
8.7.1.3	Mammifères marins en péril .....	440
8.7.2	Écosystèmes marins .....	441
8.7.3	Les poissons de mer et leurs habitats.....	444
8.7.4	Oiseaux marins .....	445
8.7.5	Mammifères marins et tortues de mer .....	446
8.7.6	Zones sensibles .....	447
8.7.7	La pêche commerciale et autres utilisateurs.....	447
8.8	Résumé.....	448
<hr/>		
<b>9.0</b>	<b>ÉVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX CUMULATIFS.....</b>	<b>450</b>
9.1	Espèces en péril.....	450
9.2	Écosystème marin.....	451
9.3	Poissons de mer, mollusques et crustacés et leurs habitats.....	452
9.4	Oiseaux marins .....	453
9.5	Mammifères marins et tortues de mer.....	453
9.6	Zones sensibles .....	454
9.7	Pêches commerciales .....	455
9.8	Résumé.....	455
<hr/>		
<b>10.0</b>	<b>RÉSUMÉ DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX NÉGATIFS RÉSIDUELS : .....</b>	<b>456</b>
<b>11.0</b>	<b>PROGRAMME DE SUIVI ET DE SURVEILLANCE.....</b>	<b>458</b>
<b>12.0</b>	<b>EFFETS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PROJET.....</b>	<b>459</b>
12.1	Les effets potentiels de l'environnement physique sur le Projet .....	459
12.2	Les effets potentiels de l'environnement biologique sur le Projet .....	461



---

<b>13.0 GESTION ENVIRONNEMENTALE</b> .....	<b>462</b>
<b>14.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSION</b> .....	<b>463</b>
<b>15.0 RÉFÉRENCES</b> .....	<b>464</b>
15.1 Communications personnelles .....	464
15.2 Littérature citée.....	464

**LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE A	Document d'orientation de projet de forage du prospect de Old Harry - Corridor Resources Inc.
----------	---

**LISTES DES FIGURES**

Figure 1.1	Emplacement du PP 1105 et des permis de recherche et d'exploration pétrolière et gazière du Québec PG963 et PG964 couvrant la zone d'exploration du prospect de Old Harry .....	1
Figure 1.2	Zone du projet Old Harry .....	3
Figure 2.1	Emplacement des programmes de reconnaissance sismique et des puits dans le golfe du Saint-Laurent.....	8
Figure 2.2	Semi-submersible ancré et navire de forage à positionnement dynamique..	16
Figure 2.3	Composantes de la rame de forage illustrant la circulation des boues de forage .....	22
Figure 2.4	Sédimentation des déblais après le forage du trou-guide et du trou pour colonne de tubage, en hiver, vue de 1 km.....	35
Figure 2.5	Sédimentation des déblais à la suite du forage des sections principale et intermédiaire, en hiver, vue de 25 km, avec un encart offrant une échelle de 500 m centrée sur le puits .....	37
Figure 2.6	Sédimentation des déblais à la suite du forage des sections principale et intermédiaire, en hiver, vue du golf du Saint-Laurent, contours à 200 et à 400 m de profondeur .....	38
Figure 2.7	Diagramme illustrant la descente et l'effondrement du panache pendant le scénario printanier de jusant en eaux vives .....	40
Figure 2.8	Concentration en baryte du panache à la fin de la mise en œuvre du modèle, vitesse de sédimentation élevée, scénario hivernal (gauche) et scénario estival (droite) .....	42
Figure 2.9	Diagramme d'équilibre du méthane ( ) .....	46
Figure 2.10	Représentation graphique d'une éruption sous-marine.....	46
Figure 2.11	Représentation graphique du comportement d'une éruption à la surface .....	49

Figure 2.12	Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Février ...	60
Figure 2.13	Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption – Mai .....	61
Figure 2.14	Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Août .....	61
Figure 2.15	Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Novembre .....	62
Figure 2.16	Superficie maximale balayée par des nappes de surface sur l'océan selon des simulations d'éruptions de surface menées sur 52 ans .....	63
Figure 2.17	Superficie maximale balayée par des nappes de surface sur l'océan selon des simulations d'éruption de surface menées sur 52 ans et en adoptant une approche de modélisation conservatrice .....	63
Figure 2.18	Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Février.....	65
Figure 2.19	Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Mai .....	66
Figure 2.20	Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Août .....	66
Figure 2.21	Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Novembre .....	67
Figure 2.22	Superficie maximale parcourue par du pétrole dispersé de >0,1 ppm sur l'océan selon des simulations d'éruptions de surface menées sur 52 ans....	68
Figure 2.23	Superficie maximale parcourue par du pétrole dispersé de >0,1 ppm sur l'océan selon des simulations d'éruptions de surface menées sur 52 ans et en adoptant une approche conservatrice : déversements discontinus sur six heures.....	69
Figure 2.24	Étendue maximale des trajectoires anticipées des panaches de pétrole par rapport à la zone du permis de prospection 1105 .....	69
Figure 4.1	Milieu régional du bassin des Maritimes et site du bassin des Îles-de-la-Madeleine .....	78
Figure 4.2	Milieu de la tectonique des plaques du bassin des Maritimes.....	79
Figure 4.3	Carte d'isopaches de la strate du Paléozoïque supérieur du bassin des Maritimes .....	80

Figure 4.4	Séismicité historique au Canada .....	81
Figure 4.5	Caractéristiques physiques présentes dans le golfe du Saint-Laurent.....	82
Figure 4.6	Principaux géorisques en mer .....	83
Figure 4.7	Mosaïque du sonar par balayage latéral représentant les dépressions coniques à Old Harry.....	87
Figure 4.8	Carte des risques et contraintes relevés dans la zone d'étude de Old Harry 90	
Figure 4.9	Risques et contraintes relevés sur le site de forage proposé de Old Harry ..	91
Figure 4.10	Caractéristiques physiques présentes dans le golfe du Saint-Laurent.....	95
Figure 4.11	Épaisseur totale des sédiments dans les principaux océans .....	97
Figure 4.12	Glissements sous-marins dans l'ouest et l'est de l'Atlantique Nord et les mers adjacentes .....	98
Figure 4.13	Circulation représentative dans le golfe du Saint-Laurent en été.....	101
Figure 4.14	Courants de surface géostrophiques dans le golfe du Saint-Laurent en août .....	101
Figure 4.15	Profil de profondeur type de température et de salinité observé durant l'été dans le golfe du Saint-Laurent (d'après des données pour 2007-2008). ....	102
Figure 4.16	Courants moyens par rapport à la profondeur de 0 à 20 m pour chaque période de trois mois en 2010. ....	104
Figure 4.17	Courants moyens par rapport à la profondeur de 20 à 100 m pour chaque période de trois mois en 2010. ....	105
Figure 4.18	Courants moyens par rapport à la profondeur de 100 m jusqu'au fond pour chaque période de trois mois en 2010. ....	106
Figure 4.19	Courants de surface dans le golfe du Saint-Laurent (dessus : 4 février 2011 @ 11 heures et au fond : 29 septembre 2011 @ 8 heures) .....	107
Figure 4.20	Lignes des marées diurnes (K1) et semi-diurnes (M2) calculées à l'aide d'un modèle complexe .....	108
Figure 4.21	Principales trajectoires des tempêtes durant l'été .....	111
Figure 4.22	Principales trajectoires des tempêtes durant l'hiver .....	112
Figure 4.23	Trajectoires des tempêtes extratropicales, 1998.....	112
Figure 4.24	Épaisseur des glaces dans le golfe du Saint-Laurent (4 février 2011 @ 17 heures) .....	113
Figure 4.25	Courants marins moyens.....	114
Figure 4.26	Étendue maximale de la banquise en février (1981 à 2010) .....	116
Figure 4.27	Étendue maximale de la banquise en mars (1981 à 2010) .....	117
Figure 4.28	Étendue maximale de la banquise en avril (1981 à 2010) .....	117

Figure 4.29	Année de couverture maximale de glace .....	119
Figure 4.30	Année de couverture minimale de glace .....	119
Figure 4.31	Dates de congélation (1981 à 2001) .....	120
Figure 4.32	Rapport quotidien de l'analyse des glaces .....	121
Figure 4.33	Sources et trajectoires des icebergs dans les eaux de l'Est du Canada.....	122
Figure 4.34	Moyennes des températures de la surface de la mer (2009) .....	125
Figure 4.35	Rose des vents pour septembre, octobre et novembre.....	127
Figure 4.36	Rose des vents pour décembre, janvier et février .....	127
Figure 4.37	Rose des vents pour mars, avril et mai .....	128
Figure 4.38	Rose des vents pour juin, juillet et août.....	128
Figure 5.1	Processus physiques et secteurs de productivité élevée de l'environnement biologique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.....	132
Figure 5.2	Répartition spatiale des occurrences relatives au loup à tête large dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées.....	139
Figure 5.3	Répartition spatiale des occurrences relatives au loup à tête large dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations fixes .....	139
Figure 5.4	Répartition du loup tacheté dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002...	140
Figure 5.5	Répartition spatiale des occurrences relatives au loup tacheté dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées.....	140
Figure 5.6	Répartition de la morue franche juvénile, 2005 .....	141
Figure 5.7	Répartition du loup atlantique dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002 .....	141
Figure 5.8	Répartition spatiale des occurrences relatives au loup atlantique dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées.....	142
Figure 5.9	Répartition de la morue franche juvénile, 2005 .....	144
Figure 5.10	Répartition de la morue franche dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002 .....	145
Figure 5.11	Répartition de la raie tachetée dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002 .....	145
Figure 5.12	Répartition du grenadier de roche selon les relevés d'automne des navires scientifiques du MPO-NL, 1995 à 2005.....	146

Figure 5.13	Répartition du sébaste atlantique dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002 .....	148
Figure 5.14	Répartition de la plie canadienne juvénile, 2005 .....	149
Figure 5.15	Répartition de la plie canadienne dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002 .....	149
Figure 5.16	Répartition de l'aiguillat commun dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002 .....	150
Figure 5.17	Répartition des prises de thon rouge dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Ouest .....	153
Figure 5.18	Emplacement des sept populations canadiennes de bélugas.....	163
Figure 5.19	Aire de distribution actuelle du béluga du Saint-Laurent (adaptée d'après Michaud, 1993).....	164
Figure 5.20	Répartition des marais salés dans le golfe du Saint-Laurent en lien avec le PP 1105.....	174
Figure 5.21	Autres emplacements connus des plumes de mer, <i>Anthoptilum grandiflorum</i> , dans le golfe du Saint-Laurent, le chenal Laurentien et le plateau néo-écossais.....	176
Figure 5.22	Emplacement des coraux en eau froide sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent .....	177
Figure 5.23	Emplacement des éponges sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent .....	178
Figure 5.24	Chlorophylle saisonnière et inter-annuelle en surface pour la région du détroit de Cabot dans le golfe du Saint-Laurent (selon des images satellites SeaWiFS, 1998 à 2008) .....	180
Figure 5.25	Biomasse moyenne de zooplancton (poids frais) et abondance dans la section du PMZA du détroit de Cabot en juin et novembre 2007 .....	182
Figure 5.26	Emplacement de la vidéographie du plancher océanique et des stations d'échantillonnages benthiques dans le cadre du programme d'étude sur les géorisques (12 au 15 octobre 2010).....	186
Figure 5.27	Images photographiques subaquatiques du plancher océanique dans une profondeur d'eau d'approximativement 460 à 490 m dans la zone du prospect de Old Harry .....	187
Figure 5.28	Répartition du homard dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest.....	193
Figure 5.29	Répartition du crabe des neiges dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent.....	194
Figure 5.30	Répartition du pétoncle géant dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest.....	196

Figure 5.31	Répartition de la crevette nordique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent.....	198
Figure 5.32	Répartition du hareng dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent.	201
Figure 5.33	Répartition du maquereau bleu dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent .....	202
Figure 5.34	Répartition du flétan dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent...	203
Figure 5.35	Répartition de la myxine du nord dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent .....	204
Figure 5.36	Répartition de l'aiglefin dans l'ouest de l'Atlantique.....	205
Figure 5.37	Répartition du flétan noir dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent .....	206
Figure 5.38	Répartition de la Merluche à longues nageoires dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent .....	207
Figure 5.39	Répartition du grenadier du Grand Banc dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent .....	208
Figure 5.40	Répartition de la baudroie d'Amérique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent.....	208
Figure 5.41	Répartition de la baudroie d'Amérique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent.....	209
Figure 5.42	Répartition des jeunes merluches blanches, 2005.....	210
Figure 5.43	Répartition de la merluche blanche dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent.....	210
Figure 5.44	Répartition des jeunes plies grises, 2005.....	211
Figure 5.45	Répartition de la plie grise dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent .....	212
Figure 5.46	Répartition de jeunes limandes à queue jaune, 2005 .....	213
Figure 5.47	Répartition de la limande à queue jaune dans le sud du golfe du Saint-Laurent .....	213
Figure 5.48	Répartition de jeunes raies épineuses, 2005 .....	214
Figure 5.49	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (mouettes tridactyles) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	220
Figure 5.50	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (grands pingouins) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	221

Figure 5.51	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (fulmars boréaux) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	221
Figure 5.52	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (puffins majeurs) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	222
Figure 5.53	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (mergules nains) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	222
Figure 5.54	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (océanites tempêtes) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	223
Figure 5.55	Abondance mensuelle d'oiseaux marins (fous de Bassan) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105.....	223
Figure 5.56	Abondance mensuelle de tous les oiseaux marins dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105224	
Figure 5.57	Régions sensibles situées près du permis de prospection 1105.....	245
Figure 5.58	Zones unitaires de l'Organisation de la pêche dans l'Atlantique Nord-Ouest.....	253
Figure 5.59	Effort de pêche des principales espèces de poisson de fond, 2004 à 2010260	
Figure 5.60	Effort de pêche des espèces supplémentaires de poisson de fond, 2004 à 2010.....	261
Figure 5.61	Effort de pêche des espèces pélagiques, 2004 à 2010.....	262
Figure 5.62	Effort de pêche des mollusques et crustacés, 2004 à 2010.....	263
Figure 5.63	Répartition des relevés stratifiés aléatoires effectués en juillet 2010.....	265
Figure 5.64	Indices de la biomasse chalutable minimaux pour la morue (relevés de pêche sentinelle par engin mobile réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RS).....	267
Figure 5.65	Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour la morue lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.....	268
Figure 5.66	Indices de la biomasse chalutable minimaux pour le sébaste (relevés stratifiés aléatoires réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010 dans les divisions 4RST).....	268
Figure 5.67	Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour le sébaste lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.....	269

Figure 5.68	Indices de la biomasse chalutable minimaux pour le flétan noir (relevés stratifiés aléatoires réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010) .....	270
Figure 5.69	Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour le flétan noir lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.....	270
Figure 5.70	Indices de biomasse chalutable minimaux pour le flétan de l'Atlantique (relevés stratifiés aléatoires réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010).....	271
Figure 5.71	Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour le flétan de l'Atlantique lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST. ....	272
Figure 5.72	Nombre moyen de captures par trait pour les relevés des mois d'août du MPO et les relevés de pêche sentinelle par engin mobile des mois de juillet. ....	273
Figure 5.73	Emplacements des stations d'échantillonnage pour les relevés de 2009 ...	273
Figure 5.74	Emplacements des prises de loups atlantiques et tachetés réalisées lors des relevés de 2002 à 2009 .....	274
Figure 5.75	Taux de prise de la morue (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	275
Figure 5.76	Taux de prise de la plie canadienne (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	276
Figure 5.77	Taux de prise du sébaste (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009 .....	277
Figure 5.78	Taux de prise du flétan noir (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	278
Figure 5.79	Taux de prise du flétan de l'Atlantique (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	279
Figure 5.80	Taux de prise du hareng (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009 .....	280
Figure 5.81	Taux de prise du capelan (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009 .....	281
Figure 5.82	Taux de prise de l'aiguillat noir (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	282
Figure 5.83	Taux de prise de la raie épineuse (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	283
Figure 5.84	Taux de prise de la merluche à longues nageoires (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009 .....	284
Figure 5.85	Taux de prise de la merluche blanche (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	285



Figure 5.86	Taux de prise de la plie grise (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	286
Figure 5.87	Taux de prise de la crevette nordique (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	287
Figure 5.88	Taux de prise du crabe des neiges (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009.....	288
Figure 5.89	Emplacement des communautés autochtones dans la région du golfe du Saint-Laurent.....	290
Figure 5.90	Prises de saumon atlantique pour la ZPS 13 et la ZPS 14A de 1996 à 2007 .....	293
Figure 5.91	Répartition des sites d'aquacultures dans le golfe du Saint-Laurent (2003).....	294
Figure 5.92	Anciens sites contenant des munitions non explosées du MDN et des épaves de navires.....	297
Figure 5.93	Carte de la densité des transects de navires entrants en Atlantique : Cargaisons de pétroliers et de cargos entrants en 2000.....	298
Figure 6.1	Limites du projet .....	305
Figure 7.1	Circuit de forage d'une plate-forme de forage en mer .....	319
Figure 7.2	Séparation des fluides et déblais de forage .....	320
Figure 7.3	Composition d'une boue à base d'eau typique et de ses additifs.....	323
Figure 7.4	Dispersion et devenir de la boue de forage à base d'eau après rejet .....	324
Figure 7.5	Niveaux sonores sous-marins anticipés (1/3 octave) à 1 km pour a) Bateaux et b) Navires .....	347
Figure 7.6	Seuil de niveau de pression sonore occasionnant des blessures aux poissons .....	351
Figure 7.7	Audiogrammes relatifs aux sons émis sous l'eau pour les mammifères marins.....	358
Figure 7.8	Bandes de fréquence des sons émis par les mammifères marins .....	361

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 2.1	Puits en mer forés dans le golfe du Saint-Laurent .....	7
Tableau 2.2	Reconstitution des COT et indices d'hydrogène d'origine selon les faciès organiques, COT/IH et IP actuels.....	11
Tableau 2.3	Comparaison des caractéristiques géologiques des bassins des Maritimes et néo-écossais .....	14
Tableau 2.4	Exemple des grandeurs de puits et tubages .....	19
Tableau 2.5	Exemple des composantes de boues de forage et des rejets de forage.....	23

Tableau 2.6	Composition de la ParaDrill-IA .....	24
Tableau 2.7	Facteurs d'émissions gazeuses pour les sources de combustion interne des grands moteurs au diesel fixes .....	28
Tableau 2.8	Émissions quotidiennes de contaminant atmosphérique connexe pour le projet, appareil de forage consommant 100 barils de mazout par jour .....	28
Tableau 2.9	Courants de marée au site de forage tirés du modèle de Webtide .....	30
Tableau 2.10	Courants résiduels au site de forage tirés du modèle de WebDrogue .....	31
Tableau 2.11	Propriétés physiques de la colonne d'eau du site d'élimination .....	31
Tableau 2.12	Répartition des particules de déblais par taille .....	32
Tableau 2.13	Caractérisation de la taille des particules de déblais .....	32
Tableau 2.14	Caractéristiques des BBE saisies dans le modèle STFATE .....	33
Tableau 2.15	Propriétés des nappes de brut frais et d'hydrocarbures altérés de remplacement de Cohasset .....	50
Tableau 2.16	Paramètres des propriétés du pétrole utilisés dans la modélisation SLROSM .....	50
Tableau 2.17	Débits et volumes utilisés pour la modélisation des déversements .....	51
Tableau 2.18	Température de l'air et de l'eau (moyennes mensuelles et saisonnières).....	52
Tableau 2.19	Vitesse du vent (moyennes saisonnières) .....	52
Tableau 2.20	Comparaison des équations du devenir et du comportement modélisés des hydrocarbures .....	53
Tableau 2.21	Expressions utilisées afin de relier l'altération et la température aux modifications de la propriété des hydrocarbures dans S.L. Ross Model.....	55
Tableau 2.22	Débits et volumes utilisés pour la modélisation des déversements .....	55
Tableau 2.23	Caractéristiques des déversements discontinus de diesel .....	56
Tableau 2.24	Caractéristiques des éruptions de pétrole brut de surface .....	58
Tableau 2.25	Caractéristiques des éruptions sous-marines .....	58
Tableau 2.26	Durée de vie des nappes et potentiel de contact avec les côtes selon une approche de modélisation conservatrice et raisonnable du pire des scénarios .....	64
Tableau 3.1	Commentaires soulevés durant le programme de consultation .....	75
Tableau 4.1	Déviations minimales, maximales, moyennes et standards de hauteurs des vagues importantes pour chacune des saisons au point de grille 13511 par saison .....	109

Tableau 4.2	Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : septembre, octobre et novembre.....	109
Tableau 4.3	Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : décembre, janvier et février .....	109
Tableau 4.4	Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : mars, avril et mai .....	110
Tableau 4.5	Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : juin, juillet et août .....	110
Tableau 4.6	Données sur les températures et les précipitations de 1971 à 2000, Port aux Basques, Terre-Neuve-et-Labrador.....	123
Tableau 4.7	Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : septembre, octobre et novembre .....	125
Tableau 4.8	Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : décembre, janvier et février .....	126
Tableau 4.9	Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : mars, avril et mai.....	126
Tableau 4.10	Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : juin, juillet et août .....	126
Tableau 4.11	Données sur la visibilité enregistrées à la station météorologique de Port aux Basques, de 1971 à 2000.....	129
Tableau 5.1	Espèces en péril dans le Golfe.....	133
Tableau 5.2	Espèces désignées « en péril » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada pouvant se retrouver dans le Golfe .....	134
Tableau 5.3	Espèces d'algues associées aux zones intertidales et sous-tidales à l'ouest de Terre-Neuve .....	171
Tableau 5.4	Espèces d'algues et type de substrat associé.....	171
Tableau 5.5	Abondance moyenne du zooplancton dans la section du PMZA du détroit de Cabot, 2000 à 2007 .....	182
Tableau 5.6	Ichthyoplancton commun dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent .....	185
Tableau 5.7	Analyse granulométrique des échantillons de sédiments provenant des stations d'échantillonnage .....	188
Tableau 5.8	Résumé des analyses chimiques des échantillons de sédiments provenant des stations d'échantillonnage .....	188

Tableau 5.9	Résumé des invertébrés benthiques prélevés aux emplacements des stations .....	190
Tableau 5.10	Sommaire des espèces non en péril qui peuvent se retrouver près du PP 1105.....	199
Tableau 5.11	Résumé des périodes de frai et d'éclosion des principales espèces faisant l'objet d'une pêche commerciale avec le potentiel de survivance dans la zone visée par le PP 1105.....	216
Tableau 5.12	Oiseaux marins susceptibles d'être présents à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105 et au large de la côte ouest de Terre-Neuve .....	219
Tableau 5.13	Densités (oiseaux/km <sup>2</sup> ) à médiane pondérée (et étendue) par saison et par groupe d'oiseaux marins dans chacune des trois régions océaniques du Canada atlantique .....	226
Tableau 5.14	Recensement des oiseaux marins (nombre d'individus) dans les sanctuaires d'oiseaux sur la rive nord du golfe du Saint-Laurent (1993, 1998-1999 et 2005) .....	231
Tableau 5.15	Répartition, composition des espèces et changements dans la taille des populations des eiders, des cormorans et des alcidés reproducteurs entre l'Îlot Mahy nord et la baie des Capucins dans la péninsule gaspésienne en 1979, 1989 et 2002 (les tailles des populations sont fournies en paires, à l'exception des petits pingouins qui sont des oiseaux solitaires).....	233
Tableau 5.16	Mammifères marins et tortues de mer se trouvant potentiellement dans le secteur du projet ou près de celui-ci.....	234
Tableau 5.17	Mammifères marins et tortues de mer observées à proximité du projet.....	235
Tableau 5.18	Zones importantes pour la conservation des oiseaux – Oiseaux marins ....	248
Tableau 5.19	Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Ss de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010.....	254
Tableau 5.20	Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Tf de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010.....	255
Tableau 5.21	Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Rd de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010.....	256
Tableau 5.22	Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Vn de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010.....	257
Tableau 5.23	Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 3Pn de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010.....	258
Tableau 5.24	Prises de morue, de sébaste, de flétan noir et de flétan de l'Atlantique pour les relevés de juillet 1995 à juillet 2010 (3Pn, 4RST) .....	266

Tableau 5.25	Estimation des jours de pêche de tous les pêcheurs à la ligne (résidents et visiteurs) pour Saltwater, Estimation des dépenses par jour et des dépenses totales par année (2005) .....	291
Tableau 5.26	Données sur les prises dans les rivières à saumon pour les zones côtières de l'ouest de Terre-Neuve, 2007 .....	292
Tableau 5.27	Sites actifs d'aquaculture de mollusques/crustacés et de poissons marins dans le golfe du Saint-Laurent.....	294
Tableau 5.28	Nombre de permis de chasse du phoque délivrés en 2007 pour la région du Golfe .....	295
Tableau 6.1	Limites du projet par composante valorisée de l'écosystème .....	306
Tableau 6.2	Résumé de l'évaluation des effets environnementaux potentiels : CVE .....	309
Tableau 6.3	Résumé des effets environnementaux résiduels : CVE .....	313
Tableau 7.1	Interactions entre les activités courantes du projet et les composantes valorisées de l'écosystème.....	315
Tableau 7.2	Catégories fonctionnelles des matériaux utilisés dans la boue à base d'eau, leurs fonctions et exemples de produits chimiques typiques dans chaque catégorie.....	322
Tableau 7.3	Concentrations létales moyennes en 96 heures obtenues lors d'essais de toxicité sur les mysidacés.....	333
Tableau 7.4	Toxicité aiguë de la boue de forage à base de pétrole synthétique sur les mysidacés.....	338
Tableau 7.5	Niveaux sonores ambiants du milieu naturel et des activités de forage .....	345
Tableau 7.6	Observations des étapes du cycle de vie d'espèces exposées à une activité sismique (distance rapprochée) .....	353
Tableau 7.7	Observations des macroinvertébrés exposés à une activité sismique (distance rapprochée).....	354
Tableau 7.8	Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur les espèces en péril .....	381
Tableau 7.9	Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur l'écosystème marin.....	386
Tableau 7.10	Résumé de l'évaluation des effets environnementaux potentiels sur les poissons et l'habitat marin .....	393
Tableau 7.11	Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur les oiseaux marins .....	399
Tableau 7.12	Résumé de l'évaluation des effets environnementaux potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer .....	406

Tableau 7.13	Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur les zones sensibles .....	411
Tableau 7.14	Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur la pêche commerciale et les autres utilisateurs.....	419
Tableau 8.1	Meilleure estimation des décharges annuelles de pétrole par source [de 1990 à 1999].....	423
Tableau 8.2	Définition des tailles de déversements d'hydrocarbures .....	424
Tableau 8.3	Grands déversements historiques causés par des éruptions de puits de pétrole au large des côtes .....	424
Tableau 8.4	Grandes éruptions liées au forage au large des côtes - Fréquence historique par décennie.....	426
Tableau 8.5	Éruptions et déversements des puits extracôtiers fédéraux des États-Unis, 1980 à 2010.....	427
Tableau 8.6	Puits d'exploration et de développement et éruptions dans l'est du Canada .....	427
Tableau 8.7	Fréquences des éruptions de forage d'exploration et de développement au cours des années .....	428
Tableau 8.8	Fréquence des déversements entre 1 et 49,9 barils et entre 50 et 999 barils (eaux de Terre-Neuve-et-Labrador, 1997 à 2010) .....	429
Tableau 8.9	Fréquence des déversements entre 1 et 49,9 barils et entre 50 et 999 barils (eaux de Terre-Neuve-et-Labrador, 2000 à 2010) .....	429
Tableau 8.10	Données sur les très petits déversements dans les eaux de Terre-Neuve, 1997 à 2010.....	429
Tableau 8.11	Quantité d'éruptions et d'autres déversements prévue pour le projet Old Harry (pour un puits).....	431
Tableau 8.12	Déversements de boues de forage à base de pétrole synthétique, 1997 à 2010.....	432
Tableau 8.13	Sommaire de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels – Événements accidentels.....	449
Tableau 10.1:	Effets environnementaux négatifs résiduels.....	457

**Acronymes et unités de mesure**

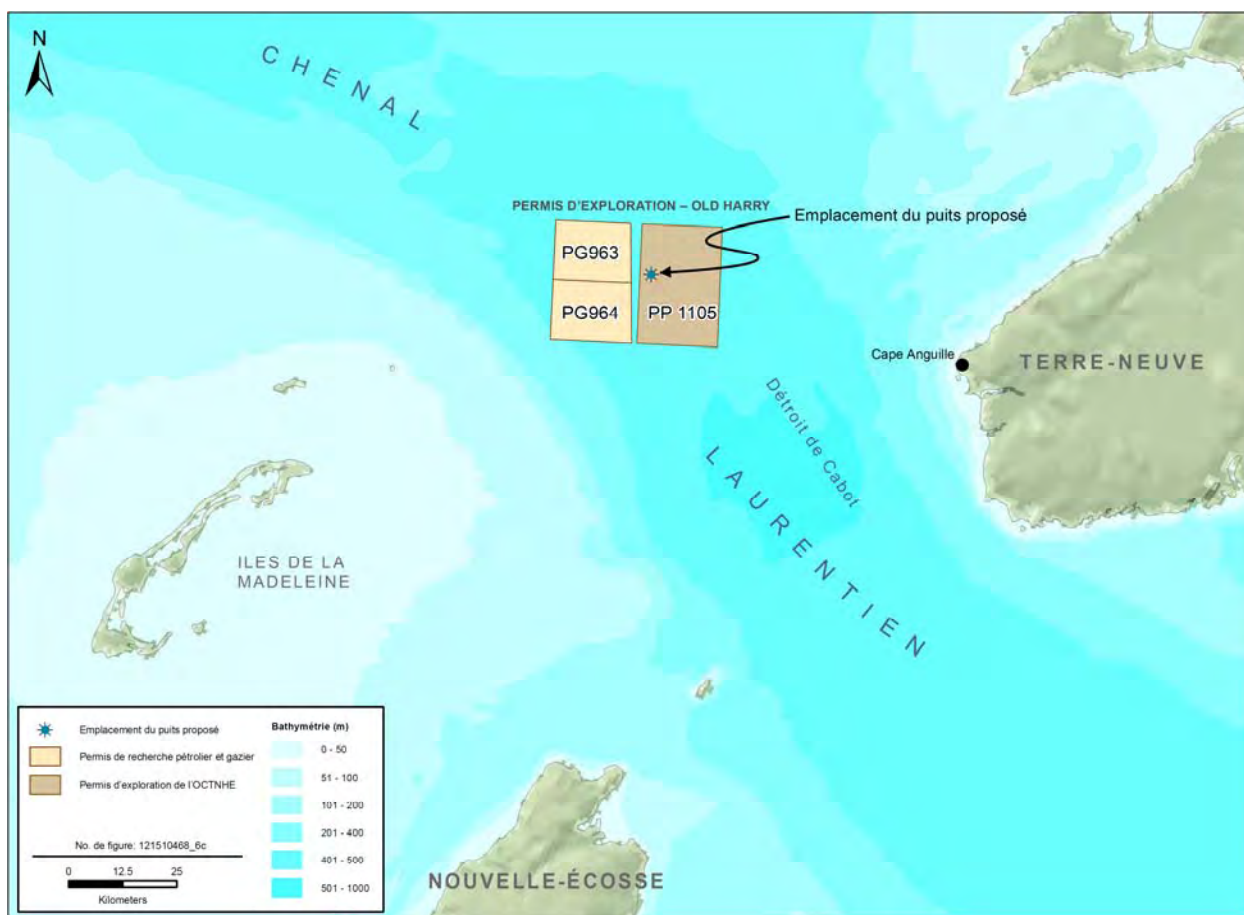
<b>Acronyme</b>	<b>Définition</b>
2-D	Deux dimensions
3-D	Trois dimensions
PMZA	Programme de monitoring de la Zone Atlantique
BOP	Obturateur anti-éruption
SPO	Sous le plancher océanique
CAPP	Association canadienne des producteurs pétroliers
LCEE	Loi canadienne sur l'évaluation environnementale
ACEE	l'Agence canadienne d'évaluation environnementale;
OCTNHE	Office Canada-Terre-Neuve-et-Labrador des hydrocarbures extracôtiers
OCNEHE	Office Canada-Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers
Corridor	Corridor Resources Inc., le promoteur (l'exploitant)
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
SCF	Service canadien de la faune
MPO	Pêches et Océans Canada
DP	Dynamiquement positionné
ZIEB	Zone d'importance écologique et biologique
ECSAS	Eastern Canadian Seabirds at Sea
PP	Permis de prospection
FFAW	Fish, Food and Allied Workers
GDM	Golfe du Mexique ( É.-U.)
SSE	Santé, sécurité et environnement
ZICO	Zone importante pour la conservation des oiseaux
ZEGO	Zone étendue de gestion des océans
MODU	Unité mobile de forage en mer
OPANO	Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
ONE	Office national de l'énergie
NLDEC	Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation
NLDFA	Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture
NMFS	National Marine Fisheries Service (É.-U.)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (É.-U.)
OBIS	Ocean Biogeographic Information System
OCS	Zone externe du plateau continental (É.-U.)
LDTDZE	Lignes directrices relatives au traitement des déchets dans la zone extracôtière
PIROP	Programme intégré de recherches sur les oiseaux pélagiques
LEP	<i>Loi sur les espèces en péril</i>
BBPS	Boue de forage à base de pétrole synthétique
EES	Évaluation environnementale stratégique
OGSL	Observatoire global du Saint-Laurent
TAC	Total autorisé des captures
Le Golfe	Le golfe du Saint-Laurent
CVE	Composante valorisée de l'écosystème
PSV	Profilage sismique vertical
BBE	Boue de forage à base d'eau

<b>Symbole</b>	<b>Unité de mesure</b>
10 <sup>2</sup>	centaine
10 <sup>6</sup>	million
°C	degré Celsius
bopd	Nombre de barils de pétrole par jour
cm	centimètre
dB	décibel
g/kg	Gramme par kilogramme
ha	hectare
Hz	Hertz
po <sup>3</sup>	Pouce cube
kg	kilogramme
kHz	kilohertz
km	kilomètre
km <sup>2</sup>	kilomètre carré
km <sup>3</sup>	Kilomètre cube
L	litre
m	mètre
m <sup>2</sup>	mètre carré
m <sup>3</sup>	mètre cube
m SPO	Mètres sous le plancher océanique
mg/kg	milligramme par kilogramme
mm	millimètre
MT	tonne métrique
lb/po <sup>2</sup>	livres par pouce carré
t	tonne métrique



## 1.0 INTRODUCTION

Corridor Resources Inc. (Corridor) propose de forer un puits d'exploration dans la zone du prospect de Old Harry dans le golfe du Saint-Laurent (Golfe) (Figure 1.1). Le puits d'exploration sera situé dans la zone du permis de prospection (PP) 1105.



**Figure 1.1 Emplacement du PP 1105 et des permis de recherche et d'exploration pétrolière et gazière du Québec PG963 et PG964 couvrant la zone d'exploration du prospect de Old Harry**

L'objectif de ce forage de reconnaissance est d'aider Corridor à poursuivre son évaluation du potentiel d'hydrocarbures dans le prospect de Old Harry.

### 1.1 Survol du projet

Le nom officiel du projet est *Forage d'un puits d'exploration sur le gisement de Old Harry – PP 1105*. En ce qui concerne le PP 1105, la zone prometteuse est située dans la portion du chenal Laurentien du Golfe, à environ 80 km ONO du cap Anguille (Terre-Neuve-et-Labrador).

Corridor prévoit forer un puits d'exploration dans la zone du PP 1105 située à l'extrémité ouest de la zone visée par le permis, tel qu'illustré à la Figure 1.1. En fonction des résultats du sondage de recherche, une décision sera prise relativement aux essais de puits. Le forage et les essais s'effectueront en respectant toutes les lignes directrices et la réglementation de l'Office Canada-Terre-Neuve-et-Labrador des hydrocarbures extracôtiers (OCTNHE).

L'information obtenue à partir de ce puits aidera Corridor dans l'évaluation en cours du potentiel d'hydrocarbures dans le prospect de Old Harry. Cette zone n'ayant jamais été forée, il est donc nécessaire d'y creuser un puits d'exploration pour en déterminer le potentiel d'hydrocarbures. Si ce puits d'exploration produisait des résultats encourageants, un programme de suivi pourrait être élaboré et pourrait inclure d'autres programmes de reconnaissance sismique ou de puits subséquents dans le cadre du PP 1105 ou d'autres permis de recherche de gaz et de pétrole émis à Corridor pour la zone de Old Harry. De telles activités seraient toutefois régies par un processus réglementaire distinct. Cette évaluation environnementale traite de la possibilité de forer un puits d'exploration dans le cadre du PP 1105. On prévoit que le forage d'un tel puits prendrait entre 20 et 50 jours. Selon les exigences géologiques et opérationnelles, un programme d'essai pourrait prendre plusieurs autres semaines de travail sur place.

L'unité mobile de forage en mer (MODU) qui sera utilisée pour le puits d'exploration fait l'objet de discussions; il pourrait s'agir d'un appareil de forage semi-submersible ou encore d'un navire de forage. La MODU sera appuyée par des navires de soutien et des hélicoptères en mer. Il est également possible que des activités de profilage sismique vertical (PSV) soient entreprises, parallèlement à d'autres activités de forage.

## 1.2 L'exploitant

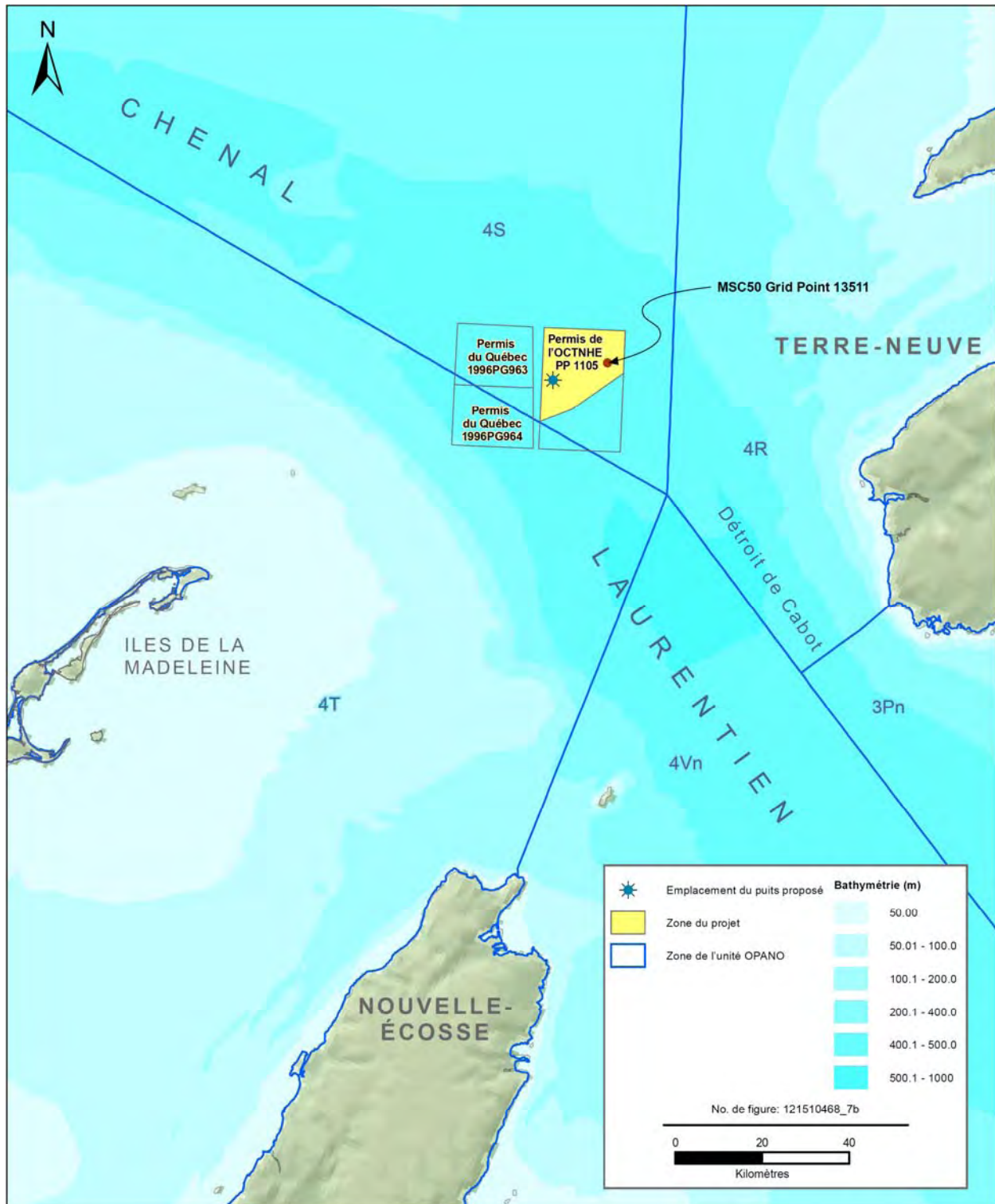
Corridor, une société d'énergie de l'est du Canada, est engagée dans l'exploration, le développement, la production de pétrole et de nappe gazière côtière au Nouveau-Brunswick, à l'Île-du-Prince-Édouard et au Québec, et au large des côtes dans le Golfe. La société a son siège social à Halifax, en Nouvelle-Écosse, et a un bureau de production pour ses opérations du McCully Field à Penobsquis, au Nouveau-Brunswick. Corridor produit du gaz naturel à McCully Field depuis 2003. En juin 2007, à la suite de la construction d'un réseau collecteur, d'une raffinerie de gaz et d'une conduite secondaire de pipeline, McCully Field fut relié à des marchés par le pipeline des Maritimes et du Nord-est. Corridor a mené de façon sécuritaire et avec succès des programmes de reconnaissance sismique sur la zone de Old Harry en 1998 et en 2002, un programme de reconnaissance sismique en mer sur la côte ouest du cap Breton en 2003 et une étude des géorisques dans le cadre du PP 1105 à l'automne 2010.

Les personnes-ressources de l'exploitant dans le cadre de ce projet sont :

Dena Murphy  
Directrice de la qualité, de la santé,  
de la sécurité et de l'environnement  
Ligne directe : (902) 406-8011  
Courriel : dmunphy@corridor.ca

Kevin Spidle  
Ingénieur - Forage  
Ligne directe : (902) 406-8020  
Courriel : kspidle@corridor.ca

Paul Durling  
Géophysicien en chef  
Ligne directe : (902) 406-8007  
Courriel : pdurling@corridor.ca



**Figure 1.2 Zone du projet Old Harry**

### 1.3 Contexte réglementaire

Le puits d'exploration sera situé dans la zone du PP 1105. Par conséquent, les activités qui y sont associées seront menées dans la juridiction de l'OCTNHE.

Ce projet nécessitera des autorisations en vertu du paragraphe 138(1)b) de la Loi de mise en œuvre de l'Accord atlantique Canada-Terre-Neuve et du paragraphe 134(1)a) de la Canada-Newfoundland and Labrador Atlantic Accord Implementation Newfoundland and Labrador Act, collectivement connues comme les lois de mise en œuvre. En vertu du paragraphe 5(1)d) de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (LCEE), l'OCTNHE est une autorité responsable et un coordonnateur fédéral de l'évaluation environnementale et doit entreprendre une évaluation environnementale du projet. L'évaluation environnementale sera examinée par d'autres autorités responsables (comme Environnement Canada et Pêches et Océans Canada [MPO]) et autorités fédérales (comme le ministère de la Défense nationale [MDN]) qui possèdent une connaissance approfondie du Golfe et qui pourront fournir commentaires et recommandations dans le cadre de la préparation du document d'orientation (OCTNHE, 2011a) et de la réalisation de l'évaluation environnementale.

L'OCTNHE a nommé un réviseur indépendant qui mettra l'accent sur les effets environnementaux potentiels du forage proposé pour un seul puits d'exploration sur le PP 1105. Des consultations publiques seront tenues dans les cinq juridictions bordées par le Golfe et le réviseur indépendant présentera un rapport à l'OCTNHE à la conclusion de la révision indépendante, qui sera également rendu public par l'OCTNHE.

L'OCTNHE a commandé une évaluation environnementale stratégique (EES) pour la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve (LGL 2005a), incluant une modification pour le prospect de Old Harry (LGL 2007a), avant l'émission du PP 1105 à Corridor, ce qui comprenait des consultations avec les agences fédérales et d'autres parties prenantes. Le 15 août 2011, le ministre fédéral de l'Environnement a exigé une mise à jour de l'EES de 2007 pour le secteur au large de l'ouest de Terre-Neuve. L'OCTNHE mettra sur pied un groupe de travail afin de superviser les processus de mise à jour de l'EES pour le secteur au large de l'ouest de Terre-Neuve, en commençant par l'élaboration d'un document d'orientation pour l'EES. Une partie intégrante du processus d'EES est la consultation publique et l'OCTNHE s'assurera que cette consultation se passe également lors du processus de révision. Ce processus traitera des questions de politique frontalière.

Les lois pertinentes aux aspects environnementaux de ce projet comprennent :

- Les lois de mise en œuvre;
- La LCEE;
- La Loi sur les océans;
- La Loi sur les pêches;
- La Loi sur la protection des eaux navigables;
- La Loi sur la marine marchande du Canada;
- La Loi sur les espèces en péril (LEP);

- La Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs; et
- La Loi canadienne sur la protection de l'environnement.

Aucun financement fédéral n'est accordé pour ce projet. Le PP 1105 est administré par l'OCTNHE.

L'OCTNHE a émis la version finale du document d'orientation (avec consultations auprès d'autres organismes de réglementation et du public) le 17 août 2011 (Annexe A). Cette évaluation environnementale préliminaire a été soumise pour satisfaire aux exigences de la LCEE et celles relatives au document d'orientation.

#### **1.4 Fondement du projet**

Les objectifs à long terme de l'exploitant sont les suivants :

- mettre sur pied un programme de forage d'exploration sécuritaire et responsable dans la zone du prospect de Old Harry tout en respectant, ou dépassant, toutes les exigences relatives à la diligence raisonnable;
- entreprendre le forage du puits d'exploration au gisement de Old Harry conformément aux meilleures pratiques de l'industrie et en respectant toutes les exigences réglementaires ainsi que les conditions rattachées aux autorisations;
- établir et maintenir des relations positives avec les autorités responsables de la réglementation, les autres parties prenantes, les fournisseurs et les entrepreneurs dans le cadre du projet;
- explorer et découvrir de nouveaux champs de pétrole et de gaz dans l'est du Canada;
- procurer des avantages à long terme et améliorer l'infrastructure en énergie pour Terre-Neuve-et-Labrador et la région de l'est du Canada; et
- exécuter un programme rentable en investissant progressivement des capitaux et en planifiant soigneusement tous les aspects du projet.

#### **1.5 Organisation du document**

L'évaluation environnementale est organisée comme suit :

- La Section 1 présente la nature du projet, son promoteur, le contexte réglementaire s'y rattachant et son fondement;
- La Section 2 décrit les composantes du projet proposé;
- La Section 3 présente le détail des consultations ayant été menées dans le cadre du projet proposé;
- La Section 4 décrit les caractéristiques physiques du milieu environnant (géologie, météorologie, océanographie, glaces et icebergs);
- La Section 5 décrit les caractéristiques biologiques du milieu environnant (espèces en péril, faune et habitats halieutiques, oiseaux marins, mammifères marins, tortues de mer, zones spéciales, pêche commerciale et autres utilisateurs);
- La Section 6 présente le détail de la méthodologie préconisée pour réaliser l'évaluation des impacts environnementaux;

- La Section 7 présente l'évaluation des impacts environnementaux;
- La Section 8 présente l'évaluation des impacts environnementaux associés aux événements imprévus;
- La Section 9 présente l'évaluation des impacts environnementaux cumulatifs;
- La Section 10 présente le sommaire des effets résiduels néfastes pour l'environnement;
- La Section 11 traite des mesures de surveillance et de suivi;
- La Section 12 décrit les impacts potentiels du projet sur l'environnement;
- La Section 13 décrit le processus de gestion environnementale du projet;
- La Section 14 comprend le résumé de l'évaluation environnementale et sa conclusion;
- La Section 15 comprend la liste des documents consultés dans la préparation de cette évaluation environnementale.

## 2.0 DESCRIPTION DU PROJET

### 2.1 Contexte du projet

Le prospect de Old Harry est un vaste pli anticlinal oblique situé dans le nord-est du Golfe dont la longueur et la largeur font respectivement environ 30 km et 12 km.

La partie sud du Golfe repose sur un vaste bassin sédimentaire qui atteint jusqu'à 12 km de profondeur et qui contient tous les éléments nécessaires pour y ériger un réseau pétrolier viable. Le bassin contient des roches-magasins de grès en abondance, du schiste argileux, du charbon et de nombreuses structures géologiques favorisant le piégeage d'hydrocarbures. Selon une évaluation récente des ressources pétrolières réalisée par la Commission Géologique du Canada (Lavoie et al. 2009), il y aurait environ 39 billions de pieds cubes (Bpc) de gaz naturel et 1,5 billion de barils d'huile en place dans le bassin des Maritimes, qui couvre la portion sud du Golfe et ses régions limitrophes. Ces estimations des ressources pétrolières ont été faites, en partie, par le biais d'une analyse sur les puits forés en mer dans le Golfe.

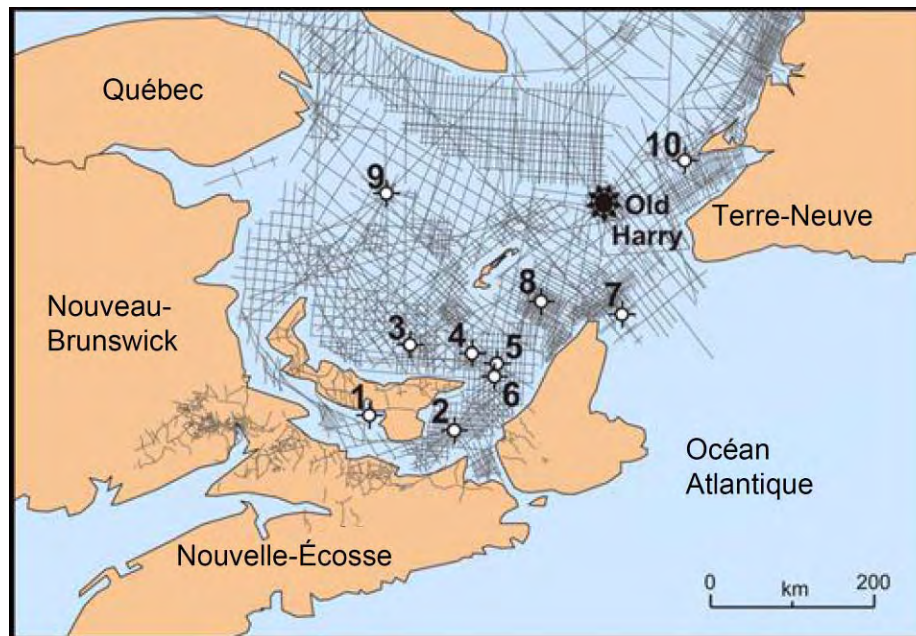
### 2.2 Historique de la prospection des gisements d'hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent

Une longue histoire est rattachée à la prospection d'hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent, qui a débuté par le premier puits de reconnaissance en mer foré par la Island Development Company à la baie Hillsborough, à l'Île-du-Prince-Édouard, en 1944. Depuis le forage de ce puits, neuf autres puits en mer ont été forés et des milliers de kilomètres de données sismiques ont été acquis (Tableau 2.1). Les emplacements des puits forés auparavant ainsi que les programmes de reconnaissance sismique exécutés sont présentés à la Figure 2.1. Cette vaste base de données sismiques et les renseignements obtenus sur les puits existants permettent de mettre en relief le potentiel d'exploration dans cette zone.

**Tableau 2.1 Puits en mer forés dans le golfe du Saint-Laurent**

#	Puits	Année de forage	Profondeur totale (m)
1	Hillsborough N°1	1944	4,479
2	Détroit de Northumberland F-25	1970	3,001
3	Cable Head E-95	1983	3,235
4	Beaton Point F-70	1980	1,734
5	East Point E-49	1974	3,526
6	East Point E-47	1980	2,662
7	Saint-Paul P-91	1983	2,885
8	Cap Rouge F-52	1973	5,059
9	Bradelle L-49	1973	4,421
10	Baie St-Georges A-36	1996	3,240

Voir Figure 2.1.



**Figure 2.1**    **Emplacement des programmes de reconnaissance sismique et des puits dans le golfe du Saint-Laurent**

La plupart des puits en mer ont été forés dans les années 1970 et au début des années 1980 (Tableau 2.1). À ce moment, les compagnies pétrolières cherchaient des gisements de pétrole, mais les résultats de forage dans le Golfe ont rapporté des indices de la présence de gaz naturel. Sur les puits en mer forés, cinq ne montraient aucune trace d'hydrocarbures, quatre montraient de légères traces de gaz naturel et un puits (pointe est E-49) a été signalé comme une importante découverte de gaz naturel. Un puits de délimitation réalisé par la suite à cet endroit (pointe est E-47) s'est révélé non prometteur ne contenant que de légères traces d'hydrocarbures. Le plus récent forage dans le Golfe a été effectué en 1996 au puits A-36 à la baie St-Georges. Ce puits était situé à environ 10 km au sud-ouest du cap George et à environ 120 km au nord-est du prospect de Old Harry. Ce puits s'est révélé non productif et a par la suite été abandonné.

La partie sud du golfe du Saint-Laurent est extrêmement vaste, s'étendant approximativement de 600 km dans une direction est-ouest et de 300 à 400 km du nord vers le sud. Cependant, seulement dix puits en mer ont été forés dans ce vaste secteur sous-exploré, où l'on retrouve plusieurs structures géologiques, dont le prospect de Old Harry, qui pourraient être riches en hydrocarbures. Les résultats des dix puits en mer indiquent la présence d'un système pétrolier viable dans le prospect de Old Harry. Corridor a précédemment complété un programme étendu de travaux dans le secteur de Old Harry afin de déterminer l'emplacement d'un futur puits d'exploration, incluant la collecte de données sismiques 2-D en 1998 et 2002, de même qu'un sondage des géorisques du site en octobre 2010. Cette structure de Old Harry possède de multiples cibles de forage, présente un fort potentiel d'hydrocarbures, et si les résultats du puits d'exploration sont prometteurs et mènent à des activités subséquentes, ce potentiel pourrait générer des retombées économiques considérables à Terre-Neuve-et-Labrador et dans toute la région de l'est du Canada.



## **2.3 Type de pétrole susceptible d'être découvert à Old Harry**

Dix puits en mer ont été forés à ce jour dans le golfe du Saint-Laurent, une région qui englobe environ 140 000 kilomètres carrés. Des quantités de gaz naturel non commercial ont été rencontrées dans la moitié de ces puits et aucun puits ne contenait plus que des imprégnations de pétrole. Pour réaliser une modélisation de déversement d'hydrocarbures appropriée, il est nécessaire de recueillir un échantillon de pétrole pour en déterminer les principales propriétés (densité, viscosité, point d'écoulement, etc.). Comme aucun échantillon n'est disponible pour identifier les propriétés du pétrole de la structure de Old Harry, il est donc nécessaire de trouver un pétrole de remplacement approprié.

Ce problème d'identification d'un pétrole de remplacement approprié a été réglé en préconisant une approche scientifique séquentielle. Tout d'abord, Corridor a entrepris des études géochimiques pour identifier la nature et l'abondance relative des matières organiques préservées dans les roches mères (de schiste) dans les environs de Old Harry. Une modélisation des systèmes pétroliers a ensuite été réalisée pour simuler les phénomènes d'enfouissement, de maturation, de génération, de migration et de piégeage des hydrocarbures. Enfin, les caractéristiques géologiques de la région de Old Harry ont été comparées à d'autres zones présentant des caractéristiques géologiques similaires pour identifier un substitut convenable pour les hydrocarbures potentiellement piégés à Old Harry.

### **2.3.1 Études géochimiques des roches mères à Old Harry**

Les deux premières colonnes du Tableau A1 indiquent la profondeur des échantillons de roche étudiés en pieds (colonne 1) ou en mètres (colonne 2). La colonne 3 présente les données de maturation thermique dont les valeurs varient de 0,6 à 1 % Ro, ce qui correspond à un stade de maturation thermique avancé. Ces sédiments se situent entre la principale phase huileuse actuelle (fenêtre à pétrole) et la première phase de génération de condensat (fenêtre à gaz, voir colonne 11). Les colonnes 4 et 5 montrent les principaux résultats géochimiques de carbone organique total (COT), l'indice d'hydrogène (IH) et l'indice de production. Le COT actuel (variant de 0,34 à 1,60, voir colonne 4) et les indices d'hydrogène relevés (variant de 7 à 123 mg HC/g de COT, voir colonne 4) confirmeraient normalement la présence de kérogène de Type III modérément riche en matières organiques, lequel serait susceptible de contenir et générer seulement du gaz naturel. Toutefois, une étude plus approfondie sur le type de faciès organique déposé dans les roches révèle la présence de matières organiques plus susceptibles de contenir du pétrole.

La colonne 6 du Tableau A1 montre les résultats de l'évaluation des faciès organiques réalisée par balayage. La majorité des matières organiques proviennent d'une source terrestre (exinites et vitrinites). La vitrinite est essentiellement la partie ligneuse des plantes et est généralement de loin la matière organique la plus abondante dans les roches mères de provenance terrestre. La vitrinite est une matière organique susceptible de contenir des gaz de type III. Cependant, dans certains dépôts deltaïques comme ceux identifiés à Old Harry, on retrouve beaucoup moins de dépôts de vitrinite et les composants organiques (exinites) des lipides terrestres (susceptibles de contenir du pétrole et des gaz) peuvent être dominants. Ces lipides terrestres sont principalement constitués de subérinite (subérine végétale), résinite (résine de plantes) et

cutinite (cuticules végétales) de Type II-III. Ces types de matières organiques génèrent habituellement des hydrocarbures liquides (alcanes normaux de C17 à C27) au cours des premiers stades de maturité thermique (fenêtre à pétrole) et, comme tous les composés organiques, produisent du gaz naturel au cours des stades plus avancés de maturité thermique (fenêtre à gaz).

On retrouve aussi une autre matière organique moins abondante dans les roches mères de l'île Brion, soit la liptinite amorphe de Type II (algues biodégradées). Ensemble, toutes les matières organiques relevées dans le puits de l'île Brion forment un condensat de Type II-III et une roche mère susceptible de contenir et de générer du pétrole et du gaz. Les hydrocarbures C30+ (principalement de la cire et des composants d'asphaltène) que l'on retrouve généralement dans les algues lacustres de type *Botryococcus* n'ont pas été détectés dans les diverses roches mères du puits de l'île Brion. Ces résultats laissent croire qu'il est fort peu probable que l'on retrouve du pétrole lourd riche en asphaltènes ou en cire à Old Harry en raison de la nature des faciès organiques (nature des lipides terrestres) des principales roches mères et de leur maturité thermique.

Étant donné que ces roches sont vieilles de plus de 250 millions d'années, il est raisonnable de s'attendre à ce qu'au moins certains hydrocarbures aient été générés au fil des temps géologiques. L'indice de production élevé confirme ceci. Les données géochimiques et faciès organiques ont été évalués pour déterminer l'état actuel des roches mères (voir la colonne 7). Les caractéristiques relatives à la fluorescence des roches mères du puits de l'île Brion indiquent que leurs réserves d'hydrocarbures liquides se sont épuisées. En général, jusqu'à 2200 m de profondeur, le potentiel de génération d'hydrocarbures des roches mères du puits de l'île Brion s'est grandement appauvri, alors qu'il est complètement épuisé à des profondeurs plus importantes. À l'origine, ces roches mères appauvries ou épuisées auraient eu un COT et des indices d'hydrogène plus élevés avant tout enfouissement et toute maturation thermique. Par conséquent, les indices d'hydrogène et le COT d'origine ont été recalculés en se fondant sur la maturité, le COT et les indices d'hydrogène et de production actuels et les faciès organiques évalués par balayage. Les valeurs recalculées sont présentées dans la colonne 8 du Tableau 2.2.

**Tableau 2.2 Reconstitution des COT et indices d'hydrogène d'origine selon les faciès organiques, COT/IH et IP actuels**

Prof. (pi)	Prof. (m)	% Ro (Moy.)	COT/IH Actuels	Ind. Prod.	Évaluation des faciès organiques par balayage (Pourcentages approximatifs; détermination qualitative)	État RM	COT/IH d'origine	Type Kérogène	Maturité	Zones HC
4080	1252	0.58	0.34/18	0.5	Mélanges de 50 % de spores, subérine, algues; 50% vitrinite+inertinite	Appauvr.	1.0/225	II-III	mature	Pétrole
4410	1353	0.64	0.36/33	0.33	Mélanges de 30 % de spores, subérine, algues; 70% vitrinite+inertinite	Appauvr.	0.8/150	II-III	mature	Pétrole
4990	1531	0.71	1.09/91	0.12	Mélanges de 40% subérine+spores; 65% vitrinite+inertinite	Appauvr.	2.0/200	II-III	mature	Pétrole
5060	1552	0.75	1.6/123	0.06	Mélanges de 50% cuticules + algues; 50% vitrinite+inertite	Appauvr.	2.5/250-300	II-III	mature	Pétrole
5500	1687	0.8	1.51/64	0.11	Mélanges de 60% MOA 2+spores+résine+algues; 40% vitrinite+inertinite	Appauvr.	3.0/250-300	II-III	mature	Pétrole
5690	1746	0.86	1.03/67	0.14	50% exinite; 10% algues; 10% MOA 2; 30% vitrinite +inertinite	Appauvr.	2.5/250	II-III	mature	Pétrole
5770	1770	0.86	0.73/45	0.15	20% exinite; 5% algues; 5% MOA 2; 70% vitrinite +inertinite	Appauvr.	2.0/150-200	II-III ou III	mature	Pétrole
5930	1819	0.84	1.54/68	0.1	70% exinite; 5% algues; 5% MOA 2; et 20% vitrinite+inertinite	Appauvr.	2.5/250-300	II-III	mature	Pétrole
6760	2074	0.92	0.95/73	0.12	60% exinite; 5% algues; 5% MOA 2; et 30% vitrinite+inertinite	Appauvr.	2.5/250	II-III	mature	Pétrole
7030	2156	0.93	1.16/42	0.08	40% exinite; 5% algues; 5% MOA 2; 40% vitrinite +inertinite; 10% bitume	Appauvr.	2/150-200	II-III	mature	Pétrole
7300	2240	0.9	0.58/19	0.21	30% exinite; 25% MOA 2; 20% vitrinite +inertinite; 10% bitume	Épuisée	2/200-250	II-III	mature	Pétrole
7410	2273	0.94	0.96/53	0.12	50% exinite; 10% algues+ MOA 2; 30% vitrinite +inertinite; 10% bitume	Épuisée	2/200	II-III	mature	Pétrole
8370	2568	0.94	0.60/13	0.27	30% exinite; 15% MOA 2; 1-5% algues; 44-40% vit+inert; 10% bitume	Épuisée	2/200-250	II-III	mature	Pétrole
8570	2629	1.02	0.55/22	0.37	30% exinite; 25% MOA 2; 5% algues; 30% vit+inert; 10% bitume	Épuisée	2.0/200-250	II-III	mature	condensat
8710	2672	1.05	0.59/19	0.31	20% exinite; 15% MOA 2; 45% vit+inert; et 20% bitume	Épuisée	2.5/250	II-III	mature	condensat
8890	2727	1.08	0.34/7	0.43	30% MOA 2; 10% algues; 10% exinite; 30% vit+inert; 20% bitume	Épuisée	3/250-300	II-III	mature	condensat

% Ro = moyenne du pouvoir réflecteur aléatoire de la vitrinite pour les grains de vitrinite autochtones (maturité principale)  
**COT:** carbone organique total en % de poids; **IH** = indice d'hydrogène en mg HC/g de COT déterminé à partir de la pyrolyse Rock-Eval  
**Ind. Prod.** = indice de production (ratio des courbes S1 et C2) déterminé à partir de la pyrolyse Rock-Eval  
**Exinite** = composés organiques riches en exine incluant des spores (sporinite), de la cutine (cutinite) et de la subérine (subérinite) - divers lipides dérivés de plantes  
**MOA 2** = variété de matières organiques amorphes de type 2 susceptibles de générer du pétrole  
**Bitume** = bitume solide - produits de transformation d'hydrocarbures secondaires dérivés de macéraux primaires (phytoclastes)  
**COT/IH d'origine** = COT et IH d'origine calculés selon les COT, IH et indices de production (IP) actuels et la reconstitution des faciès organiques

### 2.3.2 Modélisation des systèmes pétroliers

Les faciès organiques et les données géochimiques ont été intégrés aux données de réflexion sismique 2-D afin de développer une série de modèles de systèmes pétroliers en deux dimensions de la structure de Old Harry. La modélisation des systèmes pétroliers a été achevée en utilisant le logiciel 2D PetroMod (version 11.04; correction 3) de IES GmbH (Aix-la-Chapelle, Allemagne – actuellement de Schlumberger Incorporated). Un élément clé de la modélisation des systèmes pétroliers consiste à déterminer de quelle façon la structure de Old Harry s'est développée au fil des temps géologiques. Elle tient compte aussi de renseignements comme la stratigraphie, l'historique de l'enfouissement, les flux de chaleur, les parcours de migration d'hydrocarbures et d'autres informations géologiques et géochimiques. La modélisation intègre les renseignements suivants :

- Lithologie pour chaque unité stratigraphique en se basant sur l'interprétation des données sismiques 2-D du puits de l'île Brion;
- Chronologie de l'érosion, profondeurs des eaux fossiles et paléotempératures (au fil du temps) selon l'analyse biostratigraphique;
- Flux de chaleur relativement aux structures du socle;
- Réservoirs et enveloppes d'hydrocarbures par rapport à la structure;
- Richesse biologique de divers intervalles de roches mères et potentiel en hydrocarbures (indices d'hydrogène en mg HC/g de COT);
- Tendances des flux paléothermiques, profondeurs des eaux fossiles et paléotempératures;
- Cinétique des multicomposants de roches mères par défaut choisies;

- Propriétés du pétrole et des gaz de chaque roche mère fondées sur l'analyse de leur composition à l'aide de la pyrochromatographie en phase gazeuse (Mukhopadhyay, 2006) et de la base de données du logiciel 2D PetroMod.

La stratigraphie, la chronologie des dépôts de sédiments, l'érosion, la migration du sel, les plissements et la formation de failles ont été déterminés en se basant sur l'interprétation des profils de réflexion sismique 2-D. Les données sismiques ont été mises en corrélation avec les données du puits de l'île Brion pour faciliter l'identification des roches mères, des réservoirs et des enveloppes de schiste. Les âges stratigraphiques des formations individuelles ont été déterminés à l'aide de la chaîne des temps géologiques établie par Ogg et al. (2008) et Giles et Utting (2003).

La profondeur et la température des eaux fossiles pour chaque formation ont été incorporées dans les modèles. Les données relatives à la maturité thermique (pouvoir réflecteur de la vitrinite et indices d'altération thermique) indiquent que la majorité des roches mères du puits no 1 de l'île Brion se situent entre 0,6 et 1 % Ro (colonne 3 du Tableau A1). L'étalonnage du modèle de flux de chaleur a été fait à l'aide des points de données mesurés pour le pouvoir réflecteur de la vitrinite et la tendance qu'ils révèlent dans le puits de l'île Brion. L'étalonnage du flux de chaleur a été plus tard corroboré par une mesure de température en fond de puits et par l'analyse par la méthode des traces de fission dans l'apatite de Grist et Zentilli (2003).

Comme décrit ci-dessus, les indices d'hydrogène et le COT d'origine ont été recalculés en se fondant sur la maturité, le COT et les indices d'hydrogène et de production actuels et les faciès organiques évalués par balayage. Une gamme de valeurs cinétiques a été choisie pour la modélisation en se basant sur le potentiel pétrolifère observé dans les évaluations par balayage des faciès organiques. La cinétique d'une roche mère décrit sa production d'hydrocarbures au cours de la maturation thermique (c'est-à-dire le moment où les hydrocarbures sont générés, le volume produit, et s'il y a production de gaz ou de pétrole). Trois différentes catégories de simulations de modélisation ont été réalisées pour tester l'étendue d'hydrocarbures qui pourraient être générés à Old Harry :

- (a) cinétique par défaut (IES GmbH) des roches mères (kérogène de Type II-III) de Monterrey et du bassin de Taranaki;
- (b) cinétique des roches mères (kérogène de type III) du Delta de la Mahakam et des roches mères (kérogène de Type II-III) du bassin de Taranaki;
- (c) cinétique par défaut (IES GmbH) des roches mères (kérogène de Type II-III) de Monterrey et du bassin de Taranaki. Cependant, des COT et indices d'hydrogène plus élevés ont été utilisés pour les roches mères dans le bassin profond au sud de la structure de Old Harry.

Les résultats de modélisation indiquent qu'à la présente phase de maturation thermique des roches mères, les hydrocarbures se trouvant dans la structure de Old Harry, s'il y en a, devraient être du pétrole très léger de 45 à 56 degrés API avec une proportion gaz-pétrole modérée. En fait, aucune des simulations de modèle n'a indiqué que la gravité des

hydrocarbures serait inférieure à 50 degrés API. Cependant, des huiles de densité API de 45 à 56 degrés ont été incluses afin de garantir une estimation prudente de l'étendue des hydrocarbures anticipés à Old Harry.

Divers paramètres d'entrée dans les modèles ont été modifiés pour chaque simulation afin d'évaluer les changements dans la composition et la saturation des hydrocarbures dans les réservoirs de Old Harry. La densité API des hydrocarbures modélisés dans toutes les simulations se situe systématiquement dans une gamme de valeurs restreinte, ce qui indique que les variations de COT et d'indices d'hydrogènes n'influent pas sur les résultats des modèles. Il est à noter que les augmentations de kérogène de Type III par rapport au kérogène de Type II dans les roches mères modélisées tendent à diminuer la quantité d'hydrocarbures liquides (pétrole) et à augmenter la quantité de gaz, tandis que la densité API des hydrocarbures liquides demeure à l'intérieur de la gamme modélisée.

Il est à noter que la modélisation ne peut confirmer si une structure renferme des hydrocarbures. Il se peut donc qu'une structure ne contienne que de l'eau et pas d'hydrocarbures. Ainsi, si des hydrocarbures migrent plus profondément dans le bassin où les composés organiques se trouvent dans la fenêtre à gaz, la structure pourrait être remplie de gaz naturel.

### **2.3.3 Identification de pétrole de remplacement**

La modélisation des systèmes pétroliers a permis d'identifier la gamme potentielle d'hydrocarbures que peut renfermer Old Harry. L'étape suivante consistait à trouver un pétrole de remplacement approprié pour modéliser les déversements accidentels d'hydrocarbures. Corridor a pris en considération des paramètres géologiques, tels le milieu sédimentaire, le type de matière organique (kérogène) et les types d'hydrocarbures rencontrés dans plusieurs secteurs. Bien que seul du gaz naturel ait été détecté dans les puits en mer forés dans le golfe du Saint-Laurent, du pétrole de forte densité API a été détecté à Gaspé (47° API), à Port-au-Port, à Terre-Neuve-et-Labrador (51° API) et dans le plateau Scotian (47° à 52° API). Comme le démontre le Tableau 2.3, plusieurs caractéristiques géologiques du bassin des Maritimes (zone de Old Harry) s'apparentent aux conditions géologiques du bassin Scotian. Les roches-magasins clastiques des champs du plateau Scotian renferment typiquement des séquences de grès superposées de milieu fluvial ou marin peu profond qui s'apparentent aux roches-magasins de grès de milieu fluvial du prospect de Old Harry. Ce qui est intéressant, c'est que l'on connaît le type de kérogène de ces deux bassins : Types II-III et III. De plus, les champs pétrolifères Cohasset/Panuke/Balmoral du plateau Scotian ont produit du pétrole léger (Kidston et al., 2005). Par conséquent, l'équipe de géoscientifiques de Corridor a choisi le pétrole de Cohasset (bassin Scotian) comme pétrole de remplacement, lequel s'apparente à celui que l'on pourrait retrouver à Old Harry.

**Tableau 2.3 Comparaison des caractéristiques géologiques des bassins des Maritimes et néo-écossais**

Caractéristiques	Bassin des Maritimes (Old Harry)	Bassin néo-écossais
Cadre tectonique	Zone de rift	Milieu de distension
Milieu sédimentaire	Fluvial-deltaïque	Fluvial-deltaïque à marin peu profond
Type de kérogène	Types II-III et III	Types II, II-III et III
Types d'hydrocarbure	Gaz naturel et pétrole brut léger	Gaz naturel et pétrole brut léger

## 2.4 Emplacement et profondeur d'eau

La zone du projet proposé est située à environ 80 km ONO du cap Anguille, à Terre-Neuve-et-Labrador (Figure 1.1). La zone du projet est située à l'intérieur d'un élément physiographique qui se nomme chenal Laurentien. Les profondeurs d'eau dans la région sont d'environ 470 m.

## 2.5 Solutions de rechange au projet et dans le cadre du projet

La solution de rechange à ce Projet est de ne pas forer en vertu du PP 1105. Cependant, Corridor s'est vu accorder les droits d'explorer dans le cadre du PP 1105 par le biais d'un appel d'offres concurrentiel réglementé et cherche à respecter ses engagements dans le cadre de ce processus d'attribution de permis dans la fenêtre de temps encore ouverte.

Les autres solutions de rechange qui seront évaluées dans le cadre de ce projet comprennent l'utilisation d'un appareil de forage semi-submersible ou d'un navire de forage, les deux étant considérés comme des MODU. Dans un environnement difficile, les appareils de forage autoélévateurs ne sont utilisés que jusqu'à des profondeurs d'eau d'environ 120 m dans les Maritimes et par conséquent, ils ne seront pas pris en considération dans le cadre de ce projet. Des renseignements supplémentaires au sujet des MODU sont fournis à la Section 2.7.

Les autres solutions de rechange à envisager comprennent le programme de forage, la sélection et l'utilisation des boues de forage, l'emplacement de la base de ravitaillement, l'emplacement de la base de soutien par hélicoptère, la gestion des déchets et la synchronisation du programme. La sélection des solutions de rechange au programme sera guidée par une prise en compte des facteurs de sécurité, environnementaux, techniques, communautaires et économiques.

## 2.6 Calendrier du projet

On prévoit qu'on mettra entre 20 et 50 jours pour le forage, et que cette activité se tiendra quand il n'y aura pas de glace dans le Golfe. Si l'on procède à des essais, l'appareil de forage demeurera en place plusieurs semaines additionnelles. La portée temporelle de l'EE sera définie pour une année complète afin d'accorder une certaine flexibilité dans l'éventualité où il y aurait une année sans glace. Si ce puits fournit des résultats encourageants, un programme d'exploration supplémentaire pourrait être élaboré. Il pourrait inclure d'autres programmes de reconnaissance sismique ou un autre puits d'exploration dans le cadre du PP 1105 ou d'autres permis de recherche de gaz et de pétrole émis à Corridor pour la zone de Old Harry. Corridor a

l'intention de forer un puits d'exploration entre 2013 et 2014, dont la synchronisation précise sera fonction de la disponibilité des appareils de forage et des approbations réglementaires. Bien que la description de projet indique un date de début de forage autour du milieu 2012, cette date n'est plus du tout envisageable en raison de l'implantation du processus de révision indépendante par l'OCTNHE pour cette partie d'évaluation environnementale.

Toutes les activités en vertu du PP 1105 seront menées conformément aux exigences strictes du secteur pétrolier et gazier en mer près des côtes de Terre-Neuve-et-Labrador.

## **2.7 Personnel attiré au projet**

L'équipe de projet œuvrera dans un bureau situé à Terre-Neuve-et-Labrador. C'est à cet endroit que le projet sera géré et que toute décision s'y rattachant sera prise. Les activités de forage seront gérées par un directeur des opérations de forage qui sera basé dans ce bureau. Le directeur des opérations de forage aura l'autorité nécessaire pour gérer les aspects opérationnels du projet. Les opérations de forage quotidiennes seront dirigées par les superintendants de l'exploitant. En mer, l'équipe de gestion comprendra les superviseurs en chef des forages (un représentant de l'exploitant en mer), les directeurs d'installation et les capitaines des navires de ravitaillement.

## **2.8 Unités mobiles de forage en mer**

Pour cette évaluation environnementale, il est nécessaire de décrire et d'envisager deux types de MODU parce que le choix de l'appareil de forage et de l'entrepreneur n'a toujours pas été fait. Même si les types d'appareils de forage diffèrent, les activités de forage, les essais, les procédures d'abandon et de suspension des puits et la gestion des rejets et émissions sont similaires.

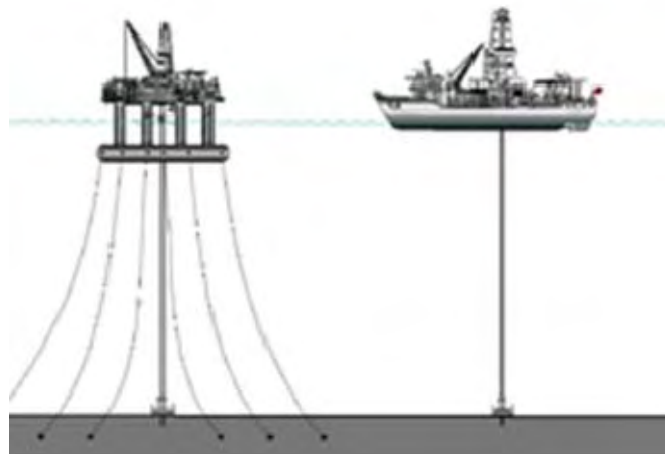
Il est possible de procéder au forage à partir d'une plate-forme semi-submersible ancrée, un appareil de forage semi-submersible dynamiquement positionné (DP) ou un navire de forage DP. Le choix de l'appareil de forage se fera en fonction des caractéristiques du site du puits, de l'environnement physique, de la profondeur d'eau, de la profondeur de forage prévue, de diverses considérations logistiques, de la mobilité nécessaire en fonction de l'état de la glace, de la température (Association canadienne des producteurs pétroliers – CAPP, 2001a), de la sécurité et d'autres critères de performance environnementale.

Un appareil de forage semi-submersible est une MODU où la plate-forme de forage est assise sur des pontons d'acier lestés avec de l'eau afin que l'unité puisse flotter, le pont principal étant au-dessus de l'eau et le reste de la plateforme sous la surface de l'eau. Les plates-formes semi-submersibles sont remorquées au site de forage et sont ancrées au fond marin (avec une série de 8 à 16 ancres [qui peuvent se rendre jusqu'à 1 ou 2 km de l'appareil de forage]) ou sont maintenues en station à l'aide d'un système à positionnement dynamique (propulseur commandé par ordinateur) dans les eaux plus profondes (300 à 3 000 m). La profondeur d'eau maximale est fonction de bon nombre de critères de conception, y compris la longueur du tube goulotte de l'appareil de forage et la principale tubulure de refoulement allant du bloc obturateur

de puits (BOP) sur le fond marin à la MODU et à travers laquelle les boues de forage et les autres matières circulent.

Un navire de forage est une MODU sur lequel un navire maritime a été installé avec une plateforme de forage et l'équipement approprié. Le navire transite au site par ses propres moyens et il est habituellement gardé sur place par le biais d'un système à positionnement dynamique.

Ces MODU (appareil de forage semi-submersible et navire de forage [Figure 2.5]) sont des unités autonomes munies d'équipement de forage, de mâts de charge, d'un puits central, d'une aire de manœuvre d'hélicoptères, d'équipement de sauvetage, d'appareils à incendie et de postes d'équipage. Les opérations et les rejets sont similaires pour les deux unités de forage. Bien qu'il y ait des différences quant à la capacité des deux types d'appareil de forage, leurs installations de traitement, profondeurs de rejets des effluents, volumes et types de flux de déchets sont similaires.



**Figure 2.2** Semi-submersible ancré et navire de forage à positionnement dynamique

## 2.9 Soutien logistique

L'Île de Terre-Neuve constituera le point central des opérations et de soutien dans le cadre du projet. L'exploitant mobilisera un appareil de forage, des navires de ravitaillement, un hélicoptère et les biens et services connexes sur une base d'embauchage direct ou une base contractuelle. Pour appuyer ces ressources, l'exploitant fera l'acquisition d'une base de soutien naval, de services de logistique et de télécommunications, y compris, mais sans nécessairement s'y limiter, des navires de soutien, des services météorologiques et océanographiques et des services d'intervention en cas d'urgence de fournisseurs tiers. Tous ces biens et services seront acquis au moyen d'un appel d'offres concurrentiel officiel, dans la mesure du possible, et seront fournis sur une période de plusieurs mois. L'exploitant s'assurera que tous les entrepreneurs qui ont été retenus satisfont aux exigences rigoureuses en matière de compétences pour travailler dans le secteur pétrolier et gazier en mer à Terre-Neuve-et-Labrador.



### **2.9.1 Installations sur la base côtière**

L'infrastructure et l'activité existantes dans les ports du Canada atlantique permettent à l'industrie pétrolière d'optimiser l'utilisation des navires de soutien et d'autres services de soutien logistique. Les installations en place peuvent desservir de multiples opérations compte tenu des infrastructures existantes (espaces à bureaux, supports pour grues de levage, stockage en vrac et livraison de produits consommables [mazout, eau]). D'autres ports qui ne sont pas utilisés actuellement par l'industrie, mais qui sont probablement plus près du site des opérations, feront l'objet d'enquêtes afin de déterminer s'ils sont en mesure d'offrir des services d'approvisionnement appropriés pour soutenir une base de ravitaillement en mer. Des installations d'entreposage seront fournies par des tiers, suivant les besoins, et serviront principalement pour le stockage de matériel tubulaire et d'équipement de forage pouvant être entreposés à terre.

Les opérations et le service de coordination de tous les services de communications voix-données aéronautiques et maritimes seront fournis à partir d'une installation centrale (par un tiers – entrepreneur). Le principal lien de communications entre l'appareil de forage et le bureau des opérations du projet se fera à partir d'un service par satellite spécialisé. Des systèmes de communications de secours indépendants seront fournis par un système radio HF de grande qualité, disponible par le biais de la station radiophonique côtière.

### **2.9.2 Navires de soutien**

Les navires de ravitaillement et de réserve battent pavillon canadien et leurs équipages seront composés de Canadiens. Ceux-ci seront gérés à partir des bureaux des entrepreneurs dans le Canada atlantique. Les lettres de conformité pour chacun des navires de ravitaillement et de réserve seront disponibles avant le début des travaux. La puissance et la capacité de ces navires seront comparables à ceux présentement en opération dans la zone des Grands Bancs de Terre-Neuve. Les navires de soutien (manipulateur d'ancres) auront une puissance variant de 12 000 à 15 000 HP. Ils permettront de stocker et de livrer les boues de forage, les tubages, l'eau, le ciment, le carburant diesel et d'autres marchandises en vrac. Les navires seront utilisés pour le réapprovisionnement et la réserve de sécurité. On prévoit que deux à trois voyages par navire de soutien seront nécessaires par semaine. Tout navire de soutien en provenance de Saint-Jean, Terre-Neuve, utilisera le corridor de navigation à travers le chenal Laurentien.

### **2.9.3 Soutien par hélicoptère**

Corridor a été instruite du rapport de la Commission d'enquête sur la sécurité des hélicoptères extracôtiers émis par l'honorable Robert Wells, c.r., de même que du rapport d'enquête aéronautique du Bureau de la sécurité des transports du Canada. Le soutien par hélicoptère pourrait être assuré dans le cadre du projet par des appareils de type Sikorsky S-92, Sikorsky S-61 ou Eurocopter AS332. Des arrangements seront aussi pris pour les services de vols auxiliaires, incluant l'équipement et le personnel d'intervention en cas d'urgence, les sites d'atterrissage de remplacement, une station météorologique, le carburant aviation, les vêtements pour le transport des passagers en hélicoptère, un terminal pour l'entretien des appareils, l'embarquement et le débarquement de passagers et un service de surveillance des

vols. Les contrats pour le soutien par hélicoptère seront accordés à des compagnies ayant été accréditées pour le travail en mer. L'entrepreneur responsable de la prestation de services par hélicoptère fournira également tous les services de vols auxiliaires pour la recherche et le sauvetage, l'équipement et le personnel d'intervention en cas d'urgence, des sites d'atterrissage de remplacement complets avec station météorologique, le carburant aviation, les vêtements pour le transport des passagers en hélicoptère et un terminal pour l'entretien des appareils et l'embarquement et le débarquement de passagers situé dans le Canada atlantique. Plusieurs héliports existants feront l'objet d'une enquête, de même que de nouveaux sites potentiels dans les aéroports à proximité des opérations en mer prévues. Un soutien par hélicoptère d'environ trois voyages par semaine sera requis pour transporter le personnel et l'équipement et les approvisionnements légers.

## **2.10 Activités liées au projet**

Un contrat sera accordé à une MODU pour le forage d'un puits d'exploration dans la zone du PP 1105. La MODU sera ravitaillée et soutenue par des navires opérant à partir d'une base côtière où l'on pourra stocker les équipements requis pour le forage, y compris les boues de forage, les tubages, l'eau, le ciment, le carburant diesel et d'autres marchandises en vrac.

La conception du puits est en cours d'élaboration et certains renseignements préliminaires sur la conception sont fournis à la Section 2.9.2. Les profondeurs de fixation des tubages et la taille du puits seront déterminées selon les critères de conception du puits et les exigences s'y rattachant.

Par suite de l'achèvement du puits d'exploration, l'abandon et la suspension du puits seront planifiés conformément aux dernières *Lignes directrices sur le forage et la production de pétrole* (OCTNHE et OCNEHE 2011) et au *Règlement sur le forage et la production relatifs aux hydrocarbures dans la zone extracôtière de Terre-Neuve* (DORS/2009-316) en vertu de la *Loi de mise en œuvre de l'Accord atlantique Canada-Terre-Neuve*.

### **2.10.1 Composantes du projet**

Le projet comprendra les activités liées au programme de forage du puits d'exploration indiqué par le PP 1105. Ces activités comprennent la mobilisation d'une MODU, de même que le forage, l'évaluation et l'éventuel abandon ou suspension du puits. L'évaluation du puits pourrait se dérouler sur plusieurs étapes et pourrait comprendre une diaggraphie par câble, un profil sismique vertical (PSV) et des essais ultérieurs.

### **2.10.2 Forage d'exploration**

Les cibles des gisements potentiels de la structure de Old Harry sont situées entre 850 et 2000 m sous le plancher océanique. Le puits serait amorcé avec un trou d'interconnexion foré ou creusé par lancement jusqu'à ce qu'il atteigne une profondeur typique de l'ordre de 90 m sous le plancher océanique (SPO). Une fois le tube conducteur cimenté, un trou en surface serait probablement foré sans tube goulotte à une profondeur d'environ 300 à 600 m SPO et serait cimenté au plancher océanique. La structure de la tête de puits à haute pression serait

exploitée à partir de cette rangée de tuyaux, facilitant ainsi l'installation des BOP sous-marins. Ces deux rangées de tuyaux en acier fourniraient le support de structure pour le reste du forage, de même que l'intégrité de pression requise pour atteindre les cibles désirées. Les boues de forage utilisées à partir de ce point seront maintenues en circuit fermé, toutes les boues retournées à l'unité de forage par le biais des BOP et du tube goulotte qui relie l'appareil de forage aux BOP.

Le puits intermédiaire serait alors percé pour atteindre les cibles juste au-dessus du réservoir supérieur et le tubage de puits serait alors installé. La section finale serait percée à la profondeur totale du puits et constituerait ainsi sa section principale. Une série d'évaluation serait ensuite réalisée afin de recueillir des données qui permettraient de confirmer la présence d'une importante quantité d'hydrocarbures. Si les cibles des gisements présentent des traces d'hydrocarbures, une rangée de tubage de puits ou une colonne de tubage pour la production finale serait installée afin de permettre la réalisation d'essais subséquents ou la production à partir du puits de forage. Si le puits est jugé non satisfaisant, il peut être abandonné sans l'installation de la rangée finale de tubage / la colonne de tubage perdue et le trou non tubé abandonné en utilisant les bouchons de ciment appropriés conformément aux *Lignes directrices sur le forage et la production* (OCTNHE et OCNEHE 2011).

Le Tableau 2.4 illustre un exemple de grandeur de puits et de profil de tubage pour le puits de Old Harry. Cette conception sera finalisée au fur et à mesure que les travaux techniques du projet progresseront.

**Tableau 2.4 Exemple des grandeurs de puits et tubages**

Section du puits	Grandeur du puits (mm)	Taille du tubage (mm)	Profondeur de pose en puits (m SPO)	Type de boues de forage	Retour des boues de forage
Conducteur	914	762	90	Eau de mer	Plancher océanique
Surface	660	508	300 à 600	Eau de mer avec dragues flottantes	Plancher océanique
Intermédiaire	444 à 311	340 à 245	800 à 1 200	BBE / BBPS	Appareil de forage
Principale / Production	311 à 216	245 à 178 (colonne de tubage perdue)	2 000 à 2 200	BBE / BBPS	Appareil de forage

### 2.10.3 Profilage sismique vertical

Le profilage sismique vertical (PSV) peut être réalisé dans le cadre des activités d'exploration à l'aide d'un bulleur à air sur un navire de soutien. Le bulleur à air est similaire à celui utilisé dans le cadre de relevés sismiques 2-D ou 3-D, mais il est habituellement plus petit et déployé dans une petite zone pour une durée de temps limitée (plusieurs jours). Une demande pour mener des activités de PSV peut être incluse à une demande de forage de puits. Pour toutes les études géophysiques, l'exploitant respectera les lignes directrices du *Programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique* de l'OCTNHE (2011b).

#### **2.10.4 Essais de puits**

Un programme d'acquisition des données relatives au puits sera soumis à l'OCTNHE suivant l'approbation du forage du puits au moins 21 jours avant la date prévue pour le battage au câble. Il n'y a aucune exigence réglementaire obligeant à procéder à des essais sur le puits d'exploration. L'exploitant inclura dans le programme d'acquisition des données ses intentions quant à la réalisation des essais. Cependant, la décision de procéder à des essais de puits, de l'abandonner ou de le suspendre ne sera prise qu'une fois le creusage du puits terminé à sa profondeur totale et l'évaluation géologique initiale complétée. La décision de faire des essais sur le puits est fonction de la qualité, de la quantité et du contenu des formations d'hydrocarbures présentes. Si des essais de puits sont requis, l'exploitant pourrait suspendre le puits et retourner sur le site à une date ultérieure avec tout l'équipement nécessaire.

Durant les opérations typiques d'essai de puits, les outils d'essai et perforateurs de tubage sont insérés dans le trou tubé. D'autres outils sont installés sur les BOP sous-marins afin de s'assurer que le contrôle du puits est maintenu en tout temps. Une fois que le puits est foré, on laisse remonter les boues du réservoir dans la colonne d'essai du puits de forage (colonne de tubage ou tige de forage) jusqu'au pont ou jusqu'à l'appareil de forage. Sur le pont de l'appareil de forage, une installation temporaire d'essai hydraulique sera aménagée afin de traiter le débit des boues provenant du puits de forage de façon contrôlée. Il est possible que ces boues contiennent des hydrocarbures (pétrole et gaz) et/ou de l'eau de formation. Les hydrocarbures sont mesurés et séparés de l'eau produite à l'aide d'une trousse de contrôle. Les hydrocarbures et les petites quantités d'eau produites sont chauffés à l'aide de brûleurs à haute efficacité afin de brûler les hydrocarbures et minimiser les émissions. Si de l'eau de formation est produite, elle sera soit chauffée ou traitée conformément aux *Lignes directrices relatives au traitement des déchets dans la zone extracôtière* (LDTDZE) (Office national de l'énergie, ONE et al., 2010) avant son rejet dans l'océan. Une fois les essais complétés, la colonne d'essai est ensuite retirée du puits. Selon les résultats d'essais obtenus, le puits peut être suspendu ou abandonné conformément au *Règlement sur le forage et la production relatifs aux hydrocarbures dans la zone extracôtière de Terre-Neuve* (DORS/2009-316). Tout puits suspendu sera laissé dans un état garantissant que les hydrocarbures ne pourront s'en échapper jusqu'à ce qu'il soit rouvert ultérieurement aux fins d'essais additionnels ou pour une production à long terme.

#### **2.10.5 Abandon et suspension du puits**

Selon l'information préliminaire obtenue au cours du forage, il est possible que le puits d'exploration soit suspendu pour être rouvert ultérieurement. Le puits de forage sera alors cimenté mécaniquement en dessous du plancher océanique à l'aide de bouchons de ciment conformément aux *Lignes directrices sur le forage et la production* (OCTNHE et OCNEHE 2011). Un bouchon approprié sera installé afin de protéger le raccord de la tête de puits pour une éventuelle réutilisation.

La tête d'un puits en mer abandonné peut être retirée ou dans certains cas, laissée en place suivant l'approbation des autorités compétentes. Si on la retire, la tête de puits et son équipement connexe doivent être coupés à au moins 1 m SPO. Cette opération est habituellement effectuée à l'aide des couteaux mécaniques de l'appareil de forage. Toutefois, il

y a des cas qui nécessitent une coupe sous l'eau à l'aide de charges explosives creuses. On utilise cette option seulement dans les cas où le retrait mécanique a échoué. Tout exploitant doit obtenir l'autorisation de l'OCTNHE avant d'utiliser des charges explosives creuses. Si l'obtention d'une approbation permet de laisser une tête de puits en place, plusieurs facteurs doivent être pris en considération, comme l'occurrence et le type de pêche dans la zone, de même que la profondeur d'eau à l'endroit où se trouve la tête de puits.

## **2.11 Traitement des déchets et émissions atmosphériques**

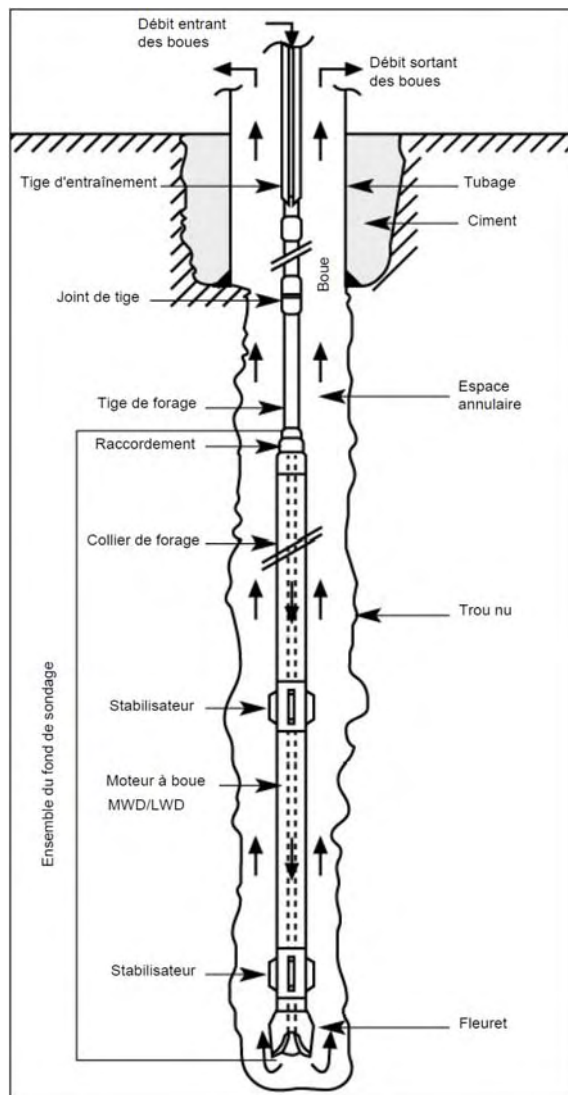
Tous les rejets provenant de l'appareil de forage seront gérés conformément aux *LDTDZE*. D'autres exigences peuvent être incluses aux autorisations individuelles de l'OCTNHE. Les sections suivantes présentent le détail des rejets liés aux opérations de forage d'exploration, comme les boues et les déblais de forage, l'eau produite, les eaux grises et noires, l'eau de ballast, l'eau de cale, le système d'évacuation du pont, les rejets du compartiment machines, le ciment, les liquides des BOP (éthane-1,2-diol / eau) et les rejets atmosphériques.

### **2.11.1 Boues et déblais de forage**

Si cela est techniquement possible, le puits dans le cadre du PP 1105 sera foré à une profondeur nécessitant l'utilisation de boues à base d'eau (BBE). Cependant, il est reconnu que durant le forage, certaines conditions peuvent se présenter (p. ex., instabilité du puits de forage et préoccupations au sujet de dommages à la formation) qui nécessitent l'utilisation de boue à base de pétrole synthétique (BBPS). Par conséquent, l'évaluation environnementale réalisée dans le cadre du PP 1105 prend en considération l'utilisation des deux types de boue (BBE et BBPS).

Les déblais sont produits par le fleuret qui coupe la roche de formation lors du forage du puits. Les boues de forage circulent dans la tige de forage et sortent par de petits jets ou trous dans le fleuret. La vitesse et la viscosité des boues évacuent les déblais de forage que produit le fleuret, les transportant ainsi à la surface via l'espace annulaire (Figure 2.6 [CAPP 2001a]).

Comme le décrit la Section 2.10.2, à des intervalles prédéterminés, la tige de forage en acier est cimentée dans le puits de forage (voir la Figure 2.6), fournissant ainsi un conduit qui retourne les boues et les déblais à l'appareil de forage aux fins de traitement. La boue de forage est enlevée des déblais dans une série d'étapes de séparation successives pour laquelle il est possible d'utiliser des agitateurs secoueurs, des hydrocyclones et/ou des décanteuses-centrifugeuses. Les déblais nettoyés sont alors rejetés par-dessus bord au moyen d'une chute à déblais. La boue de forage est récupérée, régénérée et réutilisée, autant que faire se peut. Cependant, il restera une quantité de boue sur les déblais de forage qui sera rejetée. Les déblais de forage rejetés doivent respecter les limites énoncées dans les *LDTDZE* sur l'élimination des déchets solides de forage (aucune limite pour les déblais de BBE, 6,9 g de boue ou moins /100 g de déblais pour les déblais de BBPS et les rejets déchargés par-dessus bord).



Source: CAPP 2001a

**Figure 2.3 Composantes de la rame de forage illustrant la circulation des boues de forage**

Le volume total de déblais et de boues de forage rejetés sera fonction de la profondeur du puits et des conditions de forage qui prévalent. Le forage de tubes conducteurs et de trous pour colonne de tubage s'effectue habituellement avec de l'eau de mer et une petite quantité de BBE, la boue et les déblais étant rejetés dans le plancher océanique. Pour ce genre de puits, il est prévu que les sections intermédiaires et de production soient forées avec de la BBE dans un circuit fermé, à l'aide d'un tube goulotte à partir du plancher océanique jusqu'à l'appareil de forage. Il est possible d'utiliser de la BBPS, si cela est nécessaire pour préserver l'intégrité du puits de forage et respecter des pratiques sécuritaires de forage. Le puits d'exploration devrait être creusé verticalement. Cependant, tout forage dévié ou directionnel peut nécessiter de la BBPS et dans ce cas, la boue sera recyclée, réutilisée et amenée au rivage pour élimination lorsqu'elle sera usée.

Les boues de forage et les déblais sont dispersés dans la colonne d'eau et se sédimentent sur le plancher océanique, les déblais et particules plus lourds se déposant près du trou de sonde et les particules fines se dispersant graduellement en s'éloignant de l'appareil de forage. La dispersion des boues de forage et des déblais est irrégulière, et grandement tributaire de la profondeur d'eau et de la direction du courant, de même que de l'intensité des rejets. Les effets environnementaux potentiels associés aux boues de forage et aux déblais ont fait l'objet de plusieurs études (Husky 2000, 2001; CAPP 2001a; Hurley et Ellis 2004) et toutes confirment que le forage exploratoire n'a pas d'effet mesurable sur l'environnement marin.

### 2.11.1.1 Boues de forage à base d'eau

Les BBE sont créées à partir d'eau fraîche ou d'eau hypersaline (eau salée). La phase liquide continue et la phase solide sont généralement composées de baryte, de bentonite ou d'autres argiles, de silicates, de lignite, d'hydroxyde de sodium, de carbonate/bicarbonate, de sodium, de sels minéraux, de surfactants, d'inhibiteurs de corrosion, de lubrifiants et d'autres additifs si des problèmes particuliers surviennent lors du forage (Thomas et al., 1984; GESAMP 1993). Les composants des boues de forage sont filtrés conformément aux *Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques pour les activités de forage et de production sur les terres domaniales extracôtières* (ONE et al., 2009). La composition d'un exemple de formulation typique de BBE est présentée au Tableau 2.5. Les boues usées et l'excès de BBE sont rejetés conformément aux LDTDE.

**Tableau 2.5 Exemple des composantes de boues de forage et des rejets de forage**

	Unité	Conducteur	Colonnes de forage		
			Surface	Intermédiaire	Principale
Section du puits	mm	914	660	445	311
Système BF		Eau de mer/gel	Eau de mer/gel	BBE	BBE
Profondeur (Voir note)	mètres brt	±90	±320	±850	±2,100
Utilisation du volume	m <sup>3</sup>	340	530	765	±600
Lixiviation	%	50%	30%	20%	10%
<b>Produits</b>					
Baryte	MT	150	100	20	20
Bentonite	MT	50	100	-	-
Caustique	kg	250	350	450	350
Agent de perte de fluide	kg	-	-	3,200	1,700
Chlorure de potassium	kg	-	-	87,500	67,500
Inhibiteur de glycol	L	-	-	23,000	18,700
Cendre de soude	kg	250	375	500	375
Additif d'indice de viscosité	kg	-	1,135	3,400	2,835
Biocide	L	-	-	800	800
Déblais de forage	kg	240,000	300,000	257,000	282,000
Volume de déblais	m <sup>3</sup>	90	110	95	105
Notes :					
1. Information présentée à titre d'exemple de conception potentielle du puits de forage. Conception finale à venir à l'étape de la conception détaillée.					
2. Les sections de puits de 914 mm (36 pouces) et 660 mm (26 pouces) seront forées sans tube goulotte. Les rejets seront relâchés près du plancher océanique.					
3. La BBE est utilisée pour compléter un puits.					
4. La profondeur moyenne de la zone du projet est estimée à 470 m.					
5. Les profondeurs sont mesurées sous le plancher océanique puisque la MODU sera définie ultérieurement.					

### 2.11.1.2 Boues de forage à base de pétrole synthétique

Les BBPS font référence à une émulsion inverse dont la phase continue est composée d'un ou de deux liquides produits par la réaction d'une charge particulière d'alimentation purifiée plutôt que par des procédés de séparation physique tels que le fractionnement, la distillation et les réactions chimiques mineures. Les fluides à base synthétique (FBS) utilisés dans la préparation des BBPS sont des hydro-insolubles et, par conséquent, les BBPS ne se dispersent pas dans l'eau de la même manière que les BBE (Hurley et Ellis 2004). Le rejet des BBE entières n'est pas permis. Les déblais de BBPS peuvent être rejetés à condition qu'ils n'excèdent pas la moyenne pondérée en fonction du temps de 6,9 g/100 g de pétrole (voir la Section 2.4 des LDTDZE).

Les BBPS couramment utilisées dans la zone des Grands Bancs contiennent de la PureDrill IA-35 comme fluide de base, avec des produits alourdissants, des émulseurs et d'autres additifs. La BBPS PureDrill IA-35 qui est utilisée dans la zone des Grands Bancs est classifiée comme un alcane synthétique d'une grande pureté composé d'isoalcanes et de cycloalcanes (Williams et al., 2002). La PureDrill IA-35 a fait l'objet d'une évaluation pour laquelle on a utilisé les *Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques pour les activités de forage et de production sur les terres domaniales extracôtières* (ONE et al., 2009). Le fluide a été filtré à partir d'une perspective relative à la santé de l'homme et de l'environnement (Williams et al., 2002). L'huile de base PureDrill IA-35 est une composante d'un circuit complet de boues appelé ParaDrill qui a été classifié dans le Groupe E par le système de classification du *Offshore Chemical Notification System* (OCNS) utilisé au R.-U. La classification dans le Groupe E est la meilleure cote que l'on puisse obtenir en vertu du système du OCNS et elle est attribuée aux produits chimiques qui ont une toxicité relativement faible ou qui ne sont pas bioaccumulables ou facilement biodégradables. La formulation de la ParaDrill-IA est présentée au Tableau 2.6. Si nécessaire à ce programme, une boue similaire sera employée pour le projet.

**Tableau 2.6 Composition de la ParaDrill-IA**

Composante	But
PureDrill IA-35	Fluide de base
NOVAMULL	Émulsifiant primaire
NOVAMOD L	Modificateur de rhéologie
NOVATHIN L	Fluidifiant
MI-157	Mouillant
HRP	Modificateur de rhéologie
TRUVIS	Viscosité
VERSATROL	Contrôle de la filtration
ECOTROL	Contrôle de la filtration (solution de rechange)
Chaux	Alcalinité
Chlorure de calcium	Salinité
Eau	Phase dispersée
Baryte	Densité

Source : Williams et al., 2002, dans LGL Limited 2005a.



### **2.11.2 Ciment**

La partie supérieure d'un puits peut être forée dans les sédiments sans tubage à l'aide d'un procédé auquel on fait référence comme le « battage au câble ». La rame de forage est retirée et une tige de forage (tubage) est insérée et cimentée en place. Pour éviter d'endommager l'équipement souterrain, l'excédent de ciment provenant du tubage conducteur n'est pas réacheminé vers l'appareil de forage, mais il est plutôt rejeté sur le plancher océanique. La quantité actuelle ne peut être estimée que par levé par véhicule téléguidé (VTG) après le rejet. D'autres retours de ciment à partir de la surface, les tubages intermédiaires et de production peuvent être rejetés conformément aux *LDTDZE*. Les composants du ciment devront également être conformes aux *Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques pour les activités de forage et de production sur les terres domaniales extracôtières* (ONE et al., 2009).

### **2.11.3 Eau produite**

Si l'on découvre des hydrocarbures et que l'on procède à des essais de débits, il est possible que de petites quantités d'eau produite soient rejetées lors du brûlage du gaz à la torche. Si la capacité de brûlage est dépassée, de petites quantités d'eau produite traitée iront vers le littoral pour dispersion ou seront rejetées conformément aux *LDTDZE*.

### **2.11.4 Eaux grises / noires**

Habituellement, les unités de forage peuvent accueillir jusqu'à 150 membres du personnel, selon l'appareil de forage. Chaque appareil de forage rejettera environ 50 m<sup>3</sup> d'eaux grises par jour. Les eaux noires ou eaux usées macéreront jusqu'à l'obtention de particules de taille de 6 mm ou moins et rejetées conformément aux *LDTDZE*. Les quantités d'eaux noires peuvent aller jusqu'à 25 m<sup>3</sup> par jour par appareil de forage.

### **2.11.5 Rejets du compartiment machines**

La vidange du compartiment machines se fera à circuit fermé et traitée conformément aux normes des *LDTDZE* de 15 mg/L de pétrole ou moins.

### **2.11.6 Eau de cale**

L'eau de cale sera traitée conformément aux normes des *LDTDZE* afin que la concentration en pétrole résiduaire dans l'eau de cale n'excède pas 15 mg/L.

### **2.11.7 Système d'égouttement du pont**

Tout système d'égouttement du pont, tel que le niveau du plancher de la table de rotation et le compartiment machines fera l'objet d'un traitement conformément aux *LDTDZE* afin que la concentration en pétrole résiduaire n'excède pas 15 mg/L.

### **2.11.8 Eau de ballast**

L'eau utilisée pour stabiliser les navires de soutien et les appareils de forage est stockée dans des réservoirs spéciaux et par conséquent, elle ne contient normalement aucun pétrole. Si l'on soupçonne qu'il y a du pétrole dans l'eau de ballast, elle fera l'objet de tests et, si nécessaire, sera traitée conformément aux *LDTDZE* afin que la concentration en pétrole résiduaire dans l'eau de cale n'excède pas 15 mg/L.

### **2.11.9 Eau de refroidissement**

L'alimentation en électricité sur la plupart des appareils de forage modernes est assurée par de gros moteurs ou des génératrices alimentés au mazout. Ces moteurs sont refroidis à l'aide d'eau circulant par pompage à travers une série d'échangeurs de chaleur. L'eau est alors rejetée par-dessus bord conformément aux *LDTDZE*. Le reste de l'équipement est refroidi en circuit fermé, dans lequel on peut utiliser du chlore comme désinfectant. L'eau provenant de systèmes fermés sera testée avant d'être rejetée conformément aux *LDTDZE*. Toute proposition en vue d'un contrôle biologique auxiliaire sera soumise à l'OCTNHE aux fins d'examen.

### **2.11.10 Déchets solides**

Tous les déchets et ordures ménagères, y compris les déchets organiques provenant des cuisines, seront conteneurisés et transportés sur le littoral afin d'être rejetés dans des sites d'enfouissement approuvés. Les déchets combustibles tels que les chiffons contenant du pétrole et les contenants de peinture seront placés dans des conteneurs pour matières dangereuses et acheminés jusqu'au littoral. L'appareil de forage sera doté d'un programme de recyclage.

Tous les déchets dangereux seront correctement conteneurisés, scellés et étiquetés et l'élimination de ceux-ci sur le littoral dans une installation approuvée sera sous la responsabilité d'un préposé certifié à la manutention des déchets. Toutes les installations de gestion des déchets de tiers seront évaluées par l'exploitant afin de s'assurer qu'elles satisfont aux normes de gestion des déchets.

### **2.11.11 Fluide des blocs obturateurs de puits (BOP)**

Pour tous les BOP sous-marins, le fluide utilisé pour les essais (éthane-1,2-diol / eau) est libéré par intervalles. Les produits chimiques potentiellement rejetés en mer seront filtrés conformément aux *Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques pour les activités de forage et de production sur les terres domaniales extracôtières (ONE et al., 2009)*. L'excédent de produits chimiques ou les produits chimiques dans les conteneurs endommagés ne seront pas rejetés dans la mer, mais ils seront plutôt retournés sur le littoral à bord d'un navire de soutien. Tous les excédents d'acides ou les acides usés seront neutralisés et rejetés conformément aux normes de l'OCTNHE.

### **2.11.12 Dispositions diverses**

Les substances qui n'ont pas été discutées précédemment ou couvertes dans les *LDTDZE* ne seront pas rejetées sans avis préalable et approbation du OCTNHE.

### **2.11.13 Rejets atmosphériques**

Les installations d'exploration demeurent généralement en place pour une courte durée (p. ex., entre 20 et 50 jours pour le puits de Old-Harry). Les principales sources de rejets atmosphériques associés aux activités de forage d'exploration de routine comprennent le brûlage de carburant diesel pour la génération d'électricité sur l'appareil de forage et le brûlage à la torche lorsque l'on procède à des essais de puits. Les émissions fugitives sont considérées comme une source négligeable. Les émissions d'air seront déclarées conformément aux *LDTDZE* et aux normes de l'Inventaire national des rejets de polluants.

Les émissions typiques produites durant un programme de forage d'exploration de 20 à 50 jours satisferaient les critères de qualité de l'air stipulés pour une durée à court terme et pour des emplacements à proximité ou éloignés.

Il est peu probable qu'il y ait dépassements des objectifs de la NAAQ. Les émissions atmosphériques seront déclarées en vertu des lignes directrices et des normes de l'Inventaire national des rejets de polluants. Le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, le sulfure d'hydrogène, les matières particulaires (PM), PM2.5, PM10 et les composés organiques volatils sont des contaminants atmosphériques connexes, dont les émissions doivent être déclarées auprès d'Environnement Canada en vertu de l'Inventaire national des rejets polluants (INRP) au 1er juin de chaque année. Cette déclaration est requise pour les activités de production, mais les opérations de forage sont exemptées de la déclaration à l'INRP. Les émissions de gaz à effet de serre issues du forage de développement sont déclarées annuellement (31 mars) auprès de l'OCTNHE.

Les contaminants atmosphériques connexes principaux sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et les matières particulaires. Il est estimé qu'un appareil de forage consomme environ 110 barils de combustible de soute par jour (chaque baril est sensé contenir environ 42 gallons US (159) de mazout). Les assumptions additionnelles concernant les estimations d'émissions incluent : le combustible de soute utilisé comporte une teneur en soufre de 5 000 ppm (ou 0,5 pourcent (typique pour le combustible de soute)); et 1 gallon de diesel produit environ 139 000 Btu d'énergie.

L'inventaire des facteurs d'émission AP-42 de l'EPA des É.-U. a été utilisé, procurant des facteurs d'émissions représentatifs pour les contaminants atmosphériques rejetés dans l'atmosphère par type de source. En général, ces facteurs d'émissions sont réputés être représentatifs des moyennes à long terme pour toutes les installations de la catégorie de source. Pour cette estimation, AP-42, Cinquième édition, Volume 1, Chapitre 3.4 : Grands moteurs au diesel fixes (Large Stationary Diesel) et Tous les moteurs mixtes fixes (All Stationary Dual-fuel Engines) fut utilisé, puisque l'utilisation domestique principale des grands

moteurs diesels fixes (plus de 600 chevaux) concerne l'exploration et la production pétrolière et gazière. Tel que stipulé dans cette étude, les pertes par évaporation sont nominales dans les moteurs au diesel en raison de la faible volatilité du mazout diesel; par conséquent, seules les émissions de contaminant rejetées à travers l'échappement ont été considérées.

Les facteurs d'émissions tel que prescrit par l'AP-42 pour les sources de combustion interne des grands moteurs à diesel fixes sont indiqués au Tableau 2.7.

**Tableau 2.7 Facteurs d'émissions gazeuses pour les sources de combustion interne des grands moteurs au diesel fixes**

Contaminant atmosphérique	Facteur d'émission (entrée de mazout) (lb/MMBtu)
NO <sub>x</sub>	3.2
CO	0.85
SO <sub>x</sub> <sup>A</sup>	1.01S <sub>1</sub>
CO <sub>2</sub>	165
PM	0.1

<sup>A</sup> En assumant que tout le soufre contenu dans le mazout est converti en SO<sub>2</sub>. S<sub>1</sub> = % de soufre dans le mazout. Ainsi, pour cette émission, un contenu en soufre de 0,5%, résulte en un facteur d'émission de 0,505.

Les émissions quotidiennes de contaminant atmosphérique dans le cas de l'hypothèse de 110 barils de mazout par jour ont été évaluées et illustrées au Tableau 2.8. Lorsqu'une analyse formelle n'a pas été effectuée sur les émissions atmosphériques d'un semi-submersible, les émissions résultantes seraient un peu plus élevées en raison de la consommation un peu plus élevée de mazout pour des activités tels le maintien en position. Ces émissions sont comparables aux émissions provenant d'un simple gros navire porte-conteneurs du type qui transite régulièrement dans le secteur. Il y aura peu d'effets sur la santé et la sécurité des travailleurs oeuvrant sur la plateforme de forage.

**Tableau 2.8 Émissions quotidiennes de contaminant atmosphérique connexe pour le projet, appareil de forage consommant 100 barils de mazout par jour**

Contaminant atmosphérique	Carburant diesel (# bbl/jour)	# gallons US/jour	Énergie produite par jour (MMBtu)	Facteurs d'émission (entrée de mazout) (lb/MMBtu)	Émissions de contaminant atmosphérique (lbs/jour)	Émissions de contaminant atmosphérique (tonnes/jour)
NO <sub>x</sub>	110	4,620	642	3.2	2,055	0.93
CO	110	4,620	642	0.85	546	0.25
SO <sub>x</sub> <sup>*</sup>	110	4,620	642	0.505	324	0.15
CO <sub>2</sub>	110	4,620	642	165	105,960	48
PM	110	4,620	642	0.1	64	0.03

MMBtu = 1 000 000 Btu.

Il y a amplement de capacité assimilative pour les émissions résultant de ces activités en raison des forts vents moyens sur le site. Étant donné que la plateforme de forage sera située à plus de 50 km de la plus proche communauté côtière, le Projet n'aura aucun impact sur ces communautés. L'appareil de forage correspondrait à moins de 0,2 pour cent des émissions de gaz à effet de serre pour Terre-Neuve-et-Labrador (basé sur les données des émissions de gaz à effet de serre de 2003).

Au Canada, Transports Canada et Environnement Canada possèdent le pouvoir de réglementation en matière d'embarcations maritimes. Transports Canada a institué la réglementation sur la pollution de l'air dans la *Loi sur la marine marchande du Canada* traitant des normes en matière d'usage de carburant. Cependant, cette section de la *Loi sur la marine marchande du Canada* ne fait que classer par catégorie la fumée produite par les embarcations maritimes en vertu des différents niveaux de densité de la fumée. Environnement Canada possède l'autorité de régler les émissions des moteurs diesel des navires de moins de 37 kW et règlemente l'importation, la production et la vente de carburant par le biais de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* de 1999, Partie 7.

## **2.12 Éléments d'entrée et de sortie de la modélisation réalisée dans le cadre du projet**

Corridor a réalisé une modélisation dans le cadre du projet afin de déterminer l'étendue aréale des éléments suivants :

- Dispersion des déblais de forage; et
- Trajectoires et devenir des hydrocarbures rejetés.

### **2.12.1 Déblais de forage**

Afin d'estimer la sédimentation des déblais de forage, et avant tout, l'épaisseur de ces derniers et leur distance par rapport au site de forage, un modèle numérique tenant compte à la fois de la stratégie proposée pour le forage des sections du puits et des données relatives aux rejets de déblais au fil du temps a été utilisé. La trajectoire subséquente des déblais rejetés (l'advection des particules résultant du courant océanique ambiant) jusqu'à leur sédimentation finale sur le plancher océanique a été prédite au moyen d'un modèle informatique de sédimentation en trois dimensions.

La modélisation de la dispersion des déblais permet uniquement de prédire leur sédimentation initiale sur le plancher océanique, mais pas leur altération, leur érosion ou leur devenir sur une longue période.

#### **2.12.1.1 Données du modèle**

Les données du modèle de dispersion des particules en suspension dans la couche limite benthique (modèle BBLT) ont été tirées de deux bases de données sur les courants accessibles au public : les champs de vitesse fondés sur les modèles de WebTide (MPO, 2011a) et WebDrogue (MPO, 2011b)

## Courants de marée

À l'origine, WebTide est une interface utilisateur conçue pour établir des prévisions des marées (élévation et vitesses) en un endroit particulier (choisi par l'utilisateur). Cet outil s'appuie sur les résultats des études de modélisation effectuées au fil des ans par les scientifiques et le personnel du ministère des Pêches et Océans (MPO). Le modèle d'éléments finis utilisé dans le cadre de cette étude est celui de l'Atlantique du Nord-Ouest décrit par Dupond et al., en 2002.

Les données sur les marées (élévation et courants) tirées de Tidecor, le programme principal de WebTide, ont été interpolées dans une grille normale afin d'obtenir une série chronologique des champs spatiaux de vitesse des marées.

Afin d'obtenir un cycle représentatif, les données des simulations correspondant à un cycle lunaire complet (30 jours) ont été extraites, puis enregistrées toutes les heures dans une grille couvrant approximativement les coordonnées suivantes : 46,05 à 50,05 de latitude nord et 62,39 à 58,39 de longitude ouest (deux degrés autour du site de forage proposé).

Les vitesses et les directions des courants de marée pour toutes les phases du cycle de marée sont résumées au Tableau 2.9. Les courants circulent dans une direction donnée par rapport au nord géographique.

**Tableau 2.9 Courants de marée au site de forage tirés du modèle de Webtide**

	Flot en mortes-eaux	Jusant en mortes-eaux	Flot en eaux vives	Jusant en eaux vives	Étale
Courant de marée	0,07 m/s (direction) 320° N	0,08 m/s (direction) 140° N	0,21 m/s (direction) 320° N	0,17 m/s (direction) 140° N	0 m/s
Notes : Les magnitudes sont arrondies à 1 cm/s et la direction est arrondie secteur de 10 degrés le plus proche.					

## Champs de courants moyens saisonniers tirés de webdrogue

WebDrogue est une autre interface utilisateur développée par le MPO. Elle offre des résultats de modélisation numérique relatifs à la circulation générale dans la région est du Canada au nord-ouest de l'océan Atlantique. Le domaine utilisé pour cette étude, qui couvre le golf du Saint-Laurent, a été élaboré aux fins du modèle opérationnel du MPO en vue de prédire les courants, la température, la salinité et les champs de glace sur la côte est du Canada (MPO, 2011c).

Les données des champs relatifs aux courants saisonniers à la surface et au fond ont été extraites du maillage du domaine du modèle pour l'hiver, le printemps, l'été et l'automne, puis interpolées sur la même grille que les courants de marée (section 3.1). Dans WebDrogue, la couche du fond marin est définie comme étant « la moyenne sur les 10 mètres au dessus du fond » (MPO, 2011c), et est, par conséquent, représentative de la couche limite benthique. Les courants moyens saisonniers sont résumés au Tableau 2.10

**Tableau 2.10 Courants résiduels au site de forage tirés du modèle de WebDroque**

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Surface	0,04 m/s (direction) 130° N	0,04 m/s (direction) 110° N	0,06 m/s (direction) 150° N	0,08 m/s (direction) 160° N
Fond	0,025 m/s (direction) 310° N	0,05 m/s (direction) 300° N	0,05 m/s (direction) 310° N	0,03 m/s (direction) 330° N
Notes : Les magnitudes sont arrondies à 0,01 m/s et la direction est arrondie au secteur de 10 degrés le plus proche				

### Stratification

La stratification verticale de la colonne d'eau a été établie à partir des données climatologiques mensuelles de températures et de salinité du MPO pour la région du golf du Saint-Laurent (MPO 2011d) dans la zone prometteuse de Old Harry. La stratification de la densité qui résulte de la stratification des températures et de la salinité est résumée pour chaque saison au Tableau 2.11.

**Tableau 2.11 Propriétés physiques de la colonne d'eau du site d'élimination**

Profondeur (M)	Densité (kg/m <sup>3</sup> )			
	Hiver	Printemps	Été	Automne
0	1025.7	1025.5	1023.6	1024.3
200	1027.9	1028.0	1028.0	1027.8
400	1029.4	1029.4	1029.4	1029.4

### Caractérisation des particules de déblais

Le forage du puits (PP 1105) n'offre aucun renseignement sur les différentes tailles des particules de déblais qui permettrait de quantifier la composition des matières minérales en fonction de la profondeur où elles se trouvent.

Globalement, on estime que les déblais et les sédiments du puits se composent à 38 % de grès, à 49 % de schiste et à 13 % de siltite. En tenant compte de nos connaissances limitées et de la taille des déblais que pourrait rejeter le forage, on a supposé que la plupart (environ 75 %) des déblais seront volumineux, soit de 1 à 3 cm, qu'environ 20 feront entre 0,5 et 1 cm, et que ceux qui restent seront inférieurs à 0,5 cm.

En ce qui concerne les deux sections supérieures du puits dont les déblais sont rejetés sur le plancher océanique, cette répartition a été appliquée au volume total des déblais in situ, soit 196 m<sup>3</sup>. Pour les déblais rejetés par l'appareil de forage après le forage des deux sections inférieures, on a adopté une répartition similaire, légèrement améliorée, pour un volume total in situ de 211 m<sup>3</sup>. Afin de tenir compte des particules très fines que pourrait générer le forage de ces deux sections du puits, on a ajouté une petite quantité (5 %) des grosses particules aux particules fines (Tableau 2.12).

**Tableau 2.12 Répartition des particules de déblais par taille**

Section du puits	Pourcentage massique mesuré des particules			
	Déblais grossiers	Cailloux	Sable grossier	Particules fines
Scénario 1 : Trou-guide et trou pour colonne de tubage	75	20	5	0
Scénario 2 : Sections principale et intermédiaire	70	20	5	5

On suppose que les déblais se seront subdivisés en tombant dans l'eau. On a considéré, dans ce modèle, que les particules volumineuses, les cailloux et les particules de sable resteraient subdivisés pendant leur sédimentation sur le plancher océanique. On a également supposé que toutes les particules fines se subdiviseraient en flocs d'environ 0,1 mm et se sédimenteraient à une vitesse constante.

Les vitesses de sédimentation des particules, notées  $w$ , ont été estimées à partir du diamètre de ces dernières et à l'aide des relations établies par Sleath (1984) :

$$w = 4.2\sqrt{D}, D > 0.0001m \tag{4}$$

$$w = 12 \times 10^4 D^2, D \leq 0.0001m \tag{5}$$

où  $w$  exprime la vitesse de sédimentation en m/s et  $D$  le diamètre en mm.

Les résultats obtenus pour les quatre types de particules sont présentés au Tableau 2.13.

**Tableau 2.13 Caractérisation de la taille des particules de déblais**

	Type de déblais			
	Déblais grossiers	Cailloux	Sable grossier	Particules fines
Diamètre des particules (mm)	20	7	1	0.1
Vitesse de sédimentation des particules (m/s)	0.594	0.351	0.133	0.0012

### Courants océaniques

Les données relatives aux champs de courants saisonniers des fonds marins de WebDrogue ont été combinées à celles relatives aux champs de courants des marées afin d'être utilisées dans le modèle de dispersion des particules en suspension dans la couche limite benthique. Trente jours d'observation des courants de marée ont été synthétisés pour chaque saison. Ainsi, la vitesse du courant résiduel a été ajoutée aux courants de marée afin d'établir des séries chronologiques distinctes, composites et à jour reflétant les conditions hivernales, printanières, estivales et automnales. Dans les modèles des champs rapprochés, on a supposé que les courants sont semblables à ceux du petit domaine du modèle. Dans le modèle de dispersion des particules en suspension dans la couche limite benthique, on a supposé, pour les champs intermédiaires et lointains, que les courants varient dans le temps et l'espace afin de tenir compte des courants régionaux selon les saisons.



### Caractéristiques des rejets de boues à base d'eau

Les scénarios modélisés incluent le rejet de 450 m<sup>3</sup> de matières composées de 50 m<sup>3</sup> d'eau hypersaline d'une densité de 1 060 kg/m<sup>3</sup> et de 400 m<sup>3</sup> de BBE. La BBE contient 35,25 m<sup>3</sup> d'argile d'une densité de 2 700 kg/m<sup>3</sup>, 3,45 m<sup>3</sup> de baryte d'une densité de 4 200 kg/m<sup>3</sup> et 361,3 m<sup>3</sup> d'eau de mer d'une densité de 1 025 kg/m<sup>3</sup>. Ainsi, les données saisies dans le modèle STFATE représentent des fractions des solides et 411,3 m<sup>3</sup> d'eau de mer d'une densité efficace de 1 029,3 kg/m<sup>3</sup>. On considère que la baryte et l'argile sont cohésives, et qu'elles représentent 0,77 % et 7,83 % du volume des BBE respectivement (Tableau 2.14). Les vitesses de sédimentation initiales s'appuyaient sur les valeurs nominales médianes (Niu et al., 2008) et, étant donné que les sédiments cohésifs peuvent former des floccs de plusieurs tailles, leur vitesse de sédimentation dépend par conséquent de la concentration dans le temps. Les boues seront rejetées pendant cinq secondes par une chute d'environ 0,5 m de largeur.

**Tableau 2.14 Caractéristiques des BBE saisies dans le modèle STFATE**

Description	% de l'échantillon total (sec)	Gravité spécifique	Volume de BBE (en %)	Vitesse de sédimentation (mm/s)	Aspect
Baryte	9	4.2	0.77	5	Cohésif
Argile	91	2.7	7.83	0.6	Cohésif
Densité supposée de l'eau interstitielle : 1 025 kg/m <sup>3</sup>					

### Dispersion à long terme des boues de forage rejetées

Étant donné que la baryte (un agent alourdissant) et la bentonite (un minéral argileux) sont les principaux composants des BBE, et que ce sont également des matières préoccupantes pour l'environnement marin (Cranford et Gordon, 1992, Cranford, 1995 et Cranford et al., 1999), ce sont les deux seuls composants dont on a tenu compte dans cette étude. La baryte et la bentonite ont une densité et une vitesse de sédimentation très différentes.

Les fichiers qui décrivent le rejet des boues ont été créés à l'aide des données et des hypothèses suivantes :

- On a supposé que le programme de forage décrit à la section 2.0 s'est déroulé sans interruption entre le forage et la cimentation des sections du puits. Cela constitue l'un des pires scénarios en matière de rejet de matières dans l'environnement. L'ensemble des rejets a été regroupé et modélisé afin qu'ils s'étalent sur une période de 15 jours alors qu'en réalité, les activités de forage dureront entre 20 et 50 jours.
- On a supposé que les boues étaient rejetées de façon continue et que des matières entraient dans le système toutes les heures.
- On a également supposé que les boues étaient rejetées en continu par l'appareil de forage avec les déblais pendant le forage des deux sections principales du puits. Le volume dont on a tenu compte est celui des boues perdues pendant le processus de recyclage (565 m<sup>3</sup>). On suppose que les rejets contiennent uniquement de la baryte étant donné que l'on n'a pas utilisé de bentonite pour forer ces sections du puits.

Globalement, on suppose que le forage de chacune des sections a rejeté environ 8,355 t et 11,14 t de baryte respectivement.

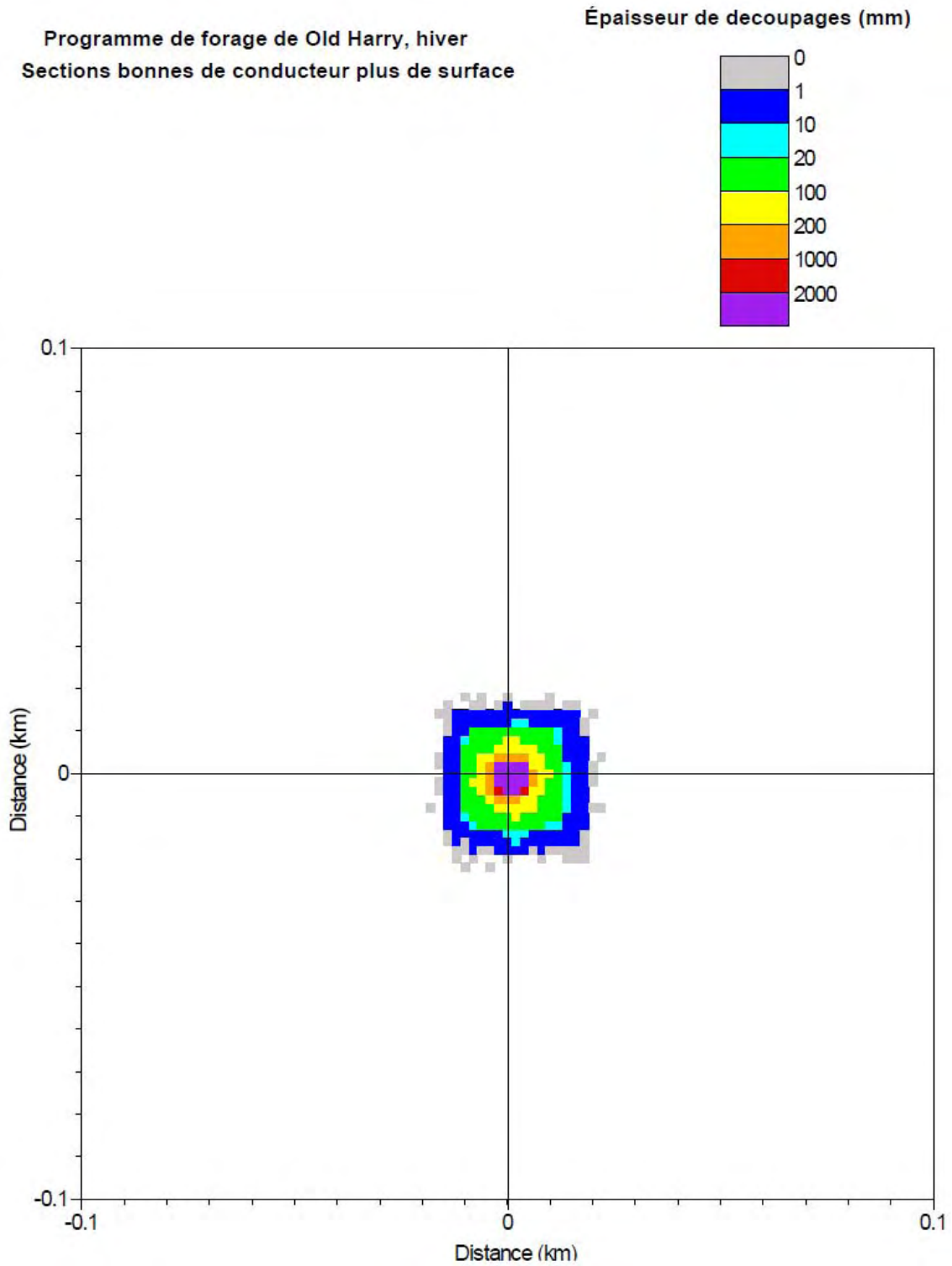
- On suppose que la quantité de baryte restante sera rejetée en vrac instantanément une fois le forage de la dernière section achevé. Grâce à la méthode de fraction de Loder et al. (1999) et aux résultats de la section 5.2, on a estimé à 20 % la quantité totale de matières qui atteindra la couche limite benthique à proximité de l'appareil de forage. Par conséquent, on suppose que 3,1 t de baryte seront rejetées instantanément sur le site de forage.
- Afin d'établir l'intervalle des vitesses de sédimentation, on a retenu deux vitesses aux fins de simulations : 0,1 cm/s et 1 cm/s.

### **2.12.1.2 Résultats du modèle**

#### **Rejet de déblais sur le plancher océanique**

On suppose que la profondeur  $y$  est uniforme (470 m). Le volume total des déblais de forage rejetés s'élève à 196 m<sup>3</sup>. La figure 2.4 illustre la prédiction de la sédimentation des déblais en hiver une fois le trou-guide et les sections supérieures achevées. Des épaisseurs de 1 mm, 1 et 2 cm, 10 et 20 cm, et de 1 et 2 m  $y$  sont présentées. On constate très peu de différence entre le printemps, l'été et l'automne, le site de rejet se trouvant à environ 10 m au dessus du plancher océanique.

Les résultats des modèles indiquent que les déblais formeront un dépôt sur environ 30 m à partir du site de forage. L'épaisseur du dépôt sera plus importante aux abords du site de forage et pourrait atteindre environ 4,7 m. Du centre du puits à environ 20 m de celui-ci, on prévoit qu'elle sera d'environ 220 mm en moyenne, et de 1 mm entre 20 et 50 m.



**Figure 2.4** Sédimentation des déblais après le forage du trou-guide et du trou pour colonne de tubage, en hiver, vue de 1 km

### **Rejet des déblais de forage à la surface**

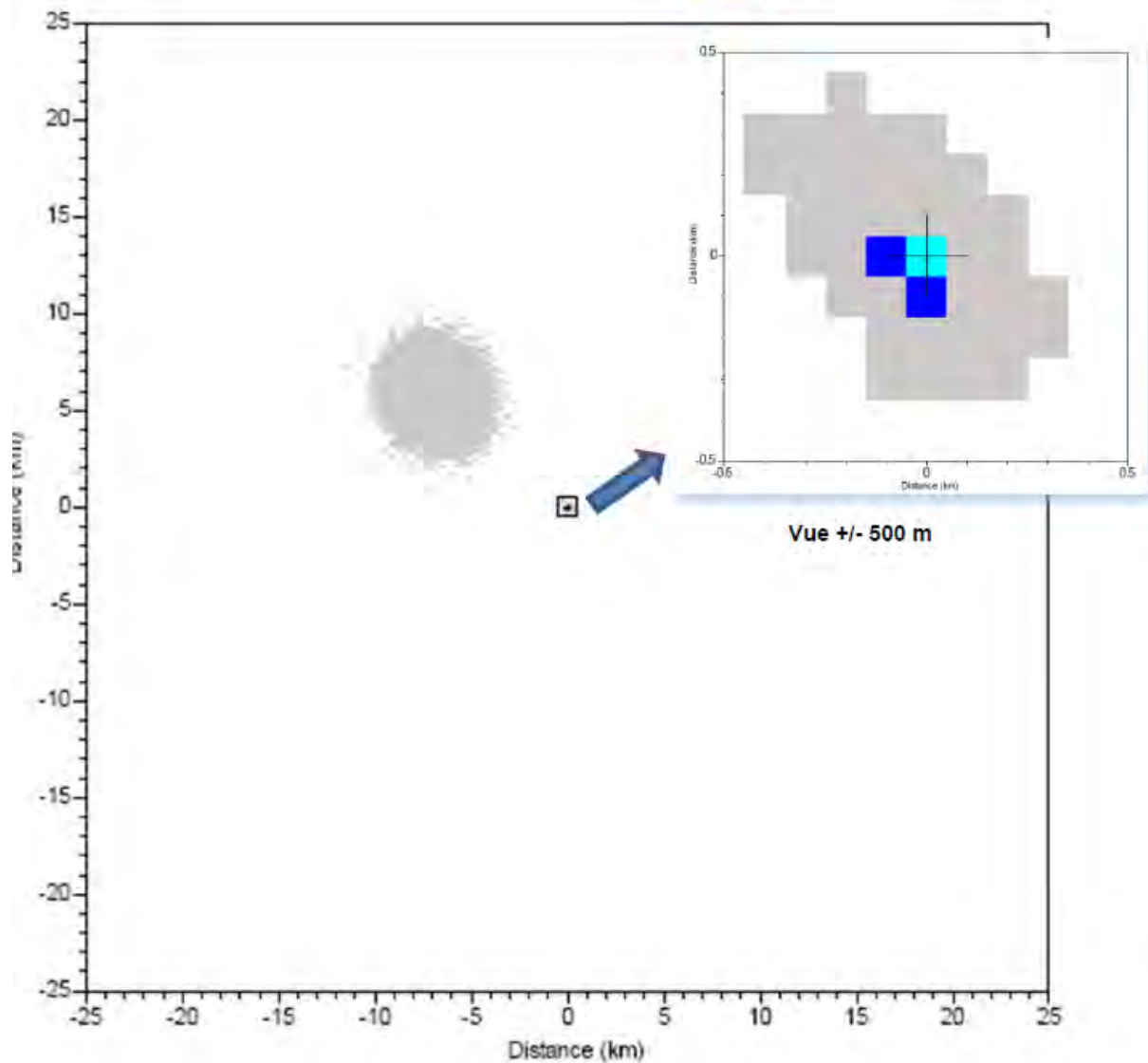
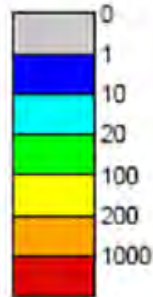
On suppose que la profondeur est uniforme (470 m) pour l'ensemble du modèle. Le volume total des déblais de forage rejetés s'élève à 211 m<sup>3</sup>. En raison de la chute plus rapide des particules de déblais plus volumineuses et plus lourdes, l'épaisseur du dépôt de déblais est plus importante à proximité du centre du puits et peut atteindre 15 mm. Du centre du puits à environ 100 m de celui-ci, elle pourrait atteindre environ 6 mm, mais sera de 2 mm en moyenne. Entre 100 et 200 m, l'épaisseur du dépôt pourrait atteindre 6 mm, mais oscillera en moyenne entre 0,5 et 1 mm. La Figure 2.5 illustre les modèles de sédimentation des déblais sur un maillage de 25 km x 25 km. L'encart offre une vue plus précise (échelle de 500 m) afin d'observer la sédimentation plus rapide des particules plus volumineuses. La Figure 2.6 présente une observation de la sédimentation dans région du golf du Saint-Laurent. La concentration en huile des déblais est équivalente environ à une ou deux fois l'épaisseur de l'huile en microns (p. ex., si l'épaisseur est égale à 1 000 microns [1 mm], la concentration en huile sera d'environ 1 000 à 2 000 mg/kg). On prévoit qu'à 50 m du point de rejet, la concentration en huile des déblais, calculée pour l'une des cellules du maillage du modèle située aux abords immédiats du puits, sera d'environ trois quarts inférieure à ce qu'elle était au moment du rejet, soit 17 000 mg/kg. Entre 50 et 100 m du site de forage, la concentration en huile chute à 2 400 mg/kg, soit une réduction supplémentaire d'un facteur de sept. Au-delà de 200 m, la concentration en huile des déblais est inférieure ou égale à 44 mg/kg. On prévoit une concentration inférieure ou égale à 3 mg/kg au-delà de 500 m.

### **Sur le plancher océanique**

Les boues en suspension se dilueront tout en remontant sous forme d'un panache turbulent. On considère que des activités de forage engendrent plusieurs nuages de matières d'un volume total de 1 210 m<sup>3</sup>. Étant donné que les nuages sont éloignés du puits par les courants ambiants, chacun d'eux se diluera sous l'effet combiné de son impulsion, des courants ambiants plus lents rencontrés, de la turbulence océanique et de la dispersion par cisaillement.

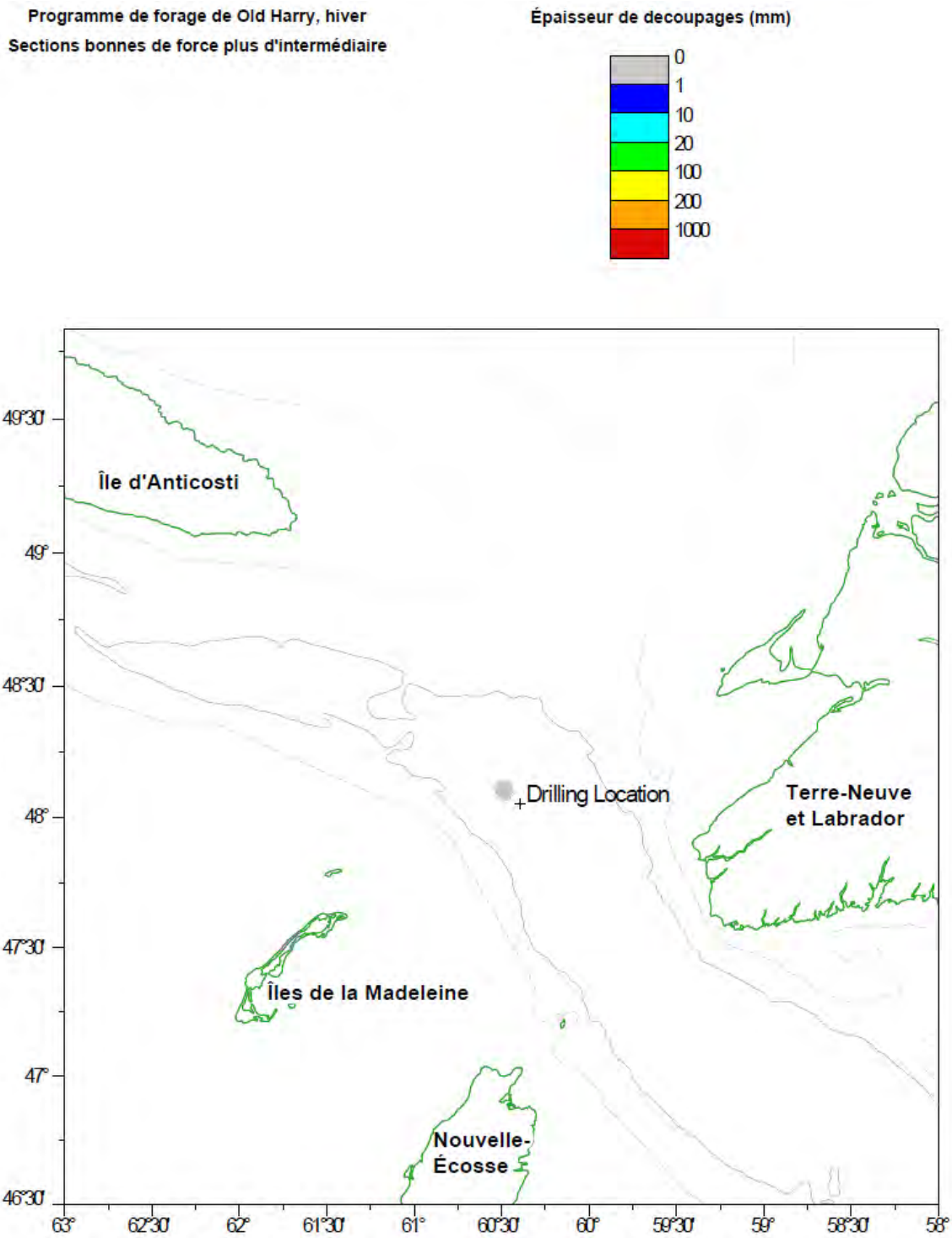
Programme de forage de Old Harry, hiver  
Sections bonnes de force plus d'intermédiaire

Épaisseur de découpages (mm)



Prepared by AMEC  
Thursday, 21:21 19/04/2011

**Figure 2.5** Sédimentation des déblais à la suite du forage des sections principale et intermédiaire, en hiver, vue de 25 km, avec un encart offrant une échelle de 500 m centrée sur le puits



**Figure 2.6** Sédimentation des déblais à la suite du forage des sections principale et intermédiaire, en hiver, vue du golf du Saint-Laurent, contours à 200 et à 400 m de profondeur

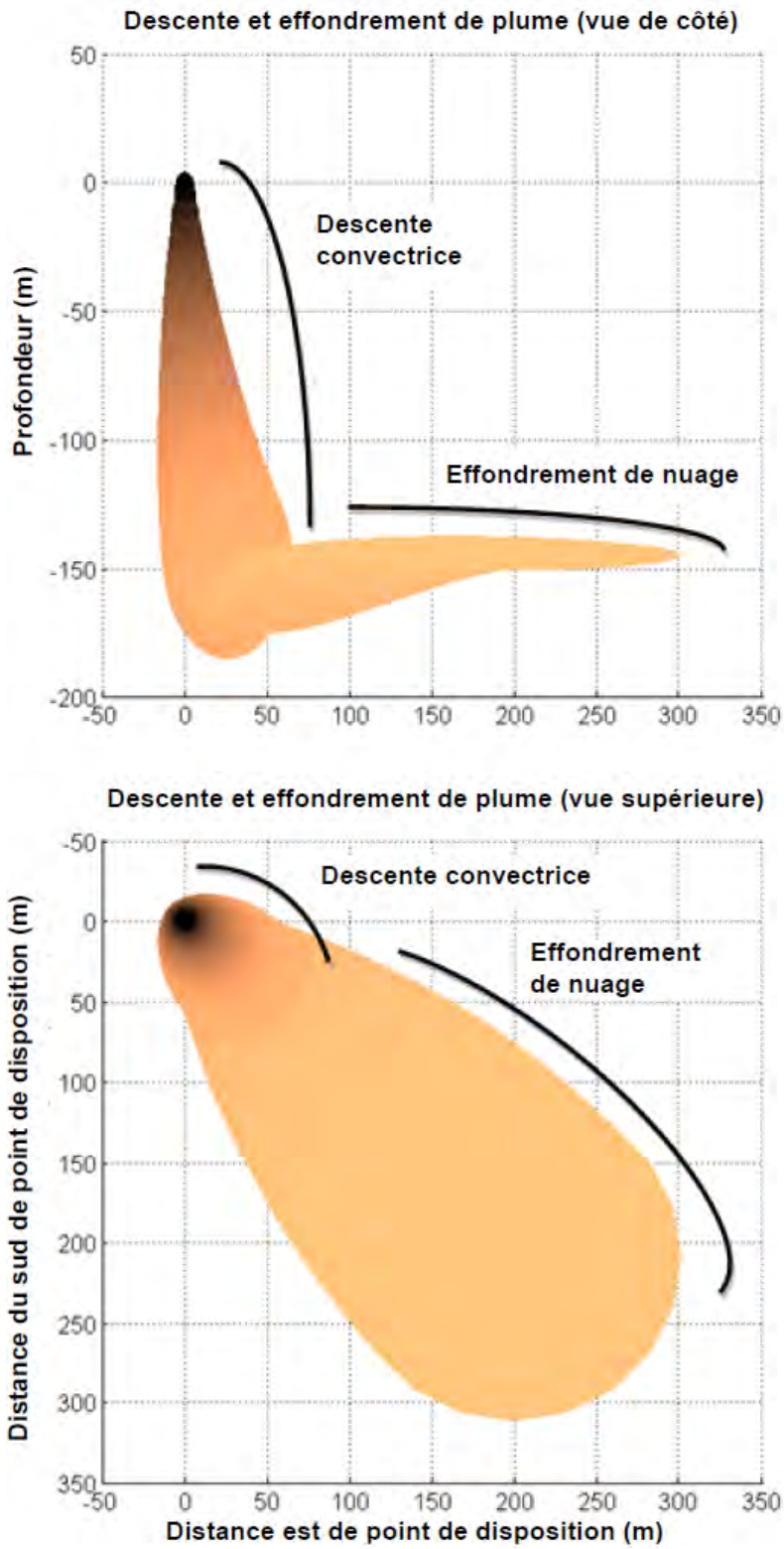
Il est difficile de quantifier exactement la trajectoire de dispersion d'un nuage, mais il est possible d'en décrire le processus en termes généraux en se fondant sur les processus physiques connus et le courant ambiant. Aux fins de cette évaluation, on suppose que les BBE sont expulsées du puits à des vitesses de l'ordre de 1 m/s, alors que les courants océaniques ambiants varient entre 3 et 26 cm/s. Ainsi, la dilution initiale calculée à supposant que le nuage conserve une impulsion comprise entre 4:1 et 33:1, selon la phase de la marée. Sa densité étant supérieure à celle de l'eau de mer ambiante, une fois dilué le nuage aura tendance à tomber sur la couche limite benthique. Dans les grands fonds marins, cette couche présente habituellement une épaisseur d'environ 1 m (Wimbush et Munk, 1970). En raison du cisaillement et de la turbulence causés par les courants présents dans la couche limite, le nuage aura tendance à rester en suspension au-dessus du plancher océanique. En supposant que le panache initial ait la forme d'une boîte de pilules, un volume de 15 m<sup>3</sup> au moment du rejet (volume typique de balayage), et une dilution initiale de 4:1, le nuage aura un diamètre d'environ 9 m à ce moment. En raison de l'advection, son diamètre continuera à croître alors que les concentrations de boues diminueront à cause de la dispersion et du brassage. En s'appuyant sur une diffusivité horizontale typique à petite échelle de 0,01 m<sup>2</sup>/s (Okubo, 1971), il devra être soumis à une dilution supplémentaire d'un facteur de deux pendant environ deux heures. À ce moment le nuage aura été déplacé par les courants ambiants sur une distance comprise entre 200 et 1 700 m. D'autres facteurs non pris en compte ici, tels que les effets de la rugosité du plancher océanique et la topographie, augmenteront probablement la dispersion. Bien qu'elle soit nécessaire, mais pas rigoureuse, la description ci-dessus offre une idée raisonnable du processus par lequel le fond marin rejette les boues lors du lancement et du forage des sections supérieures du puits, ce qui provoque, dans un premier temps, de petits nuages de fines particules dans la couche limite benthique. Ces nuages continueront à se diluer sous l'effet de la turbulence, puis seront dispersés au nord-ouest du site de forage en raison de l'advection occasionnée par le courant ambiant.

### **Rejet de boues à la surface**

Le rejet prévu de 400 m<sup>3</sup> de BBE à la fin du programme de forage entraînera la présence de sédiments en suspension dans la colonne d'eau. On prévoit un rejet apparent de BBE à environ 30 m sous la surface. Il devrait être relativement court (environ quelques secondes). Les matières devraient d'abord tomber dans la colonne d'eau sous la forme d'une coulée bien définie d'une densité supérieure à la densité ambiante.

### **Devenir à court terme des rejets de boues à base d'eau**

L'évolution du panache entre son rejet et son effondrement est illustrée par la Figure 2.7, qui s'appuie sur une simulation de jusant en eaux vives effectuée au printemps. Dans ces scénarios, la phase de descente convective et la phase d'effondrement sont représentées dans les vues latérale et du dessus du nuage. Le rejet de BBE est centré sur les coordonnées du point d'origine du système. Il semble que le panache descende d'abord verticalement, puis qu'il prenne de l'expansion et absorbe de plus en plus d'eau de mer ambiante. À la fin de la phase de descente, la partie inférieure du nuage atteint une profondeur d'environ 185 m. Les sédiments forment alors un nuage plat, généralement ellipsoïdal, qui arrête sa course à une profondeur d'environ 150 m au sud-est du point de rejet.



**Figure 2.7** Diagramme illustrant la descente et l'effondrement du panache pendant le scénario printanier de jusant en eaux vives

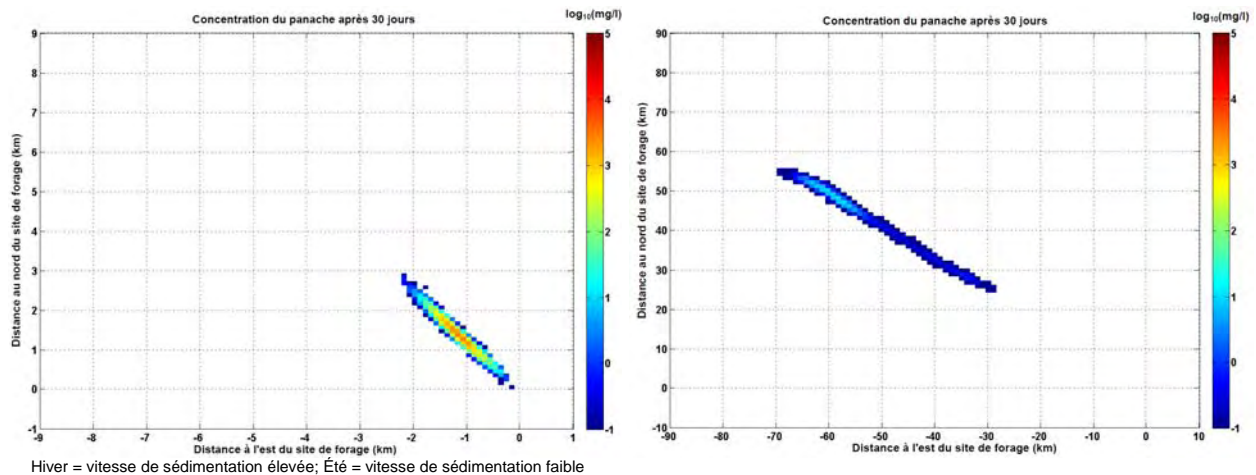


De descente et d'effondrement du nuage, la profondeur atteinte par celui-ci et sa taille étaient semblables pour toutes les phases de marée au cours d'une saison donnée. Ainsi, le centroïde du nuage atteint la profondeur maximale (151 m) dans les scénarios hivernaux et la profondeur minimale (124 m) dans les scénarios estivaux, ce qui reflète une stratification plus importante de l'eau ambiante pendant les mois d'été. L'effondrement du nuage s'est achevé à des profondeurs similaires dans toutes les phases de descente convective de chaque scénario, ce qui indique qu'une fois l'état de flottabilité nulle atteint à une profondeur donnée, le nuage a eu tendance à s'arrêter à cette profondeur. La largeur horizontale maximale (210 m) à la fin de la phase d'effondrement du nuage a été relevée durant les scénarios hivernaux, et la plus courte (170 m) au cours des scénarios estivaux. Le nuage a atteint sa superficie extérieure maximale après effondrement (425 m à partir du point d'origine) au cours des scénarios hivernaux. Les différents scénarios de marée ont montré qu'en général, les nuages se sont déplacés vers le sud-est (marée descendante) et vers le nord-ouest (marée montante) du point de rejet, avec des déplacements plus longs pendant les marées de vives eaux que pendant les marées de mortes-eaux.

À la fin de la phase d'effondrement du nuage, le comportement des nuages de sédiments de BBE n'est plus régi par la dynamique du rejet. On suppose qu'ils seront donc plus soumis à une dispersion plus importante par les courants ambiants résiduels et des marées. Les concentrations de sédiments au centre des nuages à la fin de chaque phase indiquent qu'ils ont subi des facteurs minimums de dilution compris entre 20 et 30 au cours des 30 minutes suivant l'heure du rejet, et des facteurs minimums de dilution compris entre 60 et 80 une heure après le rejet dans tous les scénarios. La réduction des concentrations en baryte et en argile occasionne une réduction supplémentaire des vitesses de sédimentation. Les nuages devraient atteindre la couche limite en l'espace de quelques jours.

### **Dispersion à long terme**

Dans le scénario où l'on a tenu compte d'une vitesse élevée de sédimentation, la taille finale du panache est d'environ 2 à 3 km de long et de moins de 1 km de large. De plus, en raison de cette vitesse de sédimentation élevée et de faibles courants de l'ordre de quelques cm/s, toutes les matières demeurent concentrées dans le premier mètre de la colonne d'eau (Figure 2.8). Les concentrations varient entre 250 mg/l et 1 g/l. La concentration maximale est au centre du panache, deux ou trois ordres de grandeur supérieure aux marges. Globalement, la série chronologique relative aux concentrations moyennes de matières dans le panache indique que la concentration se stabilise à environ 250 mg/l après environ 20 à 25 jours sur les 30 jours que compte la modélisation.



**Figure 2.8 Concentration en baryte du panache à la fin de la mise en œuvre du modèle, vitesse de sédimentation élevée, scénario hivernal (gauche) et scénario estival (droite)**

### 2.12.1.3 Résumé de modéliser des résultats

Les renseignements contenus dans cette section proviennent de la compagnie AMEC (2011), et ils doivent être révisés pour plus de détails concernant le modèle de dépôt des déblais de forage. Les activités de forage généreront :

- 196 m<sup>3</sup> de déblais sur le plancher océanique;
- 211 m<sup>3</sup> de déblais à la surface;
- 1210 m<sup>3</sup> de BBE de diverses densités et compositions sur le plancher océanique; et
- 400 m<sup>3</sup> de BBE combinées avec 50 m<sup>3</sup> d'eau hypersaline à la surface.

Le rejet de déblais sur le plancher océanique devrait former un dépôt s'étendant jusqu'à 30 m du site de forage, les déblais les plus gros étant concentrés à proximité du puits. La grosseur moyenne des déblais sera d'environ 22 cm à environ 20 m du site de forage; la grosseur maximale sera d'environ 4,7 m. À 20-50 m du site de forage, la grosseur des déblais devrait être inférieure à 1 mm.

En ce qui a trait au rejet de déblais à la surface, les plus gros morceaux devraient rapidement retomber dans l'eau à proximité du forage pour y former un dépôt en raison de leur densité (grosseur minimale de 15 mm). À environ 100 m du forage, la grosseur moyenne des déblais devrait être d'environ 2 mm, sans excéder 6 mm. À 100-200 m du forage, la grosseur moyenne des déblais devrait être d'environ 0,5 à 1 mm, sans excéder 6 mm.

Si des déblais rejetés par l'appareil de forage contiennent des BBPS, leur concentration de pétrole synthétique (PS) devrait, à l'intérieur des premiers 50 m de leur point de rejet, correspondre à environ 25 % de la concentration initiale de PS avant traitement, ou 17 000 mg/kg. À 50-100 m, cette même concentration chutera d'un facteur 7, soit à environ 2 400 mg/kg. À plus de 200 m, elle sera de 44 mg/kg ou moins. À plus de 500 m, elle sera de 3 mg/kg ou moins.

Le rejet en vrac de BBE à la surface vers la fin du forage devrait produire un panache de dispersion atteignant une profondeur d'environ 150 m, sans toutefois atteindre le fond marin. Une dilution devrait réduire les concentrations de BBE de 20 à 30 fois leur concentration initiale au cours des 30 premières minutes suivant leur rejet. On estime que ces mêmes concentrations seront réduites de 60 à 80 fois après 60 minutes. Par conséquent, les matières constituant le panache devraient couler lentement dans l'eau pour atteindre la couche limite après quelques jours.

La simulation du devenir à long terme des boues rejetées au cours de l'ensemble du programme de forage a été réalisée en préconisant une approche réaliste selon laquelle les activités de forage entre chaque phase seraient ininterrompues, auquel cas les boues seraient rejetées sur une période de 15 jours.

Les résultats de cette simulation démontrent que la dispersion des boues par les courants moyens et les marées produit un panache allongé dont la longueur varie d'environ 2 à 40 km, selon la vitesse de sédimentation, et dont la largeur varie de moins d'un kilomètre à quelques kilomètres. Cette variabilité correspond à une dispersion typique des boues de forage et est cohérente avec les résultats d'autres études similaires.

La concentration de matières dans les panaches, dont la moyenne est établie à 1 m du fond, varie selon leur dimension et leur étendue. Elle est d'environ 1 g/l initialement dans le cas du scénario à haute vitesse de sédimentation à quelques kilomètres du site de forage et chute à environ 1 mg/l dans le cas du scénario à faible vitesse de sédimentation à quelques dizaines de kilomètres du site de forage. On a constaté que cette concentration varie considérablement (un ordre de grandeur ou plus) à l'intérieur des panaches en raison du cycle de suspension/dépôt induit par les variations de courant et les marées.

Dans le cas du scénario à haute vitesse de sédimentation, les particules semblent demeurer très près du plancher océanique (moins de 1 m). Si toutes les particules se déposaient sur le plancher océanique, elles formeraient un mince placage de sédiments d'une superficie de 1 km<sup>2</sup> et d'une épaisseur de 64 µm.

Dans le cas du scénario à faible vitesse de sédimentation, les particules semblent parcourir de grandes distances, soit environ 80 km sur une période simulée de 30 jours (Figure 2.7). Si l'on prend un panache long de 40 km et un courant résiduel de 2,5 cm/s, un point fixe à l'intérieur de la trajectoire du panache subirait une exposition continue maximale aux matières en suspension de l'ordre d'environ 20 jours.

Si au cours du programme de forage, des interruptions allant de quelques heures à quelques jours devaient survenir, les panaches seraient plus allongés et plus irréguliers et leurs concentrations seraient plus variées dans l'espace-temps. Cependant, les concentrations moyennes et les temps d'exposition ne diffèreraient pas beaucoup des résultats de simulation de rejet constant précités.

Dans l'ensemble, les résultats de simulation de la dispersion des boues présentés dans cette étude sont considérés comme étant cohérents avec les résultats obtenus dans le cadre d'études similaires (Thomson et al., 2000; Hannah et al., 2003; Tedford et al., 2003).

## **2.12.2 Modélisation de la trajectoire et du devenir des hydrocarbures rejetés**

Les renseignements de cette section proviennent de l'étude de SL Ross (2011) et devraient être réexaminés pour obtenir plus de détails sur la modélisation de la trajectoire et du devenir des substances rejetées. De plus, une description détaillée du modèle de déversement sous-marin de pétrole élaboré par SL Ross (SLROSM) est disponible à l'adresse suivante : [www.slross.com/publications/SLR/Description\\_of\\_SLROSM.pdf](http://www.slross.com/publications/SLR/Description_of_SLROSM.pdf). L'équipe de géoscientifiques de Corridor a choisi le pétrole de Cohasset (condensé) comme pétrole de remplacement pour le projet de Old Harry. Le pétrole de Cohasset présente une forte densité API (47°) et est produit dans les champs pétrolifères de Cohasset/Panuke/Balmoral sur le plateau Néo-écossais (Kidston et al., 2005). Les gisements de ces champs renferment des séquences de grès superposées de milieu fluvial ou marin peu profond qui s'apparentent aux roches-magasins de grès de milieu fluvial du prospect de Old Harry. Une description détaillée du processus ayant mené au choix du pétrole de Cohasset comme pétrole de remplacement dans le cadre du projet de Old Harry est fournie à l'Annexe A de SL Ross (2011).

### **2.12.2.1 Comportement des hydrocarbures rejetés**

Les sections suivantes décrivent le comportement général du pétrole à travers les principaux types de scénarios de déversement susceptibles de survenir pendant des activités de forage : petits déversements ponctuels de mazout, éruptions sous-marines de pétrole brut, éruptions de pétrole brut à la surface dues aux activités d'exploration.

#### **Petits déversements ponctuels provenant de l'installation de forage**

De petits déversements discontinus de diesel provenant de la rupture de conduits au cours du transfert de carburant sur les navires ou lors de forages peuvent survenir dans le cadre des activités minières. Ces déversements sont considérés comme des événements instantanés et sont modélisés en tenant compte de l'étalement, l'évaporation, la dispersion, l'émulsification et la dérive à la surface d'une seule étendue ou nappe de pétrole.

#### **Éruptions sous-marines**

Les éruptions impliquent généralement du pétrole ou du gaz, où la proportion gaz-pétrole est fonction des caractéristiques des fluides et du gisement producteur. Le gaz naturel qui est un fluide compressible sous pression et sous les conditions que l'on retrouve dans des gisements constitue l'élément moteur d'une éruption non contrôlée. À mesure que les produits du puits montent vers la surface, le gaz se dilate pour finalement s'échapper par la tête de puits à de très hautes vitesses. À ce point, le pétrole ne représente qu'une infime partie du débit d'écoulement volumétrique total.

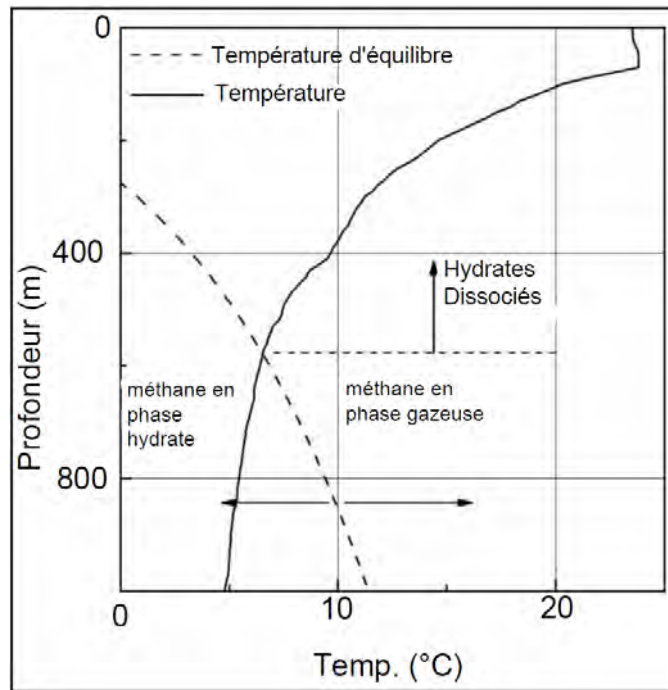
Le comportement des particules dans le cas d'une éruption sous-marine varie considérablement selon la profondeur d'eau et la température au point de rejet. En raison de

ces comportements très différents, on parle souvent d'éruptions en eaux peu profondes ou d'éruption en eaux profondes. Voici une description du comportement du gaz naturel et du pétrole dans ces deux situations.

Dans les cas d'éruptions en eaux profondes, le gaz naturel qui sort du point de rejet se mélange rapidement à de l'eau et forme une substance semblable à de la glace appelée hydrates. Ces substances se forment sous l'effet d'une pression élevée et de températures froides, et épuisent le volume de gaz qui augmente dans le panache de bulles de gaz. Le volume de gaz naturel peut aussi diminuer en se dissolvant dans l'eau. Avec cette perte de gaz naturel occasionnée par l'un ou l'autre de ces processus, la force de flottabilité du panache gazeux peut s'atténuer complètement, faisant ainsi remonter lentement à la surface des gouttelettes de pétrole sous l'effet de la pesanteur. Les courants contraires peuvent influencer sur le mouvement des gouttelettes de pétrole durant leur remontée à la surface. Dans ce cas, les gouttelettes de pétrole se sépareront selon leur spectre. Les gouttes de pétrole volumineuses feront surface d'abord à proximité du point de rejet et les plus petites seront éloignées de celui-ci par le courant avant d'atteindre la surface. Les processus de diffusion océanique provoqueront une séparation subséquente des gouttelettes de pétrole en raison de leurs divers temps de séjour dans la colonne d'eau.

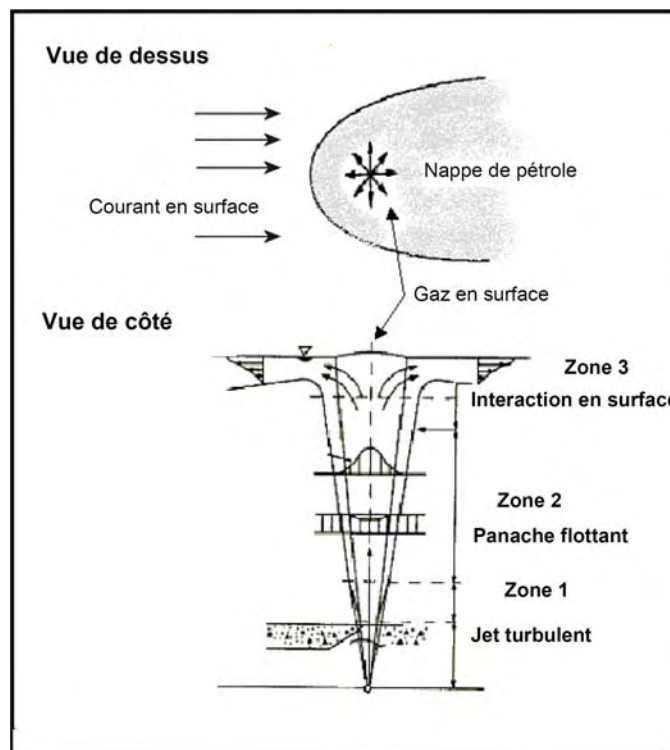
Au-delà de 700 à 800 m, dans des eaux profondes à 5 °C, il est probable que le gaz naturel se transforme en hydrates solides alors que cela l'est beaucoup moins à la même température dans des eaux moins profondes (moins de 500 m). La Figure 2.9, le diagramme d'équilibre du méthane, offre une orientation sur la formation des hydrates en fonction de la profondeur de l'eau (pression) et de la température. On utilise le diagramme d'équilibre parce qu'il est de loin le plus représentatif (> 90 %) pour les gaz naturels. La formation d'hydrates dépend par ailleurs de la composition réelle du gaz naturel et des impuretés présentes dans celui-ci et dans l'eau. Il est, par conséquent, difficile de prévoir avec certitude la formation des hydrates entre 400 et 800 m de profondeur. Cette dernière étant inférieure à 500 m sur le site de forage proposé et la température étant supérieure ou égale à 5 °C, on a supposé qu'une éruption sous-marine aurait les mêmes caractéristiques qu'une éruption survenant en eaux peu profondes et qu'on ne constaterait aucune transformation de gaz en hydrates. Le comportement d'un gaz et d'une éruption de pétrole en eaux peu profondes est abordé ci-dessous.

En cas d'éruption en eaux peu profondes, la majeure partie du gaz ne se transforme pas en hydrates. Un panache de bulles de gaz se forme, entraîne une remontée rapide du pétrole, du gaz et de l'eau entraînée vers la surface. Le pétrole et le gaz rejetés lors d'une éruption en eaux peu profondes traversent trois zones d'intérêt au cours de leur remontée vers la surface de la mer (vue latérale de la Figure 2.10). La vitesse élevée à la sortie de la tête du puits crée la zone du jet dominée par l'impulsion du gaz. Cette zone très turbulente défragmente le pétrole en des gouttelettes dont le diamètre peut varier de 0,5 à 2 mm (Dickins et Buist 1981). Parce que ce panache entraîne aussi de l'eau dans cette zone, survient alors une perte soudaine de vitesse (quantité de mouvement) à quelques mètres du point de rejet. La vitesse initiale de l'éruption n'a plus d'impact à ce moment sur la force de flottabilité, laquelle dicte alors le devenir et la trajectoire du panache. Dans cette zone, le gaz continue de se dilater en raison d'une réduction de la pression hydrostatique. À mesure que le gaz remonte à la surface, il entraîne avec lui le pétrole et l'eau se trouvant dans les environs.



tiré de Yapa et al., 2010

**Figure 2.9 Diagramme d'équilibre du méthane ()**



**Figure 2.10 Représentation graphique d'une éruption sous-marine**

Bien que la vitesse finale d'une bulle de gaz dans une eau stagnante ne soit que d'environ 0,25 m/sec, les vitesses au centre d'un panache causé par une éruption peuvent atteindre 5 à 10 m/sec en raison de l'effet d'aspiration créé par le gaz qui monte vers la surface alors qu'il est entouré de liquide. En d'autres termes, l'eau qui entoure le gaz qui remonte à la surface est entraînée et prend de la vitesse au cours de sa remontée. Sa vitesse croît proportionnellement au volume de gaz qui monte à la surface à une vitesse relative de 0,25 m/sec. Lorsque le panache atteint sa taille maximale, une quantité d'eau considérable contenant des gouttelettes de pétrole est aspirée vers la surface.

Lorsque le flux d'eau créé par l'éruption entre en contact avec la surface, il est freiné par celle-ci et forme une couche horizontale qui s'écarte du centre du panache. Le courant océanique dominant à la surface freine ce flux radial causé par l'éruption, puis le fait dériver dans le sens du courant, ce qui crée une influence en surface comme l'illustre la Figure 2.10 (vue de dessus). Cette turbulence transporte le pétrole et le répand au point où le débit provoqué par l'éruption n'a plus d'effet sur le mouvement de l'eau à la surface (largeurs de nappe de 1 et 1,5 dans le sens du courant). À ce point, le pétrole se déplace avec le courant dominant et se répand comme toute nappe d'hydrocarbures le ferait. Le gaz sort du centre du panache créé par l'éruption et provoque une perturbation à la surface identifiée par les flèches de la Figure 2.10 (vue de dessus). À la surface, à cause du flux d'eau créé par le panache de bulles de gaz, le pétrole se répand beaucoup plus rapidement qu'un déversement ponctuel habituel. Cela provoque une première nappe de pétrole plus grande en superficie, mais plus fine que ne l'aurait été une nappe résultant d'un déversement ponctuel de pétrole normale.

Si une éruption se produit sous une banquise, le pétrole formera une couche fine sous la glace, puis remontera à la surface entre les morceaux de glace. L'épaisseur et la taille de nappe seront alors semblables à ce qu'elles auraient été en eau libre. Le pétrole présent sous la glace se déplacera avec celle-ci et restera relativement frais jusqu'à ce qu'il remonte à la surface après la fonte de la glace. Il convient de souligner que Corridor prévoit forer uniquement en l'absence de glace.

Les équations relatives au mouvement et aux paramètres connexes élaborées par Fannelop et Sjoen (1980) ont été utilisées pour modéliser le comportement des rejets sous-marins de gaz et de pétrole. Ces équations et leur solution numérique constituent la base du modèle de déversement sous-marin de pétrole élaboré par SL Ross (SLROSM) utilisé dans le présent rapport pour estimer les caractéristiques des nappes de pétrole causées par des éruptions en eaux peu profondes.

### **Éruptions à la surface**

Le pétrole rejeté lors d'une éruption de surface sur une plateforme de forage en mer ne se comportera pas de la même façon que dans le cas d'une éruption sous-marine. Le gaz et le pétrole s'échapperont du point de rejet à une haute vitesse et se fragmenteront pour former un nuage de gouttelettes fines. La hauteur à laquelle se propage le nuage au-dessus du point de rejet varie selon la vitesse du gaz et la vitesse des vents. C'est à ce moment que le processus de dispersion des particules dans l'atmosphère et leur vitesse de dépôt déterminent le devenir du pétrole et du gaz.

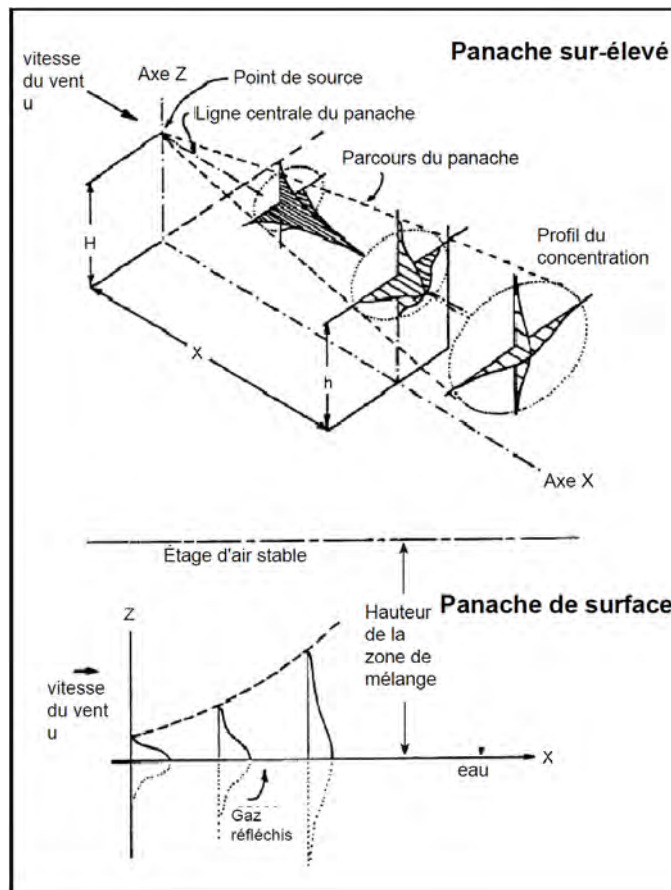
La Figure 2.10 présente un modèle gaussien simple qui illustre ce comportement, et qui peut être utilisé pour prédire les concentrations de pétrole et de gaz à partir du point de rejet. La dispersion atmosphérique est contrôlée en partie par la turbulence atmosphérique, laquelle est influencée par le rayonnement solaire, la vitesse des vents et les températures. Par temps clair et ensoleillé, avec de faibles vents, le rayonnement solaire créera des conditions extrêmement turbulentes.

Un mauvais temps, quels que soient les vents, provoquera une stabilité atmosphérique. De faibles vents auront tendance à accroître le brassage alors que des vents élevés tendent à le réduire tant verticalement et que latéralement. La forme du profil de concentration du nuage dépendra de la stabilité atmosphérique. Une forte turbulence contribuera à répondre le nuage verticalement et latéralement, ce qui ne sera pas le cas dans des conditions très stables.

La représentation atmosphérique du panache (Figure 2.11) peut également être utilisée pour illustrer le comportement des gouttelettes de pétrole en tenant compte des deux modifications suivantes. L'axe central du panache est incliné afin de tenir compte de la vitesse de chute des gouttelettes de pétrole. Celles-ci retomberont sous la forme d'une pluie, les gouttelettes les plus volumineuses retombant plus près du point de rejet. Au fur et à mesure de leur retombée, elles seront également répandues par la turbulence atmosphérique. Une partie de ce pétrole s'évapore et le reste finit par se déposer sur l'eau et est transporté dans le sens du courant. À mesure que l'eau passe sous les retombées de pétrole, elle se mélange à celui-ci, qui s'accumulera sur la largeur de la zone de retombée. Les changements de direction du vent et de l'eau auront des répercussions sur la répartition finale du pétrole à la surface de l'eau dans la zone de retombée. Si le jet de gaz et de pétrole est obstrué par la tour de l'appareil de forage ou par tout autre obstacle, une partie des gouttelettes d'eau pourrait s'agglomérer sur ces obstacles et être déviée vers le plancher de l'appareil de forage avant de remonter à la surface de l'eau. Cette quantité de pétrole aura alors un comportement plus proche d'un rejet continu de pétrole survenant à la surface.

Si une éruption survient dans un milieu où l'on retrouve des glaces, un pourcentage des particules de pétrole retombera à la surface de celles-ci. La quantité de particules qui retomberont sur la glace et dans l'eau dépend de la concentration de la glace. Une partie des particules de pétrole s'évaporeront sur la surface de la glace selon la quantité de neige qui s'y trouve et le reste sera rejeté à la surface de l'eau une fois la glace fondue.





**Figure 2.11 Représentation graphique du comportement d'une éruption à la surface**

### 2.12.2.2 Données utilisées pour la modélisation des déversements

Les données utilisées relativement aux propriétés des hydrocarbures, à la vitesse d'écoulement et aux volumes déversés, aux températures de l'air et de l'eau, aux vents et aux courants marins dans les modèles de comportement et de trajectoire du déversement pour ce projet sont décrites dans les sections qui suivent.

#### Propriétés des hydrocarbures

Plusieurs des caractéristiques géologiques que l'on retrouve dans le bassin des Maritimes (zone prometteuse de Old Harry) se comparent favorablement aux conditions géologiques que l'on retrouve dans le bassin néo-écossais (voir Tableau A1 à l'Annexe A). Les roches-magasins clastiques des gisements du plateau néo-écossais renferment des séquences de grès superposées de milieu fluvial ou marin peu profond qui s'apparentent aux roches-magasins de grès de milieu fluvial de la zone prometteuse de Old Harry. Il est particulièrement intéressant de noter que le kérogène contenu dans les deux bassins est de types II-III et III. De plus, les champs de Cohasset/Panuke/Balmoral sur le plateau néo-écossais ont produit des hydrocarbures légers. Par conséquent, les géoscientifiques de Corridor ont choisi le pétrole de Cohasset du bassin néo-écossais comme pétrole de remplacement pour le projet de Old Harry.

Consulter l'Annexe A pour obtenir une description détaillée du motif du choix du pétrole de Cohasset comme pétrole de remplacement pour le projet de Old Harry. Le Tableau 2.15 présente le résumé des données relatives aux propriétés des nappes d'hydrocarbures altérés et de brut frais de Cohasset.

Les données sur les propriétés du carburant diesel sont tirées de la base de données en ligne d'Environnement Canada sur les propriétés des hydrocarbures (<http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/oilproperties/Default.aspx>) afin de les utiliser pour la modélisation d'un déversement de carburant diesel.

**Tableau 2.15 Propriétés des nappes de brut frais et d'hydrocarbures altérés de remplacement de Cohasset**

Brut de Cohasset		Densité API 47,5 °		
Propriété du pétrole	Température °C	Hydrocarbures altérés		
		Évaporation 0 %	Évaporation 11 %	Évaporation 26 %
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	0	0.800	0.815	0.847
	15	0.790	0.805	0.837
Viscosité dynamique (mPa.s)	0	3	4	7
	15	2	3	5
Viscosité cinématique (mm <sup>2</sup> /s)	0	4	5	8
	15	3	4	6
Tension interfaciale (dyne/cm)	Pétrole/air	27.6	30.2	31.4
	Pétrole/eau de mer	17.2	16.7	17.5
Point d'écoulement (°C)		-30	-18	-12
Point d'éclair (°C)		32	40	82
Formation d'émulsions et tendance				
Tendance		Improbable	Improbable	Improbable
Stabilité		Instable	Instable	Instable
Teneur en eau		0 %	0 %	0 %
Source des données : <a href="http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/OilProperties/oil_C_e.html">http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/OilProperties/oil_C_e.html</a>				

Le Tableau 2.16 présente les paramètres de modélisation des propriétés des hydrocarbures qui ont servi pour le modèle de SL Ross (SLROSM). Ces paramètres ont été obtenus à partir des données relatives aux propriétés des nappes de brut frais et d'hydrocarbures altérés présentées au Tableau 2.15.

**Tableau 2.16 Paramètres des propriétés du pétrole utilisés dans la modélisation SLROSM**

Propriété du pétrole	Brut de remplacement	Carburant diesel
Densité initiale (kg/m <sup>3</sup> )	790.00	827.0
Température à densité standard (°K)	288.00	288.0
Densité Constante 1	174.30	200.0
Densité Constante 2	0.731	0.733

Propriété du pétrole	Brut de remplacement	Carburant diesel
Viscosité initiale (cP)	2.607	5.0
Température à viscosité standard (°K)	288.00	313.0
Viscosité Constante 1	3.350	8.755
Viscosité Constante 2	974.00	1607.0
Tension interfaciale pétrole/eau (dynes/cm)	15.0	37.0
Tension interfaciale de l'eau Constante	-0.765	0.0
Tension interfaciale pétrole/air (dynes/cm)	25.6	22
Tension interfaciale de l'air Constante	0.2280	0.0
Point d'écoulement initial (°C)	244.916	243.0
Point d'écoulement Constante	0.1524	0.139
Distillation ASTM Constante A (slope)	244.9163	285.0
Distillation ASTM Constante B (intercept)	443.00	473.0
Durée d'émulsification	999999999.	999999999.
Fv Thêta A	6.3	Carburant diesel
Fv Thêta B	10.3	827.0

### Volume et débit des rejets

Dans le cas du combustible de soute, des déversements discontinus soudains de 1,59 et 15,9 m<sup>3</sup> (soit 10 et 100 barils de pétrole) ont été modélisés. Ces volumes correspondent aux déversements types de moyenne ou grande ampleur pouvant survenir dans le cadre d'activités de forage en mer. Certains chiffres peuvent aider à les mettre en perspective : au cours des 14 années d'activités menées dans le cadre du projet Hibernia, le plus important déversement de pétrole survenu lors du transfert de carburant sur un navire fut d'environ 0,2 m<sup>3</sup> d'hydrocarbures, et les déversements causés par l'ensemble des opérations furent au maximum de quelque 2 m<sup>3</sup> (CNLOPB, 2011).

La modélisation des rejets continus de gaz et de brut occasionnés par l'éruption d'un puits a été réalisée à l'aide des débits indiqués au Tableau 2.17. Ils ont été déterminés par les ingénieurs de Corridor à partir des meilleures données disponibles sur les réservoirs (voir Annexe B – Notes sur l'ingénierie du réservoir/de production - 25 février 2011).

**Tableau 2.17 Débits et volumes utilisés pour la modélisation des déversements**

Type de déversement	Source	Débit	Gas-to-pétrole Flow Ratio m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Éruption de pétrole brut	Sous-marine (470 m de profondeur)	(817,6 m <sup>3</sup> /jour) (5,143 BPPJ)	89
	Installation de forage de surface	(2102,7 m <sup>3</sup> /jour) (13,226 BPPJ)	89
Déversements discontinus de diesel	Activités de forage	1,6 m <sup>3</sup> (100 bbl)	s.o.
	Transfert sur navire	0,16 m <sup>3</sup> (10 bbl)	s.o.

BPPJ = barils de pétrole par jour

## Courants

Pour modéliser la trajectoire des nappes, on a fait appel aux champs de courants de surface étudiés par la Division des sciences océaniques de Pêches et Océans Canada – Région des Maritimes (Tang et al., 2008). Les moyennes saisonnières de la vitesse des courants de surface proviennent également de Pêches et Océans Canada; elles ont été cartographiées afin d'être utilisées dans le cadre du modèle SLROSM (SL Ross Oil Spill Model). Ces courants de fond ont été combinés aux données sur le vent afin de déterminer les caractéristiques des nappes et leur mouvement subséquent.

## Température de l'air et de l'eau

Le Tableau 2.18 contient les moyennes mensuelles des températures de l'air et de l'eau qui ont servi à modéliser en détail l'évolution et la trajectoire des rejets. On y trouve aussi les températures de l'air et de l'eau sur lesquelles repose la modélisation de l'évolution des nappes selon la saison. Ces données découlent de l'évaluation environnementale stratégique relative à la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve et du Labrador (LGL, 2007).

**Tableau 2.18 Température de l'air et de l'eau (moyennes mensuelles et saisonnières)**

Mois	Températures moyennes (°C)											
	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Air	-4.5	-6.5	-3.0	1.0	6.0	10.0	14.5	16.0	13.0	7.5	4.0	-2.5
Eau	0.5	-1.0	-1.0	0.0	1.5	5.0	10.5	15.2	15.5	12.0	7.0	3.5
Saison	Hiver			Printemps			Été			Automne		
Air	-4.7			5.7			14.5			3.0		
Eau	-0.5			2.2			13.7			7.5		

(source: Selon la Figure 2.17, LGL 2007)

## Vents

L'ensemble de données sur les vents MSC50 (Swail et al., 2006) a servi à modéliser en détail la trajectoire des rejets. Cet ensemble, qui porte aussi sur les vagues, couvre la période 1954-2005. Des mesures de la vitesse et de la direction du vent effectuées à six heures d'intervalle en ont été extraites pour des points de grille espacés de 0,5 degré dans la zone considérée. La modélisation du comportement des rejets en fonction de la saison a fait appel aux valeurs moyennes de la vitesse du vent contenues au Tableau 2.19, et issues de l'évaluation environnementale stratégique relative à la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador (LGL, 2007).

**Tableau 2.19 Vitesse du vent (moyennes saisonnières)**

Vitesses moyennes du vent par saison (m/s)			
Hiver	Printemps	Été	Automne
7.96	5.72	5.72	8.59

source: Selon le Tableau 2.3, LGL 2007

Les tableaux 2.20 and 2.21 suivants procurent des détails supplémentaires, non fournis dans le rapport cité précédemment, concernant les algorithmes employés dans le modèle de déversement SLROSM utilisé lors des simulations. Les paramètres de modélisation présentés au Tableau 2.16 du rapport cité précédemment ont été utilisés lors des relations de changement des propriétés des hydrocarbures indiquées les tableaux 2.20 and 2.21.

**Tableau 2.20 Comparaison des équations du devenir et du comportement modélisés des hydrocarbures**

Déversement discontinu	Éruption en surface	Éruption sous-marine
<b>CARACTÉRISTIQUES DE LA NAPPE INITIALE</b>		
a) Épaisseur initiale de la nappe épaisse = 2 cm	a) Le volume indique le diamètre des gouttelettes de pétrole calculé à l'aide des équations d'atomisation de Deyson et Karian (1978), tels que décrit dans S.L. Ross et Energetex (1985)	a) Le volume indique le diamètre des gouttelettes de pétrole produites à la tête du puits, calculé à l'aide des équations d'atomisation de Deyson et Karian (1978), tel que décrit dans S.L. Ross et Energetex (1985)
b) Épaisseur initiale de la surface de la nappe = volume de déversement/2 cm	b) la dispersion atmosphérique et la sédimentation des gouttelettes estimées en utilisant les équations de Turner (1970)	La largeur et l'épaisseur initiales de la nappe en aval de l'éruption sont calculées en utilisant les équations du panache de l'éruption sous-marine de Fannelop et Sjoen (1980), telles que décrites dans S.L. Ross (1982), à l'aide des taux de débit du gaz et du pétrole, la profondeur du puits et le courant de surface
c) Surface initiale de la nappe mince = 8 x l'épaisseur	c) la quantité d'évaporation des gouttelettes de pétrole dans l'air diffusées à l'aide d'une équation d'exposition d'évaporation modifiée présentée dans S.L. Ross et DMER (1988)	c) Si le point d'écoulement du brut frais excède la température de la mer, la nappe est constituée de discrètes gouttelettes
d) Volume mince initial = surface mince x 1 µm	d) Les propriétés initiales d'hydrocarbures sont calculées en se basant sur l'évaporation initiale et la température désirée de l'eau	d) l'évaporation initiale, l'émulsification et la dispersion naturelle sont rétrocalculées à partir du point de rejet jusqu'au moment requis pour atteindre la largeur initiale basée sur une épaisseur moyenne géométrique entre les deux emplacements
e) Propriétés des hydrocarbures corrigées à la température désirée de l'eau	e) Si le point d'écoulement des hydrocarbures excède la température de l'eau, le pétrole ne forme pas une nappe sur la surface de la mer, mais forme plutôt une série de gouttelettes discrètes	e) L'épaisseur initiale de la petite nappe est corrigée afin de tenir compte de l'évaporation initiale, de l'émulsification et de la dispersion naturelle
	f) La largeur et l'épaisseur initiales de la nappe sont calculées à l'aide du courant de surface, b) et c) ci-dessus; une petite nappe (d'une longueur de 100 s x le courant de surface) est subséquemment modélisée	d) Les propriétés initiales d'hydrocarbures sont calculées en se basant sur l'évaporation initiale, l'émulsification et la température désirée de l'eau
<b>ÉTALEMENT</b>		
<u>Nappe épaisse</u> Équations modifiées de Mackay et al. (1980), basées sur la formule de gravité-visqueuse de Fay incluant la viscosité et l'émulsion; si le point d'écoulement des hydrocarbures	<u>Nappe épaisse</u> L'équation de Fay modifiée sur la tension-visqueuse en surface du « point source » (pour les étalements latéraux seulement); inclut la viscosité et l'émulsion; si le coefficient d'étalement	<u>Nappe épaisse</u> Identique à l'éruption en surface discutée précédemment

Déversement discontinu	Éruption en surface	Éruption sous-marine
excède la température de l'eau, l'étalement de la nappe épaisse cesse : $\Delta A_{\text{thick}} = 2.2(1025 - \rho_o) \times 9.82 / (\rho_o \mu_o / 10^3)^{1/2} (X_{\text{thick}})^{2/3} (A_{\text{thick}})^{1/3} \Delta t - (1 \times 10^{-6} \Delta_{\text{thin}} / X_{\text{thick}})$	tombe sous 0, l'étalement de la nappe épaisse cesse : $\Delta W_{\text{thick}} = \frac{3}{4} (\Theta)^{1/2} / (\Lambda_o \mu_o / 10^3 t)^{1/2} \Delta t$	
<u>Nappe mince</u> Équations modifiées de Mackay et al. (1980), basées sur la tension-visqueuse en surface de Fay; inclut la viscosité des hydrocarbures; si le coefficient d'étalement tombe sous 0, l'étalement mince prend fin; la nappe mince est « avalée » par la nappe épaisse : $\Delta A_{\text{thin}} = 4.55 (\Theta / (\rho_o \mu_o / 10^3)^{1/2})^{1/3} \exp(-0.003 / X_{\text{thick}}) \Delta t$	<u>Nappe mince</u> Tout comme pour la nappe épaisse, mais en utilisant les propriétés d'hydrocarbures altérés plutôt que les propriétés d'émulsion	<u>Nappe mince</u> Identique à l'éruption en surface discutée précédemment
<b>ÉVAPORATION</b>		
Utilise l'exposition d'évaporation modifiée (Stiver et Mackay 1983) selon S.L. Ross et DMER 1988; inclut la résistance de transfert de masse interne si le point d'écoulement des hydrocarbures excède la température ambiante par 15 °C		
<u>Nappe épaisse</u> $\Delta F_v = (\Delta t / X_{\text{thick}}) (HC / 10^6 X_{\text{thick}} + (1/k)) (\exp((6.3 - (10.3(T_o + T_G F_v)) / T_k))$ Dans laquelle : k= 0.0015 U <sup>0.78</sup> (d'après Mackay et al. 1980) C= 1 pour la nappe C= 6 pour les gouttelettes de pétrole gélifié H= 0 si le point d'écoulement des hydrocarbures est de moins de 15 °C au dessus de la température de l'eau H= exp(6.3-10.3 (T <sub>o</sub> + T <sub>G</sub> F <sub>v</sub> )/T <sub>k</sub> ) si le point d'écoulement des hydrocarbures excède la température de l'eau de 15 °C ou plus.		
<u>Nappe mince</u> Identique à la nappe épaisse, avec C=1 et H=0 en tout temps. La fraction initiale évaporée de la nappe est de 30 %; la fraction maximale évaporée de la nappe mince est de 75 %.		
<b>DISPERSION NATURELLE</b>		
<u>Nappe épaisse</u> $\Delta F_{\text{NDTHICK}} = 2.78 \times 10^{-6} (U/8)^2 \Delta t / (\theta_{o/w} \mu_o (1025 - \Lambda_o)) X_{\text{THICK}}$ Si le point d'écoulement des hydrocarbures excède la température de l'eau par 15 °C ou plus, ou si le pétrole est présent sous forme de gouttelettes, alors $\Delta F_{\text{NDTHICK}} = 0$		
<u>Nappe mince</u> Tel que ci-dessus, sauf qu'en utilisant la viscosité, la densité et l'épaisseur de la nappe mince; aucune coupure du point d'écoulement		
<b>ÉMULSIFICATION</b>		
<u>Nappe épaisse</u> $\Delta F_w = 2 \times 10^{-6} (U+1)^2 (1-1.33F_w) \Delta t$ D'après Zagorski & Mackay 1982. Le pétrole ne commence pas à s'émulsionner avant d'atteindre un degré spécifique d'exposition évaporative déterminée basée sur l'analyse des hydrocarbures (Bobra 1989), si le pétrole est sous la forme de gouttelettes, il n'y aura pas d'émulsification.		
<u>Nappe mince</u> Aucune émulsification en cas de nappe mince.		

**Tableau 2.21 Expressions utilisées afin de relier l'altération et la température aux modifications de la propriété des hydrocarbures dans S.L. Ross Model**

Propriété	Unités	Expression
Densité	kg/m <sup>3</sup>	$\Lambda_o[1-C1 (T-T_o)] (1+C2F)$
Densité d'émulsion	kg/m <sup>3</sup>	$\Lambda_o (1-F_w) + 1025 F_w$
Viscosité	mPas (cp)	$\mu[\exp (C3\{1/T - 1T_o\}) \times \exp (C4F)]$
Viscosité d'émulsion	mPas (cp)	$\mu[\exp (2.5F_w/\{1-0.65F_w\})]$
Solubilité aqueuse	g/m <sup>3</sup>	S.exp (C5F)
Point d'écoulement	°K	PP. (1+C6F)
Point d'éclair	°C	FIP. (1+C7F)
Point de combustion	°C	FiP. (1+C8F)
Tension interfaciale pétrole/eau	mN/m (dyne/cm)	$\theta_{ow} (1+ C69F)$
Tension interfaciale pétrole/air	mN/m (dyne/cm)	$\theta_{oa} (1+ C10F)$

**2.12.2.3 Résultats de modélisation des trajectoires et du devenir des rejets**

Les éléments d'entrée de la modélisation des déversements (données sur les propriétés du pétrole [aussi décrites à la Section 2.3], débits et volumes des déversements, températures de l'air et de l'eau, vents et courants) sont décrits dans l'étude de SL Ross (2011a).

Des déversements discontinus soudains de 1,59 et 15,9 m<sup>3</sup> (10 et 100 barils) ont été modélisés pour le combustible de soute. Ces deux volumes de déversement ont été choisis parce qu'ils représentent bien des déversements discontinus de moyenne et grande étendue pouvant survenir dans le cadre d'activités de forage. Afin de mettre ces volumes en perspective, au cours des 14 années d'activités menées dans le cadre du projet Hibernia, le plus important déversement de pétrole ayant survenu lors du transfert de carburant sur un navire fut d'environ 0,2 m<sup>3</sup> d'hydrocarbures (environ 1,3 baril) et les déversements totaux pour toutes les opérations furent d'environ 2 m<sup>3</sup> (12,5 barils) (OCTNHE, 2011c).

La modélisation des rejets continus de gaz et de pétrole occasionné par une éruption incontrôlée a été réalisée à l'aide des données présentées au Tableau 2.8. Les débits des éruptions indiqués au Tableau 2.22 furent déterminés par les ingénieurs de Corridor en se basant sur les meilleurs renseignements disponibles.

**Tableau 2.22 Débits et volumes utilisés pour la modélisation des déversements**

Type de déversement	Source	Débit	Proportion gaz-pétrole (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Éruption de pétrole brut	Sous-marine (profondeur de 470 m)	817,6 m <sup>3</sup> /jour (5 143 bopd)	89
	Installation de forage de surface	2 102,7 m <sup>3</sup> /jour (13 226 bopd)	89
Déversements discontinus de diesel	Opérations sur plateforme de forage	15,9 m <sup>3</sup> (100 barils)	s.o.
	Transfert sur navire	1,59 m <sup>3</sup> (10 barils)	s.o.

### Modélisation du devenir des déversements discontinus de diesel

Le Tableau 2.23 présente les résultats de la modélisation du devenir des déversements discontinus au cours des quatre saisons (réalisée à l'aide des données représentant la moyenne des températures de l'air et de l'eau et de la vitesse des vents de l'étude de SL Ross [2011]). Les variations décrites ci-dessous sont dues aux différences de température et aux variations de la vitesse des vents entre les diverses saisons. Comme les conditions du milieu ne changent presque pas entre ces deux saisons, les résultats pour l'automne et l'hiver sont pratiquement similaires. Il en va de même pour le printemps et l'été.

**Tableau 2.23 Caractéristiques des déversements discontinus de diesel**

Volume du dév. m <sup>3</sup> (bbl)	Saison	Largeur de nappe init. (M)	Temps de survie (h)	Largeur de nappe max. (M)	Évap. Tot. %	Dist. perte de nappe (km)	Conc. Dist. Max (ppm)	Temps conc. Max (h)	Temps à 0,1 ppm (h)	Largeur du panache à 0,1 ppm (M)	Distance à 0,1 ppm (km)
1.59 (10)	Hiver	10	20	55	27	20	0.42	2	7	490	7.0
1.59 (10)	Printemps	10	36	58	36	26	0.20	1	4	275	2.8
1.59 (10)	Été	10	32	56	40	17	0.21	1	4	275	2.3
1.59 (10)	Automne	10	17	52	30	18	0.47	1	7	490	7.5
15.9 (100)	Hiver	32	30	133	27	31	0.92	3	24	2,020	24
15.9 (100)	Printemps	32	49	139	35	35	0.43	3	14	1,140	10
15.9 (100)	Été	32	43	134	38	24	0.43	3	13	1,060	7
15.9 (100)	Automne	32	25	127	29	26	1.02	3	25	2,140	26

La largeur initiale des petits déversements de pétrole (1,59 m<sup>3</sup>) est de 10 m. Elle atteint 53 à 58 m au fil de l'évolution des déversements. Les nappes de surface qu'occasionnent ces petits déversements survivent entre 17 et 36 heures. Les concentrations en diesel des déversements qui surviennent au printemps et à l'été diminuent de 36 et 40 % respectivement en raison d'une évaporation, alors qu'à l'hiver et à l'automne, ces pertes sont respectivement de 27 et 30 %. Le pétrole restant se disperse dans la couche supérieure des eaux où il s'y diffuse latéralement et en profondeur. Les nappes de surface parcourent entre 17 et 26 km à partir du point de rejet avant de se dissiper dans l'eau (c.-à-d. le point où l'épaisseur de la nappe atteint 10 µm or 0.01 mm).

Le pétrole qui se disperse dans la colonne d'eau sous la nappe atteint des concentrations maximales de 0,2 à 0,47 ppm une heure ou deux après son rejet. On croit que le pétrole se mélange dans les 30 premiers mètres de la couche supérieure des eaux, car c'est la profondeur de mélange minimale rapportée dans les documents d'étude relatifs à la région (Drinkwater et Gilbert, 2004). Le panache sous-marin de pétrole se diffuse aussi latéralement en s'éloignant du point de rejet et en étant entraîné par les courants dominants. Le pétrole qui se disperse



dans la colonne d'eau a été traqué jusqu'à ce que sa concentration chute à 0,1 ppm d'hydrocarbures pétroliers totaux. Il s'agit de la concentration d'exposition sous laquelle aucun effet néfaste n'est anticipé sur le milieu et les ressources aquatiques (Trudel et al., 1989; French-MacCay 2004). En ce qui concerne les petits déversements de diesel, les concentrations d'huile dans la colonne d'eau chutent à 0,1 ppm en 4 ou 7 heures. Le temps que la concentration des gouttelettes de pétrole dispersées chute à 0,1 ppm, la nappe de pétrole atteint 275 à 490 m de diamètre et 30 m de profondeur et se retrouve entre 2,3 et 7,5 km du point de rejet.

La largeur initiale des gros déversements de pétrole (15,9 m<sup>3</sup>) est de 32 m. Elle atteint 127 à 139 m au fil de l'évolution des déversements. Les nappes de surface qu'occasionnent ces gros déversements survivent entre 25 et 49 heures. Les concentrations en diesel des déversements qui surviennent au printemps et à l'été diminuent de 35 et 38 % respectivement en raison d'une évaporation, alors qu'à l'hiver et à l'automne, ces pertes sont respectivement de 27 et 29 %. Le pétrole restant se disperse dans la couche supérieure des eaux. Les nappes de surface parcourent entre 24 et 35 km à partir du point de rejet avant de se dissiper dans l'eau.

Les concentrations maximales de pétrole pour ces gros déversements atteignent 0,43 à 1,02 ppm en 3 heures après leur rejet. Les concentrations de pétrole dans la colonne d'eau chutent à 0,1 ppm en 13 ou 25 heures. Le temps que la concentration des gouttelettes de pétrole dispersées chute à 0,1 ppm, la nappe de pétrole atteint 1 060 à 2 140 m de diamètre et 30 m de profondeur et se retrouve entre 7 et 26 km du point de rejet.

### **Modélisation de la trajectoire et du devenir des éruptions de surface**

Dans ce scénario, une éruption survient à la surface de l'appareil de forage entraînant un rejet de 2102,7 m<sup>3</sup> de pétrole brut par jour selon une proportion gaz-pétrole (PGP) de 89 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (Tableau 2.8) L'appareil de forage n'est pas endommagé et demeure dans sa position tout au long de l'éruption. Le gaz s'échappe au niveau du plancher de manœuvre (21 m au-dessus de la surface de l'eau) à une vitesse élevée et répand ce faisant de fines gouttelettes de pétrole. Ces gouttelettes sont projetées vers le haut par le jet du gaz, entrent en contact avec le mât de charge et s'agglomèrent pour atteindre une taille d'environ 0,5 mm. Cette taille moyenne a été choisie pour la modélisation des éruptions de surface en se basant sur les ajustements du modèle réalisés à l'aide des données relatives à l'éruption du puits Uniacke G-72 de Shell survenu en Nouvelle-Écosse en 1984. Ces gouttelettes retombent sur la surface de l'eau en aval de l'appareil de forage (sous le vent). La plupart des gouttelettes retombent à la surface de l'eau dans les quelques premiers mètres de l'appareil de forage pour former une bande étroite où elles se réunissent subséquemment pour former une nappe épaisse. Les propriétés de la nappe et du pétrole changeront au fil du temps selon la saison (température, vitesse des vents, etc.). Les valeurs du tableau ci-dessous reflètent ces variations au fil des saisons. Les résultats de la modélisation du devenir de ce type de rejet sont présentés au Tableau 2.24.

**Tableau 2.24 Caractéristiques des éruptions de pétrole brut de surface**

Débit du rejet m <sup>3</sup> /jour (bopd)	Saison	Largeur de nappe init. (M)	Épaisseur de nappe init. (mm)	Évap. tot. dans l'air %	Temps de survie (h)	Total Évap. tot. %	Conc. Disp. Max. (ppm)	Temps à 0,1 ppm (h)	Largeur du panache à 0,1 ppm (km)	Dist. de la source à 0,1 ppm (km)
Site de forage situé à 48.051471 N; -60.394274 O (rejet à 21 m au-dessus de la surface de l'eau)										
2,103 (13,226)	Hiver	70	1.0	30	1.6	35	6.0	15	1.2	3.4
2,103 (13,226)	Printemps	54	1.6	39	2.6	44	3.4	15	1.2	3.7
2,103 (13,226)	Été	54	1.6	46	2.4	50	3.8	15	1.2	3.8
2,103 (13,226)	Automne	75	0.8	36	1.1	41	6.8	14	1.1	3.8

En prenant en considération les débits de rejet anticipés, la hauteur typique d'un appareil de forage, le diamètre des conduits qui seront installés et les conditions du milieu dans la zone du prospect de Old Harry, le modèle a estimé que la nappe au point de rejet était d'une largeur de 54 à 75 m et d'une épaisseur de 0,8 à 1,6 mm. Le pétrole brut qui constitue la nappe perd entre 30 et 46 % de son volume en raison de l'évaporation des gouttelettes dans l'air. Les gouttelettes de pétrole brut s'unissent pour former une nappe épaisse à la surface de l'eau et commencent alors à se disperser et continuent de s'évaporer. Ce type de nappe peut survivre quelques heures (1,1 à 2,6 heures) en s'éloignant du point de rejet sous l'influence des vents et des courants dominants. Les concentrations maximales de pétrole brut sont de 3,4 et 6,8 ppm et le panache atteint une concentration de 0,1 ppm en 14 ou 15 heures. Le panache dispersé fait 1,1 à 1,2 km de largeur à ce moment et se retrouve à 3,4 ou 3,8 km du point de rejet.

**Modélisation de la trajectoire et du devenir des éruptions sous-marines**

Le débit du rejet de pétrole brut modélisé est de 817.6 m<sup>3</sup>/jour, selon une proportion gaz-pétrole (GOR) de 89 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (Tableau 2.25). Dans le cas de ce type d'éruption, les fluides jaillissent du fond marin et le débit turbulent brise le pétrole en de fines gouttelettes. Ces gouttelettes sont rapidement attirées vers la surface par l'eau qui est pompée par le panache gazeux.

**Tableau 2.25 Caractéristiques des éruptions sous-marines**

Débit du rejet m <sup>3</sup> /jour (bopd)	Saison	Largeur de nappe init. (M)	Épaisseur de nappe init. (mm)	Temps de survie (min)	Total Évap. tot. %	Conc. Disp. Max. (ppm)	Temps à 0,1 ppm (h)	Largeur du panache à 0,1 ppm (km)	Dist. de la source à 0,1 ppm (km)
Site de forage situé à 48.051471 N; -60.394274 O (470 m sous la surface de l'eau)									
817 (5,143)	Hiver	1,647	0.028	1	16	0.8	30	4.5	5.1
817 (5,143)	Printemps	2,165	0.028	2	25	0.7	35	5.7	6.6
817 (5,143)	Été	2,537	0.028	2	29	0.7	38	6.4	8.1
817 (5,143)	Automne	1,478	0.028	1	19	0.7	27	4.0	6.3

À la surface, les gouttelettes de pétrole brut se répandent pour former une nappe épaisse, car la température du milieu se retrouve toutes les saisons au-dessus du point d'écoulement du brut frais. L'eau entraînée forme une nappe initiale qui s'étend en s'éloignant du point de rejet. À proximité du point de rejet, le gaz sortant génère une zone localisée de turbulence. Les caractéristiques de la nappe initiale de pétrole et le devenir ultime du pétrole à la surface sont présentés au Tableau 2.25.

En général, les nappes initiales de pétrole générées par des éruptions sous-marines sont vastes, minces et non persistantes en raison de la légèreté du pétrole et de l'écoulement radial que génère le flux d'eau ramené à la surface par le panache gazeux. La largeur initiale des nappes varie entre 1478 et 2537 m. Ces largeurs sont estimées au point où l'eau de surface créée par le panache gazeux n'influence plus le comportement du pétrole à la surface. L'épaisseur de la nappe initiale n'est que de 0,028 mm, ou 28 microns. En raison de la minceur de la nappe initiale, le modèle prédit que le pétrole à la surface s'évapore et se dissipe complètement dans la colonne d'eau en quelques minutes. Des traces de pétrole peuvent persister à la surface un peu plus longtemps, mais il est peu probable que des nappes importantes survivent sur de longues périodes si l'on tient compte des conditions qui prévalent normalement dans la région.

Entre 16 et 29 % du pétrole s'évapore et le reste se disperse dans l'eau. Les nappes de surface ne persistent pas sur de longues périodes, mais un panache de pétrole dispersé est généré sous l'eau, lequel s'éloigne du point de rejet sous l'influence des courants dominants. Le panache prend de l'expansion et sa concentration en pétrole diminue à mesure qu'il s'éloigne du site de forage. Les concentrations maximales de pétrole dispersé à proximité du site de forage se situent entre 0,7 et 0,8 ppm.

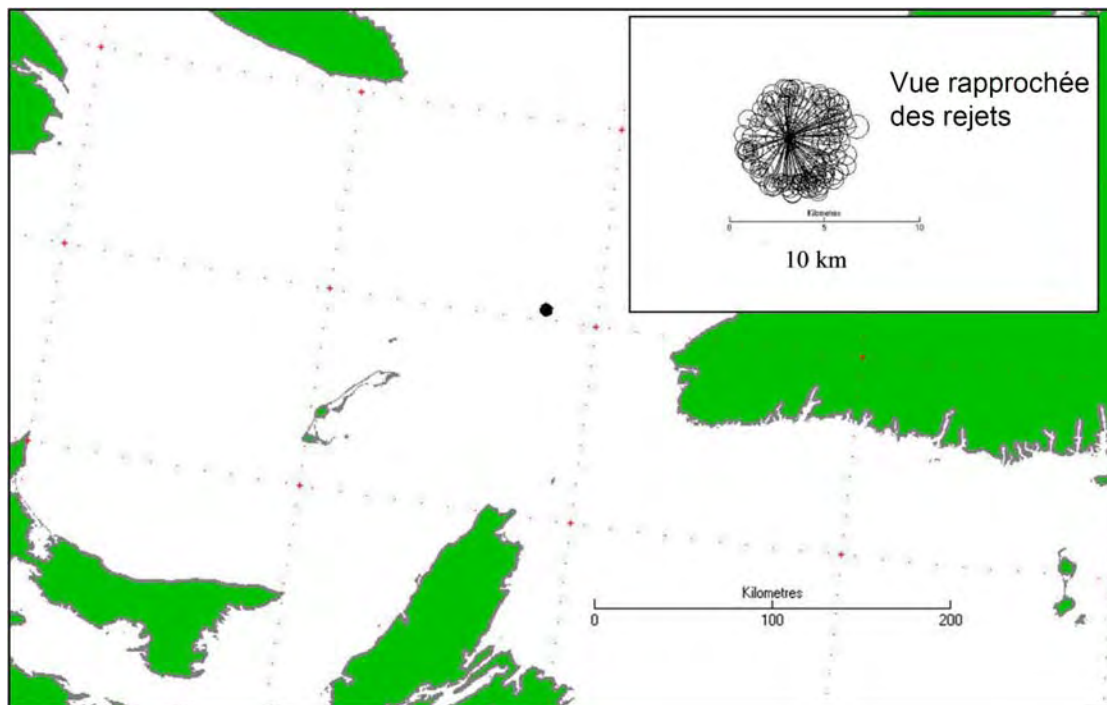
La largeur du panache de pétrole est de 4 à 6,4 km lorsque sa concentration atteint 0,1 ppm. À cette concentration, le panache se retrouve à environ 5,1 ou 8,1 km du point de rejet.

#### **2.12.2.4 Résultats de modélisation de la trajectoire du pétrole en surface**

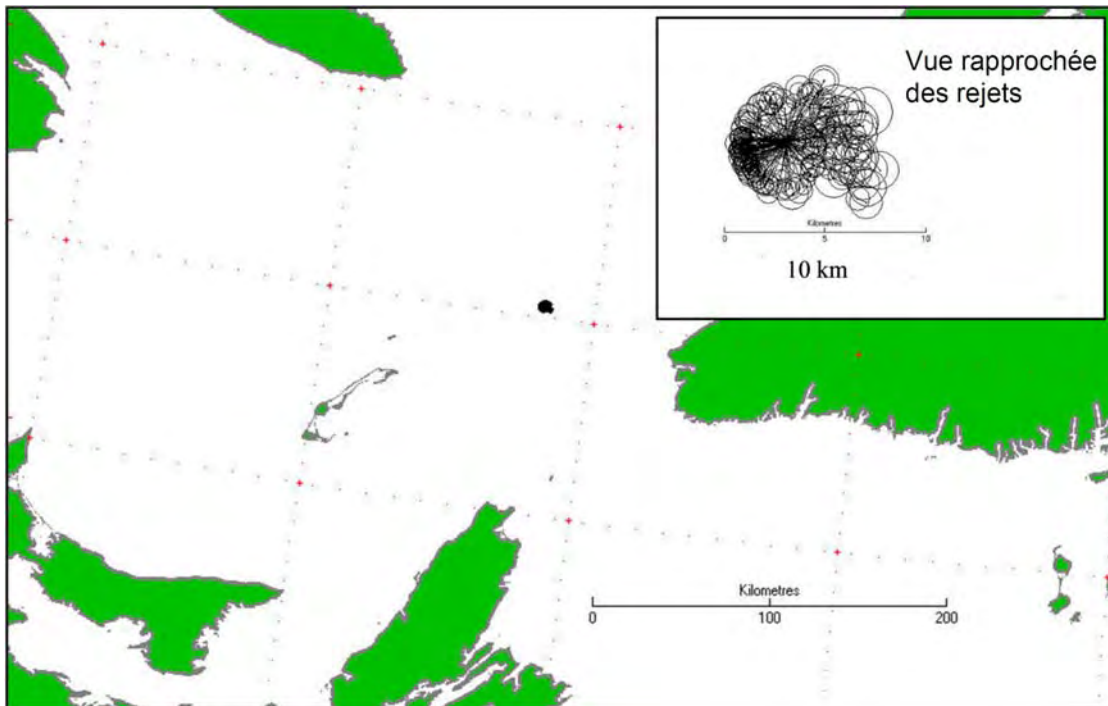
Les courants et le vent déplacent le pétrole rejeté jusqu'à ce qu'il se disperse dans l'eau, s'évapore ou atteigne les côtes. Comme il en a été question dans les sections précédentes, les rejets de pétrole brut similaire à celui de Cohasset ne sont pas persistants et la durée de survie des nappes de surface n'est que de quelques heures, même si les vents qui prévalent sont relativement calmes.

Des trajectoires ont été modélisées pour les quatre saisons afin de démontrer la superficie que pourraient occuper les nappes dans le cas de rejets d'un mois. La quantité de pétrole qui serait rejetée pendant six heures lors d'une éruption de surface continue a été introduite à la surface au site d'exploration en tant que déversement discontinu se répétant toutes les six heures sur une période d'un mois. Cela ne représente pas un scénario qui se produirait véritablement lors d'une éruption continue, mais plutôt un scénario procurant une évaluation raisonnable du pire scénario du comportement d'un déversement. Chacune des quantités rejetées durant ces périodes de six heures a été traquée jusqu'à ce que le pétrole à la surface soit complètement évaporé ou dispersé. L'on peut ainsi établir un scénario de la pire éventualité quant à l'étendue

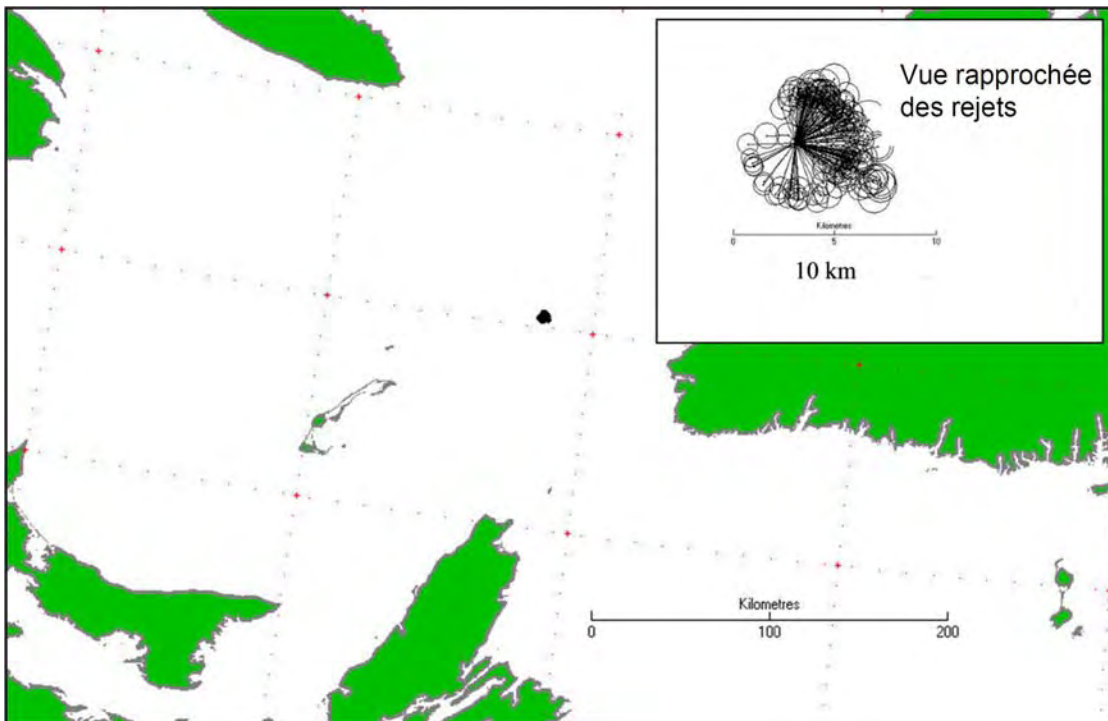
de la nappe de surface à partir du site, car la nappe initiale est plus épaisse que celle que produirait une éruption sous-marine ou de surface. L'historique complet du mouvement de ces rejets se répétant toutes les six heures (générés au début des mois de février, de mai, d'août et de novembre respectivement, et traqués jusqu'à ce que tout le pétrole à la surface se soit complètement dispersé) est illustré aux Figures 2.12 à 2.15. Ces mois ont été choisis parce qu'ils correspondent au milieu de chacune des saisons. Ces graphiques ne représentent pas la zone océanique où le pétrole brut se trouve à un moment donné, mais illustrent simplement la superficie totale que les nappes ont parcourue au cours de ces rejets d'un mois.



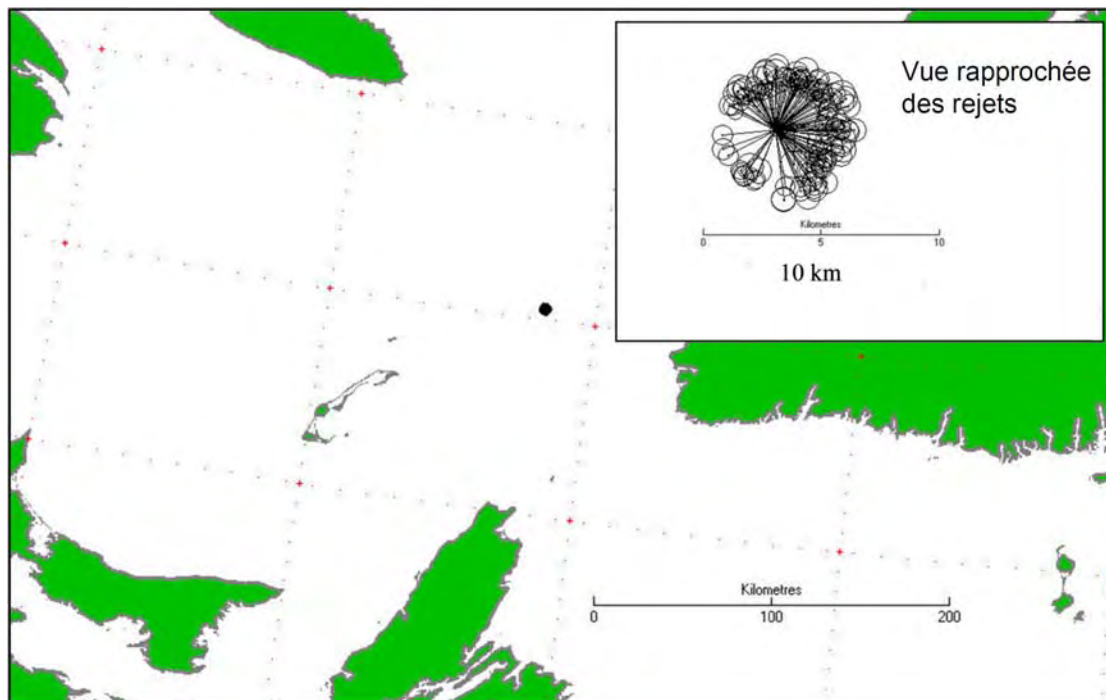
**Figure 2.12 Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Février**



**Figure 2.13** Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption – Mai



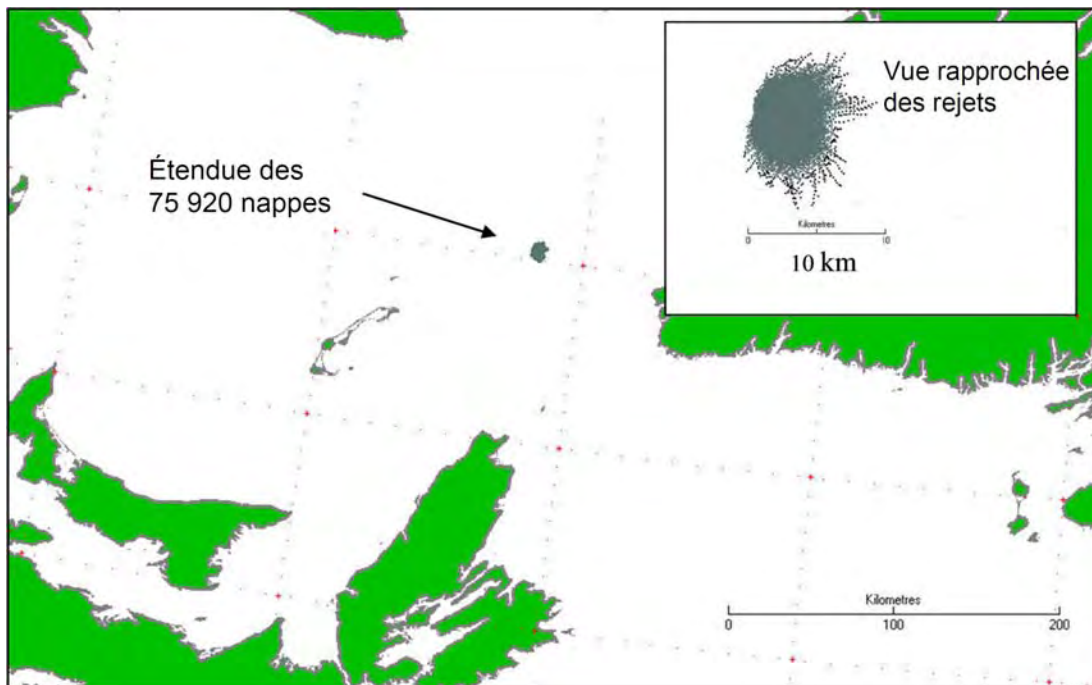
**Figure 2.14** Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Août



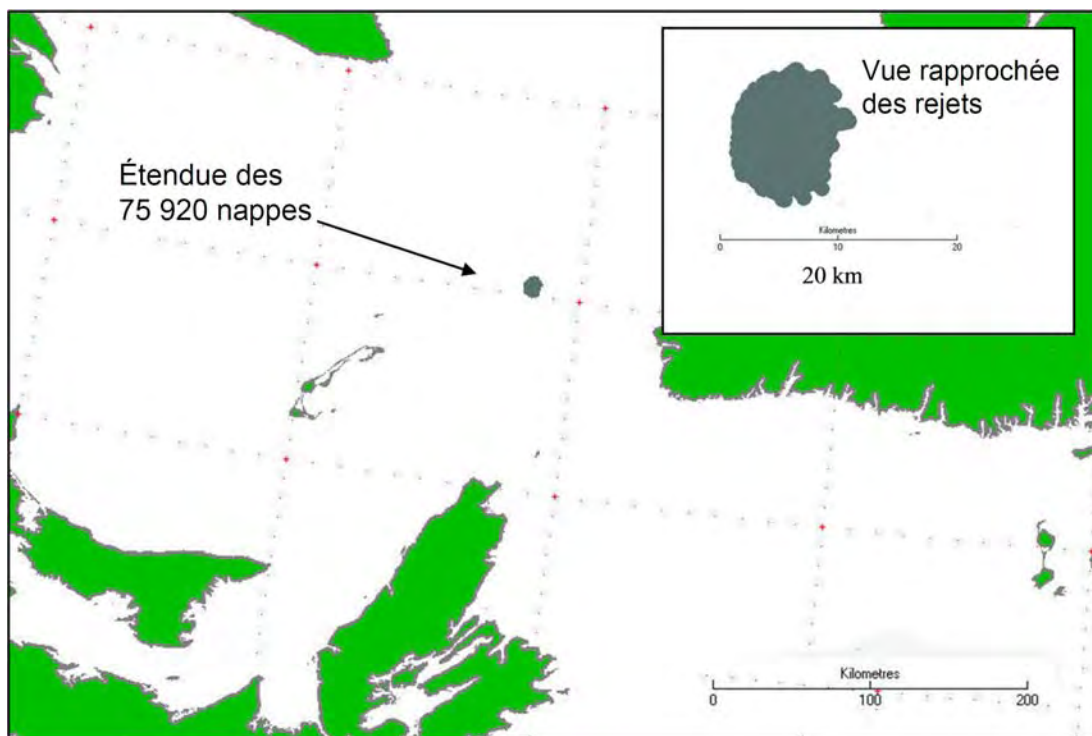
**Figure 2.15 Enveloppe de la trajectoire du pétrole en surface dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Novembre**

Les cercles apparaissant dans les figures représentent les positions de 112 (28 jours x 4 nappes quotidiennes) à 124 (31 jours x 4 nappes quotidiennes) nappes de pétrole brut rapportées toutes les heures et demie. Comme le démontrent les dessins au trait que l'on aperçoit en gros plan dans les diverses figures, la superficie totale que parcourent les nappes dans l'océan au cours des rejets d'un mois est relativement petite. Le rayon de la superficie totale que parcourt le pétrole à la surface est d'environ 3 km à partir du point de rejet, et ce pour toutes les saisons. Cette superficie est petite, car le pétrole brut léger s'évapore et se disperse rapidement sous les conditions normales du milieu de la région. Chaque rejet de six heures de pétrole est soumis à différentes directions et vitesses de vent, ce qui signifie que chaque nappe suit un parcours unique.

L'étude de SL Ross (2011a) comprenait aussi une évaluation de l'historique des trajectoires des nappes de surface de pétrole générées par des éruptions de surface (incluant une évaluation parallèle préconisant une approche plus conservatrice d'éruption en surface et de déversements discontinus de nappes accumulées de six heures, dans le cadre d'une modélisation du pire scénario de leur devenir). Les trajectoires complètes (de la source jusqu'à la dispersion ou évaporation complète des nappes) de 75 920 nappes (c.-à-d. l'étendue de nappe maximale modélisée) sont présentées aux Figures 2.16 et 2.17.



**Figure 2.16** Superficie maximale balayée par des nappes de surface sur l’océan selon des simulations d’éruptions de surface menées sur 52 ans



**Figure 2.17** Superficie maximale balayée par des nappes de surface sur l’océan selon des simulations d’éruption de surface menées sur 52 ans et en adoptant une approche de modélisation conservatrice

Même en utilisant une approche de modélisation extrêmement conservatrice, aucune des nappes de pétrole n'a atteint les côtes, 53 % d'entre elles ont survécu 5 heures ou moins et 16 % ont survécu plus de 10 heures (Tableau 2.26). Comme ce fut le cas pour l'approche de modélisation conservatrice, aucune des nappes de pétrole brut n'a atteint les côtes, 51 % d'entre elles ont survécu 5 heures ou moins et 19,3 % ont survécu plus de 10 heures (Tableau 2.26).

**Tableau 2.26 Durée de vie des nappes et potentiel de contact avec les côtes selon une approche de modélisation conservatrice et raisonnable du pire des scénarios**

Mois	Nombre de nappes suivies	% de nappes ayant atteint les côtes		Durée de vie minimum des nappes (h)		Durée de vie maximum des nappes (h)	
		Conservatrice	Pire scénario	Conservatrice	Pire scénario	Conservatrice	Pire scénario
Janvier	6,448	0.0	0.0	0.11	0.5	16.6	18.4
Février	5,824	0.0	0.0	0.13	0.6	25.0	25.6
Mars	6,448	0.0	0.0	0.14	0.7	27.8	29.5
Avril	6,240	0.0	0.0	0.15	0.7	35.7	34.7
Mai	6,448	0.0	0.0	0.17	0.8	56.1	51.4
Juin	6,240	0.0	0.0	0.22	0.9	39.0	38.3
Juillet	6,448	0.0	0.0	0.21	0.8	37.3	36.7
Août	6,448	0.0	0.0	0.15	0.7	38.0	34.7
Septembre	6,240	0.0	0.0	0.12	0.6	34.4	31.5
Octobre	6,448	0.0	0.0	0.10	0.5	22.8	24.3
Novembre	6,240	0.0	0.0	0.11	0.6	24.7	24.9
Décembre	6,448	0.0	0.0	0.09	0.5	14.6	15.3

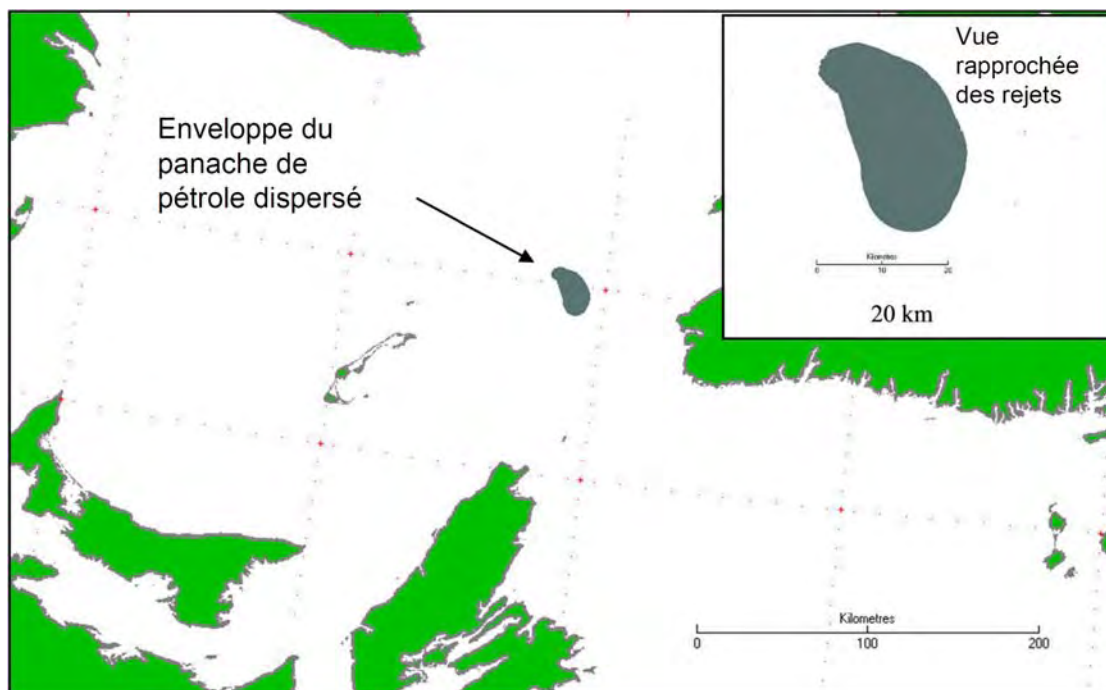
### 2.12.2.5 Résultats mensuels typiques de modélisation de la trajectoire du panache de pétrole dispersé

Cette section porte sur le mouvement et l'étendue du pétrole dispersé dans la colonne d'eau sous les nappes de surface. Cette section a trait également aux panaches de pétrole générés au cours des simulations décrites à la Section 2.12.3.2. Des exemples de trajectoires de panaches de pétrole générés par le site d'exploration proposé ont été modélisées pour les quatre saisons afin de démontrer les zones sous-marines que pourraient occuper les nappes dans le cas de rejets d'un mois. Lors de ces simulations, la quantité de pétrole qui serait rejetée pendant six heures lors d'une éruption de surface continue a été introduite à la surface au site d'exploration en tant que déversement discontinu se répétant toutes les six heures sur une période d'un mois. Tel que discuté précédemment, cela ne représente pas un scénario qui se produirait véritablement lors d'une situation d'éruption continue, mais plutôt un scénario procurant une évaluation raisonnable du pire scénario du comportement d'un pétrole dispersé.

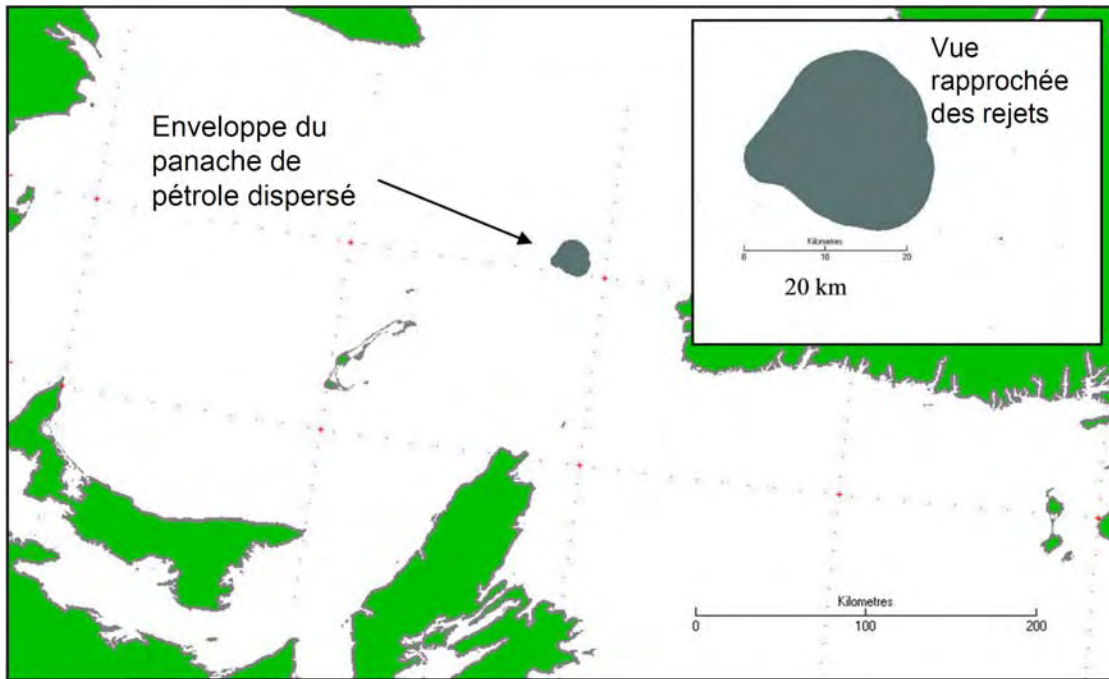
Le pétrole dispersé devrait se mélanger dans les premiers 30 mètres de la couche supérieure des eaux, sous la nappe, pour ensuite se diffuser latéralement (diffusion océanique). L'historique complet du mouvement des panaches de pétrole générés par les rejets se répétant tous les six heures pour les mois de février, de mai, d'août et de novembre respectivement est



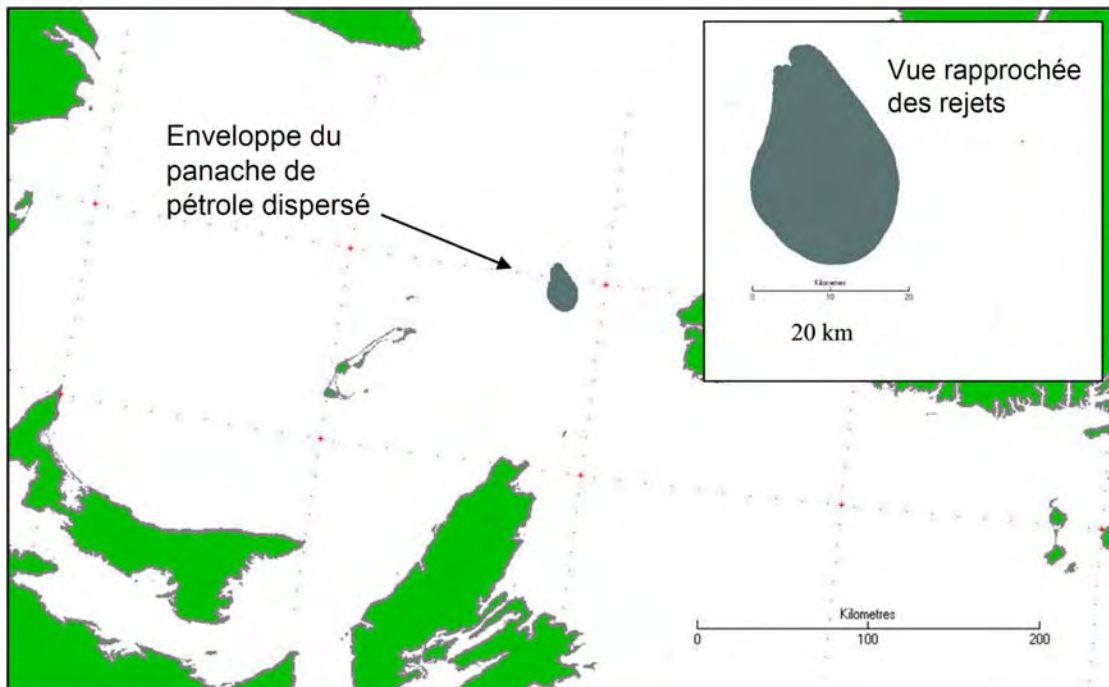
illustré aux Figures 2.18 à 2.21. Comme le démontrent les dessins au trait que l'on aperçoit en gros plan dans les diverses figures, le volume total de l'océan balayé par les panaches de pétrole au cours des rejets d'un mois est relativement petit. Les dimensions des zones balayées illustrées aux Figures 2.18 à 2.21 varient de 18 à 22 km quant à la largeur des panaches et de 25 à 40 km quant à leur longueur. Le point de rejet est situé à l'extrémité étroite du tracé et la direction générale des panaches reflète la direction des courants de surface saisonniers dans la région du site de forage. Encore fois, ces graphiques ne représentent pas l'étendue du panache de pétrole dans l'eau en un point précis dans le temps.



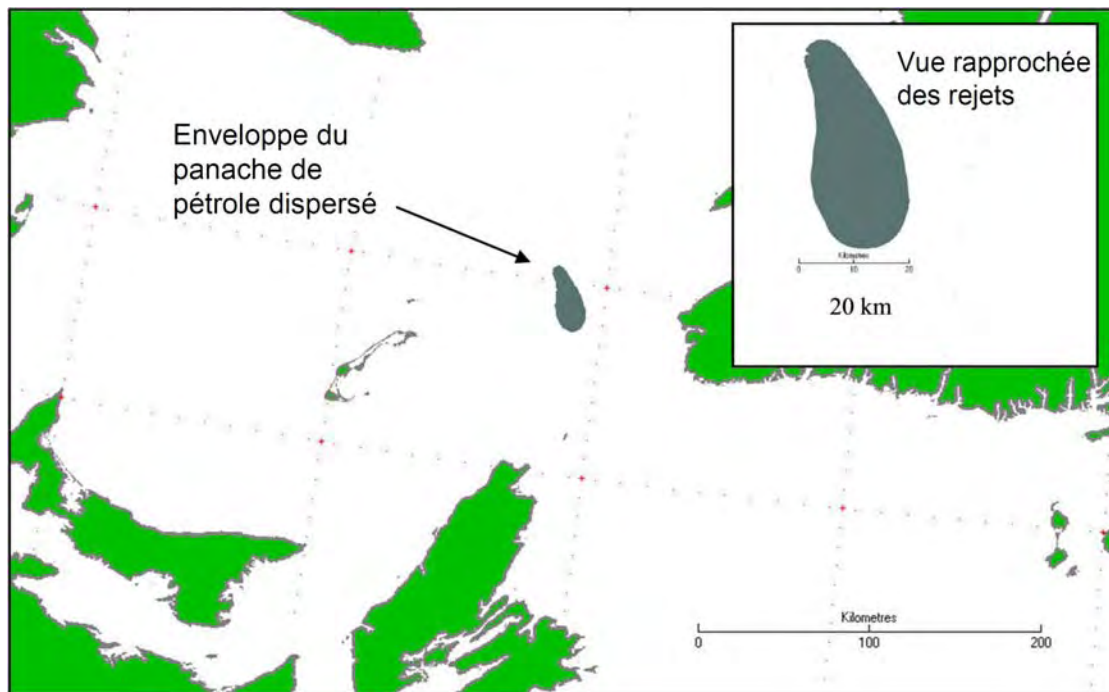
**Figure 2.18 Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Février**



**Figure 2.19** Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Mai



**Figure 2.20** Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Août

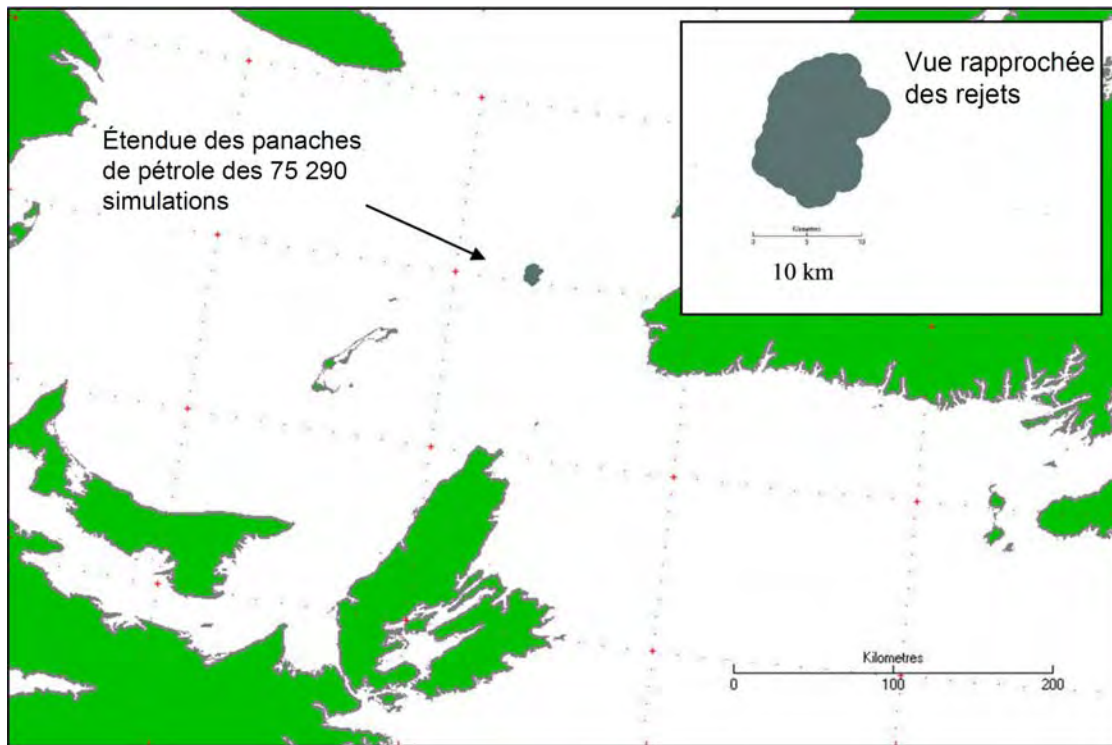


**Figure 2.21 Enveloppe de la trajectoire des panaches de pétrole dispersé (pire scénario) dans le cas d'un rejet discontinu d'une accumulation de 6 heures suite à une éruption - Novembre**

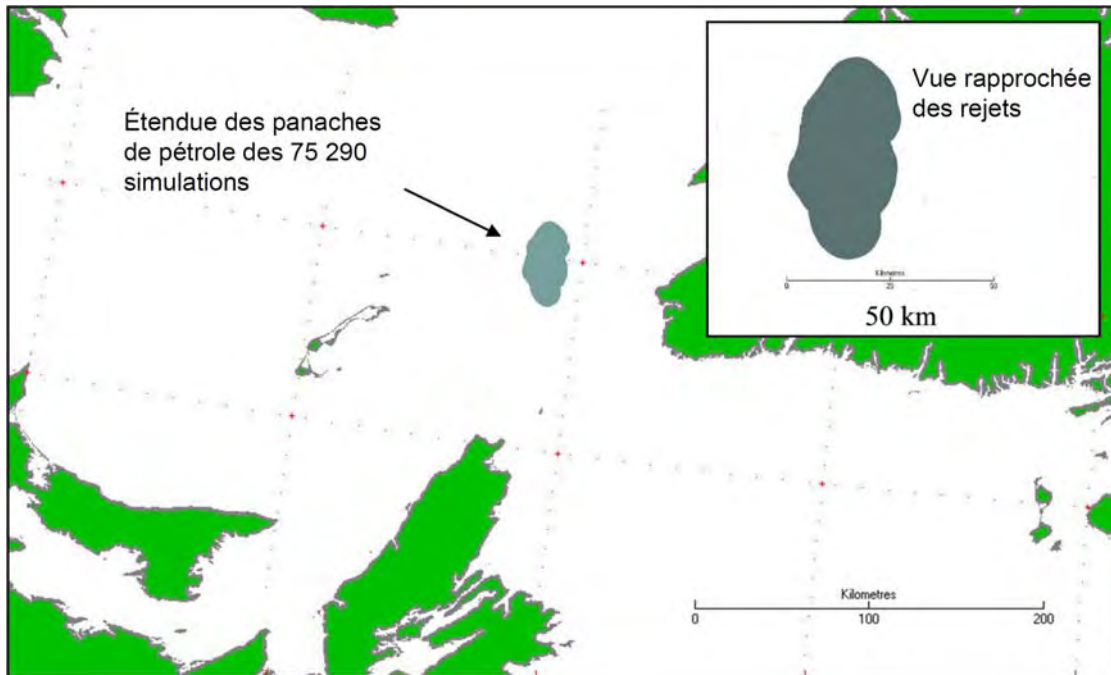
L'étude de SL Ross (2011a) comprenait aussi une évaluation de l'historique des trajectoires des panaches de pétrole générées par des éruptions de surface. Les mêmes deux simulations rapportées pour les trajectoires de nappes en surface, les éruptions en surface et les rejets discontinus de six heures lors des pires scénarios sont également fournies pour les panaches de pétrole dispersé. Les trajectoires complètes (de la source jusqu'à la dispersion ou évaporation complète des nappes) de 75 290 nappes (c.-à-d. l'étendue de nappe maximale modélisée) sont présentées aux Figures 2.22 et 2.23.

La meilleure estimation de la région maximum possible pouvant être balayée par le panache de pétrole dispersé, de 0,1 ppm, est présentée à la Figure 2.22 et est basée sur la modélisation détaillée d'une éruption continue en surface, tel que décrite à la Section 2.12.2.3. Les zones ne représentent pas l'extension du panache de pétrole dispersé à partir d'un seul événement d'éruption; la zone représentée à la Figure 2.22 démontre plutôt l'étendue maximum des panaches de pétrole dispersé comportant des concentrations plus grandes que 0,1 ppm pour la totalité des 75 290 simulations complétées en utilisant les données éoliennes depuis 52 ans. Prendre note que l'empreinte de surface de la Figure 2.23 est plus grande que l'estimation d'éruption continue en surface présentée à la Figure 2.22 en raison du plus grand volume de pétrole considéré dans chacun des rejets de six heures.

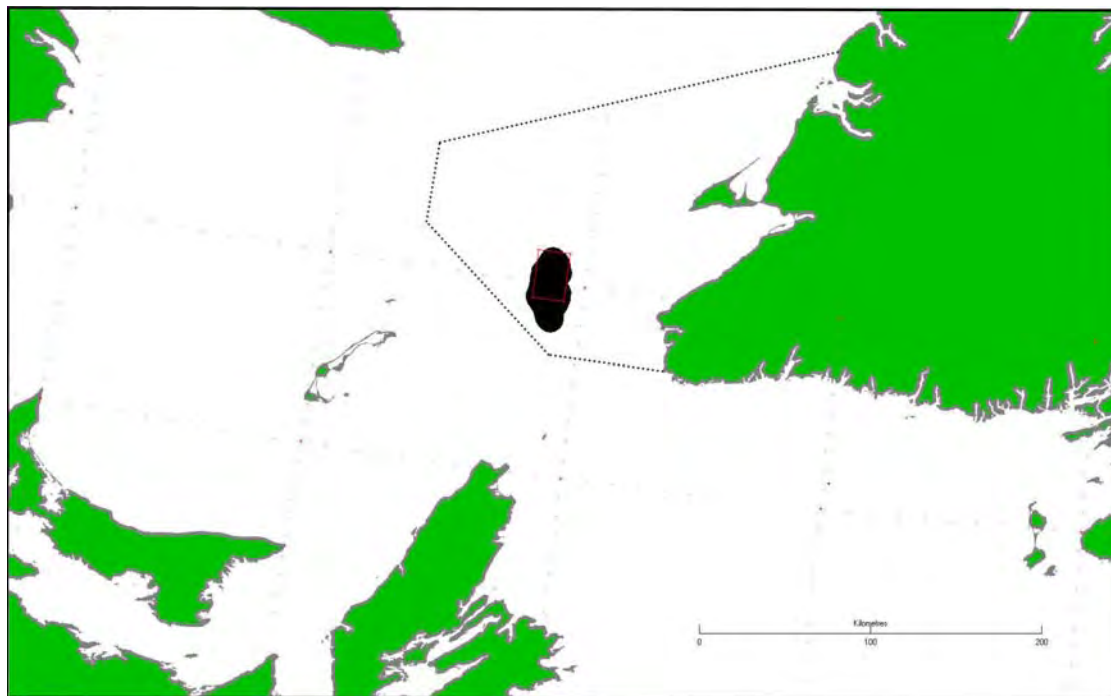
La trajectoire modélisée optimale a été superposée à la zone du projet (rectangle rouge) et à la zone d'étude (ligne pointillée) pour déterminer quelle pourrait être l'étendue maximale d'un rejet dans celles-ci (Figure 2.24). Comme le démontre la Figure 2.24, l'étendue maximale d'un rejet ne s'étend à peine qu'au-delà de la zone du PP 1105 et est peu répandue dans la zone d'étude.



**Figure 2.22** Superficie maximale parcourue par du pétrole dispersé de >0,1 ppm sur l'océan selon des simulations d'éruptions de surface menées sur 52 ans



**Figure 2.23** Superficie maximale parcourue par du pétrole dispersé de >0,1 ppm sur l’océan selon des simulations d’éruptions de surface menées sur 52 ans et en adoptant une approche conservatrice : déversements discontinus sur six heures



**Figure 2.24** Étendue maximale des trajectoires anticipées des panaches de pétrole par rapport à la zone du permis de prospection 1105



## 3.0 CONSULTATION AUPRÈS DES PARTIES PRENANTES

---

Corridor comprend l'importance d'entretenir de bonnes relations et une bonne communication avec les parties prenantes clés du projet, dont les organismes de pêches, les organismes environnementaux, les représentants des Premières nations, les organismes de réglementation, le gouvernement fédéral, les gouvernements provinciaux, les administrations municipales, les représentants des médias, etc. Corridor a déjà mis en œuvre un programme de consultation dans le cadre du projet et entend le maintenir en place tout au long du processus d'évaluation environnementale.

Le site Web de Corridor se veut aussi un bon instrument d'information. La description du projet proposé y est d'ailleurs publiée et des mises à jour y sont apportées régulièrement.

Dans l'ensemble, le programme de consultation mis en œuvre dans le cadre du projet d'exploration proposé préconise une approche basée sur le dialogue libre et bidirectionnel avec les parties prenantes clés. Grâce à ce processus, Corridor a pu identifier d'importants enjeux qu'elle a pris en considération dans la conception et la planification de ses activités. Les résultats du programme de consultation publique sont présentés dans ce rapport d'évaluation environnementale.

### 3.1 Exigences établies par la loi

La *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* exige que le public soit consulté à trois occasions durant la réalisation d'une évaluation environnementale :

- Lors de la préparation du document d'orientation;
- Lors de la réalisation de l'évaluation environnementale; et
- À l'achèvement de l'évaluation environnementale, lors de son examen, avant que le ministre concerné prenne une décision quant à son contenu et ses conclusions.

Le document d'orientation a été mis à la disposition de l'OCTNHE aux fins d'examen public du 25 février au 28 mars 2011. Un avis public a été émis sur le site Web du Registre canadien d'évaluation environnementale (numéro de référence 11-01-60633) dans le but d'amorcer la période d'observation du public. L'avis public a aussi été émis sur le site Web de l'OCTNHE et dans certains journaux. L'OCTNHE, au nom des autorités responsables, a invité le public à commenter l'ébauche du document d'orientation du projet de Old Harry. Des versions électroniques de l'ébauche du document d'orientation et de la description du projet ont été mises à la disposition du public sur le site Web de l'OCTNHE. Des copies papier ont été mises à la disposition de l'OCTNHE sur demande. Les parties prenantes étaient invitées à formuler leurs commentaires, observations et suggestions électroniquement ou par la poste au plus tard le 28 mars 2011. La majorité des commentaires reçues se trouvaient en dehors de la portée de l'évaluation environnementale concernant un seul puits d'exploration au sein du PP 1105 et portaient plutôt sur les questions de politique plus large.

Corridor a élaboré et mis en œuvre un programme de consultation au cours de la préparation de l'évaluation environnementale. Les questions et enjeux, pertinents à la proposition d'un seul puits d'exploration, soulevés par les parties prenantes au cours des consultations ont été pris en considération dans la préparation de cette évaluation environnementale.

Le programme de consultation était principalement centré sur les régions géographiques les plus concernées par les activités du projet, c.-à-d. la côte ouest de Terre-Neuve et les îles de la Madeleine. Le programme de consultation mis en œuvre dans la préparation de l'évaluation environnementale comprenait les éléments suivants :

- Examen de l'EES et de ses modifications préparées pour la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve (LGL 2005b, 2007);
- Examen des enjeux soulevés lors des consultations tenues dans le cadre de l'EES de la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve;
- Consultation auprès du public et de divers membres des communautés, pêcheurs, entreprises, organismes, ONG à vocation écologique, etc.;
- Rencontres avec différents ministères et organismes gouvernementaux;
- Journées portes ouvertes;
- Communication et suivi avec les médias;
- Diffusion des renseignements relatifs au projet par l'entremise de médias électroniques et traditionnels; et
- Établissement d'un site Web propre au projet (<http://www.corridor.ca/oil-gas-exploration/gulf-of-saint-lawrence.html>).

Un élément important du programme de consultation était l'enregistrement des préoccupations, commentaires et enjeux soulevés lors des rencontres avec le public. Le détail des consultations ayant eu lieu dans le cadre de la préparation de l'évaluation environnementale est présenté tout au long de cette section. Corridor entend demeurer à l'écoute des parties prenantes intéressées ayant des questions ou des préoccupations concernant le projet proposé.

Le 3 juin 2011, l'OCTNHE a fait parvenir l'Évaluation environnementale au ministère de l'Environnement avec la recommandation de nommer soit un médiateur ou un groupe de révision. Le 15 août 2011, le ministère de l'Environnement a déterminé que l'Évaluation environnementale devrait procéder comme une évaluation préalable, mais a requis qu'une consultation publique complète soit effectuée en conjonction avec une évaluation environnementale préalable. De plus, le ministère de l'Environnement a également demandé une mise à jour de l'Évaluation environnementale stratégique (EES) de 2007 pour la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve. L'OCTNHE a nommé un réviseur indépendant qui mettra l'accent sur les effets environnementaux potentiels du forage proposé pour un seul puits d'exploration sur le PP 1105. Des consultations publiques seront tenues dans les cinq juridictions bordées par le Golfe et le réviseur indépendant présentera un rapport à l'OCTNHE à la conclusion de la révision indépendante, qui sera également rendu public par l'OCTNHE. De plus, l'OCTNHE mettra sur pied un groupe de travail afin de superviser les processus de mise à jour de l'EES pour le secteur au large de l'ouest de Terre-Neuve, en commençant par l'élaboration d'un document d'orientation pour l'EES. Une partie intégrante du processus d'EES



est la consultation publique et l'OCTNHE s'assurera que cette consultation se passe également lors du processus de révision.

### **3.2 Consultation auprès de municipalités locales**

Corridor a rencontré plusieurs représentants de conseils et d'administrations municipales sur la côte ouest de Terre-Neuve et aux îles de la Madeleine, incluant :

- Zone 10 - Marine and Mountain Zone Corporation;
- Ville de Channel-Port aux Basques;
- Chambre de commerce de Port aux Basques;
- Zone 9 - Conseil de développement économique régional des Long Range;
- Association des autochtones du Labrador et de Terre-Neuve;
- Chambre de commerce de Corner Brook;
- Ville de Corner Brook; et
- Société portuaire de Corner Brook.

Corridor a également rencontré les représentants des municipalités des îles de la Madeleine et a fait une présentation à leur Comité sur les hydrocarbures. Bien que cette consultation n'était pas considérée officielle par le Comité sur les hydrocarbures, elle a permis à Corridor l'occasion de procurer de l'information sur le projet et a permis aux membres du Comité de commenter le projet proposé.

### **3.3 Pêches commerciales**

Les groupes de pêche de Terre-Neuve-et-Labrador incluent One Ocean, la Fishermen, Food and Allied Workers Union (FFAW), la Seafood Producers' Association et les pêcheurs de l'ouest de Terre-Neuve. Les îles de la Madeleine comptent aussi quelques organismes de pêche (voir Section 3.3.2).

#### **3.3.1 One Ocean, FFAW et autres groupes de pêche à Terre-Neuve**

One Ocean est un organisme de liaison qui a pour but de faciliter la communication entre les industries des pêches, gazière et pétrolière à Terre-Neuve-et-Labrador. Corridor a rencontré des représentants de One Ocean et de la FFAW à St. John's et a aussi rencontré le représentant de la FFAW de la côte ouest de Terre-Neuve à Corner Brook. Les deux rencontres ont permis de présenter le projet proposé aux parties concernées, lesquelles ont aussi pu faire part à Corridor de leurs préoccupations et commentaires.

#### **3.3.2 Pêcheurs et représentants des pêcheries des Îles-de-la-Madeleine**

En plus des dirigeants municipaux, Corridor a aussi rencontré des représentants de divers organismes de pêche des îles de la Madeleine

- Regroupement des Pêcheurs Professionnels des Îles (RPPIM);
- Regroupement des Palangriers et Pétoncliers Uniques Madelinots (RPPUM); et

- Association des pêcheurs propriétaires des Îles-de-la-Madeleine (APPIM).

Les rencontres incluaient une présentation du projet et ont fourni l'occasion aux représentants des pêcheries de commenter le projet proposé.

### **3.4 Rencontres avec différents ministères et organismes gouvernementaux**

Afin d'obtenir un soutien dans l'évaluation de la portée des impacts, dans l'identification des mesures d'atténuation à mettre en œuvre et le traitement de tout enjeu propre au projet, Corridor et ses conseillers ont mis en place un programme de consultation spécifique aux autorités de réglementation. Celles-ci incluent entre autres :

- OCTNHE;
- MPO (incluant le directeur régional des grands projets - région du Golfe, le conseiller principal de la Division des océans et de l'habitat – région du Golfe, l'analyste principal en évaluation environnementale - région du Golfe, le directeur aux évaluations environnementales et le directeur régional par intérim des évaluations environnementales et des grands projets – Gestion de l'écosystème) (Prendre note que cette rencontre constituait une présentation du projet et n'incluait aucune discussion portant sur l'évaluation environnementale en tant que tel);
- Environnement Canada (Terre-Neuve-et-Labrador);
- Transports Canada et Protection des eaux navigables (Terre-Neuve-et-Labrador);
- Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE);
- Office national de l'énergie;
- L'Assemblée des chefs des Premières Nations du Nouveau-Brunswick;
- La Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard; et
- Représentants du gouvernement et représentants élus, en particulier ceux des gouvernements provinciaux de Terre-Neuve-et-Labrador et du Québec, incluant ceux des ministères des Ressources naturelles du Québec et de Terre-Neuve-et-Labrador.

Le groupe d'étude de Corridor consulte régulièrement les représentants des divers gouvernements et organismes de réglementation, que ce soit dans le cadre de rencontres officielles ou non. L'objectif de ces consultations est de transmettre aux parties prenantes des renseignements et mises à jour concernant l'évolution du projet et l'évaluation environnementale et de leur permettre de faire part à Corridor de leurs commentaires et préoccupations. L'équipe de Corridor a rencontré à plusieurs reprises les représentants de l'OCTNHE et des autorités responsables depuis la soumission de la description du projet.

Corridor a aussi rencontré le premier ministre de Terre-Neuve-et-Labrador et tient des entretiens réguliers avec le ministre des Ressources naturelles de Terre-Neuve-et-Labrador et sons sous-ministre et sous-ministre adjoint afin de les tenir informés de l'évolution du projet.

Ces consultations ont eu lieu par le biais de rencontres personnelles, de conversations téléphoniques et de courriels.

### **3.5 Autres méthodes de consultation**

Corridor a tenu une série de journées portes ouvertes sur la côte ouest de Terre-Neuve. Corridor a aussi informé le public via des communiqués de presse ou le site Web du projet.

#### **3.5.1 Journées portes ouvertes**

Les journées portes ouvertes se sont déroulées sur la côte ouest de Terre-Neuve à Port aux Basques (14 participants), Stephenville (9 participants) et Corner Brook (6 participants, incluant les médias locaux). Elles ont permis de présenter le projet au public à l'aide de prospectus et de panneaux explicatifs. Le public pouvait ensuite discuter avec les représentants de Corridor et son expert-conseil en environnement (Stantec). Tous les participants se sont montrés enclins à ce que le projet se réalise.

#### **3.5.2 Lettres de mise à jour**

Corridor transmet régulièrement des lettres de mises à jour aux personnes et organismes suivants :

- Atlantica Centre for Energy;
- Ville de Corner Brook;
- Chambre de commerce de Corner Brook;
- Association des autochtones du Labrador et de Terre-Neuve;
- Maire de Port Saunders;
- Maire de Souris, Î.-P.-É.;
- Newfoundland and Labrador Oil and Gas Industries Association (NOIA);
- Offshore / Onshore Technologies Association of Nova Scotia;
- Chambre de commerce de Port aux Basques;
- Port Harmon Authority Ltd.;
- Développement durable;
- Ville de Channel-Port aux Basques;
- Zone 9 - Conseil de développement économique régional des Long Range;
- Zone 10 - Marine and Mountain Corporation; et
- Deux groupes de Premières Nations (l'Assemblée des chefs des Premières Nations du Nouveau-Brunswick et la Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard).

Corridor entend poursuivre la transmission de mises à jour aux organismes et personnes précitées.

#### **3.5.3 Communication avec les médias**

Corridor répond aux demandes des médias, comme il convient, et a fourni les renseignements pertinents au projet aux médias locaux, nationaux et internationaux. Corridor vérifie régulièrement le contenu des renseignements rapportés par les médias provinciaux et nationaux, incluant la presse écrite et les médias télévisuels et électroniques.

### 3.5.4 Site Web du projet

Afin d'améliorer la communication de renseignements au grand public, Corridor fournit des informations concernant le prospect de Old Harry sur son site Web (<http://www.corridor.ca/>). Le contenu du site Web est régulièrement mis à jour et le public peut soumettre ses questions ou préoccupations par courriel ou par téléphone en utilisant le numéro sans frais indiqué.

### 3.6 Préoccupations

Le Tableau 3.1 présente le résumé des préoccupations et commentaires émis par les parties prenantes lors du processus de consultation. Les sections de l'évaluation environnementale s'y rattachant y sont aussi indiquées.

**Tableau 3.1 Commentaires soulevés durant le programme de consultation**

Commentaire	Section de l'évaluation environnementale reliée au commentaire
<b>Évènements accidentels</b>	
Est-ce que le modèle de déversement d'hydrocarbures est en 2D ou en 3D?	Section 2.12.2; Document justificatif : SL Ross 2011
Le déversement dans le golfe du Mexique s'est produit au cours de l'exploration	Section ; Document justificatif : SL Ross 2011
Combien de temps cela prendrait-il pour contrôler une éruption subite?	Section NON DISCUTÉE
Est-ce que le modèle de déversement prend en compte le temps que cela prendrait pour contrôler une éruption subite?	Section NON DISCUTÉE DANS SL Ross 2011
Est-ce que des exemplaires du plan d'intervention d'urgence seront disponibles ?	Section 13 (PAS DE DÉCLARATION SPÉCIFIQUE OU D'ENGAGEMENT À CE SUJET
<b>Oiseaux</b>	
Est-ce que des observateurs d'oiseaux de mer seront basés sur les navires de soutien et la plateforme de forage?	Section 7.5.3;
<b>Pêches commerciales</b>	
Où est située la pêche aux crabes dans la Zone F sur les cartes du projet ?	Figure 5.62 <sup>A</sup>
<b>Espèces en voie de disparition ou à statut particulier</b>	
De quelle façon le bruit occasionné par le forage perturbe-t-il les espèces à proximité de la plateforme de forage?	Section 7.2.2.5
<b>Poissons et habitat halieutique</b>	
Qu'est-ce que la zone d'extrusion du sébaste larvaire?	Section 5.7.2
Que sont les marques d'échappement identifiées par l'étude des géorisques?	Section NON DISCUTÉE
Est-ce que le calendrier du programme de forage est prévue afin d'éviter les périodes de migration et de reproduction ?	Tableau 5.11 indique le calendrier, mais pas de déclaration concernant l'évitement
De quelle façon le bruit occasionné par le forage perturbe-t-il les espèces à proximité de la plateforme de forage?	Section 7.4.2.5
<b>Mammifères marins</b>	
De quelle façon le bruit occasionné par le forage perturbe-t-il les espèces à proximité de la plateforme de forage?	Section 7.6.2.5
<b>Zones sensibles</b>	
L'île Brion est une zone sensible	Section 5.7.3; Tableau 5.18

Commentaire	Section de l'évaluation environnementale reliée au commentaire
<b>Participation du public</b>	
La consultation a été restreinte à l'Île de Terre-Neuve et aux Îles-de-la-Madeleine; pourquoi ne pas avoir consulté l'Î-P-E, la N-É et le N-B?	Section 3.1
Pourquoi n'y a-t-il pas eu de « consultation publique » formelle aux Îles-de-la-Madeleine?	Section NON DISCUTÉE
<b>Description technique / du projet</b>	
Est-ce que l'on parle seulement de pétrole ou également de gaz	Section 2.3
Pourquoi est-ce que le forage est restreint à certaines périodes de l'année?	Section 2.6
Est-ce que la plateforme de forage peut résister à l'environnement de la région?	Chapitre 12
Quels sont les produits chimiques qui seront utilisés durant l'évolution de la pente de fracture?	Section NON DISCUTÉE
<b>Divers</b>	
Lacunes identifiées dans les données	Section NON DISCUTÉE
<sup>A</sup> La zone F n'est pas spécifiquement identifiée à la Figure 5.62; il s'agit de la zone d'approvisionnement du crabe de neiges dans la zone 4Tf de l'OPANO, plus proche du PP 1105	

### 3.7 Participation aux conférences

Corridor a également participé à diverses conférences, dont :

- 6 ième Symposium international sur les ressources pétrolières et gazières à l'ouest de Terre-Neuve à Corner Brook (23 au 25 août 2011) - Corridor a effectué une présentation sur son programme d'exploration d'un puits et le potentiel en hydrocarbures de Old Harry;
- 5 ième Symposium international sur les ressources pétrolières et gazières à l'ouest de Terre-Neuve à Corner Brook (21-24 septembre 2010) - Corridor a effectué une présentation sur son programme d'exploration d'un puits et les résultats de l'étude des géorisques;
- Un forum sur le pétrole et le gaz à la mi-avril 2011 organisé par la municipalité des Îles-de-la-Madeleine - Corridor a effectué une présentation sur sa proposition de programme d'exploration d'un puits
- Conférence annuelle *Playing on the Edge* de NOIA à St.John's (21-23 juin 2011) – Corridor a présenté une mise à jour du projet; et
- La conférence « CORE All Energy Conference » à Halifax (3 au 6 octobre 2011) – Corridor a présenté une mise à jour du projet.



## 4.0 MILIEU PHYSIQUE

---

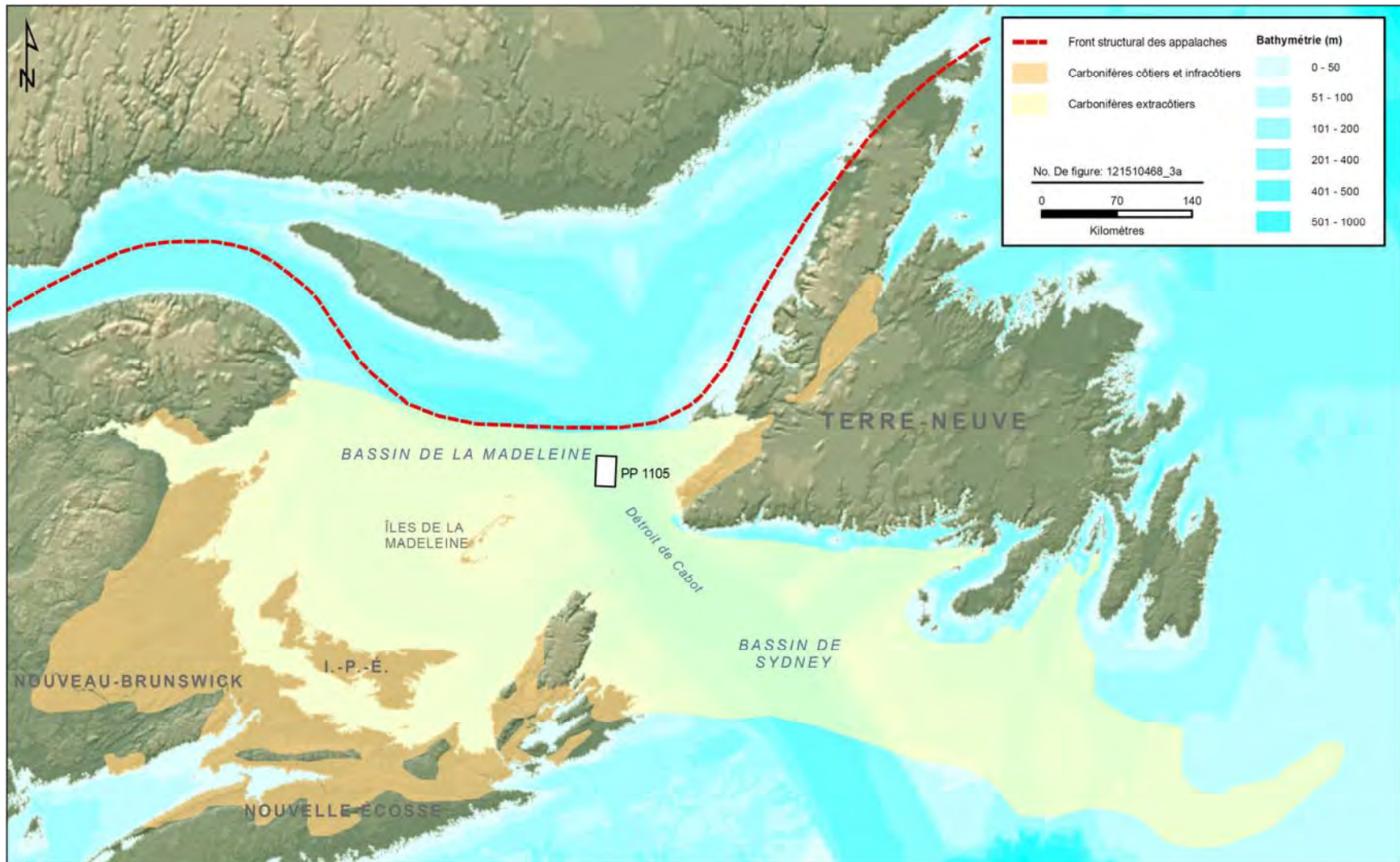
La présente section fournit des détails sur l'environnement physique en rapport avec la zone de prospect de Old Harry, y compris la géologie, l'océanographie physique et la météorologie. Il est possible de consulter les détails d'une discussion approfondie sur l'environnement physique du projet dans l'Évaluation environnementale stratégique (EES) de 2005 (LGL 2005b) et ses modifications préparées en 2007 (LGL 2007) pour la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador. La description de l'environnement physique présentée dans ce document a été résumée à partir de l'information provenant de l'Évaluation environnementale stratégique (EES) pour la région de la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador (LGL 2005b) et de l'évaluation environnementale sur l'étude des géorisques effectuée par Corridor (Stantec 2010), ainsi que des données et de l'information plus récentes qu'il a été possible de consulter.

### 4.1 Géologie

Dans le Golfe, les formations géologiques constituent un élément essentiel des habitats marins étant donné qu'ils influencent la circulation océanique. Les formations géologiques qui forment les fondations du Golfe datent de millions d'années et elles chevauchent trois grandes régions géologiques, dont le Bouclier canadien, la Plate-forme du Saint-Laurent et les Appalaches. Certaines de ces formations géologiques demeurent exposées à l'océan, alors que d'autres sont couvertes de couches de sédiments de diverses profondeurs allant de quelques mètres à des centaines de mètres. Au cours des deux derniers millions d'années, quatre périodes glaciaires et interglaciaires ont transformé ces formations géologiques par suite de l'érosion et de dépôts de sédiments. Le phénomène naturel, incluant le mouvement des icebergs, de même que les activités humaines (c'est-à-dire les chaluts) ont également joué un rôle dans la transformation du plancher océanique du Golfe, comparativement à ce qu'il est devenu aujourd'hui (MPO 2005a).

#### 4.1.1 La géologie des Maritimes et du bassin des Îles-de-la-Madeleine

Sous-jacent au Golfe, au détroit de Cabot, aux Grands Bancs au sud-ouest et aux plateaux continentaux au nord-est de Terre-Neuve, y compris les extensions côtières couvrant cinq provinces canadiennes de l'est, se trouve un immense bassin sédimentaire connu sous le nom de bassin des Maritimes (Lavoie et al. 2009) (Figure 4.1). Le bassin s'est développé en latitude équatoriale, dans une zone d'abordage entre les cratons de la Laurasia et du Gondwana (Figure 4.2) au cours des étapes finales de création du supercontinent de la Pangée (Lavoie et al. 2009). Les roches dans le bassin des Maritimes sont principalement composées de grès, de siltite et de schiste argileux, avec de petites quantités de calcaire, de gypse et de sel. Ces roches varient en âge, allant du milieu de l'âge dévonien à l'âge permien (du Paléozoïque supérieur), mais elles sont généralement vues comme étant de l'époque carbonifère. On retrouve des roches d'âge similaire aux États-Unis (bassin appalachien) et en Europe occidentale (Figure 4.2). Ainsi, le bassin des Maritimes est considéré comme faisant partie d'un ensemble de bassins sédimentaires entre la Laurasia et le Gondwana (Figure 4.2).

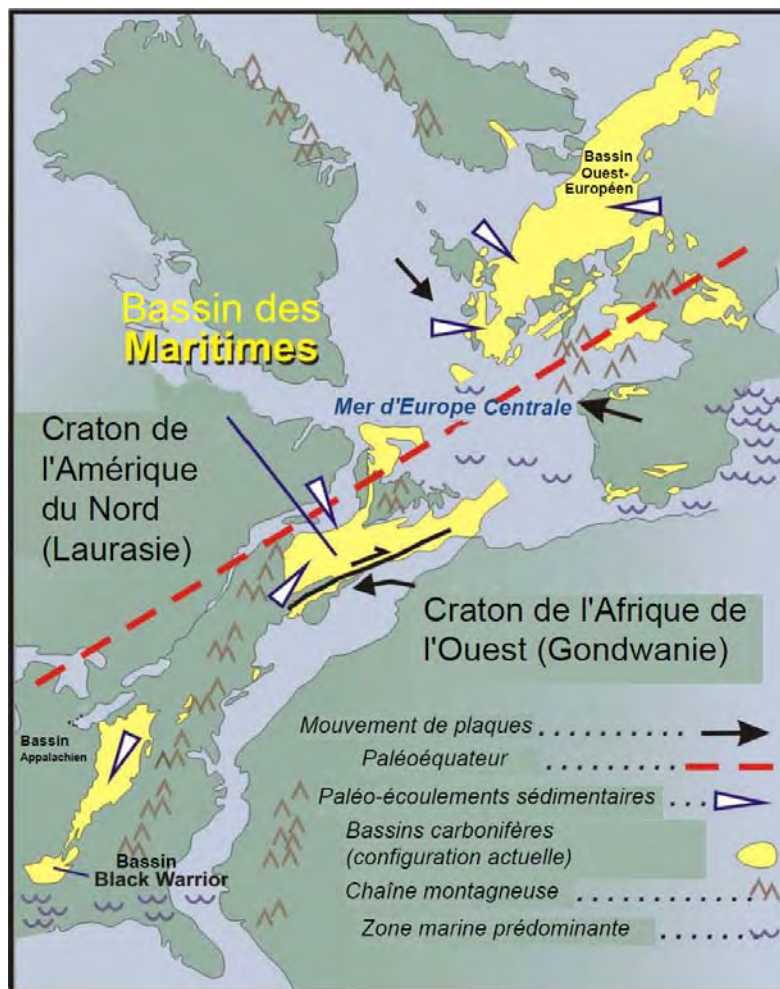


Source : Adapté de Lavoie et al. 2009.

Note : Le bassin des Maritimes est la partie ombragée en jaune pâle et en brun pâle.

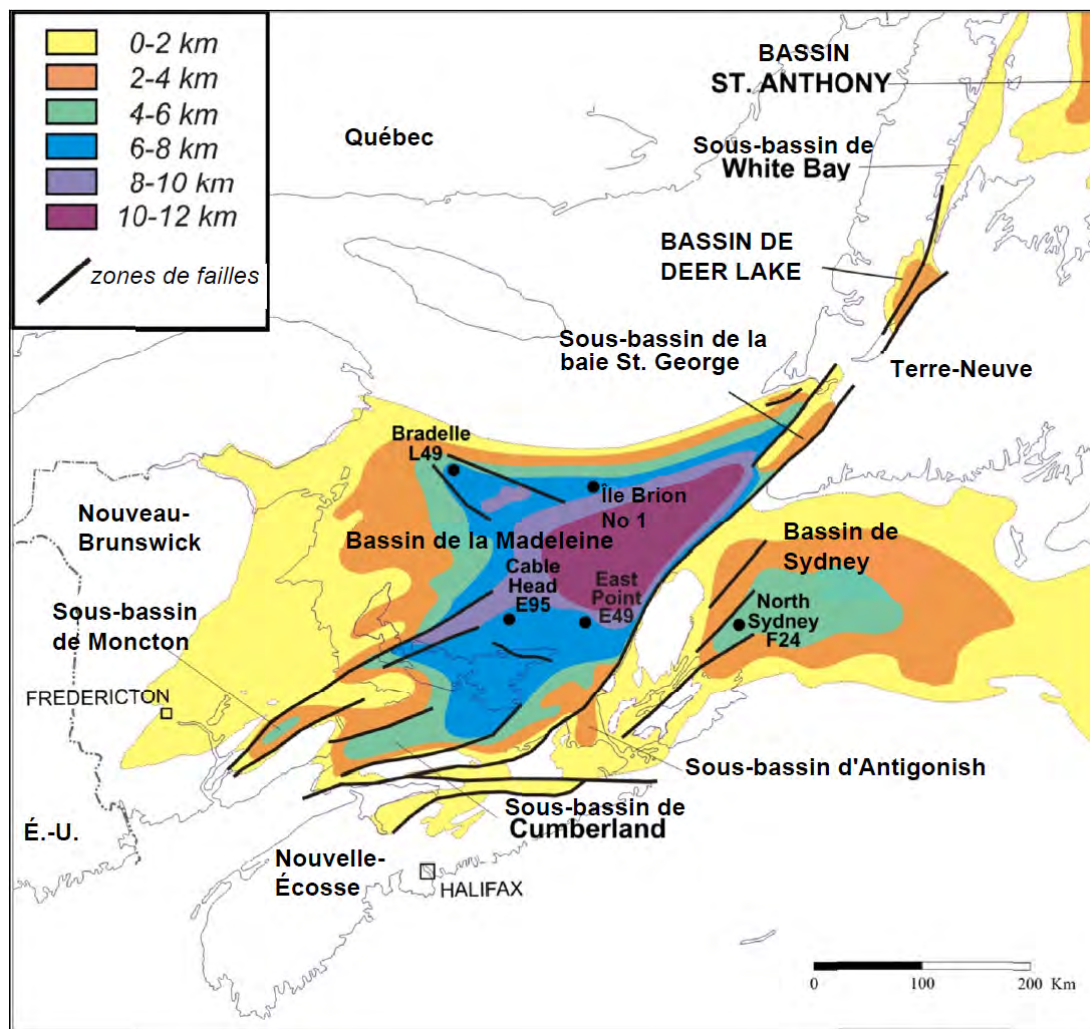
**Figure 4.1 Milieu régional du bassin des Maritimes et site du bassin des Îles-de-la-Madeleine**





**Figure 4.2 Milieu de la tectonique des plaques du bassin des Maritimes**

Les roches sur le bassin des Maritimes sont sous-jacentes à l'ensemble de l'Île-du-Prince-Édouard et aux Îles-de-la-Madeleine et s'étendent vers les côtes à l'est du Nouveau-Brunswick, au nord de la Nouvelle-Écosse et l'île du cap Breton et à l'ouest de Terre-Neuve (Figure 4.1) (Lavoie et al. 2009). Le bassin des Maritimes comprend plusieurs bassins, notamment le bassin des Îles-de-la-Madeleine et celui de Sydney et des sous-bassins locaux. Il englobe un secteur de 250 000 km<sup>2</sup>, avec environ 75 % de la zone extracôtière des bassins (Lavoie et al. 2009). L'histoire géologique du bassin des Maritimes comprend des milieux tectoniques d'extension et des décrochements du Dévonien tardif allant du Carbonifère précoce, de même qu'un milieu de bassin d'horizon marin de décrochement allant de l'âge Carbonifère tardif au Permien précoce (Lavoie et al. 2009). Le bassin des Maritimes contient une couche d'origine peu profonde continentale de l'âge du Dévonien moyen à l'âge du Permien précoce d'une épaisseur d'environ 12 000 m (Figure 4.3) (Lavoie et al. 2009). Le bassin des Maritimes d'aujourd'hui est constitué d'un lambeau d'érosion de couvert plus étendu de la strate du Paléozoïque supérieur (Lavoie et al. 2009). Le PP 1105 est situé dans la partie est du bassin des Îles-de-la-Madeleine (Figure 4.1).

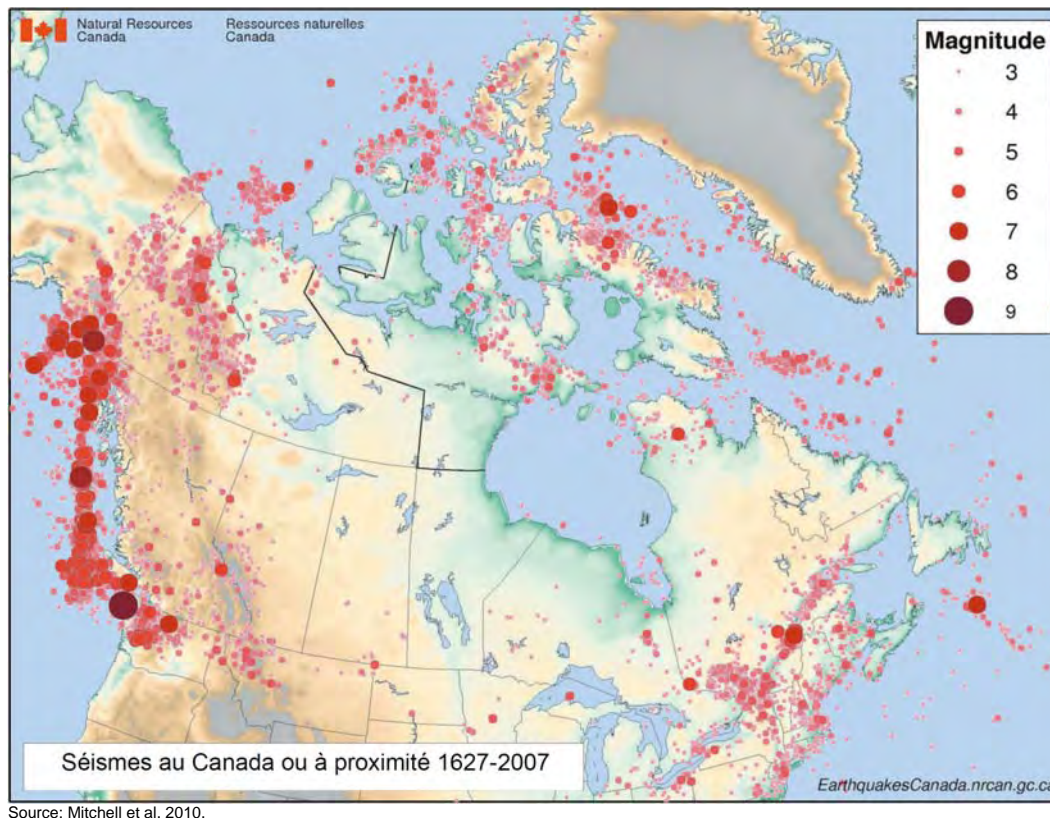


**Figure 4.3 Carte d'isopaches de la strate du Paléozoïque supérieur du bassin des Maritimes**

#### 4.1.2 Séismicité

La sismicité est définie comme étant la fréquence ou la magnitude de l'activité des tremblements de terre dans une région donnée. Les cartes sur la sismicité à l'échelle mondiale montrent que les régions où la sismicité est la plus élevée correspondent habituellement à l'âge des chaînes des plaques tectoniques. Le changement continu des plaques tectoniques est responsable de 97 % des tremblements de terre à l'échelle mondiale (Ressources naturelles Canada 2011). Les causes des tremblements de terre de l'Est du Canada s'expliquent mal. L'Est du Canada fait partie de l'intérieur stable du plateau nord-américain et, en tant que tel, le changement des plaques tectoniques n'est pas la cause de la plupart des tremblements de terre observés dans cette région. L'activité séismique dans les secteurs tels que ceux de l'Est du Canada semble être liée aux champs de contrainte régionaux, les tremblements de terre étant concentrés dans les régions de faiblesse de la croûte (Ressources naturelles Canada 2011).

Les accélérations maximales et les vitesses définissent les zones sismiques dans tout le Canada (Ressources naturelles Canada 2011), qui varient de zéro (Bouclier canadien, qui est une région relativement parasismique) à six (régions qui résistent le plus aux séismes). Le PP 1105 est situé à l'intérieur de la Zone 1 (en tenant compte de la carte sur les zones sismiques de 1985), et il est, par conséquent, considéré comme étant de faible sismicité (Ressources naturelles Canada 2011). Pour le Canada, la sismicité antérieure (de 1627 à 2007) est présentée à la Figure 4.4 et tel qu'il est indiqué, aucune activité sismique enregistrée n'a jamais été enregistrée près du PP 1105.



**Figure 4.4 Séismicité historique au Canada**

#### 4.1.3 Type de sédiments

La configuration tridimensionnelle des sédiments du Quaternaire dans le Golfe ont fait l'objet d'une étude réalisée par Josenhans et Lehman (1999) par le biais d'une analyse des observations sismiques par réflexion haute résolution et d'échantillons de carottes. Les résultats ont été interprétés et les sédiments ont été sous-divisés en trois unités sismostratigraphiques, incluant des sédiments de till juxtaglaciaire, des sédiments glaciomarins et des sédiments postglaciaires. Les sédiments de till juxtaglaciaire reposent au-dessus du substratum et autres dépôts plus anciens de till et leur épaisseur varie selon les régions de dépôts discontinus aux dépôts morainiques d'une épaisseur pouvant aller jusqu'à 180 m. On a, par la suite, interprété que cette couche de till juxtaglaciaire contenait de multiples dépôts de till juxtaglaciaire, lesquels ont été subdivisés dans les couches inférieures, moyennes et supérieures de till. Des

échantillons prélevés de la partie inférieure de la couche de till contenaient du silt argileux roux avec grès grossier et de grandes quantités de clastes d'argile et de galets. La couche moyenne de till se trouve le long de la bordure est du plateau madelinien (Figure 4.5) et s'étend sur le versant sud-ouest du chenal Laurentien. Les sédiments de cette couche sont brun foncé et sont composés de boues calcaires silto-sableuses avec des galets et des billes d'argile durcies de couleur rouge. La couche supérieure de till glaciaire s'étend sur les versants sud-ouest du chenal Laurentien et les sédiments composant cette couche sont des boues d'argile massives, de couleur gris foncé et des clastes de calcaire, de fragments ignés et de roche phylladienne noire. Les sédiments glaciomarins reposent au-dessus de la couche de till juxtaglaciaire et sont composés d'argile limoneuse massive avec des sédiments graveleux et caillouteux et de fragments de roche. La troisième couche sismostratigraphique, les sédiments postglaciaires, constitue la couche supérieure et est composée de boues calcaires et de boues sablonneuses massives de couleur grise et contient quelques fragments de coquillages. En règle générale, les dépôts de sédiments glaciaires les plus épais se retrouvent en direction de la pente sud-ouest du chenal Laurentien.

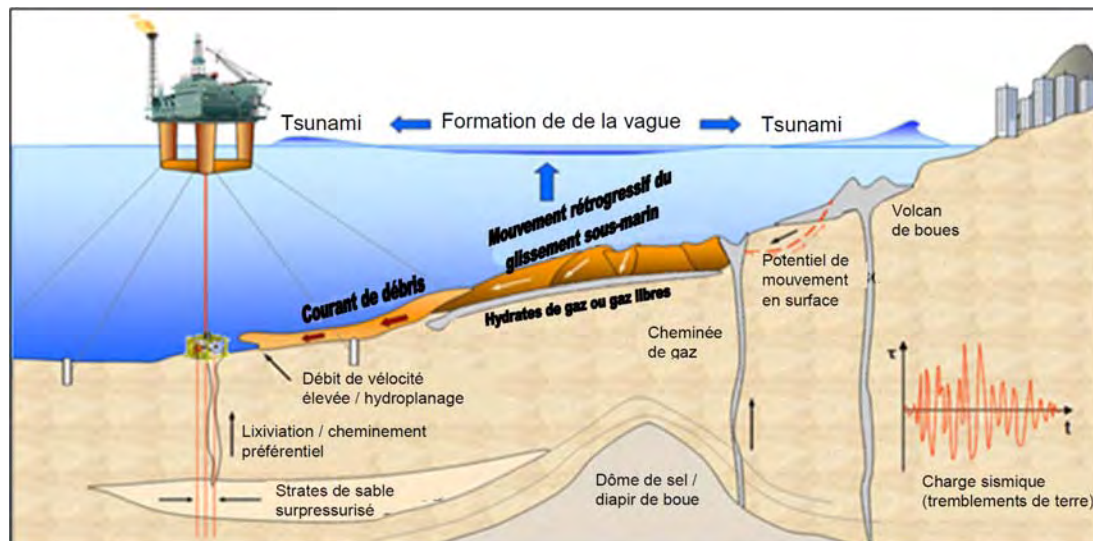


Source: Dufour et Ouellet 2007.

**Figure 4.5** Caractéristiques physiques présentes dans le golfe du Saint-Laurent

#### 4.1.4 Risques naturels ayant un impact sur le plancher océanique

On nomme géorisques les risques naturels ayant un impact sur le plancher océanique. Le géorisque est défini comme « Un état géologique qui représente ou qui a le potentiel de se développer plus avant en une situation menant à des dommages ou à un risque non contrôlé ». Les géorisques sont présents partout sur la planète et sont toujours liés à des conditions et à des phénomènes géologiques spécifiques, récents ou anciens. Les géorisques en mer importants incluent : (i) les instabilités du fond marin et les phénomènes de mouvement de masse incluant les courants de débris et les écoulements gravitaires (glissements sous-marins); (ii) les phénomènes de pression interstitielle (ex. : l'accumulation peu profonde de gaz, les hydrates de gaz, les débits d'eau peu profonds, le diapirisme et le volcanisme de boue, les cheminées de fluide, les dépressions coniques); et (iii) la sismicité (Figure 4.6).



Source : ICG 2010.

**Figure 4.6 Principaux géorisques en mer**

Une évaluation des risques et contraintes de forage du projet de puits d'exploration de Old Harry a été menée en octobre 2010 (FGI 2010). Les contraintes sont les caractéristiques ou conditions pouvant affecter les activités de forage ou d'installations, mais ne constituant pas un risque pour la sécurité. Elles incluent des éléments tels des blocs localisés près de la surface pouvant occasionner des refus durant le forage ou avoir un impact sur l'alignement structural du cuvelage durant l'installation, nécessitant alors un rebattage au câble ou une réinstallation. Par comparaison, un risque peut représenter un risque pour la sécurité, par exemple la présence d'un gaz peu profond surcomprimé au sein de l'intervalle de forage du trou non tubé, ce qui pourrait causer une éruption. Les risques peuvent être évalués qualitativement comme ayant une probabilité faible ou élevée de se produire, en se basant sur l'interprétation des données géologiques et géophysiques disponibles. Une probabilité élevée est attribuée si les conditions géologiques sont propices et que les données indiquent la présence d'un risque spécifique. Dans ce cas, l'occurrence de risque est considérée comme probable. Dans le cas d'une probabilité faible, les conditions géologiques observées peuvent être propices et, bien que les données ne confirment pas nécessairement la présence d'un risque, elles n'excluent pas la possibilité de ce risque (FGI 2010).

Des données géophysiques à haute résolution furent acquises sur le site du puits proposé aux fins d'une évaluation des risques de forage à faible profondeur (FGI 2010). Les données géophysiques furent acquises à l'intérieur d'un site d'étude rectangulaire de 22,5 km<sup>2</sup>, d'alignement nord/nord-ouest / sud/sud-est. Les dimensions du site sont de 4,5 km (ouest/sud-ouest / est/nord-est) par 5 km (nord/nord-ouest / sud/sud-est). L'évaluation a été effectuée afin d'identifier les risques et contraintes géologiques sur le fond marin et sur la sous-surface à faible profondeur pertinents pour la sécurité et l'efficacité des activités proposées de forage d'exploration. L'évaluation a été limitée à l'intervalle de forage du « trou non tubé » (environ 600 m sous le plancher océanique). Les risques naturels pouvant avoir un impact sur le plancher océanique sont décrits et discutés aux sections suivantes et les résultats provenant de l'étude des géorisques de Old Harry (FGI 2010) sont inclus lorsqu'appropriés.

#### 4.1.4.1 Conditions du fond marin

La géologie superficielle et peu profonde dans le PP 1005 reflète des phénomènes de glaciation Pleistocène et de sédimentation marine subséquente (FGI 2010). Le retrait définitif du chenal Laurentien de la glace du Wisconsinien tardif est enregistré par la succession sédimentaire près de la surface, laquelle consiste en un diamiction glaciaire (till), recouvert par des boues glaciomarines (limon d'émeraude), le tout drapé d'argile limoneuse superficielle de l'Holocène (argile de LaHave) (Fader et al. 1982; Grant and Morrison 1996). Les argiles de LaHave sont des équivalents de dépôts de talus riches en sable (Sables de Sambro) sur les flancs du chenal Laurentien, lesquelles sont dérivées de l'érosion transgressive du banc Saint-Pierre et des zones de plateau adjacentes alors que le niveau de la mer s'élève à partir d'un bas niveau post-glaciaire de -110 m (Fader et al. 1982; Josenhans and Lehman 1999; Quinlan and Beaumont 1981).

Josenhans et Lehman (Josenhans and Lehman, 1999) décrivent une succession typique de dépôts juxtaglaciaires et dépôts de till, de dépôts d'argile proximale et distale, ainsi que des boues marines superficielles. Trois sous-unités de till associées aux multiples avancées glaciaires ont été définies, dont seulement la plus ancienne (Till Inférieur) est présente dans la région du prospect de Old Harry. Les tills forment une couverture discontinue par-dessus le fond marin et sont drapés de sédiments glaciomarins et de boues de l'Holocène (FGI 2010).

Le prospect de Old Harry est situé dans le bassin de la Madeleine (FGI 2010). La formation du Bassin fut initiée durant les stades ultimes de l'orogénèse acadienne dans un milieu tectonique d'extension, avec des périodes de transpression dextre (Williams 1995; Hayward et al. 2002). Au sein de la région du prospect de Old Harry, le Bassin abrite une strate sédimentaire du Carbonifère supérieur comportant plusieurs étages de grès interstratifiés de siltites à grain fin, de schiste et de mudstones (Giles and Utting 1999, 2003). L'ancienne strate horizontale à légèrement pentue a été pliée et fissurée par une activité tectonique engendrée par le sel, résultant ainsi en un système d'anticlinaux et de synclinaux limités par des failles, engendrant une fermeture structurale aux ensembles prometteurs d'hydrocarbures (Hayward et al. 2002).

À l'intérieur du chenal Laurentien, la strate a été profondément érodée par la glaciation du Pleistocène. Dans le secteur du puits de Old Harry, la succession sédimentaire peu profonde comporte une formation Cable Head partiellement érodée et dominée par du grès sur le dessus, reposant sur une formation Green Gables à grains plus fins, et sur une formation Bradelle davantage stratifiée, laquelle est interprétée comme abritant du grès retenant un réservoir prometteur de qualité (Hayward et al. 2002; Hu and Dietrich 2008, 2009;).

Le site de Old Harry est situé sur le plancher du chenal Laurentien, une gigantesque vallée en U surcreusée par les glaces séparant le banc des Îles-de-la-Madeleine et le plateau étroit du sud-ouest insulaire de Terre-Neuve (FGI 2010). Les niveaux de profondeur au sein de la région étudiée du puits de Old Harry vont de 462 m au nord-ouest jusqu'à 482 m dans l'est; et le fond marin plonge localement au sud-est à une moyenne de moins 1°. Le fond marin affiche une topographie ondulante légèrement avec une large « dorsale océanique » à bas relief en direction sud-est à travers le centre du site, ainsi que des fosses de faible élévation sur chaque côté.

L'emplacement de surface du puits proposé est situé près de la crête de la dorsale océanique à 470 m de profondeur. La pente locale du fond marin est de  $<1^\circ$  SSO (FGI 2010).

Les sédiments du fond marin de la région étudiée du site de Old Harry sont constitués principalement de boues glaciomarines légères et post-glaciaires avec quelques matières occasionnelles à grains grossiers dérivées du transport glaciaire (FGI 2010). Les boues (>60 pour cent d'argile, >30 pour cent de limon et <5 pour cent de sable) sont interprétées comme ayant été déposées par une sédimentation pélagique graduelle en eaux profondes entre le Wisconsinien tardif et l'Holocène. Un énorme décalage dans les données de carottage par piston suggère que les boues superficielles sont bioturbées et qu'elles contiennent des clastes occasionnelles de transport glaciaire. Des images vidéos du plancher océanique montrent un fond marin généralement constitué de boues lisses comportant des terriers communs formés par l'endofaune benthique. Des réseaux isolés de cailloux provenant du transport glaciaire ont été aperçus (FGI 2010).

Les conditions d'ancrage sont considérées comme étant généralement favorables dans la zone du puits de Old Harry. Aucun aménagement ni obstruction fabriqués par l'homme n'a été identifié ou répertorié qui pourrait nuire au forage ou à l'ancrage sur le site du puits (FGI 2010).

### **Bloc rocheux**

Il existe la possibilité de la présence de pierres et/ou de bloc rocheux de transport glaciaire à l'intérieur des dépôts près de la surface de l'Unité 1, jusqu'à la discordance glaciaire quaternaire de base. Les dépôts de boues marines superficielles de l'Holocène varient d'environ 9 à 28 m d'épaisseur à travers le site de Old Harry et on estime à 15 m leur profondeur sur l'emplacement du puits proposé. Le potentiel de retrouver de la matière à grains grossiers augmente généralement sous les boues marines superficielles de l'Holocène, à l'intérieur des sédiments glaciomarins proximaux et de till basal. Il pourrait y avoir un potentiel de retrouver un plancher océanique fragmenté sur la surface enterrée et érodée glaciairement du fond marin. Bien que des blocs rocheux isolés peuvent apparaître, on estime que la probabilité est faible que des blocs rocheux près de la surface puissent occasionner des refus de forage ou des problèmes de cuvelage sur le site du puits de Old Harry (FGI 2010).

### **Failles**

Un système de failles standards à tendance sud-ouest/nord-est est présent dans la partie sud du secteur du site à l'étude, formant une structure de style graben (FGI 2010). La faille est associée probablement à un arrachement et un mouvement tectonique occasionné par le sel. Ces failles ne sont pas considérées comme actives. Il est noté que le site du puits proposé à Old Harry est situé approximativement à 1 200 m au nord-ouest du système de failles et qu'il ne traverse pas les failles interprétées.

#### **4.1.4.2 Phénomène de pression interstitielle**

Le phénomène de pression interstitielle considéré dans ce rapport inclut l'accumulation peu profonde de gaz, les hydrates de gaz, les débits d'eau peu profonds, le diapirisme de boue, le

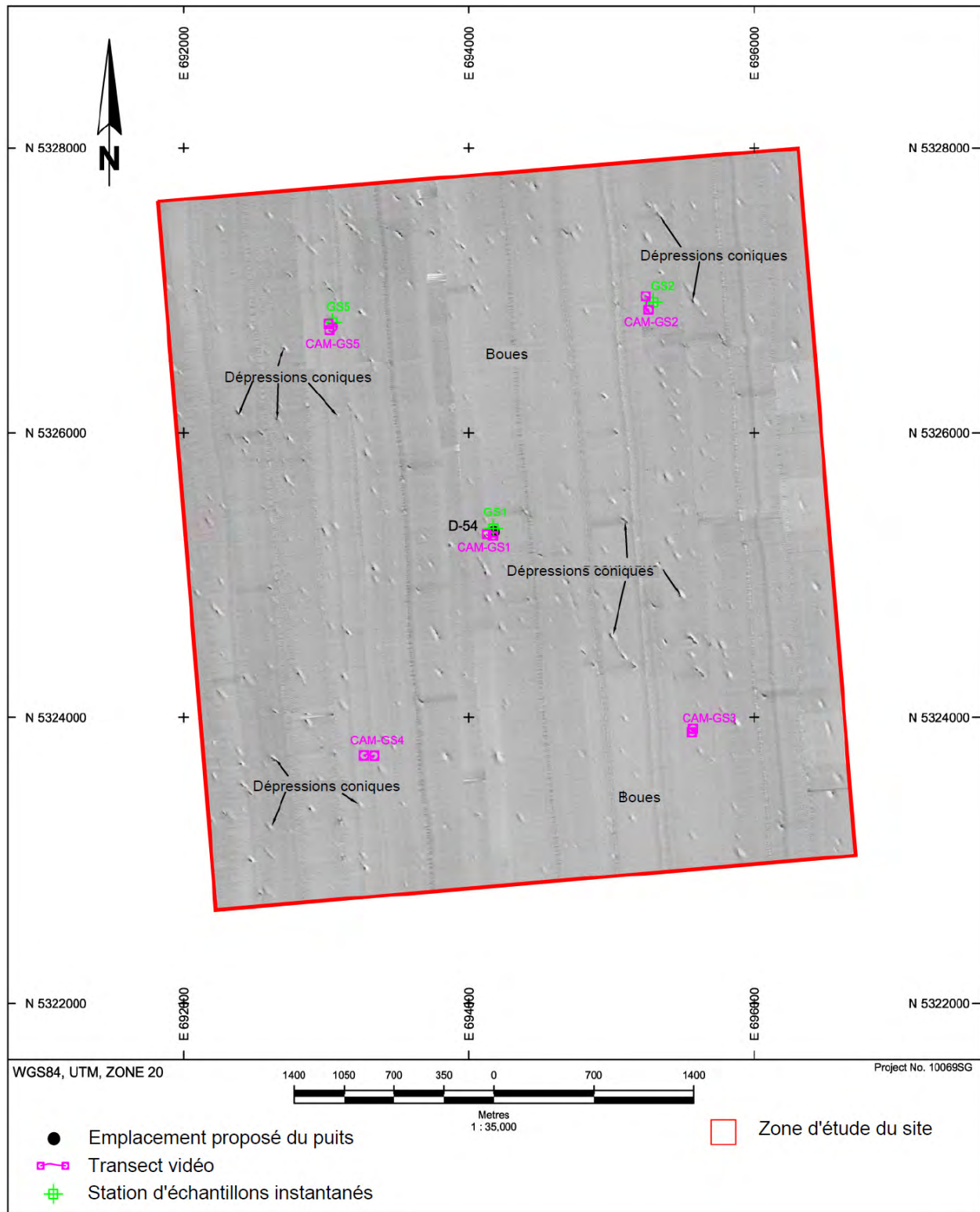
volcanisme de boue, les cheminées de fluide et les dépressions coniques. Alors que ce sont tous des phénomènes individuels, ils sont reliés, et ils sont une expression d'activités passées ou actuelles de débits de fluide reliés à des conduits tels des failles ou des discontinuités sédimentaires. Le débit de fluide au sein des sédiments, exploitant des trajectoires de sédiments ou de failles perméables, occasionne des migrations en hauteur de gaz et d'eau expulsés par les sédiments en profondeur. Le résultat final de ces extrusions sont les dépressions coniques et les volcans et diapirismes de boues, lesquels se forment lorsque les sédiments entraînés vers le haut font éruption au niveau du plancher océanique. Ces phénomènes sont associés à la pression interstitielle excessive en profondeur, laquelle fait diminuer la force des sédiments et augmenter le potentiel d'un glissement de talus. L'utilisation d'outils de mappage haute résolution du plancher océanique a permis l'identification de glissements de terrain sous-marins, de dépressions coniques, de volcans de boues et de failles actives avec un niveau de détails sans précédent. La preuve morphologique suggère que toutes ces caractéristiques devraient être considérées comme communes plutôt que comme exceptionnelles pour le plancher océanique (Cochonat et al. 2007).

### **Dépressions coniques**

Les dépressions coniques sont des caractéristiques concaves en forme de cratère sur le plancher océanique, mesurant généralement jusqu'à plusieurs centaines de mètres de diamètre et des dizaines de mètres de relief (King and MacLean 1970; Kelley et al. 1994). La formation de dépressions coniques est surtout causée par le suintement des gaz thermogéniques et biogéniques (Rogers et al. 2006) et le rejet d'eau interstitielle (Harrington 1985). Les dépressions coniques ont été décrites dans des secteurs qui ont été affectés par la dérive des glaciers qui se sont détachés du sous-plancher océanique (Paull et al. 1999) ainsi que par la décomposition des hydrates de gaz (Solheim and Elverhøi 1993). Les dépressions coniques sont également causées par le mouvement terrestre des icebergs ou les activités anthropiques tels le chalutage et l'ancrage des bateaux (Harrington 1985; Fader 1991).

Environ 250 dépressions coniques sur le fond marin sont présentes à travers le site à l'étude de Old Harry (FGI 2010) et leur répartition est indiquée à l'aide de l'imagerie par sonar à balayage latéral et à faisceaux multiples (Figure 4.7). Les caractéristiques sont asymétriques avec un allongement dominant vers le sud/sud-est, dans la direction des courants de fond dominants. Ils mesurent typiquement 50 m de large par 100 m de long et communément moins de 2 m de profond. Les plus petites dépressions coniques imagées par les données à faisceaux multiples ont approximativement un diamètre de 20 m. Les dépressions coniques isolées atteignent des profondeurs d'environ 5 m sous le fond marin avoisinant. Les pentes latérales intérieures des dépressions coniques sont typiquement de  $<2^\circ$  mais excèdent  $5^\circ$  en certains endroits (FGI 2010).





Source : FGI 2010

**Figure 4.7** Mosaïque du sonar par balayage latéral représentant les dépressions coniques à Old Harry

La densité surfacique des dépressions coniques au sein du site à l'étude est d'environ 11/ km<sup>2</sup>. La répartition des dépressions coniques ne démontre pas de schémas bien définis, bien qu'elles apparaissent en plus grand nombre au sud-est de l'emplacement proposé du puits de Old Harry (FGI 2010). Quelques-unes des dépressions coniques se sont alignées et sont entrées en coalescence les unes avec les autres afin de former des dépressions de fond marin plus longues orientées dans la direction du courant dominant, comme cela arrive principalement dans la partie nord-est du site. Nous ne savons pas si l'une ou l'autre de ces caractéristiques comporte une exhalaison active; cependant, certaines sont distinctes alors que d'autres apparaissent éteintes et sont potentiellement plus anciennes (FGI 2010). L'expulsion des fluides serait probablement graduelle et intermittente (Grant and Morrison 1996).

L'imagerie par sonar à balayage latéral démontre localement une réflectance acoustique élevée dans plusieurs des dépressions coniques, suggérant que des accumulations de matière à grains grossiers pourraient s'être formées à la base de ces éléments, en raison d'un vannage progressif par expulsion des fluides des sédiments à grains fins (FGI 2010). La matière à grains grossiers (transportée par les glaciers), préalablement encastrée une matrice boue / argile, s'est sédimentée au fond des dépressions coniques lorsque les sédiments fins se sont retrouvés suspendus par exhalaison, puis transportés par le courant. Certaines des dépressions coniques démontrent des bombements locaux du fond marin sur les franches en aval du courant où certaines des charges de sédiments en suspension ont été rapidement déposées près de la source (FGI 2010).

Les dépressions coniques devraient être évitées lors de la sélection des emplacements des amorces de puits. Dans l'éventualité où un MODU ancré est utilisé pour le forage, les dépressions coniques les plus profondes devraient être évitées lors de l'installation de l'ancrage.

### **Formations de gaz peu profondes**

Les formations de gaz peu profondes, c'est-à-dire celles qui se trouvent à des profondeurs de moins de 1000 m sous le fond marin (vannes and Judd, 1992), peuvent présenter un risque pour les forages sans colonne montante ou les sondages en découvert effectués en mer, comme les forages géotechniques ou le forage des sections supérieures des puits de pétrole et de gaz. Les formations de gaz peu profondes proviennent de deux sources : thermogénique et biogénique. Les gaz thermogéniques se forment en profondeur sous des pressions et températures élevées. Ils peuvent se retrouver dans la subsurface peu profonde où ils migrent à partir d'un gisement plus profond (vannes and Judd, 1992). Les gaz thermogéniques peuvent migrer vers la surface le long de voies naturelles, par le biais de strates poreuses ou le long de failles, ou le long de puits fuyants. Les gaz biogéniques se forment à de faibles profondeurs par l'activité bactérienne.

Les gaz biogéniques sont de loin les gaz les plus courants dans les sédiments superficiels (Lin et al., 2004). Ils se forment grâce à un apport suffisant en matières organiques et un taux de sédimentation rapide qui permet d'enterrer ces matières avant qu'elles ne s'oxydent. Ces gaz s'accumulent lorsqu'ils peuvent migrer en phase libre (riz, 1993), ce qui se produit lorsque la concentration dans le fluide interstitiel dépasse la solubilité des gaz, ou lorsque les gaz

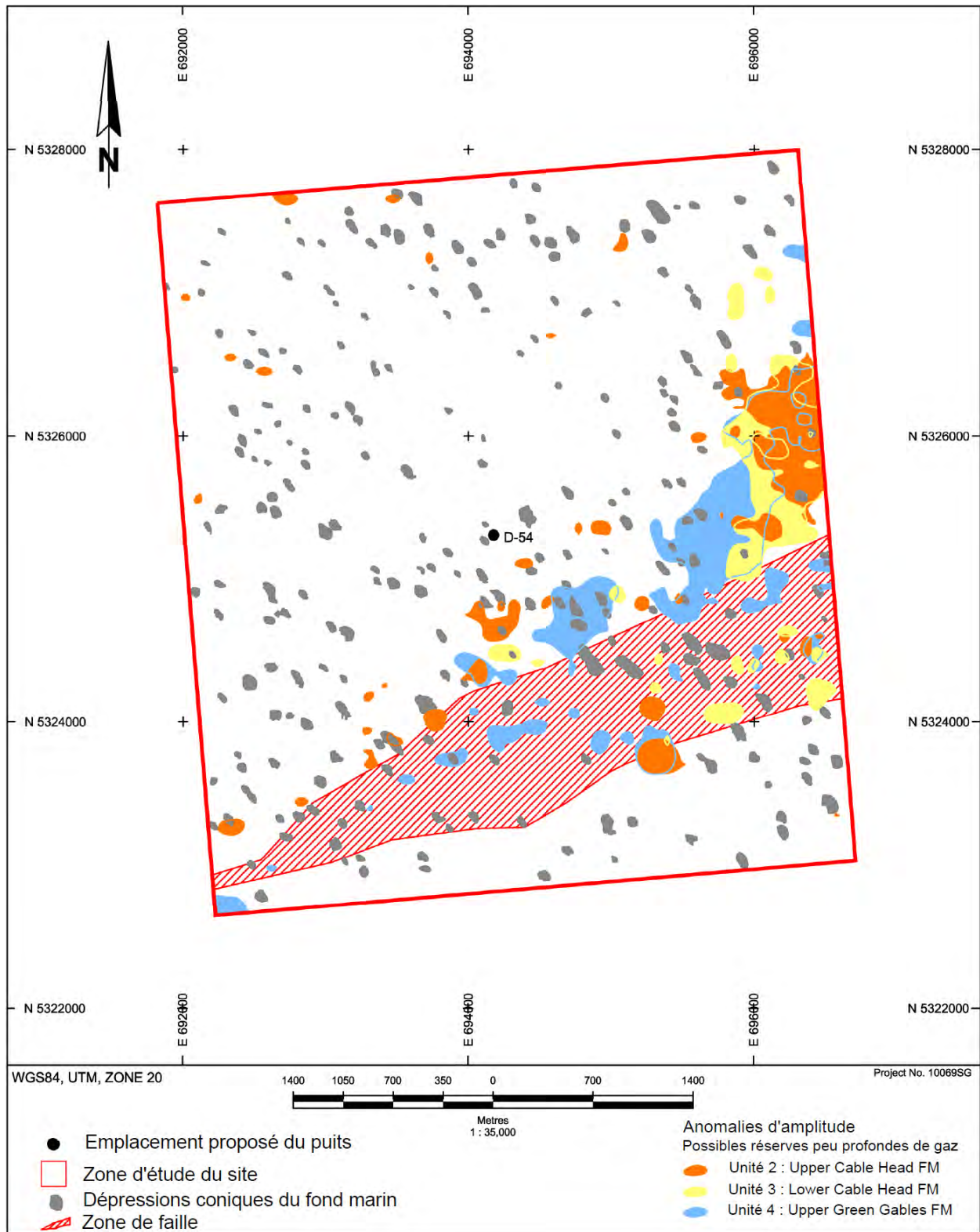
subissent une exsolution en raison de la réduction de la pression hydrostatique, ce qui peut survenir par l'érosion du fond marin ou l'abaissement du niveau de la mer.

Les formations de gaz peu profondes ne peuvent provenir que de gisements plus profonds et sont maintenues en place par des enveloppes étanches. Elles sont généralement constituées de matériaux grossiers comme du sable et leur étanchéité est assurée par des sédiments fins comme de l'argile (Kortekaas et al., 2011).

Les observations géophysiques relevées lors du sondage de sédiments laissent croire qu'il pourrait y avoir du gaz à proximité de la surface du site de Old Harry (FGI 2010). En effet, des dépressions coniques et des colonnes de faibles amplitudes y ont été observées. L'atténuation acoustique à proximité des dépressions coniques porte à croire que les sédiments fins près de la surface pourraient renfermer du gaz (probablement du méthane), lequel risque de s'échapper du fond marin. Cependant, il convient de noter que le gaz possiblement présent près de la surface à Old Harry ne produit pas d'atténuation étendue avec perte de stratigraphie et structure acoustique, ce qui est généralement observable dans les données de profilage haute fréquence des fonds marins où des sédiments superficiels sont considérablement chargés de gaz (FGI 2010).

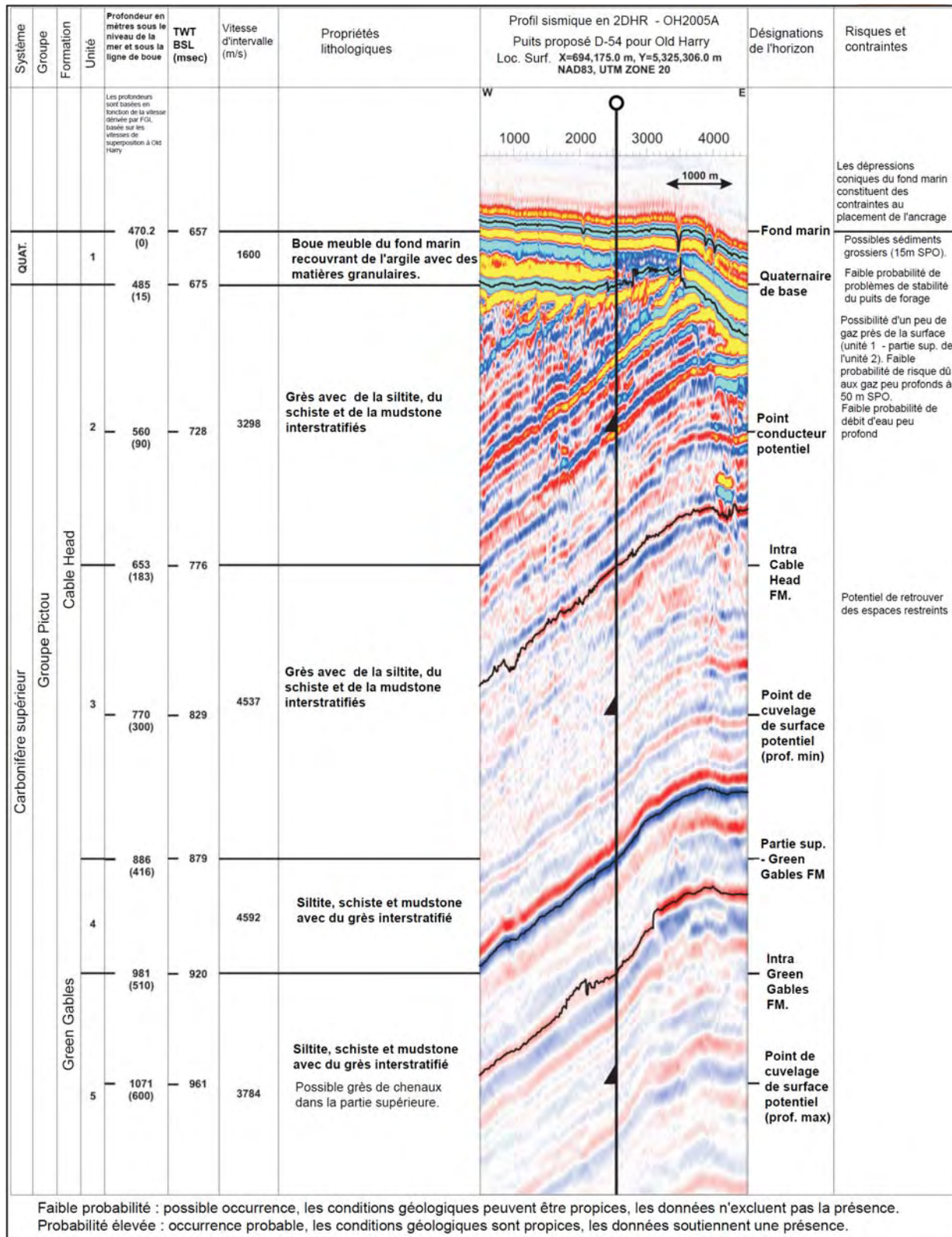
Des anomalies sous-marines localisées de forte amplitude qui pourraient révéler de possibles formations de gaz peu profondes ont été observées à l'intérieur du site de Old Harry (FGI 2010). Ces anomalies surviennent au sein du substratum rocheux carbonifère peu profond le long d'une tendance sud-ouest-nord-est traversant la partie sud du site. Celles-ci coïncident surtout avec la zone de failles cartographiée le long de la structure anticlinale qui devient moins profonde vers le nord-nord-est. Des anomalies de forte amplitude qui pourraient révéler de possibles formations de gaz ont été observées à plus de 200 m au sud-est de l'emplacement du puits. Ces anomalies présentent certaines caractéristiques propres au gaz, y compris des déclivités latérales abruptes, etc. (FGI 2010). Des anomalies surviennent en amont-pendage du site de forage proposé, au sein d'une structure anticlinale tronquée. Ces anomalies qui apparaissent sur la carte des risques et contraintes relevés dans la zone d'étude ne constituent pas un danger sur le site de forage proposé (voir les Figures 4.8 et 4.9) (FGI 2010).

Il convient de noter que les amplitudes anormales surviennent près de la limite amont-pendage du réflecteur de creux (Figure 4.8), ce qui laisse à penser qu'il peut y avoir une migration de gaz en amont-pendage le long des plans de litage (FGI 2010). La possibilité de communication entre le litage d'amplitude modérée, les anomalies de faible amplitude (amont-pendage) et les marques apparentes d'échappement de fluide ou de gaz sur le fond marin laissent croire qu'on ne peut exclure la présence de gaz sur la base des données disponibles. Cependant, l'observation des caractéristiques sismiques ne semble pas révéler la présence d'une zone de gaz surcomprimé sous l'emplacement du puits proposé à Old Harry. L'interprétation du réflecteur sous l'emplacement du puits laisse croire qu'il est peu probable que les formations de gaz peu profondes constituent un danger pour les activités de forage. Comme on ne peut exclure la possibilité qu'il y ait des formations de gaz peu profondes à l'emplacement du puits proposé, il est donc proposé de prendre en considération certaines options d'atténuation (FGI 2010).



Source : FGI 2010

**Figure 4.8 Carte des risques et contraintes relevés dans la zone d'étude de Old Harry**



Source : FGI 2010

**Figure 4.9 Risques et contraintes relevés sur le site de forage proposé de Old Harry**

## Hydrates de gaz

Les hydrates de gaz surviennent naturellement sur terre dans le pergélisol et dans les sédiments du fond marin où de l'eau et du gaz se combinent à de basses températures et des pressions élevées pour former une substance solide ressemblant à de la glace. Le méthane, ou gaz naturel, est généralement le gaz dominant dans la structure des hydrates. Dans les hydrates de gaz, des molécules d'eau gelée forment une structure en forme de cage autour de fortes concentrations de gaz naturel. Il s'agit plus précisément de composés solides non stoechiométriques s'apparentant à des cristaux de glace (Sloan, 1998).

Les hydrates de gaz se retrouvent abondamment partout dans le monde dans les quelques premières centaines de mètres de sédiments sous les marges continentales à des profondeurs de 100 à 1000 m (quelques centaines et quelques milliers de pieds). La zone de stabilité des hydrates de gaz dans le milieu marin est déterminée par la profondeur de l'eau, la température du fond marin, la pression interstitielle, le gradient thermique et la composition des gaz et des fluides. La base du champ de stabilité des hydrates est limitée par l'augmentation des températures en profondeur sous le fond marin (Sloan, 1998). Actuellement, la détection de réflecteurs de simulation de fond basée sur des données sismiques constitue le principal indicateur d'hydrates de méthane en milieu marin (CGG Veritas 2011).

En analysant les données recueillies sur les sédiments sous-marins, la présence de dépressions coniques dans les fonds marins et d'amplitudes localement atténuées laisse croire qu'il peut y avoir des formations de gaz peu profondes sur le site de Old Harry. Si les conditions de température et de pression sont favorables, des hydrates de gaz pourraient s'y former (FGI 2010). Les paramètres estimés pour le site de Old Harry ont été reportés sur une courbe d'équilibre de phases afin de mieux comprendre le potentiel de formation d'hydrates qu'il présente. La profondeur d'eau à l'emplacement du puits de Old Harry est de 470 m. La température de l'eau près du fond marin est de 5 °C. Le gradient géothermique de la subsurface n'est pas bien connu pour la zone de forage. Ces paramètres et hypothèses confinent le site de Old Harry à la limite supérieure de la courbe d'équilibre de phases des hydrates de gaz. Dans le cas de l'eau salée, la tendance géothermique est presque tangentielle à la branche supérieure de la courbe d'équilibre de phases sans la couper, ce qui laisse croire que les conditions de formation d'hydrates ne sont pas respectées. Étant donné que les eaux interstitielles des sédiments près de la surface à Old Harry sont susceptibles d'être salines à une certaine profondeur, il est donc peu probable que des hydrates de gaz s'y forment et demeurent stables à proximité du fond marin (FGI 2010).

En outre, il semble que les sédiments près de la surface (quaternaires) dans les environs du puits soient principalement constitués de grains fins et comportent une matrice d'argile. On peut donc conclure que ceux-ci ne peuvent favoriser le développement d'hydrates. De plus, aucun réflecteur de simulation de fond apparent n'indique qu'il y a une accumulation de gaz libre sous une potentielle zone de stabilité d'hydrates de gaz (FGI 2010).

S'il y a des hydrates de gaz dans la région, ils sont probablement localisés et diffusés dans des sédiments fins sous la forme de petits cristaux, de petits ou grands nodules, de lentilles et d'intercalations ou de minces veines. S'il y a des gaz en phase libre (ou gaz mixtes et hydrates)

dans les sédiments non consolidés près de la surface du site, ceux-ci ne devraient pas être surcomprimés (FGI 2010).

Les risques potentiels associés aux hydrates de gaz comprennent l'affaissement du sol, l'émission de méthane et l'instabilité du fond marin et de ses talus. Des sédiments porteurs d'hydrates de gaz pourraient être remués lors des activités de forage en haute mer, ce qui pourrait compromettre certaines structures comme le puits de forage, les pipelines, les supports de l'appareil de forage et d'autres équipements utilisés dans la production de pétrole et de gaz. Les diminutions de pression ou les hausses de température peuvent entraîner certains problèmes comme le rejet rapide de grandes quantités d'hydrates de gaz dans un puits lors de son forage (Folger, 2008). Cependant, comme indiqué ci-dessus, il est peu probable que des hydrates de gaz se forment et demeurent stables à proximité du fond marin à Old Harry (FGI 2010).

### **Écoulement des eaux peu profondes**

L'écoulement des eaux peu profondes se définit comme l'eau qui s'écoule à l'intérieur et autour des structures de puits (Alberty et al., 1997). Cet écoulement survient lorsque des fluides subissent une pression plus grande que la pression hydrostatique dans des sables non consolidés à environ 90 et 500 m (300 et 5000 pi) sous la ligne de boue. Ces sables très perméables favorisent l'écoulement des eaux peu profondes parce qu'ils sont suffisamment géopressurés pour « pousser » l'eau et le sable dans un puits de forage où la pression est moindre (Von Flatern, 1997). Les sédiments que l'on retrouve en eau profonde consistent généralement en des fractures de faible déclivité soumises à des pressions interstitielles supérieures à celles de pentes en haute mer. Les pressions interstitielles élevées nuisent aux activités de forage dans les eaux peu profondes.

Dans la zone du puits de Old Harry, la stratigraphie du relief peu profond est composée principalement de minces dépôts d'argile quaternaires non consolidés (< 20 m) recouvrant des lits de grès et de mudstones carbonifères tronqués et inclinés. La porosité du grès peut favoriser la présence de fluides interstitiels. Les dépôts quaternaires sont cependant trop minces pour exercer une pression géostatique considérable sur le grès lithifié qui est, par conséquent, incompressible. Tout écoulement peu profond découlerait probablement d'une géopression qui favoriserait le déplacement de l'eau vers la surface à travers des lits de grès poreux ou fracturés. L'interprétation des données laisse croire qu'il est peu probable que les lits de haute amplitude occasionnent un écoulement dans les eaux peu profondes sur le site de Old Harry (FGI 2010).

### **Autres phénomènes de pression interstitielle**

Le diapirisme des boues et le volcanisme sont d'autres phénomènes qui exercent une pression interstitielle, mais ceux-ci ne devraient pas se produire sur le site de Old Harry selon les résultats de l'étude des géorisques ayant été réalisée (FGI 2010). Il convient de décrire quand même ces phénomènes brièvement par souci d'exhaustivité.

Le diapirisme est l'extrusion de sédiments fins vaseux à travers une succession lithologique sus-jacente (Yassir, 1989). L'emplacement réel de la remontée de boues est souvent régi par des éléments structuraux imperméables ou une zone de faiblesse préexistante (failles) qui contribuent à l'assèchement des voies et conduits (Shiple et al., 1990).

Les volcans de boue consistent quelques fois en d'importantes structures géologiques à vie longue qui ressemblent morphologiquement à des volcans magmatiques. Il existe deux types de volcans de boue : ceux associés aux complexes magmatiques et ceux associés aux marches pétrolières. Les volcans de boue, qu'ils soient en activité ou non, sont répandus partout dans le monde et on les retrouve souvent le long de failles, de plis apparentés à des failles et d'axes anticlinaux. Les volcans de boue constituent le conduit de prédilection des fluides en profondeur qui cherchent à gagner la surface. Ils subissent épisodiquement des éruptions violentes de grandes quantités de gaz mélangées à de l'eau, du pétrole, de la boue et des fragments de roche, produisant du même coup des « brèches de tassement ». Ces éruptions périodiques peuvent mener à la formation de montagnes en forme de volcan dont la superficie peut atteindre plusieurs kilomètres (Mazzini 2009). Le principal déclencheur de ces éruptions est le méthane surcomprimé provenant de roches mères et de gisements d'hydrocarbures à de plus grandes profondeurs.

Les volcans de boue peuvent poser un géorisque pour les aménagements et le matériel de forage parce qu'ils peuvent émettre de grandes quantités d'hydrocarbures de façon violente. Les éruptions de gaz à effet de serre provenant de volcans de boue pourraient avoir un effet sur les régimes climatiques et l'on a tenté à plusieurs reprises d'en estimer les impacts. Les volcans de boue au large des côtes sont souvent liés à la présence d'hydrates de gaz (Mazzini 2009).

#### **4.1.4.3 Autres géorisques**

Le littoral canadien fait plus de 243 000 km, ce qui en fait le deuxième plus important dans le monde. Comme indiqué à la Section 4.1.41, les plus importants géorisques en zone extracôtière comprennent l'instabilité des fonds marins, les phénomènes de pression interstitielle (dont il est question à la Section 4.1.4.2) et (iii) l'activité sismique (Section 4.1.2). L'instabilité des fonds marins, y compris les glissements sous-marins, constitue le géorisque le plus sérieux sur le site et dans la région. En raison de sa nature et du peu de conséquences qu'elle entraîne sur la vie humaine, l'instabilité des fonds marins n'a pas vraiment fait l'objet d'études approfondies. Une prise de conscience accrue du potentiel tsunamigène occasionné par ce phénomène nécessite de mieux comprendre les processus d'instabilité des fonds marins au large des côtes (Locat et Lee, 2002). Les géorisques que présente l'instabilité des fonds marins sont inclus dans le présent document par souci d'exhaustivité. Ceux-ci ne devraient toutefois pas subsister sur le site de Old Harry pour les raisons indiquées ci-dessous.

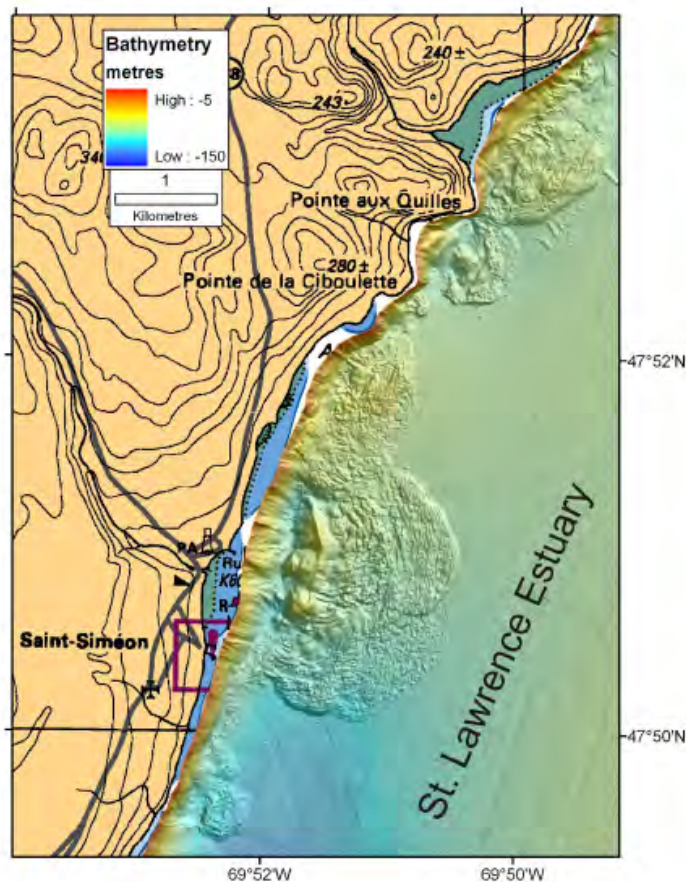
#### **Instabilité des fonds marins**

Les fonds marins peuvent être instables à proximité d'une région côtière et le long de pentes continentales. Les fonds marins côtiers instables présentent des risques particuliers en raison de leur potentiel tsunamigène et de leur proximité des infrastructures sociales. Les régions côtières comportent souvent divers facteurs et conditions pouvant mener à des glissements de



masse sédimentaire (Mosher, 2008). L'effet des vagues, des courants de dérive littorale et de l'érosion glaciaire peut favoriser la présence de pentes abruptes dans les régions côtières. Les sédiments côtiers découlant de dépôts quaternaires présentent des lithologies mixtes dont la résistance manque souvent de cohésion. Ceux-ci ont subi divers épisodes de hausse et de baisse du niveau de la mer et sont d'origine marine et lacustre. Les divers cycles qu'ils ont subis au cours de leur histoire font qu'ils sont de compétences géotechniques adjacentes variables.

Après la Colombie-Britannique, la deuxième zone la plus prédisposée aux séismes au Canada est la vallée Laurentienne au Québec (Mazzotti et al., 2005), laquelle se trouve à environ 700 km de Old Harry. On peut observer de nombreux exemples de glissements de sédiments (Figure 4.10) le long des rives et des talus sous-marins de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay (Urgeles et al., 2001; Levesque et al., 2006; Cauchon-Voyer et al., 2007). La plupart de ceux-ci datent de la préhistoire, mais quelques-uns sont tout de même survenus récemment, soit en 1663 et vers 1860 (Cauchon-Voyer et al., 2007). Selon les circonstances qui l'occasionneraient et son emplacement, un événement récent qui provoquerait une instabilité dans ces régions pourrait facilement infliger des dommages aux structures sous-marines et générer des vagues qui endommageraient les infrastructures côtières au sein d'une région limitée.



Source : Mosher 2009.

**Figure 4.10** Caractéristiques physiques présentes dans le golfe du Saint-Laurent

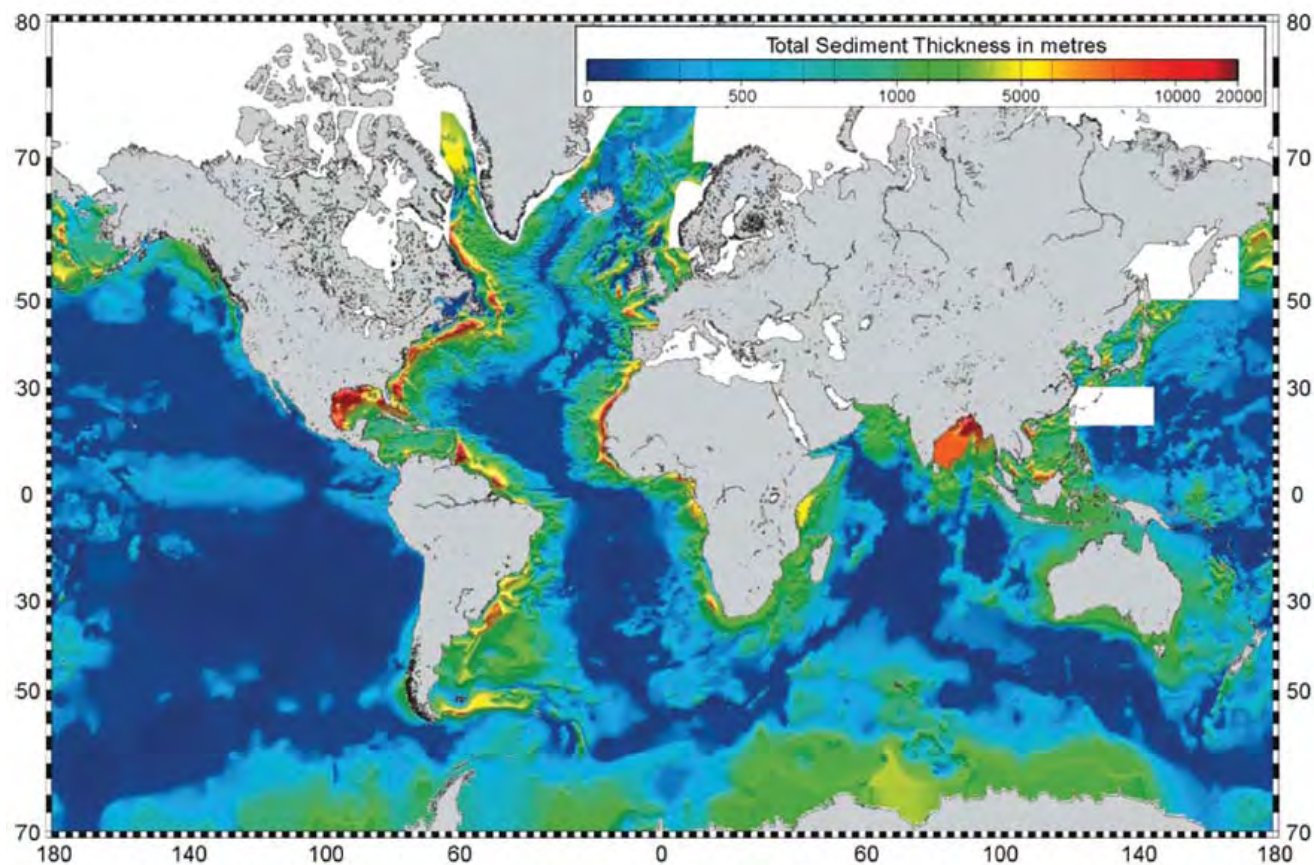
Il convient de noter que le site de Old Harry n'est pas considéré comme une zone côtière, car il est situé dans le golfe à environ 80 km à l'ouest du cap Anguille, à l'ouest de Terre-Neuve, et à 88 km au nord-est des îles de la Madeleine, au Québec, à une profondeur d'eau d'environ 470 m (FGI 2010). Le fond marin de la région de Old Harry n'est pas abrupt et suit une inclinaison moyenne de moins de 1 degré vers le sud-est (FGI 2010). Il présente une topographie légèrement vallonnée où l'on retrouve une large crête à faible relief passant en plein cœur du site, laquelle est orientée vers le sud-est et adjacente à des creux dépressionnaires. La surface du puits proposé se trouve à proximité du sommet de la crête à une profondeur d'eau de 470 m et l'inclinaison du fond marin dans les environs est de moins de 1° vers le sud-ouest (FGI 2010).

### **Instabilité dans les fonds marins du plateau continental**

La masse terrestre sous-marine du Canada en deçà de l'isobathe de 200 m (profondeur approximative de la rupture de pente continentale) et au-dessus de l'isobathe de 3000 m occupe une superficie de 2 960 000 km<sup>2</sup>, soit la plus importante dans le monde. L'inclinaison du fond marin dans cette zone varie généralement entre < 1° et 4°. L'inclinaison des bordures de canyons et chenaux ou des pentes de zones de subduction peut toutefois excéder 45° (Mosher et al., 2004a). La pente continentale est généralement recouverte d'une couche de sédiments stable, épaisse et non consolidée (Mosher et al., 1994). D'autres facteurs peuvent engendrer l'instabilité des fonds marins et de leurs pentes, comme les gaz biogéniques interstitiels, les gaz exempts d'hydrocarbures, les hydrates de gaz, la mobilité du sel, les taux élevés de sédimentation (p. ex., les périodes de déglaciation), les pressions interstitielles élevées et les variations verticales des lithologies (porosité et perméabilité) (Mosher et al., 2004b). Lykousis et al. (2007) ont révélé que dans les environnements de marge continentale, une activité ou des secousses sismiques devaient se produire pour provoquer l'instabilité du fond marin. Il est reconnu que les principaux mécanismes qui déclenchent les glissements de sédiments sont les secousses sismiques, les surcharges, la dissolution d'hydrates de gaz, des pressions interstitielles excessives (régime d'écoulement côtier), les efforts de houle, l'érosion et les structures d'origine anthropique (Locat and Lee 2009).

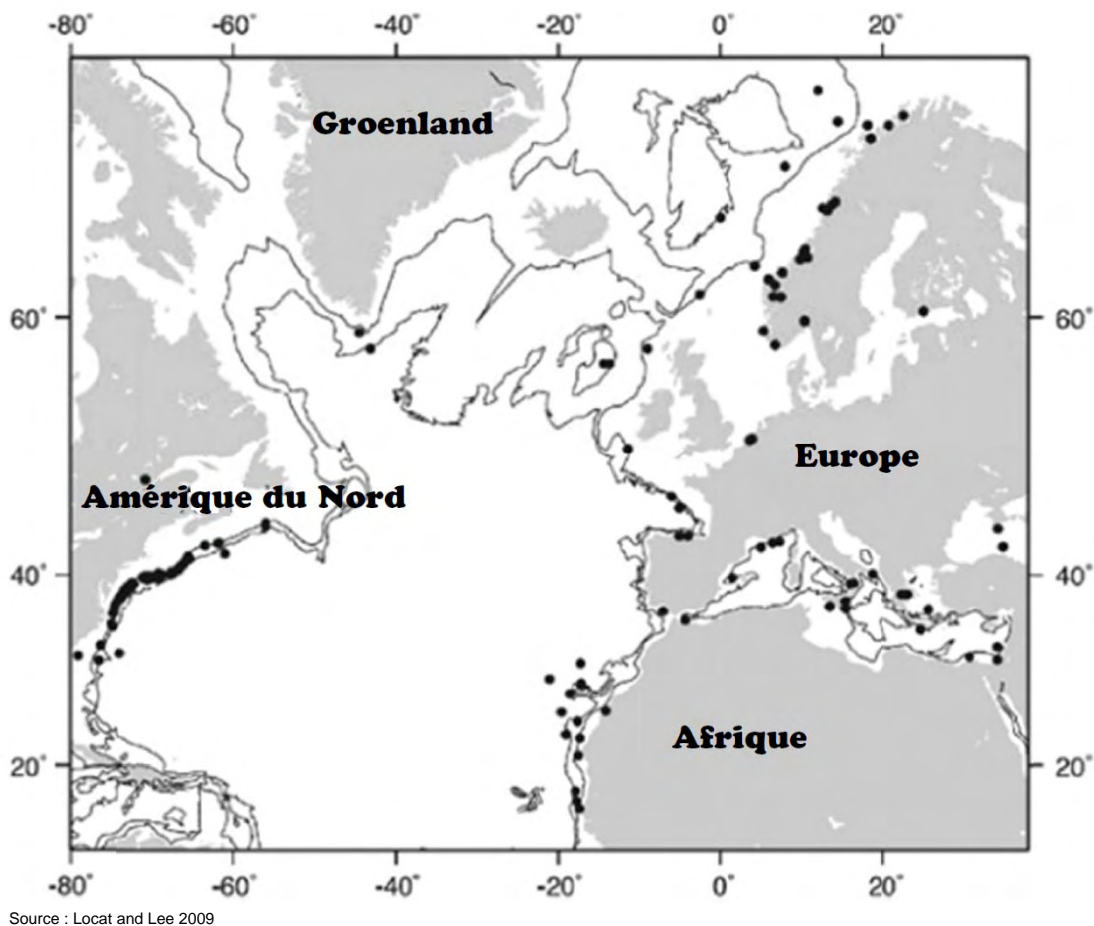
Du point de vue tectonique, la marge continentale de l'est du Canada est une marge passive où l'activité sismique se fait rare (Adams et Halchuk, 2003). Cependant, des tremblements de terre pouvant atteindre plus de 7 de magnitude pourraient survenir (Mazzotti and Adams, 2005), comme ce fut le cas en 1929 (M 7,2) le long de la queue des Grands Bancs (Bent, 1995). Dans le passé, l'activité sismique était probablement plus fréquente en raison du relèvement isostatique occasionné par la déglaciation ou en raison d'épisodes d'activité tectonique à l'échelle des bassins océaniques (Weaver, 2003). Le glissement survenu dans les Grands Bancs en 1929 est peut-être le plus notoire des dépôts sous-marins ayant été occasionnés par des mouvements de masse. Il a permis de reconnaître formellement les courants de turbidité naturelle (Piper et al., 1988) et il a aussi permis de comprendre que les déplacements du plancher océanique dus aux glissements de sédiments pouvaient déclencher des tsunamis dévastateurs pouvant parcourir de grandes distances (Ruffman and Tuttle, 1995; Ruffman 2001; Fine et al. 2005).

Lee et al. (2007) ont observé que les glissements sous-marins (instabilité sédimentaire) ne sont pas répartis uniformément dans les océans du monde, mais plutôt qu'ils tendent généralement à se produire où subsistent de grosses masses de sédiments meubles, où les pentes sont abruptes et où les charges exercées par l'environnement sont élevées. Il convient de noter que la région de Old Harry n'est pas située dans une zone présentant ce type de morphologie de fond marin. La Figure 4.11 illustre l'épaisseur des sédiments dans les principaux océans (les zones rouges correspondent à d'importantes zones d'accumulation deltaïque [comme le golfe du Mexique] ou à d'épaisses séquences de sédiments glaciaires [que l'on retrouve au large de la côte est du Canada]). L'estuaire du Saint-Laurent est situé dans une zone glaciaire où la terre s'est élevée plus rapidement que le niveau de la mer, formant ainsi de grandes terrasses coupées qui sont désormais exposées. La Figure 4.12 illustre la répartition des glissements de terrain dans l'Atlantique Nord telle que décrite par Hunerbach and Masson (2004). Depuis l'enregistrement de ces chiffres, on a cartographié l'estuaire du Saint-Laurent où plus de 30 glissements ont été identifiés (Campbell et al., 2008).



Source : Locat and Lee 2009

**Figure 4.11 Épaisseur totale des sédiments dans les principaux océans**



**Figure 4.12** Glissements sous-marins dans l'ouest et l'est de l'Atlantique Nord et les mers adjacentes

Les instabilités de pente peuvent survenir principalement dans deux environnements (marges continentales ouvertes et flancs d'îles océaniques) et semblent dépendre de certains aspects propres aux caractéristiques géologiques et morphologiques de ceux-ci. Les talus sous-marins dans les marges continentales présentent généralement un relief légèrement ondulé de faible déclivité. Cependant, la différence de niveau de la bordure du plateau au plancher du bassin peut atteindre 5 km sur des distances de quelques centaines de kilomètres (Masson et al., 2006). Leur structure sous-marine se caractérise par des séquences sédimentaires litées parallèles variant peu sur de grandes superficies. Par conséquent, si une rupture de talus devait survenir, plusieurs grandes régions pourraient être touchées simultanément.

Les risques que présentent les glissements sous-marins varient selon leur nature, leur ampleur et leur emplacement. Même de petits glissements peuvent être dangereux lorsqu'ils se produisent dans des zones côtières. Les ruptures de talus se divisent en deux catégories : celles provoquées en raison des caractéristiques géologiques des matériaux impliqués (p. ex., une surpression due à un dépôt rapide ou à la présence d'une couche fragile) et celles provoquées par des événements extérieurs momentanés (p. ex., les tremblements de terre ou les changements climatiques).

De nombreux talus de sédiments ont subi des glissements sous-marins au fil de l'histoire, certains remontant même jusqu'aux temps géologiques. Certains se sont produits à des échelles très locales et l'on peut observer à certains endroits des dépôts de glissement empilés qui se démarquent nettement des couches ayant été plus stables à long terme (Solheim et al., 2005). L'importance des tsunamis générés par les instabilités de pente n'est reconnue que depuis une quinzaine d'années, alors qu'il est devenu évident qu'une source de glissement de terrain pouvait expliquer les caractéristiques inhabituelles de la répartition et de la propagation de certains tsunamis meurtriers, comme celui qui a dévasté la Papouasie-Nouvelle-Guinée en 1998 (Ward, 2001; Okal and Synolakis, 2004).

### **Tsunamis occasionnés par l'instabilité des fonds marins**

Certains éléments portent à croire que les tsunamis « inhabituels », particulièrement ceux de grande étendue en champ proche qui décroissent rapidement à partir de leur source, sont directement causés par des ruptures de talus ou de fond marin (glissements sous-marins) (Bardet et al., 2003; Okal and Synolakis, 2004). Les glissements rotationnels (souvent appelés effondrements), où une surface de glissement épaisse dont le mur de tête est abrupt peut se déplacer rapidement vers le bas, peuvent être particulièrement efficaces pour générer des tsunamis, même lorsque la distance latérale parcourue est petite et qu'il y a peu d'effets vers le bas de la pente du fond marin à proximité immédiate de la région touchée. Comme mentionné auparavant, la région de Old Harry présente une topographie légèrement vallonnée où l'on retrouve une large crête à faible relief passant en plein cœur du site, laquelle est orientée vers le sud-est et adjacente à des creux dépressionnaires. La surface du puits proposé se trouve à proximité du sommet de la crête à une profondeur d'eau de 470 m et l'inclinaison du fond marin dans les environs est de moins de 1° vers le sud-ouest (FGI 2010). Ce type de topographie ne favorise généralement pas les ruptures de talus ou les glissements sous-marins.

La nature des tsunamis dépend de la vitesse et de la distance de rupture et du volume et de l'épaisseur des matériaux en mouvement (Masson et al., 2006). Le meilleur indicateur du potentiel tsunamigène se définit par le produit de son volume et de son accélération initiale (Lovholt et al., 2005). Une décélération brutale pourrait aussi contribuer à des élévations de surface plus importantes. La distance de glissement influe à la fois sur la longueur d'onde et le niveau maximal de la surface océanique (Haugen et al., 2005), la longueur d'onde étant aussi déterminée par le temps de parcours ou la distance parcourue par le glissement. Les glissements sous-marins sont normalement clairement sous-critiques, ce qui signifie qu'un tsunami s'éloigne de la source qui l'a généré, limitant ainsi l'accroissement de l'onde. Les glissements survenant dans les eaux peu profondes sont plus critiques, puisque la vitesse de propagation de l'onde est plus faible. De plus, les eaux moins profondes se trouvent normalement plus près des côtes, ce qui diminue le potentiel d'amortissement de l'onde (Masson et al., 2006). En revanche, les tsunamis générés par les tremblements de terre sont plus critiques lorsque le déplacement du fond marin se produit dans les eaux plus profondes de la mer, car l'onde initiale est plus courte et plus dangereusement amplifiée en se propageant des eaux plus profondes aux moins profondes (Masson et al., 2006). La zone où se trouve Old Harry présente un faible potentiel d'activité sismique et une topographie légèrement vallonnée. Il est donc fort peu probable que des ruptures ou glissements sous-marins surviennent dans la région ou ses environs.

## **4.2 Océanographie physique**

Le Golfe est une mer semi-fermée (Koitutosky et Bugden 1991), ayant deux ouvertures sur l'océan Atlantique, le détroit de Cabot et le détroit de Belle Isle (Figure 4.5). Le Golfe a une étendue de surface d'environ 240 000 km<sup>2</sup>, un volume de 3 553 km<sup>3</sup>, une profondeur moyenne de 152 m et des profondeurs allant jusqu'à 535 m (Dufour et Ouellet 2007). Le Golfe échange de l'eau salée avec l'océan Atlantique Nord et reçoit des quantités considérables d'eau douce du Saint-Laurent et d'autres fleuves à proximité, ce qui fait qu'il agit comme un grand estuaire où les effets de Coriolis (provenant de la force générée par la rotation de la Terre), les courants géostrophiques, les procédés baroclines, la formation de vents tourbillonnants et les effets de la tension du vent sont tous très importants.

Le Golfe présente divers secteurs de faibles profondeurs et des dépressions profondes. Un fossé particulièrement profond bien connu, appelé le chenal Laurentien, en est un long dont la profondeur maximale est de 535 m et s'étend sur environ 1 500 km à partir du plateau continental dans l'océan Atlantique jusqu'à son point final dans l'estuaire du Saint-Laurent. Le Golfe est également caractérisé par deux fossés secondaires, le chenal Esquiman et le chenal d'Anticosti. Une autre caractéristique prédominante est le plateau madelinien, qui est situé dans la partie sud du Golfe (Dufour et Ouellet 2007). Les caractéristiques physiographiques du Golfe influencent grandement la circulation, le brassage et les caractéristiques de masses d'eau dans ce secteur (Dufour et Ouellet 2007).

### **4.2.1 Bathymétrie**

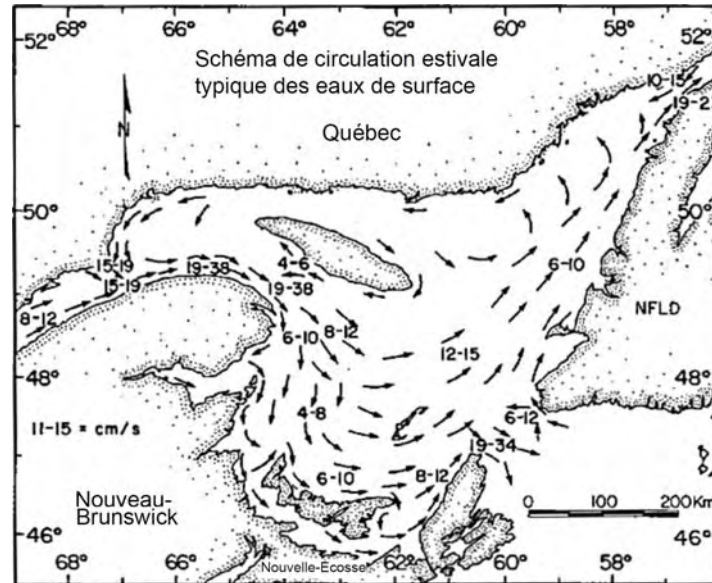
Les profondeurs d'eau dans le secteur du PP 1105 et des environs du secteur visé par le projet varient de 400 à 500 m (voir la Figure 1.2).

### **4.2.2 Courants océaniques**

La connaissance des courants océaniques est essentielle à la planification des opérations gazières et pétrolières dans chaque région. Les courants du Golfe sont influencés par de nombreux facteurs, notamment les marées, les événements météorologiques régionaux, l'écoulement de surface d'eau douce et l'échange d'eau par le détroit de Belle Isle et le détroit de Cabot. Habituellement, le mouvement de l'eau suit le détroit de Cabot, coulant dans le sens trigonométrique autour du Golfe jusqu'à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent, à travers le plateau madelinien et en ressort par le détroit de Cabot. Il y a d'importants écoulements d'eau douce variant selon les saisons dans le Golfe, principalement à partir du fleuve Saint-Laurent et des fleuves sur les rives sud et nord, ce qui influence grandement la circulation du Golfe.

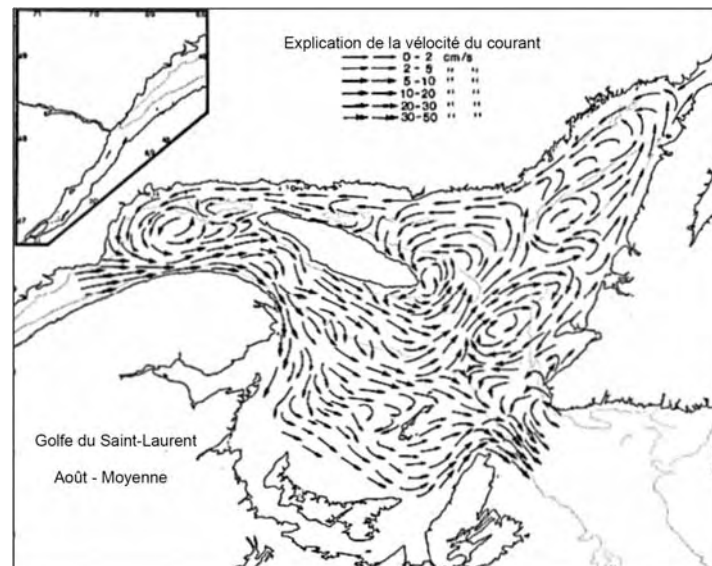
Guidée par le mouvement des vagues et des marées, l'eau dense est acheminée jusqu'au Golfe le long du détroit de Belle-Isle en provenance de l'océan Arctique par le courant du Labrador. Les eaux provenant de l'océan Atlantique entrent dans le Golfe par le détroit de Cabot, dans le chenal Laurentien (Figure 4.6). La circulation de surface du Golfe montre de fortes caractéristiques telles que les courants côtiers, les tourbillons océaniques, les grands vents tourbillonnants dans l'estuaire et les fronts de marée (Dufour et Ouellet 2007). Le courant de débordement du fleuve Saint-Laurent produit un fort courant côtier qui coule le long de la

péninsule gaspésienne (le courant de Gaspésie), en direction de la mer et dispersant l'écoulement de surface du Saint-Laurent en direction nord-ouest et du sud du Golfe (Dufour et Ouellet 2007). Les eaux du sud du Golfe (entre les Îles-de-la-Madeleine, l'Île-du-Prince-Édouard et le côté ouest du cap Breton) forment le principal courant de débordement du Golfe sur le côté ouest du détroit de Cabot. Du côté est du détroit de Cabot, un courant de déversement provenant de l'Atlantique coule en direction nord-est le long de la côte ouest de Terre-Neuve (Dufour et Ouellet 2007). Les eaux provenant du détroit de Belle Isle se déplacent en direction de l'ouest le long de la rive nord-est (Dufour et Ouellet 2007) (Figure 4.7).



Source : Trites 1972, dans LGL 2005b.

**Figure 4.13 Circulation représentative dans le golfe du Saint-Laurent en été**

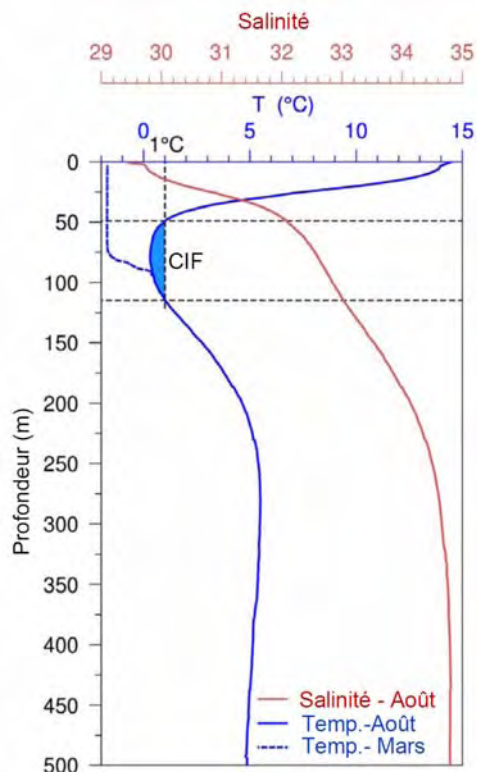


Source: LGL 2005b.

**Figure 4.14 Courants de surface géostrophiques dans le golfe du Saint-Laurent en août**

La circulation de surface est cyclonique, c'est-à-dire que le courant de surface se déplace en sens trigonométrique (Figure 4.6). Les similarités entre ce modèle de circulation cyclonique et les distributions de la salinité de surface dans les régions des plateaux gaspésien et madelinien indiquent que les courants de surface résultent de l'équilibre géostrophique (Figure 4.7) entre le champ du gradient barométrique horizontal et les effets de Coriolis (Koutitonsky et Bugden 1991) et sont un signe de modèle de circulation complexe.

Les conditions océanographiques dans le Golfe sont complexes. Des masses d'eau de différentes températures et salinités se mélangent. Le Golfe peut être considéré comme un système à trois couches (Figure 4.8) durant l'été (une couche limite de surface, une couche intermédiaire froide et une couche en eau profonde); les deux couches supérieures subissent les variations saisonnières pour ne faire qu'une seule couche durant les mois d'hiver (MPO 2005a; Dufour et Ouellet 2007). Les températures de surface atteignent habituellement des valeurs maximales à la mi-juillet jusqu'à la mi-août (Galbraith et al. 2011). Il se produit un refroidissement graduel par la suite et un brassage des eaux durant l'automne mènent à une couche progressivement plus profonde et plus froide, englobant éventuellement la couche intermédiaire froide. L'hiver, la couche de surface épaisse par suite de perte de flottabilité (en raison du refroidissement et de l'écoulement réduit d'eau) et du rejet d'eau sursalée associé à l'accumulation de glace de mer. Cependant, la principale force entraînant l'épaississement de la couche de surface est le mélange du courant de dérive avant l'accumulation de glace (Galbraith 2006).



Source : Galbraith et al. 2010.

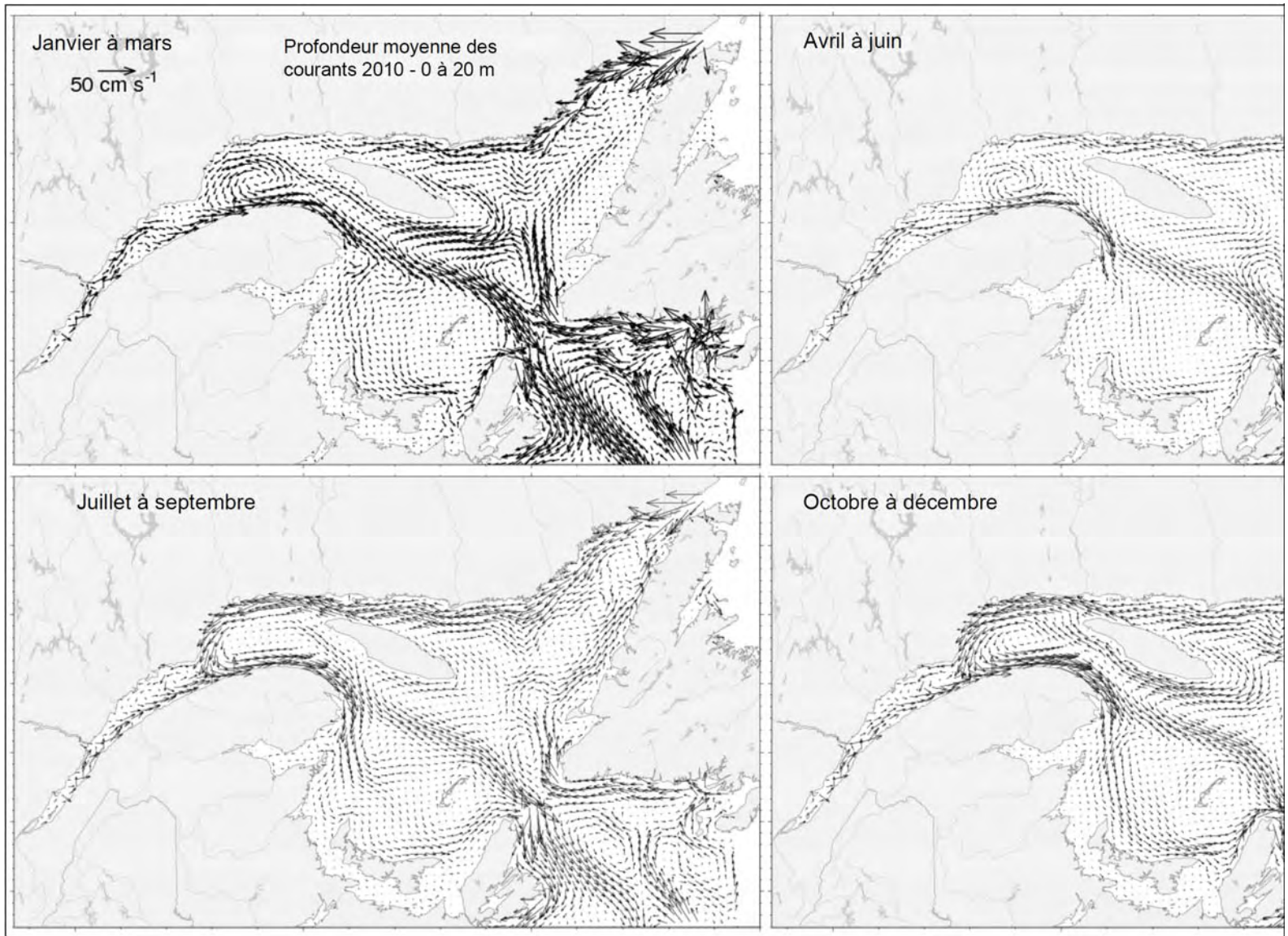
**Figure 4.15 Profil de profondeur type de température et de salinité observé durant l'été dans le golfe du Saint-Laurent (d'après des données pour 2007-2008).**



L'hiver, la couche de surface atteint une profondeur moyenne de 75 m pouvant aller jusqu'à 150 m et une plus grande profondeur dans le nord-est du Golfe où les eaux provenant du plateau continental du Labrador pénètrent dans le Golfe et prolongent la couche hivernale de surface de la surface jusqu'au fond (>200 m) dans le fossé de Mécatina à la fin-mars. La couche hivernale de surface affiche des températures près du point de congélation (entre -1,8 à 0 °C) (Galbraith 2006). Les couches de surface plus chaudes et à faible salinité se produisent au printemps lorsqu'il y a une augmentation du débit d'eau douce entrant dans le Golfe par le fleuve Saint-Laurent, la rivière Saguenay et d'autres petites rivières sur les côtes. La couche de surface s'écoule du Golfe vers l'Atlantique. L'automne, il y a un écoulement additionnel d'eau douce, amenant les modèles de circulation dans le Golfe, ce qui fait que le secteur montre les propriétés d'un milieu estuarien (Dufour et Ouellet 2007). Au début de l'hiver, la couche hivernale de surface de faible salinité coulant dans l'Atlantique devient moins flottante en raison de la baisse de la température de l'air et de l'accumulation de glace, et se déplace vers la colonne d'eau. Quand le printemps arrive, une nouvelle couche estivale de surface se crée, ce qui entraîne l'emprisonnement de la couche hivernale au fond. C'est ce que l'on appelle la couche intermédiaire froide (Dufour et Ouellet 2007).

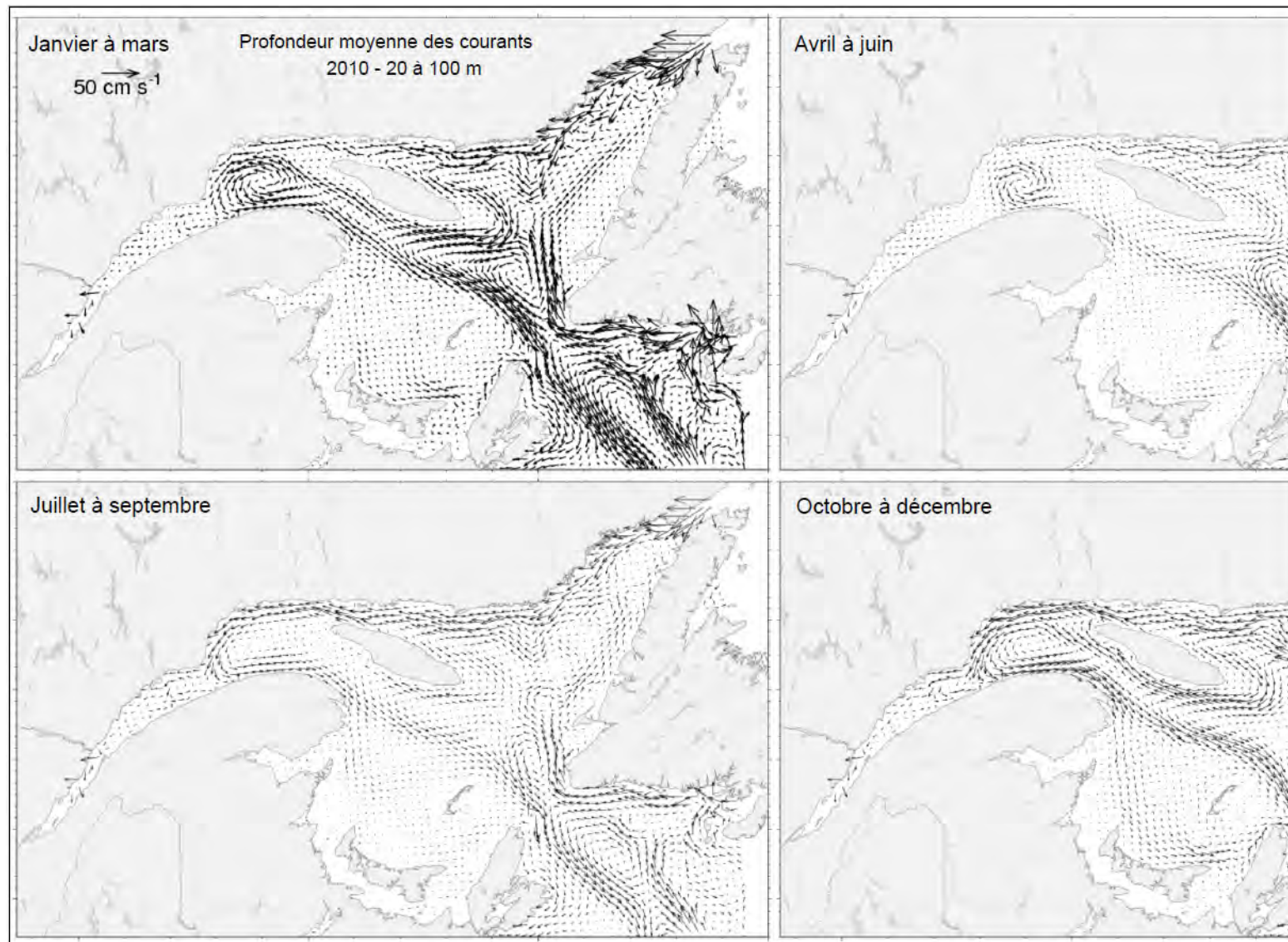
Les courants sont plus forts sur la couche de mélange de surface, habituellement de 0–20 m, sauf durant les mois d'hiver quand les moyennes de 20–100 m, sont presque aussi fortes (la couche de surface et la couche intermédiaire froide ont fusionné en une seule couche) et les moyennes de la couche profonde (100 m au fond) sont très élevées. Les courants sont plus forts le long des pentes des chenaux profonds. Le tourbillon océanique d'Anticosti est toujours évident, mais plus fort durant les mois d'hiver, lorsqu'il s'étend fortement dans les courants moyens par rapport au fond (Galbraith et al. 2011). Les Figures 4.9, 4.10 et 4.11 présentent les courants saisonniers moyens par rapport à la profondeur de 0–20 m, 20–100 m, et de 100 m au fond pour 2010 (Galbraith et al. 2011).

L'Institut Maurice Lamontagne, le Service hydrographique du Canada et le MPO émettent des prévisions océaniques pour le Golfe (l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL) 2011). Les prévisions des courants de surface sont extraites à partir d'un modèle numérique tridimensionnel qui enregistre la circulation océanique sous l'influence des marées, l'écoulement d'eau douce du fleuve Saint-Laurent, les conditions atmosphériques et glaciaires de surface (OGSL 2011). Ce modèle a été validé grâce à une série de programmes de recherche opérationnelle et scientifique et de développement au sein du MPO. Le processus de validation a été effectué en tenant compte de nombreuses observations océanographiques, notamment sur les courants, le niveau d'eau, la température et la salinité de l'eau (OGSL 2011). Ce programme en ligne permet de fournir des prévisions quotidiennes des courants de surface. Les courants de surface pour le PP 1105 présentés à la Figure 4.12 constituent un exemple de données du modèle décrit précédemment pour le 4 février 2011 @ 11 heures.



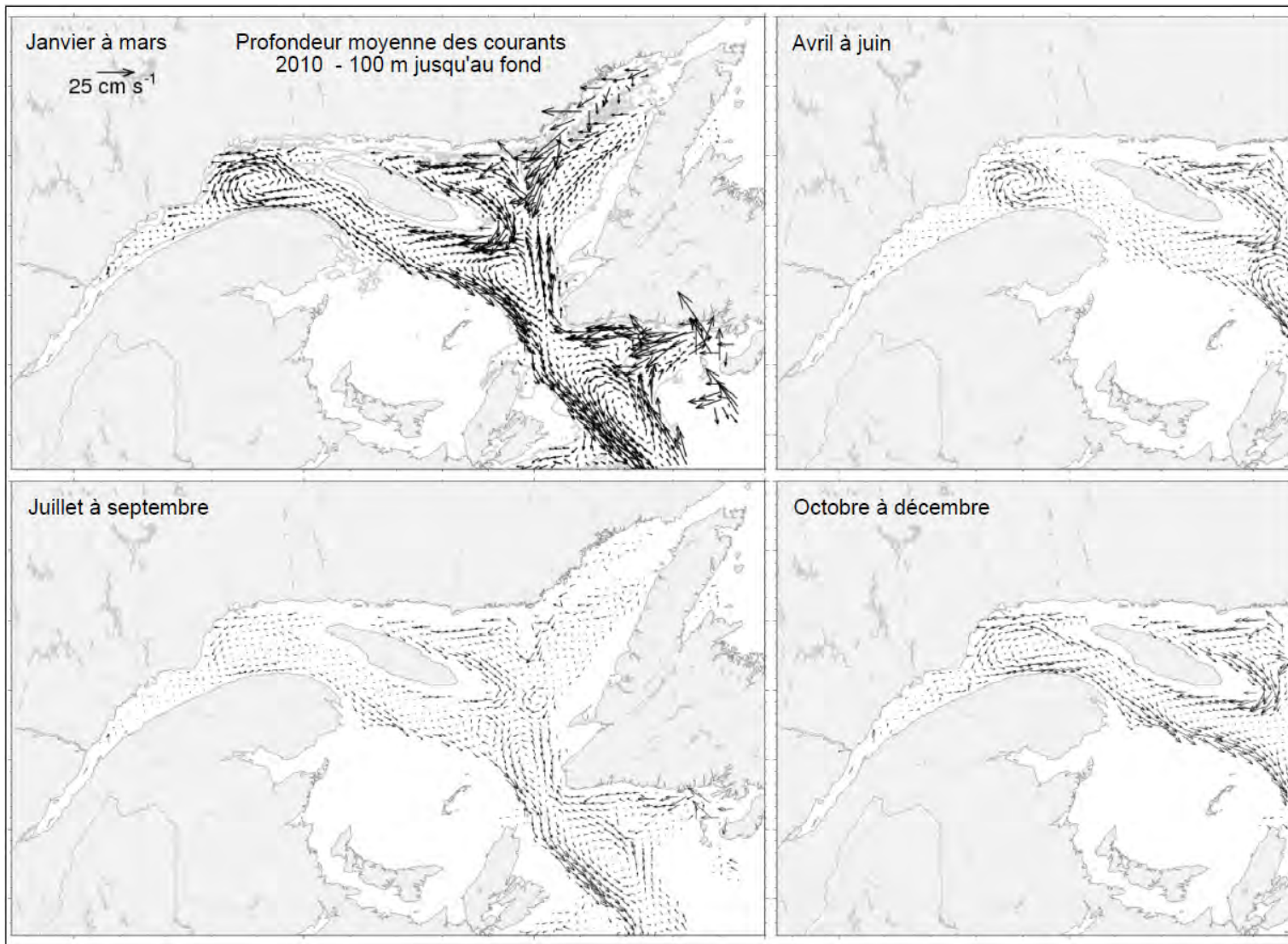
Source: Galbraith et al. 2011

**Figure 4.16 Courants moyens par rapport à la profondeur de 0 à 20 m pour chaque période de trois mois en 2010.**



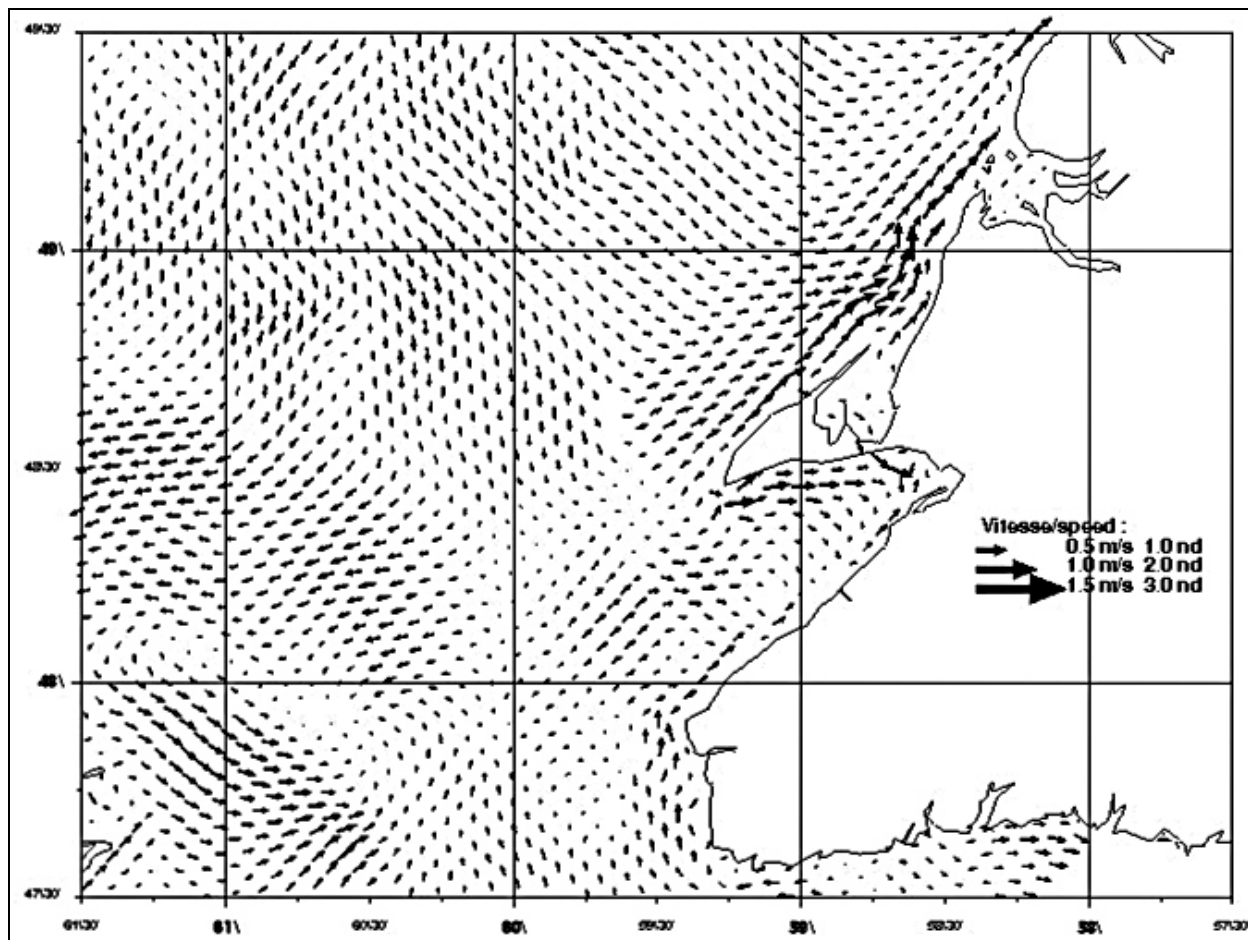
Source: Galbraith et al. 2011

**Figure 4.17 Courants moyens par rapport à la profondeur de 20 à 100 m pour chaque période de trois mois en 2010.**



Source: Galbraith et al. 2011

**Figure 4.18 Courants moyens par rapport à la profondeur de 100 m jusqu'au fond pour chaque période de trois mois en 2010.**



Source: SLGO 2011.

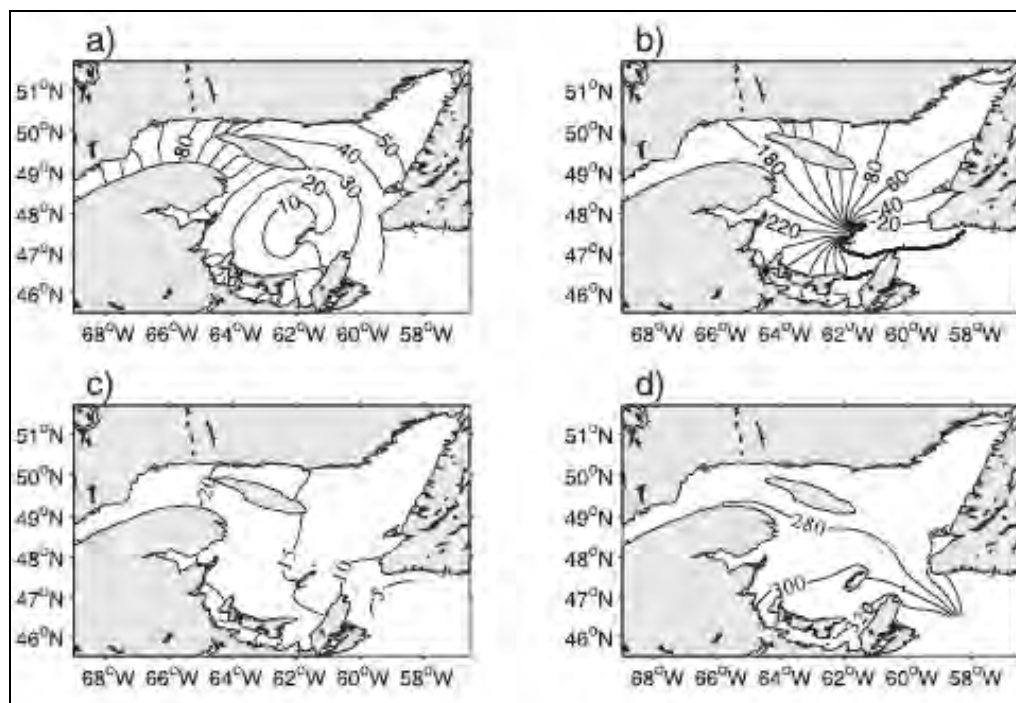
**Figure 4.19 Courants de surface dans le golfe du Saint-Laurent (dessus : 4 février 2011 @ 11 heures et au fond : 29 septembre 2011 @ 8 heures)**

Le brassage vertical est un important processus qui a une incidence sur les masses d'eau étant donné qu'il joue un important rôle dans les habitats marins, ayant ainsi un effet direct sur la productivité et la biodiversité. Les marées se propageant au-dessus des filons-couches à la tête du chenal Laurentien produisent un fort brassage des différentes masses d'eau qui convergent dans ce secteur (Dufour et Ouellet 2007). Le brassage de la zone intertidale est également un élément modificateur permanent et dominant des eaux profondes et intermédiaires près de la tête du détroit de Jacques-Cartier et dans le détroit de Belle Isle (Lu et al. 2001; Saucier et al. 2003). Le mélange du courant de dérive associé au régime tidal ainsi que la stabilité locale des eaux de surface détermineront la profondeur des couches de surface d'été et d'hiver (Saucier et al. 2003). Une masse d'eau peut résider dans le Golfe pour quelques mois près de la surface ou jusqu'à quelques années dans les eaux plus froides du fond.

Les conditions atmosphériques dans le Golfe jouent également un rôle important dans la circulation de l'eau étant donné qu'elles ont un effet sur la couverture nuageuse, la précipitation, l'évaporation et la température de l'air.

### 4.2.3 Les marées

Dans le Golfe, les marées sont brassées dans le centre (LGL 2005b). Elles sont forcées à travers le détroit de Cabot avec des contributions mineures du détroit de Belle Isle et un forçage direct de gravitation (Lu et al. 2001). Il y a une rotation en sens trigonométrique d'une onde de marée autour d'un point ouest des Îles-de-la-Madeleine (Figure 4.13). Les courants de marée dépassent rarement 30 cm/sec (Koutitonsky et Bugden 1991).



Source : Lu et al. 2001.

Les amplitudes sont en cm, et les phases sont en degrés par rapport au TMG – minuit.

Note : a et c sont les lignes de co-amplitude; b et d sont les lignes de co-phase.

**Figure 4.20 Lignes des marées diurnes (K1) et semi-diurnes (M2) calculées à l'aide d'un modèle complexe**

### 4.2.4 Vagues

D'octobre à mars, le climat des vagues du Golfe peut être influencé par les tempêtes extratropicales. Les tempêtes tropicales peuvent également survenir entre août et octobre; cependant, les ouragans semblent avoir laissé la place aux tempêtes tropicales ou extratropicales à leur arrivée dans les eaux du Golfe (LGL 2005b). Le climat des vagues du Golfe a été évalué à l'aide d'ensembles de données du MSC50 pour le point de grille 13511 (dans le cadre du secteur visé par le projet). Les déviations minimales, maximales, moyennes et standards de hauteurs des vagues importantes pour chacune des saisons sont présentées au Tableau 4.1. Les hauteurs maximales des vagues importantes étaient plus grandes l'automne et l'hiver. Le pourcentage d'occurrences durant la période de pointe de vagues importantes par rapport à la hauteur des vagues importantes au point de grille 13511 pour chacune des saisons est présenté aux Tableaux 4.2 à 4.5. Les données sur les vents au même point de grille sont fournies à la Section 4.3.2.

**Tableau 4.1 Déviations minimales, maximales, moyennes et standards de hauteurs des vagues importantes pour chacune des saisons au point de grille 13511 par saison**

Saison	Hauteur de vague minimale (m)	Hauteur de vague maximale (m)	Hauteur de vague moyenne (m)	Déviations standard (m)
Automne (sept. à Nov.)	0.15	9.29	1.95	1.09
Hiver (déc. à fév.)	0	9.46	2.41	1.35
Printemps (mars à mai)	0	7.05	1.41	0.92
Été (juin à août)	0.1	7.56	1.14	0.63

**Tableau 4.2 Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : septembre, octobre et novembre**

Période	Hauteur importante de vague (m)										Total
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
0 à 0,99	0	2.05	9.82	2.25	2.19	0.72	0.67	0.13	0.02	0	17.9
1 à 1,99	0	0.46	25.1	13.2	2.58	0.95	0.61	0.2	0.05	0	43.1
2 à 2,99	0	0	0.81	20.6	1.29	0.29	0.22	0.01	0.01	0	23.2
3 à 3,99	0	0	0	4.04	5.94	0.12	0.07	0	0	0	10.2
4 à 4,99	0	0	0	0.07	3.76	0.07	0.03	0	0	0	3.92
5 à 5,99	0	0	0	0	0.95	0.31	0.01	0	0	0	1.27
6 à 6,99	0	0	0	0	0.02	0.29	0	0	0	0	0.31
7 à 7,99	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0.08
8 à 8,99	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03
9 à 9,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	2.51	35.7	40.2	16.7	2.87	1.6	0.35	0.08	0	100

**Tableau 4.3 Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : décembre, janvier et février**

Période	Hauteur importante de vague (m)										Total
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
0 à 0,99	0.07	2.25	5.22	0.34	1.19	1.03	0.69	0.03	0.01	0.01	10.9
1 à 1,99	0	0.44	19.9	9.95	2.07	1.99	0.68	0.09	0	0	35.1
2 à 2,99	0	0	1.66	21.9	1.44	0.94	0.36	0.06	0	0	26.3
3 à 3,99	0	0	0.01	6.72	8.04	0.4	0.17	0.01	0	0	15.4
4 à 4,99	0	0	0	0.27	6.84	0.22	0.07	0	0	0	7.41
5 à 5,99	0	0	0	0	2.28	0.78	0.02	0	0	0	3.07
6 à 6,99	0	0	0	0	0.17	0.97	0.02	0	0	0	1.16
7 à 7,99	0	0	0	0	0	0.48	0.01	0	0	0	0.49
8 à 8,99	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0.2
9 à 9,99	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.04
Total	0.07	2.7	26.8	39.2	22	7.05	2.03	0.19	0.01	0.01	100

**Tableau 4.4 Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : mars, avril et mai**

Période	Hauteur importante de vague (m)											Total
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
0 à 0,99	0.63	7.59	15	6.95	5.48	1.93	1.66	0.11	0.04	0.02	0.01	39.4
1 à 1,99	0	0.62	24.7	9.29	3.25	1.39	0.27	0.03	0	0	0	39.5
2 à 2,99	0	0	0.9	12.3	0.97	0.32	0.08	0	0	0	0	14.6
3 à 3,99	0	0	0	2.53	1.9	0.09	0.05	0	0	0	0	4.57
4 à 4,99	0	0	0	0.05	1.29	0.03	0.02	0	0	0	0	1.39
5 à 5,99	0	0	0	0	0.37	0.06	0	0	0	0	0	0.44
6 à 6,99	0	0	0	0	0.02	0.07	0	0	0	0	0	0.08
7 à 7,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0.63	8.21	40.6	31.1	13.3	3.89	2.09	0.14	0.04	0.02	0.01	100

**Tableau 4.5 Pourcentage d'occurrences durant la période de vagues de pointe par rapport à la hauteur importante des vagues au point de grille 13511 : juin, juillet et août**

Période	Hauteur importante de vague (m)											Total
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19		
0 à 0,99	0	7.74	24.5	11.3	4.26	1	0.89	0.34	0.19	0.02	50.3	
1 à 1,99	0	0.43	27.8	9.87	1.31	0.53	0.05	0.07	0.03	0.01	40.1	
2 à 2,99	0	0	0.26	7.73	0.25	0.07	0	0.01	0	0	8.32	
3 à 3,99	0	0	0	0.54	0.58	0.02	0	0	0	0	1.14	
4 à 4,99	0	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0.17	
5 à 5,99	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.02	
6 à 6,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7 à 7,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	0	11.2	52.6	29.5	6.59	1.63	0.94	0.41	0.23	0.03	100	

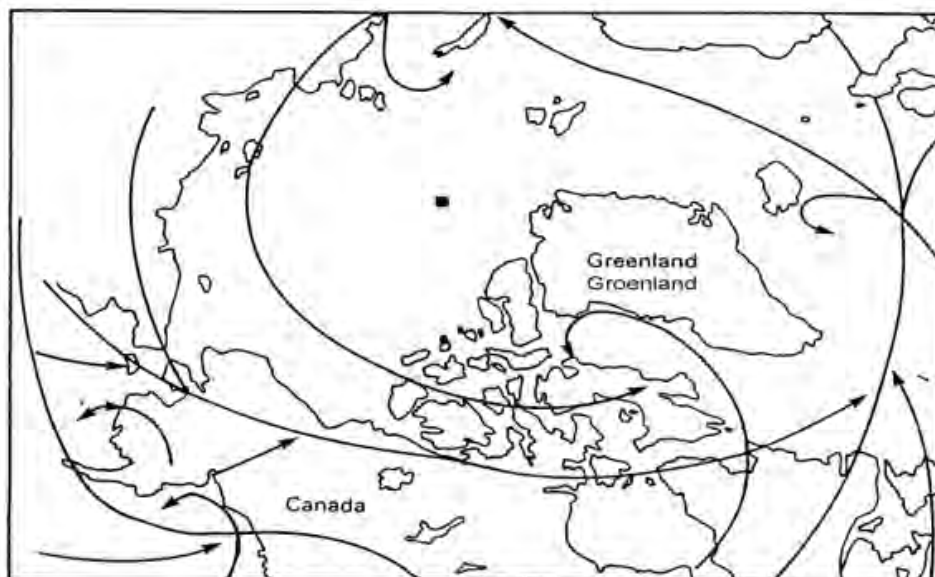
Une grande partie des importantes hauteurs de vagues durant l'automne et l'hiver se produit à 7 m et à 5 m durant le printemps et l'été. Habituellement, c'est au cours des mois d'hiver que l'on constate les vagues les plus hautes. L'automne, l'hiver et le printemps, la période de pointe habituelle est d'environ 2 secondes et 1 seconde durant les mois d'été.

Les champs de courants d'eau de surface développés par la Division océanographique, Région des Maritimes du MPO (Tang et al. 2008) ont été utilisés pour la modélisation de la trajectoire des déversements. Les vitesses d'eau de surface moyennes saisonnières ont été fournies par le MPO. Ces courants de fond ont été combinés aux données sur le vent afin de déterminer les caractéristiques des nappes et leur mouvement subséquent (voir Section 2.12.2).



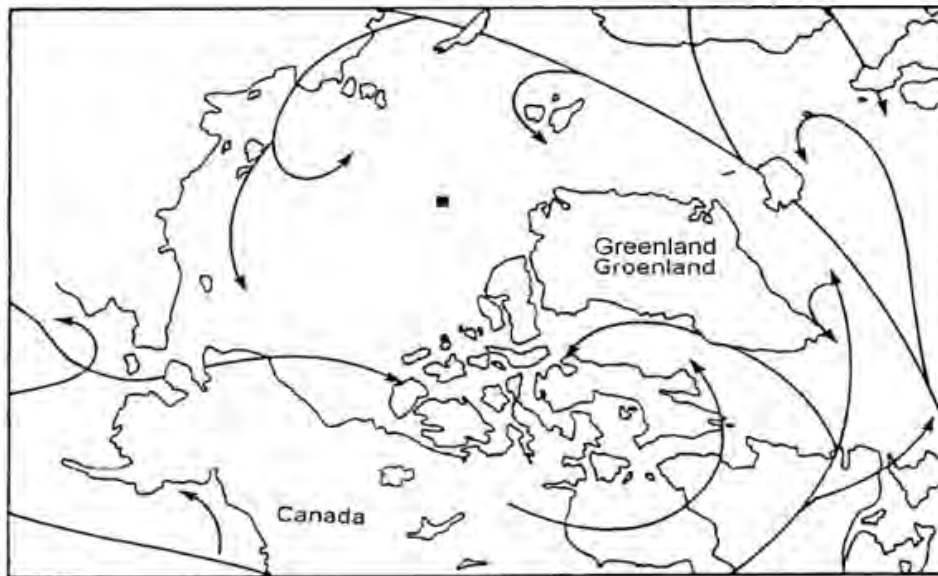
#### 4.2.5 Trajectoire des tempêtes dans le golfe du Saint-Laurent

Les systèmes météorologiques ont tendance à se déplacer le long des trajectoires préférées des eaux canadiennes. La majorité des trajectoires passent à travers les Basses-terres du Saint-Laurent, les tempêtes se développant et se déplaçant vers la mer en direction nord-est vers les Grands Bancs de Terre-Neuve et de la mer du Labrador. La majorité des trajectoires des tempêtes polaires durant les mois d'été sont présentées à la Figure 4.14. Les caractéristiques météorologiques importantes affectant l'Atlantique Nord durant l'hiver sont un secteur de basse pression, la dépression d'Islande centrée au sud-est du Groenland; et un système de haute pression continentale qui se développe à l'ouest de la baie d'Hudson. Même si les trajectoires de tempêtes polaires les plus courantes sont illustrées aux Figures 4.14 et 4.15, certaines tempêtes peuvent avoir un comportement assez différent. Il est courant de rencontrer des conditions météorologiques rigoureuses résultant de systèmes de basse pression qui se déplacent en direction nord le long du littoral est des États-Unis dans le Golfe et vers les Grands Bancs. Ces variations font partie des modèles météorologiques normaux qui peuvent donner lieu à d'importantes déviations aux conditions météorologiques saisonnières habituelles, affectant la vitesse et la direction des vents, la température de l'air, la précipitation et la visibilité, et qui peuvent produire des états des glaces hors de l'ordinaire pour une certaine région (MPO 1999a). La fréquence des trajectoires des tempêtes extratropicales au cours de l'année 1998 est présentée à la Figure 4.16.



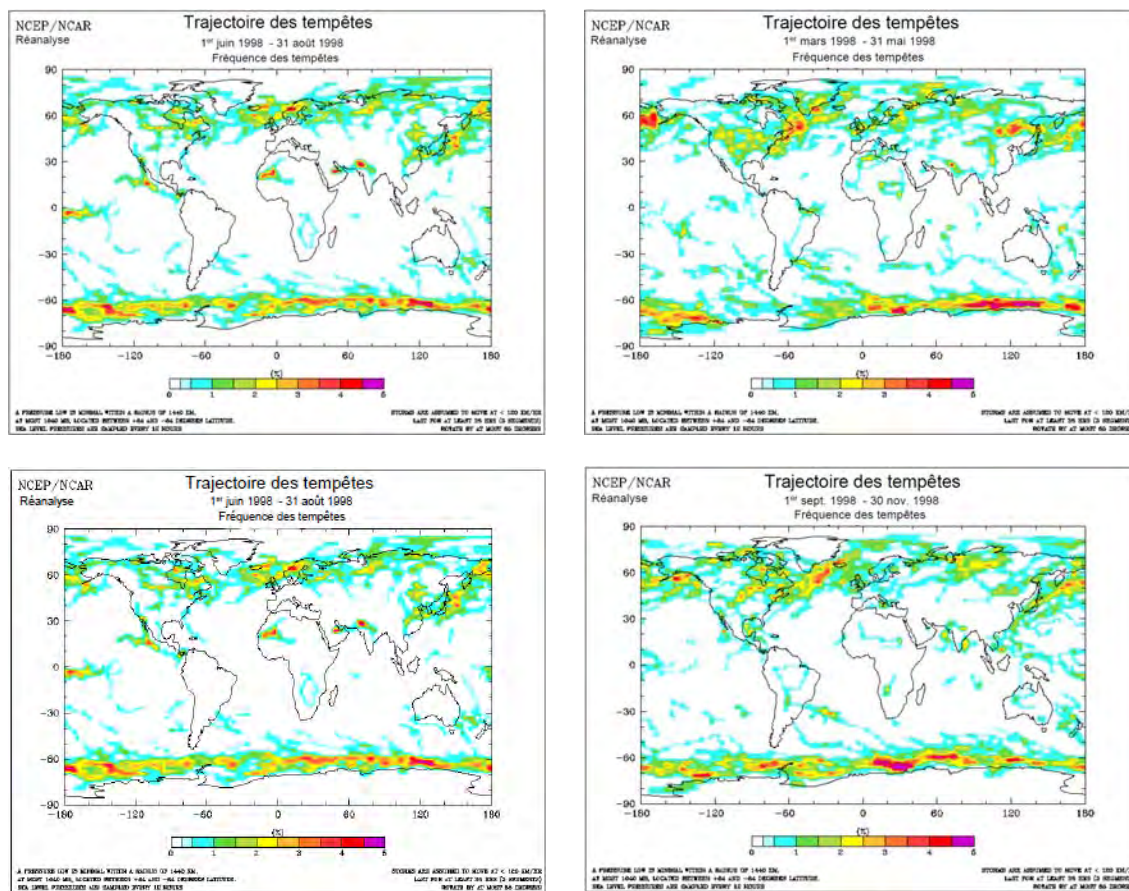
Source: MPO 1 999a.

**Figure 4.21 Principales trajectoires des tempêtes durant l'été**



Source: MPO 1 999a.

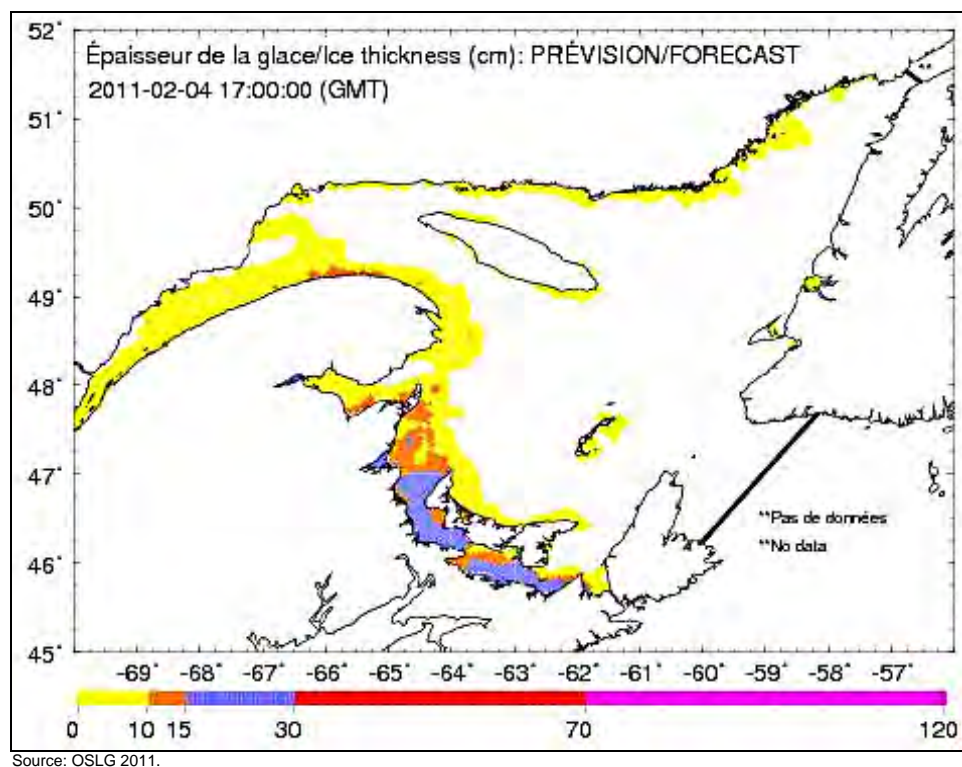
**Figure 4.22 Principales trajectoires des tempêtes durant l'hiver**



**Figure 4.23 Trajectoires des tempêtes extratropicales, 1998**

#### 4.2.6 Glace

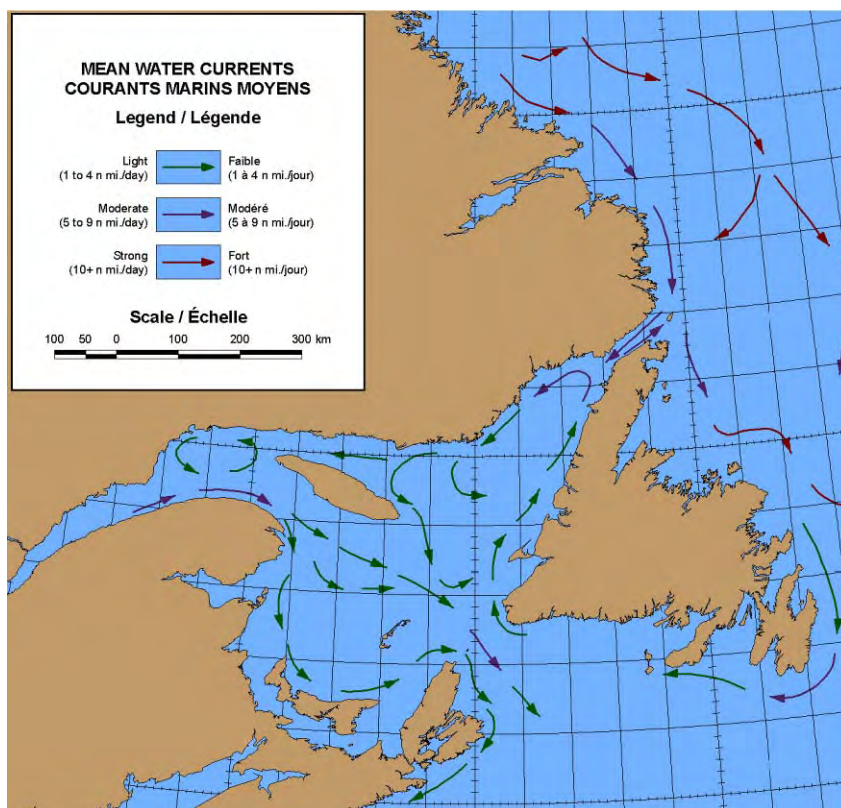
Une importante caractéristique du Golfe est le fait que des glaces se forment chaque hiver. Cependant, on constate la tendance à bon nombre de variations dans la couche de glace, l'épaisseur et le moment de débâcle des glaces d'année en année. On constate la présence de glaces flottantes sous deux formes dans le milieu marin – glaces de mer et icebergs. Les deux types présentent un danger potentiel pour le trafic maritime et les appareils de forage. Les glaces que l'on trouve sur le site du PP 1105 sont des glaces formées au cours de l'année dans le Golfe. Toutes les glaces de mer dans le cadre du PP 1105 sont des glaces formées au cours de la première année, d'une épaisseur non déformée allant de 30 à 120 cm (OSLG 2011; Figure 4.13). Il est possible d'avoir accès à des graphiques quotidiens tels que ceux présentés à la Figure 4.17, qui font partie d'un service saisonnier, à l'adresse suivante : <http://slgo.ca/fr/ocean/donnees/concentration-glace.html>, débutant en décembre/janvier jusqu'à mai/juin.



**Figure 4.24 Épaisseur des glaces dans le golfe du Saint-Laurent (4 février 2011 @ 17 heures)**

Les principaux facteurs océaniques influençant le régime de glace sont la bathymétrie, les courants et les marées. La bathymétrie du Golfe est bien connue : une fosse océanique profonde, connue sous le nom de chenal Laurentien, allant du détroit de Cabot jusqu'au Saguenay avec des profondeurs de 500 m diminuant à 200 m au-dessus de Rivière-du-Loup. Il y a un prolongement de cette fosse profonde dans le passage de la Jacques-Cartier et le bras nord-est du Golfe avec des profondeurs d'eau allant de 175 à 275 m. La partie sud-ouest du Golfe peut atteindre moins de 75 m de profondeur et la profondeur limite d'eau dans le détroit de Belle Isle est de 50 m. Le détroit de Northumberland a également des profondeurs de petits fonds allant entre 17 et 65 m, les eaux les plus profondes se retrouvant à chaque extrémité du détroit (Environnement Canada 2011).

Le courant est plus fort entre 2 et 12 nm de la zone extracôtière de la péninsule gaspésienne et a une vitesse moyenne de 6 à 10 nm par jour. Une fois dans la partie principale du Golfe, l'eau coule dans le plateau madelinien pour ensuite dériver vers le détroit de Cabot, une partie s'écoulant également dans le profond chenal Laurentien directement à travers le Golfe. Les taux habituels de mouvement sur les Îles-de-la-Madeleine varient entre 3 et 5 nm par jour. On a constaté un courant allant vers le nord-est, avec une vitesse moyenne entre 2 et 4 nm par jour, coulant le long de la côte ouest de Terre-Neuve, passé la baie des Îles et Daniel's Harbour (Environnement Canada 2011). Les courants d'eau moyens pour le Golfe sont illustrés à la Figure 4.18. et constituent l'un des facteurs océanographiques qui jouent un rôle important en influençant le régime de glaces du Golfe.



Source : Environnement Canada 2011

**Figure 4.25 Courants marins moyens**

Dans le Golfe, les marées sont compliquées parce que l'onde de tempête provient du détroit de Cabot et de celui de Belle Isle. La principale onde de tempête progresse en sens trigonométrique autour du Golfe, entrant dans le détroit de Cabot et les moyennes variant de 0,8 à 1,1 m au Cape North et au Cape Ray de 1,2 à 1,5 m sur la côte ouest de Terre-Neuve et le long de la rive nord du Golfe. Les marées dans les Îles-de-la-Madeleine sont d'environ 0,7 m. Le détroit de Northumberland a un modèle de marées compliqué, avec des marées dans l'ouest comportant une marée par jour, alors que dans la section est, il y a les deux marées régulières qui varient de 1,2 à 1,8 m. Le détroit de Belle Isle a des marées variant de 0,8 à 0,9 m (Environnement Canada 2011).

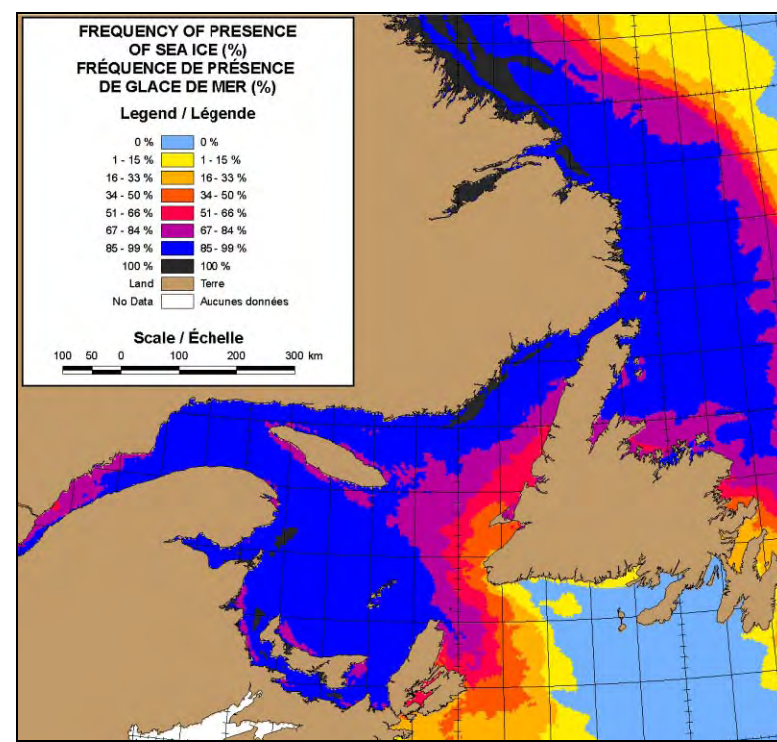
Le principal effet sur les glaces produit par les forces des marées est que les glaces se déplacent en mouvement de va-et-vient à mesure qu'elles montent et descendent. Cet effet est plus apparent dans l'estuaire supérieur ainsi que dans la baie des Chaleurs et ses abords. Par suite des influences des marées, la glace fixée a tendance à être limitée en raison du mouvement constant (Environnement Canada 2011).

En tenant compte du régime de glaces du Golfe, il y a deux principaux facteurs climatiques qui ont une incidence sur la couverture de glace. L'hiver, les principales températures ne descendent pas substantiellement en dessous du point de congélation et, ainsi, les hivers doux et froids ont un effet très appréciable sur l'étendue et la rigueur de la couverture de glace (Environnement Canada 2011). Le deuxième facteur climatique est que les vents d'hiver provenant de l'ouest par le nord seront presque toujours froids et secs, alors que ceux en provenance de l'ouest par le sud jusqu'au nord-est seront doux et humides, ce qui a également un effet sur l'emplacement des secteurs de dispersion des glaces et de congestion une fois la glace formée (Environnement Canada 2011).

La glace se forme dans le Golfe à partir des secteurs situés près des côtes du Saint-Laurent. Dès la première semaine de février, la débâcle de la glace en direction du sud par le détroit de Cabot atteindra les abords de Sydney et affectera le transport des marchandises jusqu'à la mi-avril. La couverture de glace continue d'augmenter et d'épaissir à mesure qu'elle s'étend pour couvrir la majeure partie des régions restantes du Golfe avant la troisième semaine de février (Environnement Canada 2011). L'exception est un chenal côtier de 10 à 30 Km le long de la côte sud de Terre-Neuve du cap Saint-Georges.

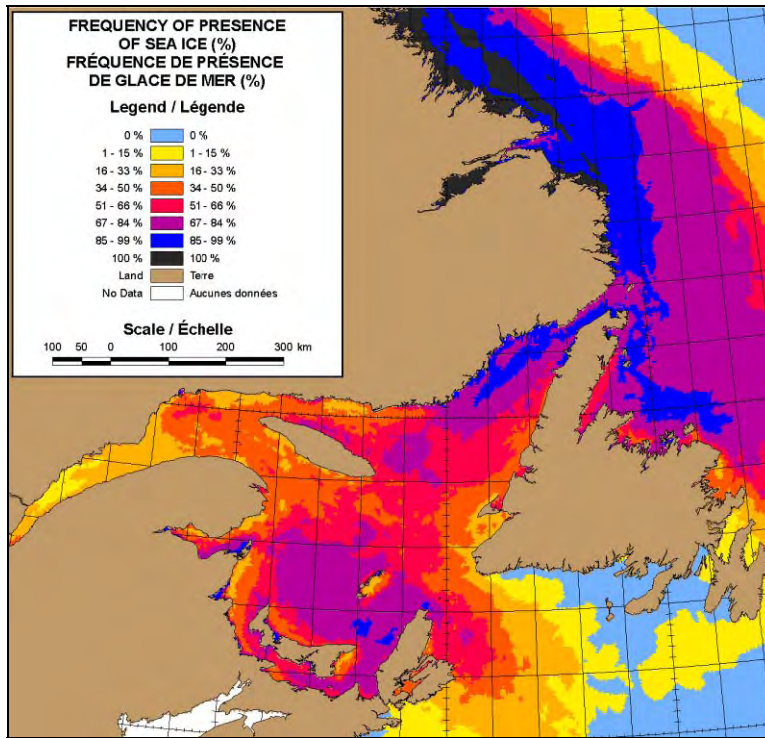
Au début de février, la glace blanche et la glace blanchâtre prédominent avec une mince glace de l'année se développant progressivement dans le courant du mois. À la fin de la troisième semaine de février, une mince glace de l'année se trouve dans le détroit de Northumberland, le long de la côte nord-ouest du cap Breton, le long de la côte nord des Îles-de-la-Madeleine, le long de la côte ouest de Terre-Neuve, de même que le long des rives sud de la baie des Chaleurs et de l'estuaire (Environnement Canada 2011). Sur les portions nord de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, le type de glace qui prédomine reste la glace nouvelle et grise parce que les vents de terre poussent la glace vers le sud. À partir de la fin de février et ce jusqu'au milieu de mars, la glace dans le Golfe aura atteint son étendue maximale et une bonne partie de la glace continue d'augmenter au stade de développement de la première année. Par suite de la débâcle de la glace en direction du sud dans le Golfe, la glace demeure au stade de glace blanchâtre sur les portions nord-ouest du Golfe. Le chenal le long de la côte ouest de Terre-

Neuve, particulièrement au nord de la péninsule de Port-au-Port, est fermé et il est possible qu'il y ait débâcle de glace dans le détroit de Cabot. Pour la période allant de 1981 à 2010, le plus de glace vue pendant une seule saison dans le Golfe se produisit en 1989-1990, alors que la plus petite quantité de glace vue se produisit en 2009-2010. La couverture de glace varie considérablement d'année en année mais, en règle générale, on a connu des conditions au-dessus de la normale de 1980-1981 à 1994-1995 et par la suite des conditions en dessous de la normale de 1995-1996 à 2009-2010. L'étendue maximale de la banquise dans le Golfe en février, mars et avril, basée sur une moyenne de concentration de glace de 30 ans, est présentée aux Figures 4.19, 4.20 et 4.21, respectivement (Environnement Canada 2011).



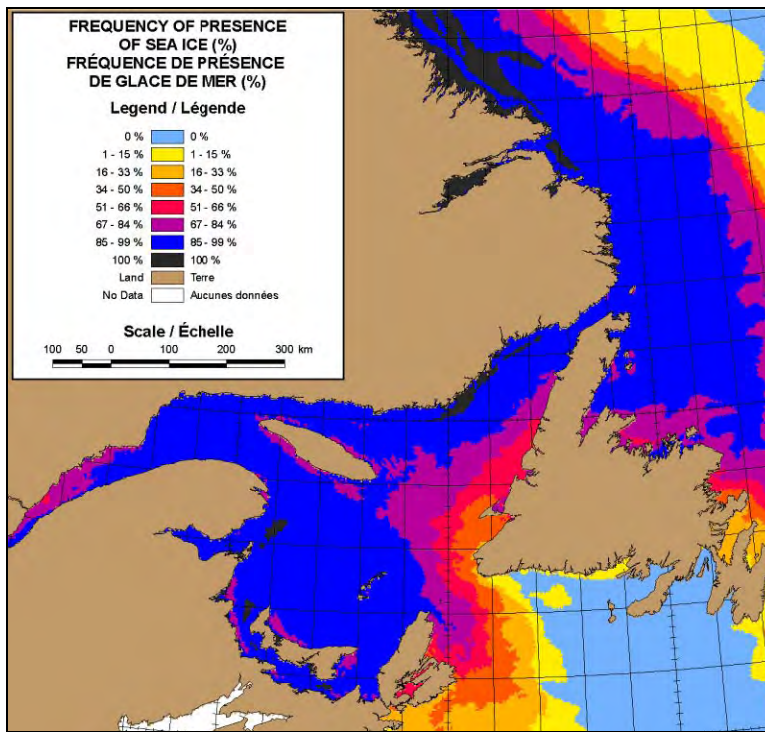
Source: Environnement Canada 2011.

**Figure 4.26 Étendue maximale de la banquise en février (1981 à 2010)**



Source: Environnement Canada 2011.

**Figure 4.27 Étendue maximale de la banquise en mars (1981 à 2010)**



Source: Environnement Canada 2011.

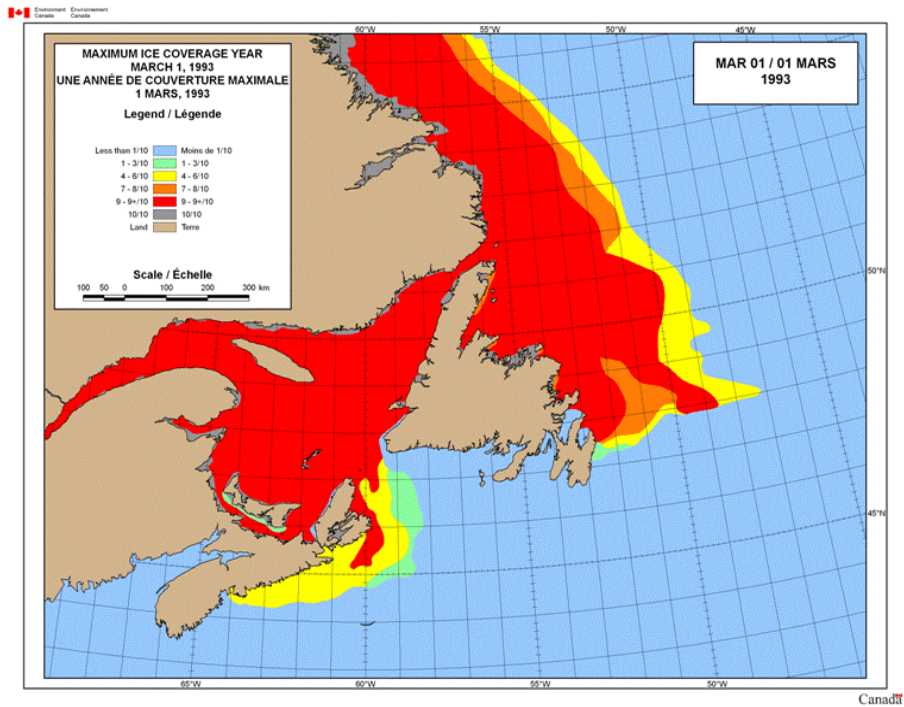
**Figure 4.28 Étendue maximale de la banquise en avril (1981 à 2010)**

Le secteur visé par le projet est situé dans une région dont la fréquence de présence de glace de mer varie de 51 à 84 % sur une période de 30 ans (bandes vertes et pourpres) selon le mois. L'accumulation de glace pour l'année 2010-2011 (Environnement Canada 2011) est présentée à la Figure 4.22. En fonction des données sur les pourcentages moyens et possibles de couverture de glace, la saison 2010-2011 serait considérée comme une année de couverture de glace « en dessous de la moyenne ». L'année de la couverture de glace maximale a été celle du 1<sup>er</sup> mars 1993 (Figure 4.23) et l'année de la couverture de glace minimale a été celle du 1<sup>er</sup> mars 2010 (Figure 4.24). Le PP 1105 est situé dans le secteur dont la date moyenne de congélation de la glace est le 29 janvier (Figure 4.25). L'interglaciaire normal pour le PP 1105 s'étend du 9 avril au 12 février de l'hiver suivant et dans le cas d'hivers de froid intense, l'interglaciaire est plus court et s'étend seulement du 7 mai au 15 janvier. Pour les hivers doux, il est possible que la glace n'atteigne pas le site du PP 1105. C'est ce qui s'est produit à six reprises au cours des 30 dernières années, avec des incidents survenus depuis la fin des années 90 pour lesquels une tendance de réchauffement général a été observée (Environnement Canada, communication personnelle).

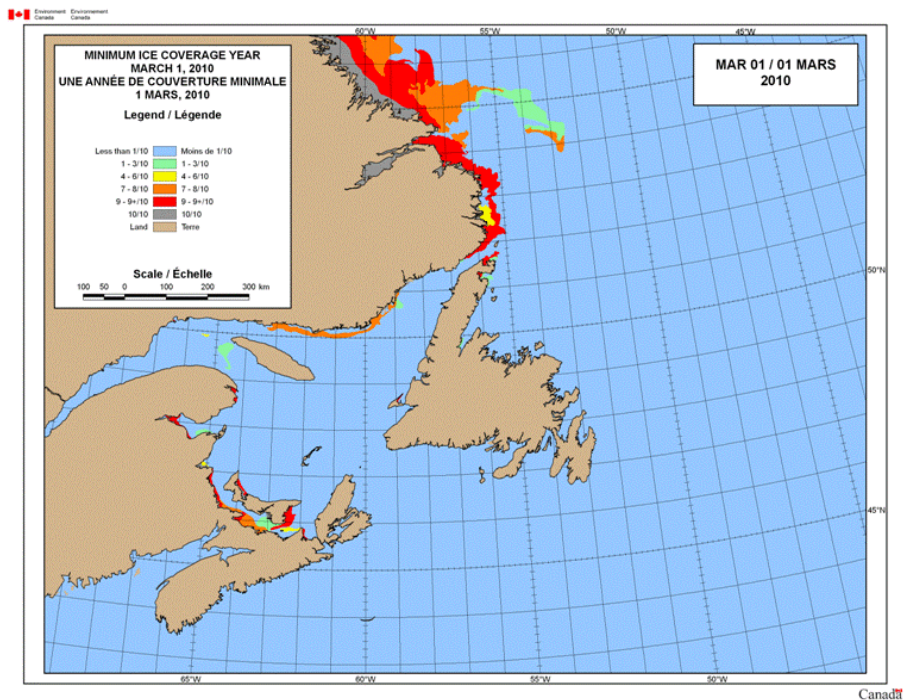
Quand la banquise atteint le site du PP 1105, l'épaisseur de la glace est habituellement entre 10 et 30 cm. À mesure que l'hiver progresse, la glace épaisit entre 30 et 70 cm. Des ondes glaciaires pourraient à l'occasion se former dans le secteur, ce qui pourrait se traduire par une augmentation importante de l'épaisseur de la glace, au-dessus des épaisseurs habituelles. La concentration de glace pourrait varier considérablement, mais elle est souvent près de 80 à 100 % de la concentration habituelle, atteignant une plus faible concentration au début de la saison des glaces. Une forte poussée des glaces pourrait également se développer à l'occasion en raison des grands vents associés aux tempêtes d'hiver qui sont assez fréquentes dans la région du Golfe. Une telle poussée des glaces peut avoir d'importants impacts sur les activités de transport des marchandises (Environnement Canada, communication personnelle).

La dispersion glaciaire commence à la fin-février et elle est d'abord évidente dans l'estuaire près de l'embouchure du Saguenay où les concentrations de glace descendent en parcours libre, par suite de la remontée d'eau plus chaude à la limite ouest du chenal profond par l'estuaire combinée à la hausse générale des températures de l'air du printemps. À la mi-mars, on constate d'importants secteurs de mer libre le long du côté nord de l'estuaire du Saint-Laurent et sur la rive nord de Natashquan et le sud de l'île d'Anticosti. Les concentrations de glaces le long du principal couloir de navigation par le biais du Golfe central diminuent rapidement et au cours de la deuxième moitié de mars, ce qui réduit les concentrations de glace moyennes sont évidentes dans le centre du Golfe. Comme les glaces plus minces fondent et se désintègrent plus rapidement, les types prédominants de glaces restantes à ce moment sont les glaces plus épaisses (Environnement Canada 2011).

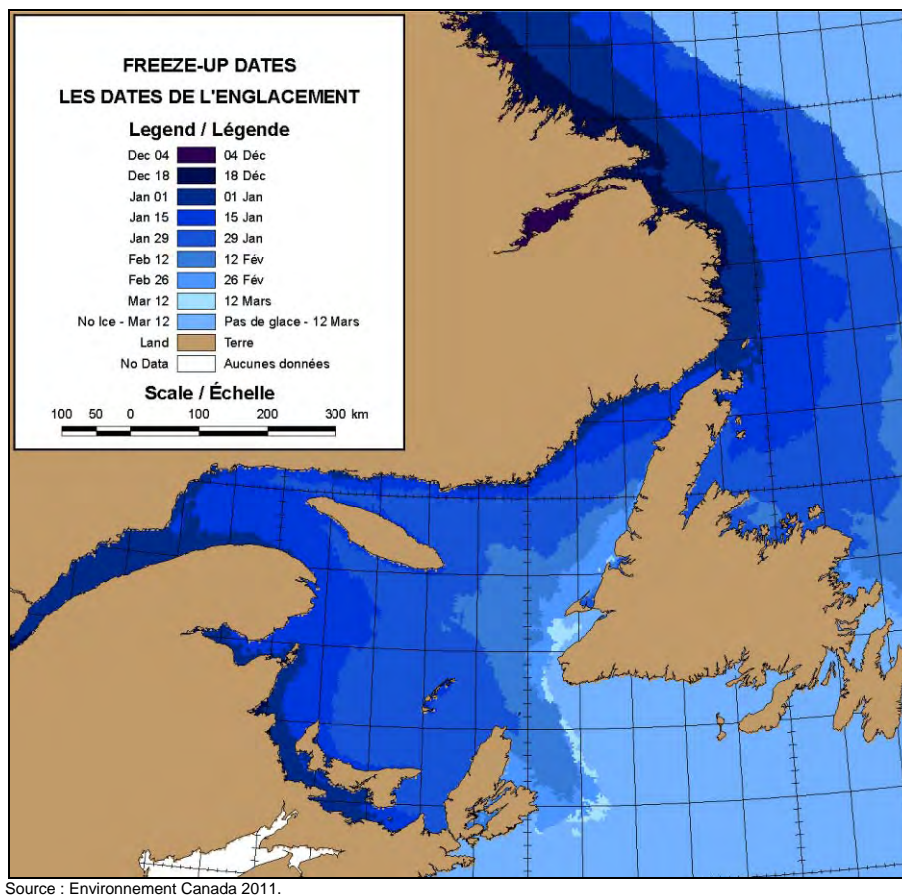




**Figure 4.29 Année de couverture maximale de glace**



**Figure 4.30 Année de couverture minimale de glace**



**Figure 4.31 Dates de congélation (1981 à 2001)**

Dès le premier jour d'avril, l'estuaire est habituellement libre de glace et la lisière intérieure de glaces a passé l'île d'Anticosti. Durant les premiers jours d'avril, la voie principale de navigation dans le Golfe se dégage, se séparant en deux étendues de glace : la partie sud-ouest du Golfe, y compris les eaux entourant le cap Breton; et l'étendue allant de la péninsule de Port-au-Port jusqu'au détroit de Belle Isle. Une fois que cette séparation s'est produite, la navigation dans l'estuaire se fait sans entraves et il n'y a pas de réaccumulation de barrière de glace à travers la voie de navigation (Environnement Canada 2011).

Dans la partie centrale du Golfe, la glace produit une couverture de radeaux glaciels de glace épaisse, combinée à une nouvelle accumulation de glace, à partir du passage de Gaspé jusqu'à l'île du Cap-Breton. Des chenaux et des secteurs de glace dispersée sont créés le long des rives du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard en réponse au vent. La section sud-ouest du Golfe devient habituellement congestionnée par la glace épaisse en grands radeaux qui peuvent exercer une pression considérable sur l'île du Cap-Breton et sur les rives nord-ouest des Îles-de-la-Madeleine. Dans la partie nord-est du Golfe, le déplacement des glaces est beaucoup plus restreint par la débâcle induite par le vent en provenance de l'ouest vers l'est résultant d'une congestion occasionnelle dans le secteur de la baie des Îles. Le secteur de glace épaisse et déformée domine à partir de la péninsule de Port-au-Port en direction du nord. Des chenaux côtiers peuvent se développer dans ce secteur quand les vents de l'est

prédominant, mais le déplacement latéral de la glace le long de la côte ne se produit pas souvent. En règle générale, la vieille glace ne constitue pas une préoccupation dans le Golfe; cependant, la vieille glace peut partir à la dérive dans le bras nord-est du détroit de Belle Isle. De plus, les seuils océanographiques provenant des tempêtes dans l'océan Atlantique peuvent entrer par le détroit de Cabot et causer une fracturation extrême des radeaux dans les secteurs du détroit de Cabot des Îles-de-la-Madeleine (Environnement Canada 2011).

Au moment de la couverture maximale de glace, une voie de navigation recommandée pour le transport des marchandises est maintenue par la Garde côtière canadienne et est publiée sur une base journalière par le centre des glaces de Québec durant la saison des glaces dans le Golfe (la Figure 4.26 est un exemple de la voie recommandée) et on s'attend à ce que les navires commerciaux suivent cette voie lorsqu'ils transitent dans le golfe du Saint-Laurent. Il est normal pour la voie de navigation d'entrer dans le Golfe près de la côte de Terre-Neuve au large de Cape Ray, se dirigeant vers le nord vers l'île d'Anticosti, pour ensuite suivre le meilleur état des glaces le long du côté sud de West Point et ensuite vers le côté nord de l'estuaire. Lorsque de forts vents du sud causent la congestion des glaces le long de la rive sud de l'île d'Anticosti, la voie de transport des marchandises peut être déviée vers le nord de l'île (Environnement Canada 2011).

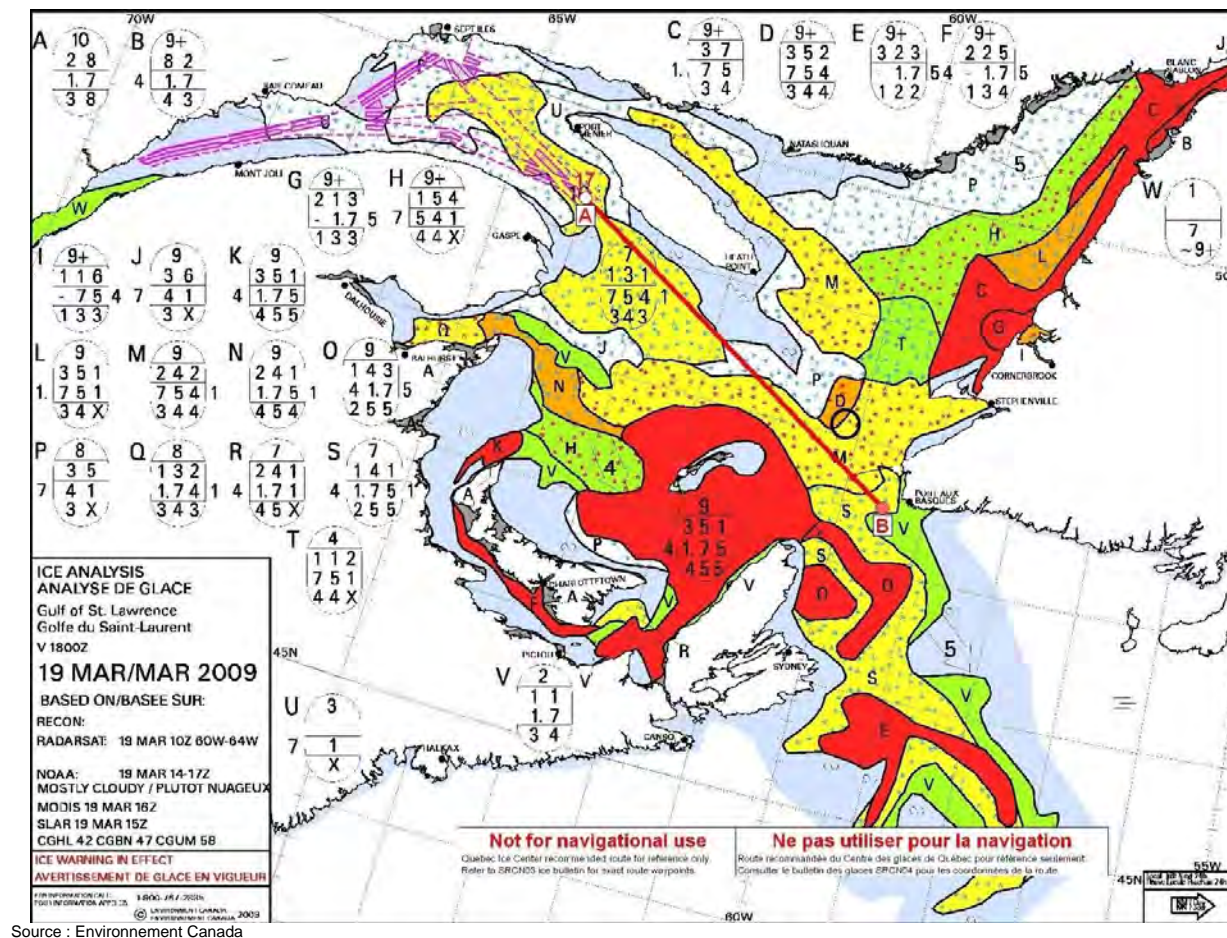


Figure 4.32 Rapport quotidien de l'analyse des glaces

#### 4.2.7 Icebergs

Il arrive parfois que les icebergs entrent dans le Golfe, passant à travers le détroit de Belle Isle. Ces icebergs sont habituellement petits étant donné que les profondeurs d'eau dans le détroit (55 m) restreignent le tirant d'eau des icebergs. La plupart des icebergs qui entrent dans le Golfe ont tendance à aller le long de la rive du Québec, à l'est d'Harrington Harbour, même si on en a observé quelques-uns aussi loin qu'à l'île d'Anticosti et dans le secteur de la baie des Îles, le long de la côte ouest de Terre-Neuve. Un nombre considérable d'icebergs peuvent rester ancrés dans le détroit de Belle Isle (Garde côtière canadienne 1999). Les sources et les principales trajectoires d'icebergs dans les eaux de l'Est du Canada sont présentées à la Figure 4.27.

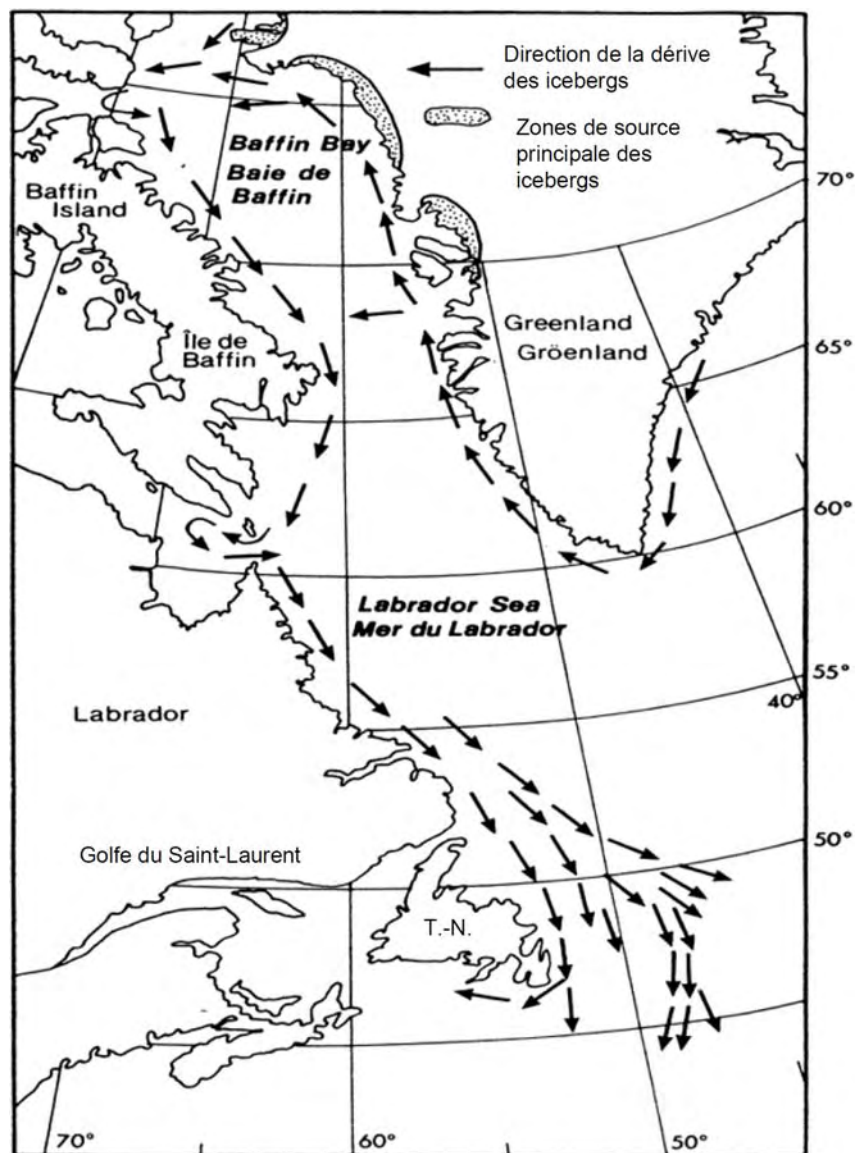


Figure 4.33 Sources et trajectoires des icebergs dans les eaux de l'Est du Canada

### 4.3 Météorologie

La météorologie est discutée ci-dessous en termes de climat, de vent et de visibilité.

#### 4.3.1 Climat

Le climat dans le cadre du PP 1105 est dominé par les effets de l'eau du Golfe qui l'entourent ainsi que par le déplacement vers l'est des masses d'air continental et de leurs systèmes de pression associés. Ainsi, il est classé comme étant un climat maritime tempéré. En raison des hivers rigoureux que l'on connaît dans le Golfe, la présence de bouées est limitée. Pour évaluer les conditions climatiques historiques associées au PP 1105, des données ont été obtenues de la station météorologique de Port aux Basques, laquelle est située sur la côte sud-ouest de Terre-Neuve, à environ 100 km du secteur visé par le projet. Les données sont résumées au Tableau 4.6.

**Tableau 4.6 Données sur les températures et les précipitations de 1971 à 2000, Port aux Basques, Terre-Neuve-et-Labrador**

	Jan.	Févr.	mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Température (°C)</b>												
Moy. quotidienne	-5.2	-6.4	-3.5	1	5.2	9.5	13.7	15	11.6	7	2.6	-2.2
Max. quotidien	-1.9	-3	-0.4	3.7	8.3	12.8	16.7	18.3	15	10	5.2	0.8
Min. quotidien	-8.4	-9.8	-6.6	-1.7	2.1	6.2	10.6	11.7	8.2	3.9	-0.1	-5.1
<b>Précipitations (mm)</b>												
Chutes de pluie	52.8	39.2	61	101.8	124.2	114.1	115.3	114.1	123.1	147	126.2	97
Chutes de neige (cm)	93.5	75	51.7	21.5	3.4	0	0	0	0	3.4	19.6	75.3
Précipitations	146.4	115.1	113.9	126.5	128.2	114.1	115.3	114.2	123.1	150.5	147.6	174.7
<b>Jours avec précipitations</b>												
>= 0.2 mm	24.9	20.8	18.9	16.1	15.4	15	15.8	14.7	16.2	17.7	19.5	8.6
>= 5 mm	8.9	6.5	6.6	6.7	6.7	6.3	6.2	6	7.1	8.3	8.6	4.7
>= 10 mm	4.6	3.7	3.7	4	4.4	4	3.6	3.7	4	4.8	4.9	3.3
>= 25 mm	0.96	0.74	0.78	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.6	1.4	0.92
Source : Environnement Canada 2010a.												

Les températures quotidiennes moyennes dans les alentours du site du PP 1105 varient entre -6,4 °C en février et 15°C en août. Des températures au dessus de zéro ont été enregistrées pour tous les mois sauf décembre, janvier, février et mars. La plus grande quantité de précipitations a été enregistrée au mois de décembre et la plus faible au mois de mars. Octobre était le mois où l'on a enregistré le plus grand nombre de jours (1,6) avec des chutes de pluie de plus de 25 mm.

En 2008, les températures mensuelles moyennes de l'air pour plusieurs stations météorologiques terrestres entourant le Golfe (incluant Sept-Îles, Natashquan, Blanc-Sablon, Daniel's Harbour, Port aux Basques, Charlottetown, Îles-de-la-Madeleine, Mont-Joli et Gaspé) étaient, en règle générale, normales ou légèrement plus élevées que les températures

enregistrées en 2007 (MPO 2009a). Cependant, les parties sud et est du Golfe ont affiché de plus grandes anomalies que les autres régions, et mars a été un mois exceptionnellement froid pour toutes les stations météorologiques. Les températures enregistrées pour septembre, octobre et novembre en 2008 aux stations météorologiques de Port aux Basques et des Îles-de-la-Madeleine étaient toutes au-dessus de 0 °C. Les mois ayant enregistré des températures en dessous de 0 °C incluaient décembre, janvier, février et mars pour les deux stations (MPO 2009a). Dans le Golfe, les températures de l'air étaient au-dessus de la normale de 1971 à 2000 entre novembre 2009 et décembre 2010 sauf pour le mois de juin qui était près de la normale (Galbraith et al. 2011). Des températures mensuelles de l'air au-dessus de la normale à la grandeur du Golfe ont enregistré des hausses (depuis 1945) en février, avril et décembre 2010. La moyenne de plusieurs stations météorologiques terrestres fournit un indice de température globale pour l'ensemble du Golfe, lequel était au-dessus de la normale en 2010 de 2,4 °C (+2,5 SD) — un maximum enregistré depuis 1945, battant le maximum précédent de 2006 qui était de 1,6 °C (+1,6 SD). La dernière anomalie annuelle négative est survenue en 2002 (Galbraith et al. 2011). Les conditions climatiques annuelles et hivernales en 2010 affichaient un maximum, avec les troisièmes conditions climatiques au-dessus de la normale au cours de l'été. Les températures enregistrées à l'automne 2010 étaient également un maximum enregistré depuis 1945, caractérisées par des températures de l'air très chaudes en décembre 2010 qui n'ont même pas descendu sous 0 °C dans neuf stations météorologiques basées à terre (Galbraith et al. 2011). En termes de températures de la surface de l'eau, les températures moyennes minimales pour février et mars sont d'environ -0,8 °C et les moyennes maximales en août et en septembre sont d'environ 15 °C (LGL 2005b). Les moyennes de températures de surface de la mer pour les 28 premiers jours de chaque mois de 2009, telles qu'elles ont été observées à l'aide du système de détection à distance NOAA AVHRR sont fournies à la Figure 4.28. Les secteurs en blanc n'ont aucune donnée pour la période en raison de la couverture de glace (Galbraith et al. 2011).

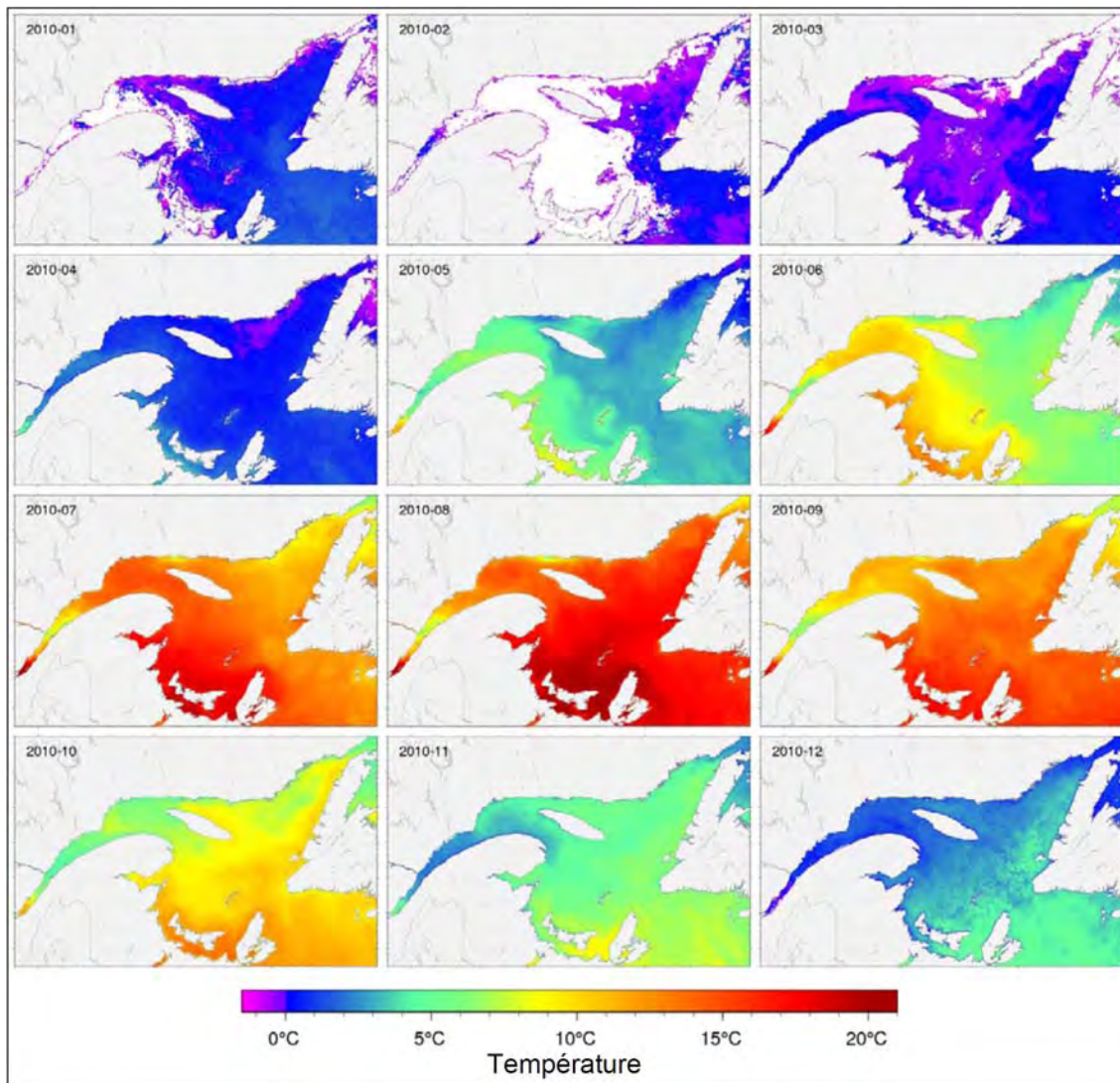
#### **4.3.2 Climat venteux**

Le vent constitue un aspect important relativement à la planification des activités compte tenu du rôle qu'il joue sur la génération de la houle et du courant, lesquels, en retour, pourraient produire des forces sur les navires, la plate-forme de forage et les autres équipements connexes. Il est nécessaire de connaître la fréquence de la vitesse du vent pour planifier les opérations. À partir de l'automne et tout au long de l'hiver et du printemps, de nombreuses perturbations extratropicales traversent le Golfe ou passent près de celui-ci. Ces tempêtes sont capables de produire des coups de vent qui peuvent persister pendant de nombreuses heures et, dans certains cas, pendant plusieurs jours (tel que décrit à la Section 4.2.5). Durant les mois d'été quand les trajectoires de l'activité cyclonique se déplacent plus loin vers le nord, les forts vents persistants deviennent moins fréquents au-dessus du Golfe.

Les paramètres utilisés pour décrire les caractéristiques du vent les plus courantes sont la vitesse du vent et la direction du vent. Les données sur les pourcentages de la vitesse du vent et la direction du vent de 1954 à 2008 proviennent de l'ensemble de données de MSC50 pour le point de grille 13511 (UTM – vers le nord, 5 331 208 m; vers l'est, 708,455 m) et sont présentées aux Tableaux 4.7 à 4.10 pour chaque saison. Les roses des vents correspondantes pour la même période et les mêmes saisons sont présentées aux Figures 4.29 à 4.32.

**Tableau 4.7 Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : septembre, octobre et novembre**

Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent												Total
	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0 à 4,99	1	0.89	0.95	0.87	0.97	1.26	1.6	1.93	2.14	1.91	1.62	1.24	16.4
5 à 9,99	2.49	2.03	1.85	1.61	2.16	3.44	5.41	6.81	6.42	6.59	5.63	3.74	48.2
10 à 14,99	1.34	1.2	0.87	0.86	1.31	2.12	2.95	3.63	3.73	4.91	3.79	24	29.1
15 à 19,99	0.37	0.22	0.21	0.27	0.4	0.5	0.39	0.34	0.62	1.2	0.96	0.53	6.01
20 à 24,99	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.03	0.07	0.09	0.03	0.33
25 à 29,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	5.23	4.37	3.89	3.62	4.85	7.34	1.04	12.71	12.9	14.7	12.1	7.94	100



Source : Galbraith et al. 2011

**Figure 4.34 Moyennes des températures de la surface de la mer (2009)**

**Tableau 4.8 Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : décembre janvier et février**

Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent												Total
	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0 à 4,99	1.03	0.84	0.79	0.65	0.59	0.76	0.9	1.2	1.31	1.51	1.48	1.35	12.4
5 à 9,99	2.91	2.28	1.82	1.59	1.74	2.14	2.65	4.03	5.12	6.86	5.78	4.24	41.2
10 à 14,99	2.06	1.34	1.3	1.18	1.07	1.39	2	2.82	4.49	7.17	5.71	3.07	33.6
15 à 19,99	0.62	0.49	0.52	0.54	0.5	0.55	0.38	0.59	1.38	2.78	1.92	0.94	11.2
20 à 24,99	0.03	0.09	0.03	0.09	0.1	0.08	0.03	0.06	0.24	0.37	0.28	0.16	1.56
25 à 29,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0.02
Total	6.65	5.04	4.46	4.05	4	4.92	5.96	8.71	12.6	18.7	15.2	9.77	100

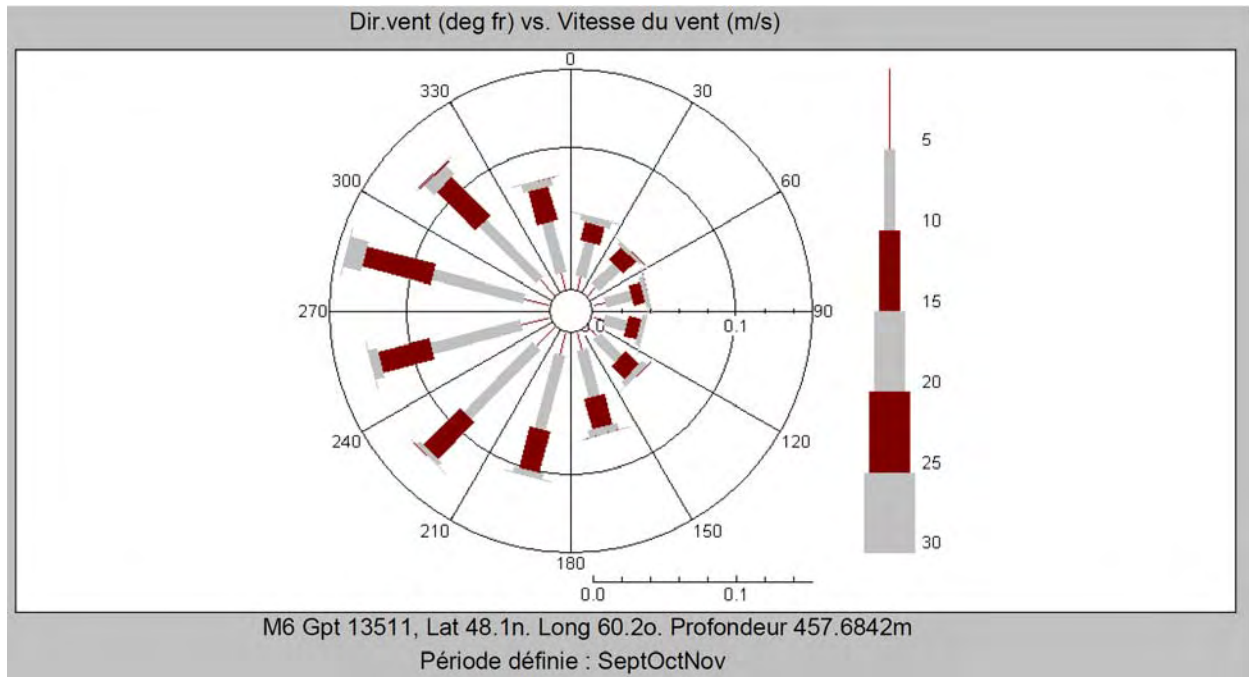
**Tableau 4.9 Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : mars, avril et mai**

Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent												Total
	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0 à 4,99	2.42	2.39	2.3	2.09	2.06	2.41	2.97	3.22	2.97	2.97	2.74	2.55	31.1
5 à 9,99	4	3.25	2.7	2.57	2.7	3.95	4.87	4.73	3.95	4.15	4.56	4.37	45.8
10 à 14,99	1.96	1.92	1.29	1.24	1.21	1.42	1.72	1.41	1.42	2.1	1.93	1.78	19.4
15 à 19,99	0.42	0.6	0.24	0.26	0.21	0.16	0.12	0.09	0.24	0.5	0.36	0.32	3.52
20 à 24,99	0.04	0.03	0.01	0.02	0	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.18
Total	8.84	8.19	6.55	6.18	6.19	7.95	9.68	9.44	8.59	9.74	9.61	9.03	100

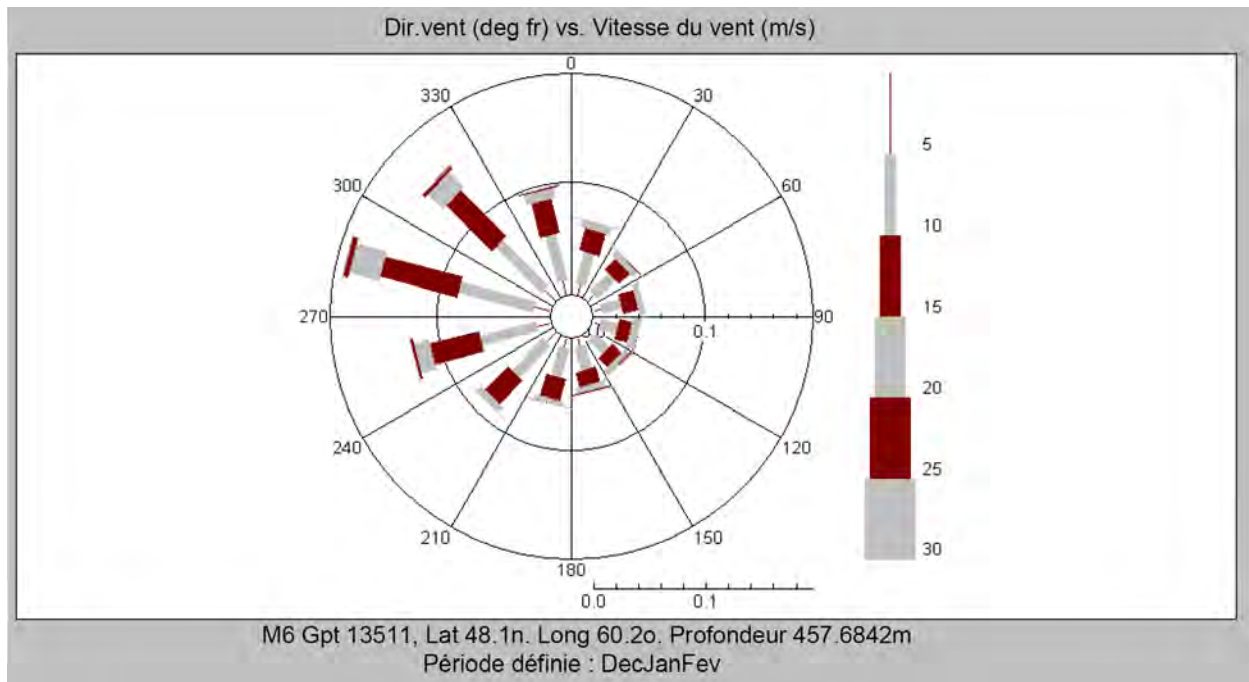
**Tableau 4.10 Pourcentage de la vitesse des vents en fonction de la direction au point de grille 13511 : juin, juillet et août**

Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent												Total
	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0 à 4,99	1.84	1.66	0.18	1.96	2.38	3.89	5.94	7.19	5.58	3.68	2.48	2.13	40.5
5 à 9,99	1.51	1.32	1.51	0.15	2.49	5.95	11	10.5	5.83	3.82	2.61	1.91	50
10 à 14,99	0.39	0.32	0.28	0.37	0.44	1.36	2.49	1.38	0.69	0.7	0.52	0.42	9.23
15 à 19,99	0.04	0.01	0	0	0.02	0.04	0.02	0	0.02	0.03	0.02	0.04	0.26
20 à 24,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3.78	3.21	3.58	3.84	5.34	11.2	19.5	19.1	12.1	8.22	5.63	4.51	100

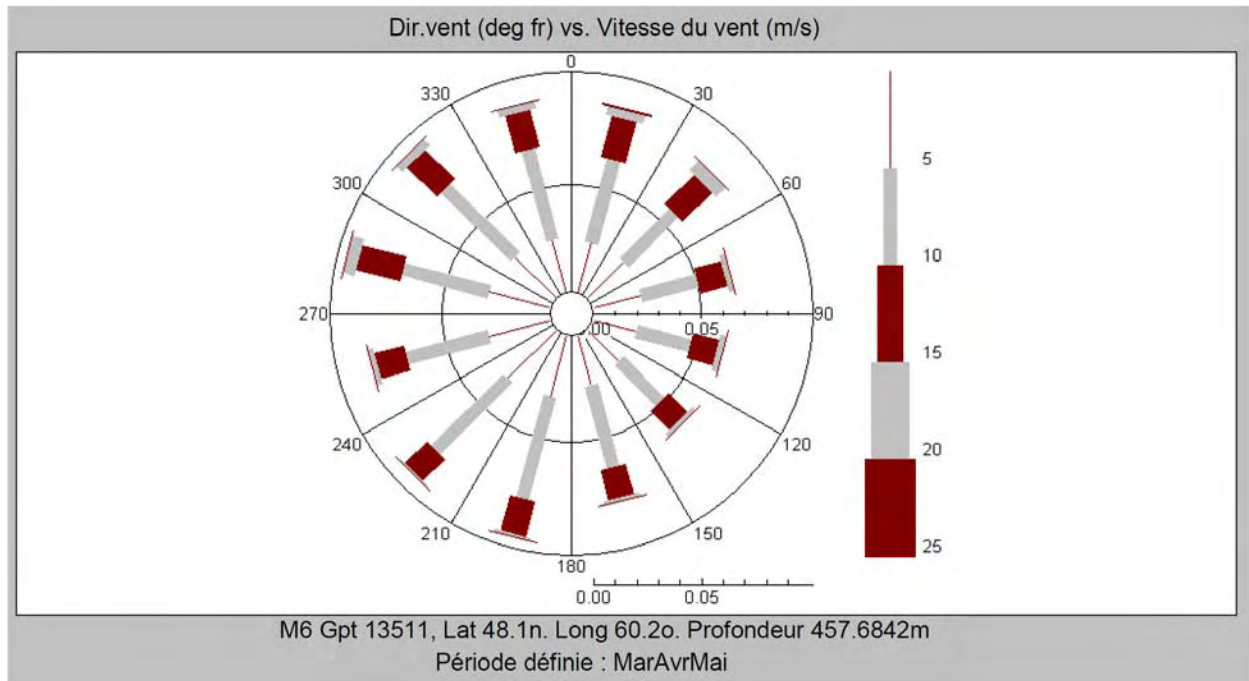




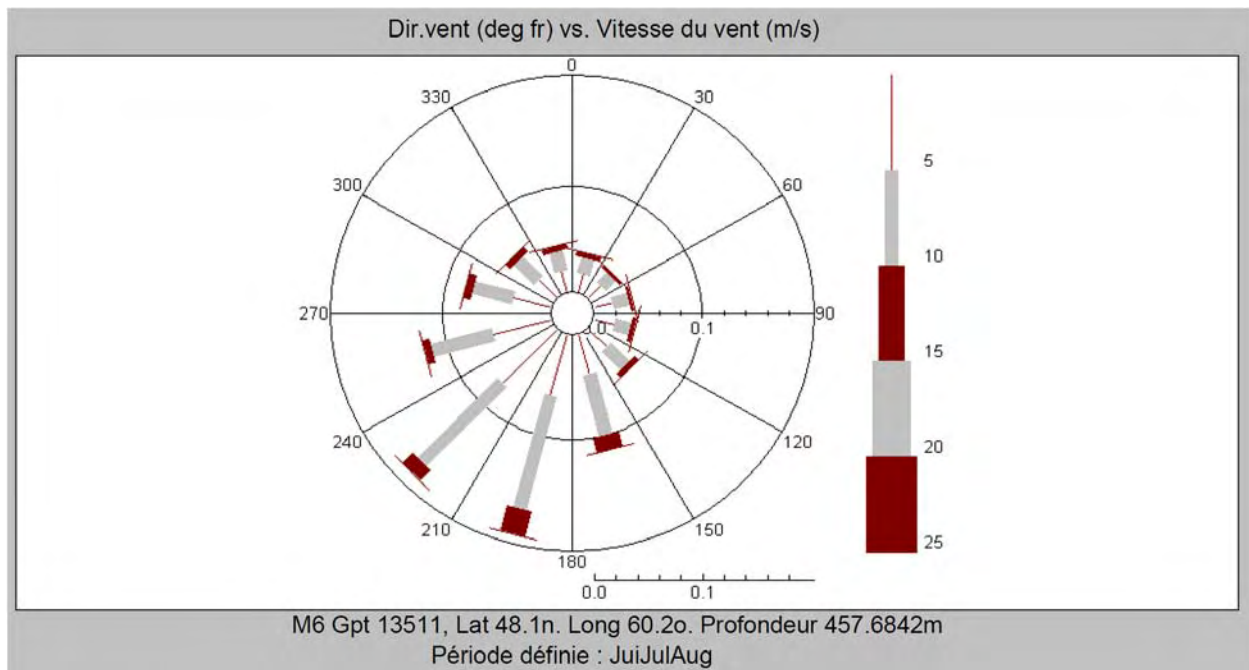
**Figure 4.35** Rose des vents pour septembre, octobre et novembre



**Figure 4.36** Rose des vents pour décembre, janvier et février



**Figure 4.37** Rose des vents pour mars, avril et mai



**Figure 4.38** Rose des vents pour juin, juillet et août

La majorité des vitesses des vents au point de grille 13511 durant l'automne (septembre à novembre), l'hiver (décembre à février) et le printemps (mars à mai) sont entre 5 et 9,9 m/s et proviennent de l'ouest/nord-ouest. Près de 50 % des vitesses des vents durant l'été (juin à août) sont également entre 5 et 9,9 m/s; cependant, les vents proviennent le plus souvent du sud-ouest. Aucune vitesse des vents de plus de 20 m/s n'a été enregistrée durant l'été. Les vitesses des vents entre 20 et 24,9 m/s ont été enregistrées durant l'automne, l'hiver et le printemps et le plus haut pourcentage a été enregistré durant l'hiver, c'est-à-dire moins de 2 %.

#### 4.3.3 Visibilité et brouillard

Le brouillard est une condition météorologique importante qui réduit la visibilité des bateaux, des hélicoptères et des aéronefs en mer. Le brouillard marin peut être dense et couvrir de grandes superficies.

Les données historiques pour la visibilité nous ont été fournies par la station météorologique de Port aux Basques et elles sont présentées au Tableau 4.11.

**Tableau 4.11 Données sur la visibilité enregistrées à la station météorologique de Port aux Basques, de 1971 à 2000**

	Jan.	Févr.	mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Oct.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
< 1 km	51.9	45.7	47.4	54.4	84.8	106.6	138.6	78.2	33.3	32	27.7	37.4
1 à 9 km	208.6	160.8	139.8	140.3	134.3	132.5	154.1	114.7	76.9	83.4	104.4	182
> 9 km	483.6	471	556.9	525.3	525	480.9	451.3	551.1	609.8	628.7	588	524.7

Durant la période de calculs allant de 1971 à 2000, le nombre d'heures avec une visibilité inférieure à 1 km était plus grand entre juin et juillet. Les mois de septembre, d'octobre et de novembre étaient ceux qui présentaient le plus d'heures à visibilité supérieure à 9 km.

Les conditions de visibilité existantes dans le Golfe ont été évaluées dans le rapport d'EES de 2005 (LGL 2005b) utilisant l'information accessible dans l'ensemble de données AES-40 au point de grille 5817, lequel est situé dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador, légèrement au nord du cap Saint-Georges. Il y a eu une occurrence relativement élevée (8 à 10 %) de visibilité réduite (moins de 1 km) en janvier, février et mars, en raison de la neige. D'avril à juillet, étant donné que la température de l'air de la surface de la mer augmente et se réchauffe, l'air humide en provenance de l'Amérique du Nord (avec une humidité relative élevée (points de rosée élevés)) inonde le secteur et la température de l'océan demeure plus froide, l'air devient plus frais et saturé près de l'océan, ce qui se traduit par un brouillard. Une visibilité réduite de 11 % (moins de 1 km) a été enregistrée pour le mois de juillet. À mesure que l'automne approche, la différence de température entre l'air et l'océan diminue et refroidit, l'air sec (points de rosée faibles) en provenance du nord inonde la région, tout comme la quantité de brouillard, octobre enregistrant les plus faibles occurrences de visibilité réduite, soit environ 2 % (LGL 2005b).

#### 4.4 Changement climatique

Il est généralement accepté qu'un réchauffement de la planète occasionnera un niveau mondiallement plus élevé de l'eau et que les températures des surfaces de la mer augmenteront de 1 °C à 2 °C au cours des prochaines décennies si le réchauffement planétaire continue. Les facteurs météorologiques des tendances à long terme de l'élévation globale du niveau de la mer ont été étudiés (Kolker et Hameed 2007) et une partie significative de la variabilité de la tendance depuis 1900 aux cinq marégraphes de l'Océan Atlantique peut être expliquée par des indices atmosphériques tels l'Oscillation nord-atlantique. Kolker et Hameed (2007) signalent que le « débat s'est concentré sur la contribution relative des flux d'eau douce, de l'expansion thermique et des anomalies dans la rotation de la Terre ». Lorsque des facteurs, telle l'Oscillation nord-atlantique, ont été retirés de leur analyse sur l'élévation à long terme, l'élévation « résiduelle » du niveau de la mer s'est retrouvée entre  $49 \pm 0.25$  et  $0.93 \pm 0.39$  mm par année, ce qui pourrait être dû à l'élévation globale des températures (Kolker et Hameed 2007).

Entre 1961 et 2003, le niveau global de la mer s'est élevé en moyenne à un taux de 1,8 (1,3 à 2,3) mm par année selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution climatique – GIEC (Intergovernmental Panel on Climate Control (IPCC) 2007); une augmentation mondiale de 18 à 58 cm est prédite d'ici 2100 (IPCC 2007). En se basant sur les scénarios d'émissions de l'évaluation 2007 du GIEC, Vermeer et Rahmstorf (2009) ont estimé des projections de l'élévation du niveau de la mer pour les prochains siècles en appliquant un modèle semi-empirique à la relation entre la température mondiale historique et l'élévation du niveau de la mer. Cette méthode semi-empirique compte implicitement sur les effets de la récente fonte rapide des glaciers.

Les niveaux de la mer de la côte nord-est de l'Amérique du Nord pourraient s'élever entre 30 et 51 cm de plus que les autres secteurs côtiers en raison des taux modérés à élevés de fonte des glaces provenant du Groenland (Hu et al. 2009). Puisque les dynamiques océaniques pousseront les eaux dans des directions différentes, les océans ne s'élèveront pas uniformément aux réchauffements planétaires (Hu et al. 2009).

Les estimations de l'élévation globale du niveau de la mer pour les 100 prochaines années en raison uniquement du réchauffement planétaire se situent entre 5 cm et 190 cm. En se basant sur un taux de 1,7 cm par année (selon Vermeer et Rahmstorf (2009)), l'élévation totale prévue comporte une estimation médiane de 45 cm et une limite supérieure d'environ 70 cm pour la période 2010 – 2050.

## 5.0 MILIEU BIOLOGIQUE

---

Le milieu biologique correspondant au projet est décrit ci-dessous à plusieurs niveaux différents. La majorité des informations correspond au Golfe de manière générale ou est en relation avec les eaux au large de l'ouest de Terre-Neuve. Lorsque des informations particulières à un secteur sont disponibles, de plus amples détails sont fournis pour le PP 1105, reconnaissant ainsi qu'il s'agit du secteur où se concentreront la plupart des activités du projet.

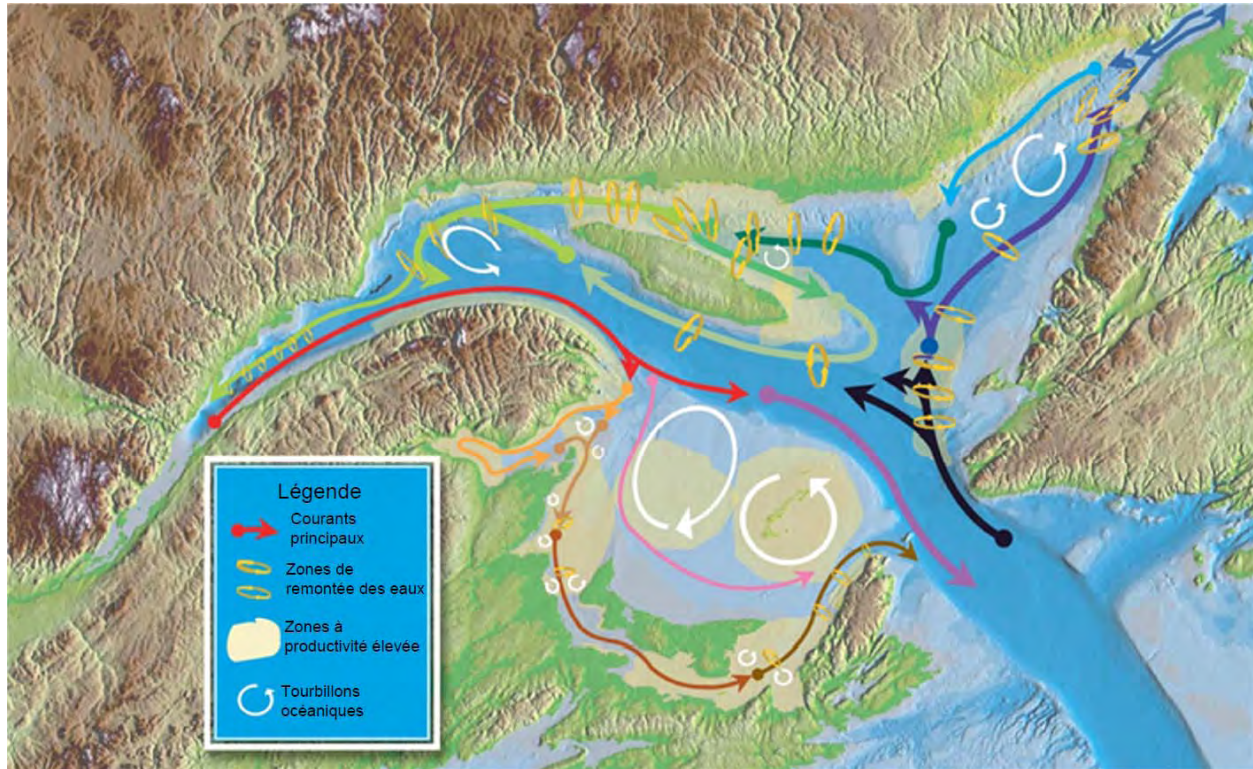
### 5.1 Survol de la région

Le golfe du Saint-Laurent et son estuaire sont décrits comme une mer semi-fermée comportant un écosystème marin unique. Cela en raison du fait que le Golfe est séparé partiellement de l'Atlantique Nord, recevant un apport en eau douce de la part de rivières importantes, et aussi par un chenal orienté sur toute sa longueur, une saison des glaces, plusieurs types de masses d'eau, incluant une couche intermédiaire froide, des zones à plateaux et d'eaux peu profondes ainsi qu'une productivité et une diversité biologique élevées (MPO, 2005a). Seulement deux ouvertures dans le Golfe permettent un échange des eaux avec l'Atlantique Nord : le détroit de Belle-Isle au nord-est du Golfe, à travers lequel de l'eau dense et froide circule en provenance de l'Arctique via le courant du Labrador et le détroit de Cabot, situé dans le chenal Laurentien au sud-est du Golfe, par lequel les eaux atlantiques du Gulf Stream font leur entrée. Le PP1105 est situé à environ 70 km au nord-ouest du détroit de Cabot dans le chenal Laurentien.

Les caractéristiques uniques du Golfe donnent naissance à des zones bonifiées de biomasse et de production de plancton qui permettent l'apparition de populations benthiques diverses et qui attirent également dans le Golfe des espèces servant de nourriture aux poissons, oiseaux marins et mammifères marins. Ces zones biologiques bonifiées sont le résultat de facteurs physiques reliés à la topographie particulière du plancher océanique, des vents et courants océanographiques, laquelle, combinée à des facteurs chimiques tels des eaux riches en nutriment, donne naissance à des processus physiques comme une remontée des eaux de fond, des fronts horizontaux ou verticaux entre deux schémas de circulation distincts et des masses d'eau, ainsi que des zones de convergence et des gyres. Ces processus physiques dans le Golfe peuvent soit occasionnés une croissance et une production accrue au sein de l'environnement biologique ou encore contribuer à aiguiller, concentrer et retenir les populations marines dans une plus petite zone, engendrant ainsi une abondance élevée et une meilleure capacité reproductive, ainsi qu'un élevage et une alimentation améliorés. Un survol de ces processus physiques est effectué à la Figure 5.1.

La productivité bonifiée des populations marines dans le Golfe et leur protection contre les tempêtes et vagues violentes provenant de l'Océan Atlantique ont mené à une importante pêche commerciale, à des routes de navigation de grands bâtiments, à des ports, à un tourisme autour des mammifères marins, à une aquaculture, à des établissements humains dans les communautés côtières et à d'autres effets environnementaux anthropiques, qui ont fait que certaines populations de vie marine ont décliné de manière substantielle. Cela a amené certaines espèces marines à être listées comme étant à risque par la LEP, en ce qui concerne

les populations du Golfe et de l'estuaire ou pour les populations marines qui migrent dans le Golfe durant une phase de leur cycle de vie. Les espèces en péril incluent les espèces touchées par la pêche commerciale, les oiseaux marins et les mammifères marins, tel que décrit en détail à la Section 5.2.



Source : <http://www.glf.MPO-mpo.gc.ca/f0006095>

**Figure 5.1 Processus physiques et secteurs de productivité élevée de l'environnement biologique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent**

## 5.2 Espèces en péril

L'annexe 1 de la LEP constitue la liste officielle des espèces sauvages en péril. Lorsqu'une espèce est listée à l'annexe 1 de la LEP et désignée comme « en péril » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), la désignation spécifiée par la LEP est celle qui s'applique légalement. Un résumé de toutes les espèces retrouvées dans le Golfe et qui sont considérées en péril en vertu de la LEP et/ou du COSEPAC est présenté respectivement aux Tableaux 5.1 et 5.2. Les descriptions individuelles de ces espèces listées en vertu de la LEP ou du COSEPAC sont fournies tout au long des sous-sections suivantes.

**Tableau 5.1 Espèces en péril dans le Golfe**

Nom commun	Nom de l'espèce	Statut selon l'Annexe 1 de la LEP	Occurrence en lien avec le PP1105
<b>Poissons de mer</b>			
Loup à tête large	<i>Anarhichas denticulatus</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Possibilité de le retrouver le long de la pente du chenal Laurentien. On retrouve son habitat le plus souvent sur le plancher océanique à des profondeurs de 500 à 1000 m. Frai non migratoire durant l'automne. Les larves peuvent être présentes sur le plancher océanique de l'automne jusqu'à tôt en hiver.
Loup tacheté	<i>Anarhichas minor</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Possibilité de le retrouver le long de la pente du chenal Laurentien, bien que les populations soient en déclin. On retrouve son habitat le plus souvent sur le plancher océanique à des profondeurs de 200 à 750 m. Frai non migratoire durant l'été. Les œufs/larves sont présents sur le plancher océanique en été et en automne.
Loup atlantique	<i>Anarhichas lupus</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – Possibilité de le retrouver le long de la pente du chenal Laurentien et sur la côte ouest de Terre-Neuve. On retrouve son habitat le plus souvent sur le plancher océanique à des profondeurs de 150 à 350 m. Faible migration destinée à la reproduction en eaux peu profondes à l'automne. Les œufs/larves peuvent être présents sur le plancher océanique de l'automne jusqu'à tôt en hiver.
<b>Oiseaux marins</b>			
Mouette blanche	<i>Pagophila eburnea</i>	En voie de disparition	Peut être aperçu dans le Golfe durant l'hiver, sur des banquises, au large et dans les zones côtières.
Courlis esquimau	<i>Numenius borealis</i>	En voie de disparition	Pratiquement disparu et extrêmement improbable qu'il soit rencontré dans le Golfe.
Sous-espèce <i>melodus</i> du pluvier siffleur	<i>Charadrius melodus melodus</i>	En voie de disparition	Couvaisons et fourrages sur les plages du Canada Atlantique au cours de l'été, incluant aux Îles-de-la-Madeleine et sur la partie ouest de Terre-Neuve.
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	En voie de disparition	Se retrouve en très petits nombres sur plusieurs îles isolées en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et aux Îles-de-la-Madeleine d'avril à la mi-août, près de son aire de nidification. Ces espèces démontrent une fidélité élevée envers leurs sites et apparaissent rarement dans l'ouest de Terre-Neuve ou ailleurs dans le Golfe.
Garrot d'Islande (population de l'Est)	<i>Bucephala islandica</i>	Préoccupant	Couvaisons sur les lacs en haute altitude et nidification dans les arbres. Hors de la saison de reproduction (été), nous retrouvons ces canards dans les zones côtières de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, là où ils se nourrissent.
Arlequin plongeur (population de l'Est)	<i>Histrionicus histrionicus</i>	Préoccupant	Fourrages dans les eaux de mer près des côtes durant l'été, l'automne et l'hiver. Préfère les îles au large, les promontoires côtiers et les côtes rocheuses exposées durant l'hiver et se déplace vers les rivières à l'intérieur des terres au printemps afin de se reproduire. Peut se retrouver à l'ouest de Terre-Neuve et dans les zones côtières du Golfe en n'importe quelle saison.
Grèbe esclavon (population des îles de la Madeleine)	<i>Podiceps auritus</i>	En voie de disparition	Une population restreinte et isolée (moyenne de 15 adultes) existe sur les Îles-de-la-Madeleine au cours de l'été, alors qu'ils se nourrissent et se reproduisent. Leurs zones hivernales demeurent inconnues, mais se trouvent probablement le long du littoral intérieur de l'Atlantique.

Nom commun	Nom de l'espèce	Statut selon l'Annexe 1 de la LEP	Occurrence en lien avec le PP1105
<b>Mammifères marins</b>			
Rorqual bleu	<i>Balaenoptera musculus</i>	En voie de disparition	Fourrages à la recherche de krill autant dans les zones côtières qu'en mer dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent et à l'est de la Nouvelle-Écosse au printemps, en été et à l'automne. Peut migrer à travers le Golfe et à l'ouest de Terre-Neuve durant ces périodes.
Baleine noire de l'Atlantique Nord	<i>Eubalaena glacialis</i>	En voie de disparition	Nous le retrouvons très occasionnellement dans le Golfe vers la fin de l'été (rive nord et à l'est de Gaspé) où il fourrage à la recherche de copépodes.
Baleine à bec commune (population du plateau néo-écossais)	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	En voie de disparition	Rarement aperçu puisqu'il fait partie d'une espèce pélagique vivant en grande profondeur (> 800 m), sauf qu'il est commun au Gully au sud-est de la Nouvelle-Écosse et dans la mer du Labrador. Peut se retrouver rarement, et en petits nombres, dans le Golfe où il peut se nourrir en eau profonde.
Béluga (population de l'estuaire du Saint-Laurent)	<i>Delphinapterus leucas</i>	Menacé	L'estuaire du Saint-Laurent représente sa limite la plus au sud, bien que des individus et de petits groupes soient aperçus à l'occasion dans les eaux du littoral du Canada Atlantique, incluant le Golfe et l'ouest de Terre-Neuve.
Rorqual commun (population de l'Atlantique)	<i>Balaenoptera physalus</i>	Préoccupant	Concentré dans la région du nord-ouest atlantique durant l'été, incluant les eaux du littoral et au large du Golfe et de l'ouest de Terre-Neuve, où il se nourrit le long des fronts océaniques.
<b>Tortues de mer</b>			
Tortue luth	<i>Dermodochelys coriacea</i>	En voie de disparition	Fourrages le long du plateau néo-écossais et dans la partie sud du golfe du Saint-Laurent, de juin à octobre, se nourrissant surtout de méduses.

**Tableau 5.2 Espèces désignées « en péril » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada pouvant se retrouver dans le Golfe**

Nom commun	Nom de l'espèce	Situation selon le COSEPAC	Occurrence en lien avec le PP1105
<b>Poissons de mer</b>			
Morue franche, (population nord-laurentienne)	<i>Gadus morhua</i>	En voie de disparition	Potentiel élevé d'occurrence – espèces benthopélagiques habitant les eaux du littoral lorsque juvéniles. Les adultes préfèrent les eaux plus profondes jusqu'à 500 m. Les populations résidentes sont également situées dans les eaux du littoral autour de Terre-Neuve. Les œufs et les larves peuvent être présents la partie supérieures de colonnes d'eau de mai à avril.
Morue franche, (population sud-laurentienne)		En voie de disparition	Potentiel modéré d'occurrence – espèces benthopélagiques migrant du sud du Golfe vers les eaux du Cap-Breton entre mai et octobre. Les œufs et les larves peuvent être présents la partie supérieures de colonnes d'eau de mai à avril.
Morue franche (population de Terre-Neuve-et-Labrador)		En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – la morue de cette population habite les eaux à partir de la pointe nord du Labrador jusqu'au sud des Grands Bancs.



Nom commun	Nom de l'espèce	Situation selon le COSEPAC	Occurrence en lien avec le PP1105
Morue franche (population du Sud)		En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – la morue de cette population habite les eaux à partir de la baie de Fundy et du sud de la Nouvelle-Écosse jusqu'à la limite sud des Grands Bancs.
Raie tachetée (population du sud du golfe du Saint-Laurent)	<i>Leucoraja ocellata</i>	En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – Situé au sein de la partie sud du Golfe, sur le plateau néo-écossais et sur le banc Georges. Associé de très près aux eaux couramment habitées du plancher océanique aux environs de 100 m de profondeur. Peut être rencontré n'importe quand au cours d'une année. Le frai non-migratoire se produit à l'automne. Les œufs/larves peuvent être présents jusqu'à 22 mois suivant le frai.
Grenadier de roche	<i>Coryphaenoides rupestris</i>	En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – Associé de très près aux eaux couramment habitées du plancher océanique entre 800 et 1 000 m de profondeur. Peut être rencontré n'importe quand au cours d'une année. Le frai non-migratoire se produit à l'automne.
Requin-taube commun	<i>Lamna nasus</i>	En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – Migrant dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Peut se retrouver dans le PP 1105 de mai jusqu'à tard en automne et est le plus souvent capturé dans les eaux profondes entre 35 et 100 m.
Requin blanc (population de l'Atlantique)	<i>Carcharodon carcharias</i>	En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – Rare dans les eaux canadiennes (32 mentions en 132 ans). La plupart des mentions confirmées sont situées au sein de la baie de Fundy (l'extrémité nordique de leur rayon d'action). Très rarement aperçu aussi loin au nord que le bloc de forage.
Saumon atlantique (population de l'île d'Anticosti)	<i>Salmo salar</i>	En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – le saumon atlantique juvénile migrant des eaux douces vers l'Atlantique Nord peut cheminer à travers le PP1105, mais toute présence de cette espèce n'est que temporaire.
Thon rouge de l'Atlantique	<i>Thunnus thynnus</i>	En voie de disparition	Faible potentiel d'occurrence – le thon rouge de l'Atlantique migre dans le Golfe en suivant les réserves de nourriture de juillet à décembre. Groupes de <50 individus.
Sébaste atlantique (population du chenal Laurentien - golfe du Saint-Laurent)	<i>Sebastes mentalla</i>	En voie de disparition	Potentiel élevé d'occurrence – Associé de très près aux eaux couramment habitées du plancher océanique entre 350 et 500 m de profondeur dans le Golfe/chenal Laurentien. Les individus matures sont aperçus habituellement dans le PP1105 de mai à octobre. Le frai se produit à l'automne. Les larves peuvent être présentes dans les colonnes d'eau d'avril à juillet.
Saumon atlantique (population du sud de Terre-Neuve)		Menacé	Faible potentiel d'occurrence – le saumon atlantique juvénile migrant des eaux douces vers l'Atlantique Nord peut cheminer à travers le PP1105, mais toute présence de cette espèce n'est que temporaire.
Sébaste atlantique (population du Nord)		Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Associé de très près aux eaux couramment habitées du plancher océanique entre 350 et 500 m de profondeur des Grands Bancs jusqu'au nord du Labrador.

Nom commun	Nom de l'espèce	Situation selon le COSEPAC	Occurrence en lien avec le PP1105
Sébaste acadien (population de l'Atlantique)	<i>Sebastes fasciatus</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Associé de très près aux eaux couramment habitées du plancher océanique entre 150 et 300 m de profondeur. Les individus matures sont aperçus habituellement dans le PP1105 de mai à octobre. Le frai se produit à l'automne. Les larves peuvent être présentes dans les colonnes d'eau de mai à août.
Requin-taupe bleu	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – une espèce pélagique migrant vers le nord en suivant les réserves de nourriture (c.-à.-d. maquereau, hareng, thon) et peut cheminer par le PP 1105. Toute présence de cette espèce ne serait que temporaire par nature.
Plie canadienne (population des Maritimes)	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence - Associé de très près au plancher océanique et couramment retrouvé dans les eaux profondes entre 100 et 200 m où des sédiments meubles/sablonneux sont présents. La population des Maritimes est commune dans le Golfe et peut être présente au sein du PP 1105. Le frai se produit en avril et/ou mai. Les larves peuvent être présentes dans les colonnes d'eau entre de mai à juin.
Plie canadienne (population de Terre-Neuve-et-Labrador)		Menacé	Faible potentiel d'occurrence - Associé de très près au plancher océanique et couramment retrouvé dans les eaux profondes entre 100 et 200 m où des sédiments meubles/sablonneux sont présents. La population de Terre-Neuve-et-Labrador se retrouve du nord des Grands Bancs jusqu'à la pointe la plus au nord de Terre-Neuve.
Bar rayé (population du sud du golfe du Saint-Laurent)	<i>Marone saxatilis</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – les données scientifiques suggèrent que des populations existent présentement dans seulement deux rivières canadiennes. La Shubenacadie qui se déverse dans la baie de Fundy et la rivière Miramichi dans la partie sud du golfe du Saint-Laurent. La population du Golfe est considérée comme disparue.
Brosme	<i>Brosme brosme</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Couramment retrouvé entre le golfe du Maine et la partie sud du plateau néo-écossais. Rarement aperçu le long du plateau continental au large de Terre-Neuve-et-Labrador. Très rarement aperçu dans le golf (seulement trois mentions).
Saumon atlantique, (population de la Gaspésie-sud du golfe du Saint-Laurent)		Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – le saumon atlantique juvénile migrant des eaux douces vers l'Atlantique Nord peut cheminer à travers le PP1105, mais toute présence de cette espèce n'est que temporaire.
Saumon atlantique (population de l'est de la Côte-Nord du Québec)		Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – le saumon atlantique juvénile migrant des eaux douces vers l'Atlantique Nord peut cheminer à travers le PP1105, mais toute présence de cette espèce n'est que temporaire.

Nom commun	Nom de l'espèce	Situation selon le COSEPAC	Occurrence en lien avec le PP1105
Grenadier berglax	<i>Macrourus berglax</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – Associé de très près au plancher océanique et couramment retrouvé dans les eaux profondes de 400 à 1300 m sur ou près du talus continental des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador, à partir du détroit de Davis jusqu'à l'extrémité sud des Grands Bancs. Le frai peut se produire au sein de la partie sud des Grands Bancs.
Aiguillat commun (population de l'Atlantique)	<i>Squalus acanthias</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – Couramment retrouvé de la zone intertidale à la pente continentale en eaux profondes jusqu'à 730 m. Plus abondamment encore entre la Nouvelle-Écosse et le cap Hatteras.
Requin bleu (population de l'Atlantique)	<i>Priomace glauca</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – Retrouvé couramment au large et en eaux profondes jusqu'à 350 m. De manière plus abondante le long de la côte de la Nouvelle-Écosse jusqu'à plateau néo-écossais.
Pèlerin (population de l'Atlantique)	<i>Cetorhinus maximus</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – Retrouvé au large et dans les eaux du littoral de Terre-Neuve, de manière plus concentrée entre Port aux Basques et l'Hermitage. Peut être présent dans la PP 1105 se nourrissant de plancton.
Anguille	<i>Anguilla rostrata</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – l'anguille adulte migrant des eaux douces vers la mer des Sargasses peut cheminer à travers le PP1105. Toute présence de cette espèce n'est que temporaire.
Esturgeon noir (populations des Grands Lacs et du golfe du Saint-Laurent)	<i>Ancipenser oxyrinchus</i>	Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Espèce hautement migratoire capable de voyager sur de grandes distances et dispersée le long de la côte est de l'Amérique du Nord et au-delà des régions du plateau continental à des profondeurs d'au moins 50 m. Il peut donc cheminer par le PP 1105, mais toute présence de cette espèce n'est que temporaire.
Esturgeon noir (populations des Maritimes)		Menacé	Faible potentiel d'occurrence – Espèce hautement migratoire capable de voyager sur de grandes distances et dispersée le long de la côte est de l'Amérique du Nord et au-delà des régions du plateau continental à des profondeurs d'au moins 50 m. Il peut donc cheminer par le PP 1105, mais toute présence de cette espèce n'est que temporaire.
<b>Mammifères marins</b>			
Marsouin commun (population du nord-est de l'Atlantique)	<i>Phocoena phocoena</i>	Préoccupant	Nous le retrouvons au large et dans les eaux du littoral du Golfe. Se retrouve régulièrement dans les baies et les bras de mer du littoral durant l'été et peut se déplacer rapidement pour suivre ses proies ou demeure pendant une longue période dans un secteur où la nourriture est abondante.
Épaulard	<i>Orcinus orca</i>	Préoccupant	La répartition n'est pas bien documentée, mais cette espèce est dispersée et des observations sont mentionnées le plus régulièrement au large et dans les eaux du littoral de Terre-Neuve, incluant à l'ouest de Terre-Neuve.

Nom commun	Nom de l'espèce	Situation selon le COSEPAC	Occurrence en lien avec le PP1105
Baleine à bec commune (population du détroit de Davis—baie de Baffin – mer du Labrador)	<i>Hyperoodon Ampullatus</i>	Préoccupant	Faible potentiel d'occurrence – la baleine à bec commune est confinée aux eaux de l'océan Nord-Atlantique, avec des groupes au large du détroit de Davis et la pointe nord du Labrador. D'autres études sont nécessaires afin de décrire plus avant la répartition et l'abondance de la baleine à bec commune au Canada, particulièrement dans la partie nord de son habitat et autour de Terre-Neuve.
<b>Tortues de mer</b>			
Tortue caouanne	<i>Caretta caretta</i>	En voie de disparition	Largement répartie dans les eaux pélagiques (> 200 m) se nourrissant particulièrement de méduses. La population juvénile se concentre le long du Gulf Stream. Se retrouve dans les secteurs au large du Golfe et de l'ouest de Terre-Neuve, particulièrement durant l'été.

### 5.2.1 Espèces de poissons de mer en péril

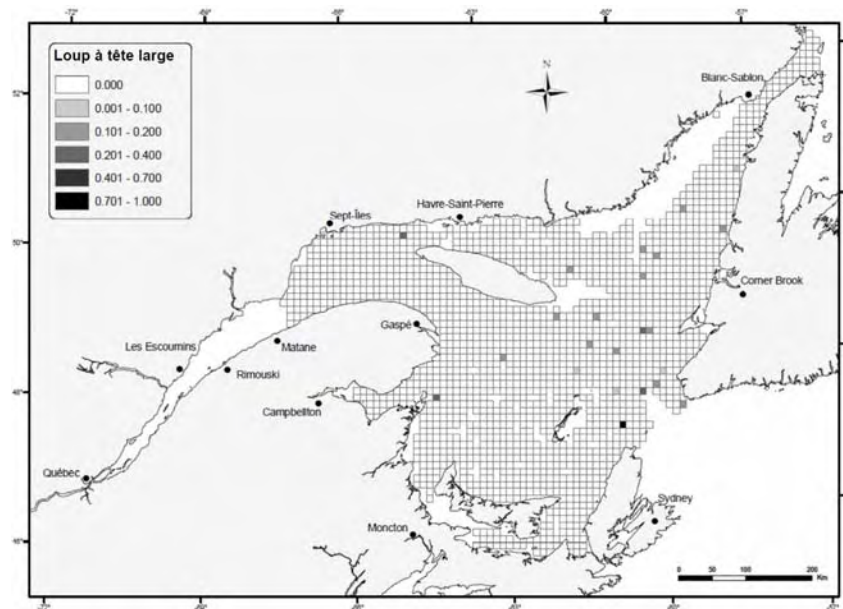
Dix-neuf espèces (et 23 populations) de poissons de mer pouvant être potentiellement retrouvées au sein ou autour du Golfe sont considérées comme en péril. Le statut de ces espèces est présenté aux Tableaux 5.1 et 5.2.

#### 5.2.1.1 Loup de mer

Trois espèces de loup de mer, chacune d'entre elles ayant un statut particulier selon l'Annexe 1 de la LEP, peuvent être retrouvées dans le Golfe et au sein ou près du PP 1105. Le loup à tête large et le loup tacheté ont été listés comme menacés en vertu de l'Annexe 1 de la LEP; le loup atlantique est pour sa part considéré comme une espèce préoccupante.

Le loup à tête large peut se retrouver dans les eaux froides du plateau continental à des profondeurs allant jusqu'à 900 m, mais préfère des profondeurs d'environ 100 m. Le frai se produit à l'automne et les femelles peuvent pondre jusqu'à 27 000 œufs de taille extrêmement large. Cette espèce est non-migrateur et fabrique habituellement des nids pour abriter ses œufs. Sa population se nourrit d'invertébrés benthiques (Kulka et al. 2007). Une répartition spatiale des occurrences relatives au loup à tête large dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations fixes et de stations aléatoires stratifiées est indiquée aux Figures 5.2 et 5.3, respectivement.

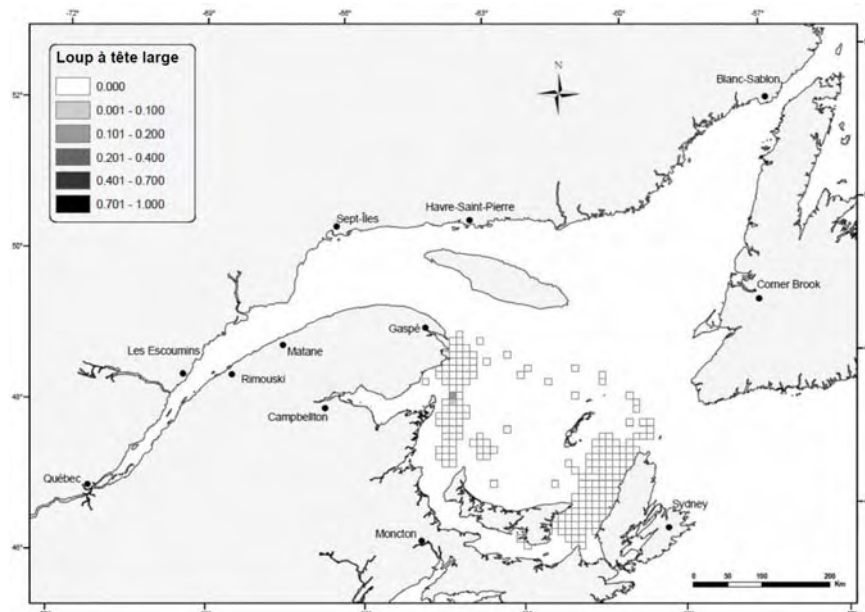
Le loup à tête large dans l'Atlantique nord-ouest est traité comme une population unique est désignée comme espèce menacée à l'Annexe 1 de la LEP en raison du rapide déclin le long du nord-est de de Terre-Neuve/du plateau du Labrador et des Grands Bancs. Le loup à tête large se retrouve le long de la pente du chenal Laurentin, le long des pourtours et des pentes des plateaux du Labrador et du nord-est terre-neuvien et en petits nombres sur les Grands Bancs (Kulka et al. 2004a). Le déclin de l'abondance au large du nord-est de Terre-Neuve a été estimé à 98 pour cent entre 1978 et 1994. Le nombre d'emplacements où l'espèce a été aperçue est également en déclin (LEP 2010).



Source : Dutil et al. 2010.

Note : Les données sont agrégées par cellules de 100 km<sup>2</sup>. Aucun chalutage n'a eu lieu dans les secteurs où le quadrillage n'est pas indiqué.

**Figure 5.2 Répartition spatiale des occurrences relatives au loup à tête large dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées**



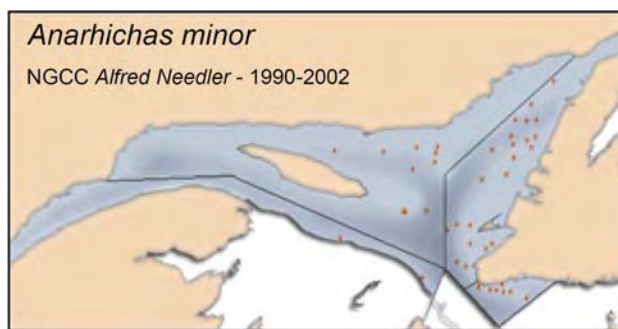
Source : Dutil et al. 2010.

Note : Les données sont agrégées par cellules de 100 km<sup>2</sup>. Aucun chalutage n'a eu lieu dans les secteurs où le quadrillage n'est pas indiqué.

**Figure 5.3 Répartition spatiale des occurrences relatives au loup à tête large dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations fixes**

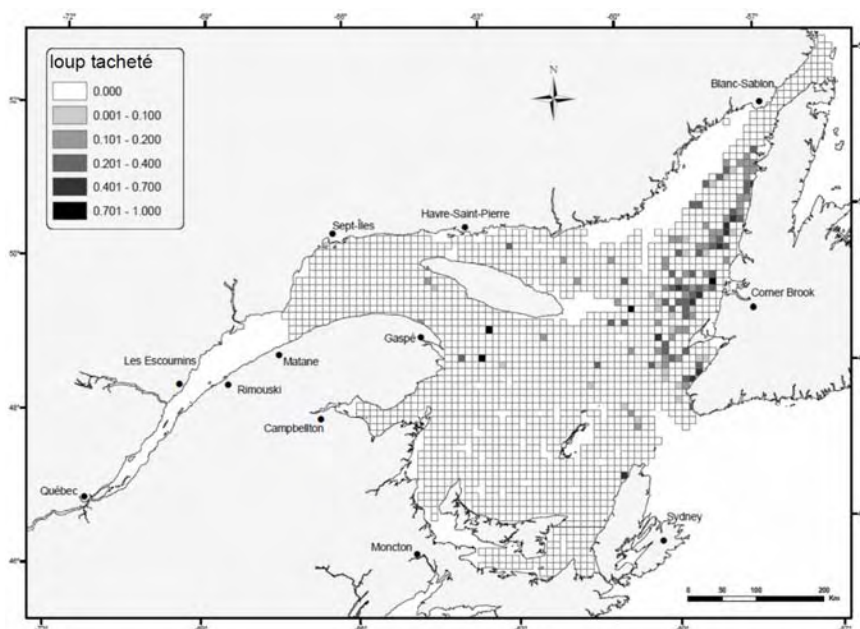
Le loup tacheté est prédateur du fond des mers qui peut être retrouvé dans les eaux froides du plateau continental, à des profondeurs de 50 à 600 m. Le frai se produit durant l'été (Kulka et al.

2007). Le loup tacheté est traité comme une population unique dans l'Atlantique Nord-Ouest et est désignée comme espèce menacée à l'Annexe 1 de la LEP en raison de son rapide déclin le long du nord-est de de Terre-Neuve/du plateau du Labrador et des Grands Bancs. Dans l'Atlantique Nord-Ouest, on le retrouve surtout au large du nord-est de Terre-Neuve. Des relevés scientifiques indiquent un déclin de 96 pour cent de la population canadienne depuis 21 ans. La répartition du loup tacheté dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustré à la Figure 5.4. La répartition spatiale de l'occurrence relative du loup tacheté dans le Programme des pêcheries indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées est indiquée à la Figure 5.5.



Source : <http://slgo.ca/app-guidesp/fr/poiss/sp/a-minor.html>

**Figure 5.4 Répartition du loup tacheté dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**

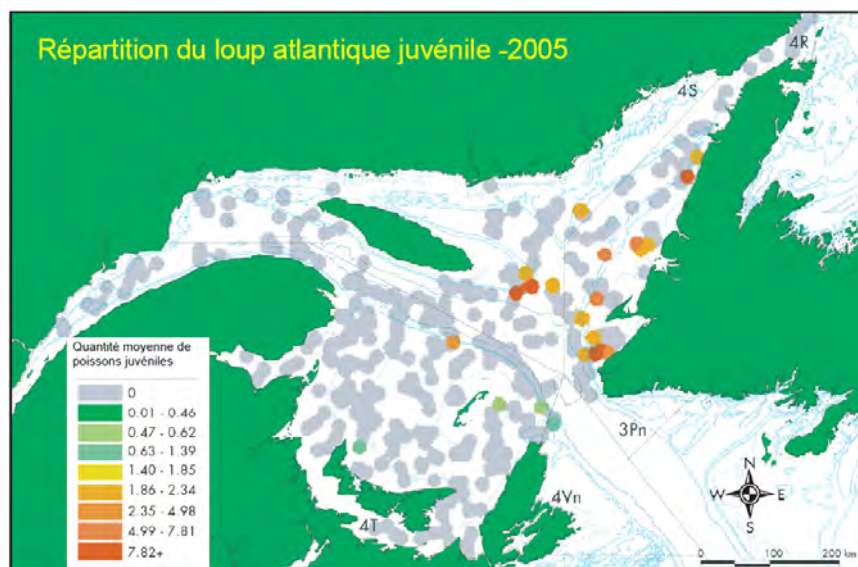


Source : Dutil et al. 2010.

Note : Les données sont agrégées par cellules de 100 km<sup>2</sup>. Aucun chalutage n'a eu lieu dans les secteurs où le quadrillage n'est pas indiqué.

**Figure 5.5 Répartition spatiale des occurrences relatives au loup tacheté dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées**

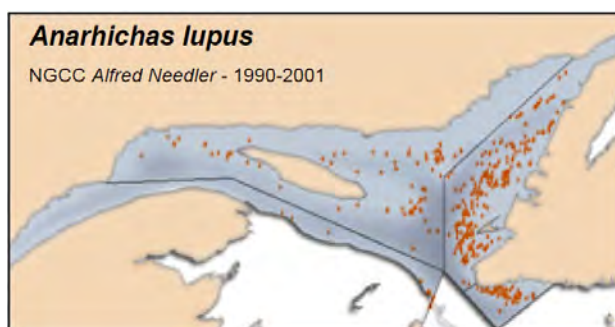
Le loup atlantique habite les eaux froides et profondes comportant des fonds rocheux ou d'argile dure le long du plateau continental. Au sein de la partie occidentale de l'Atlantique, cette espèce peut se retrouver dans le détroit de Belle-Isle et dans le Golfe. Le frai se déroule habituellement en septembre et dans des eaux peu profondes. La population juvénile demeure néanmoins dans des eaux plus profondes. Leur alimentation est composée d'invertébrés benthiques à carapace dure et de poissons plus petits (Kulka et al. 2007). Les densités modélisées du loup atlantique juvénile (relevé de NR du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.6.



Source : Ollerhead et Lawrence 2007.

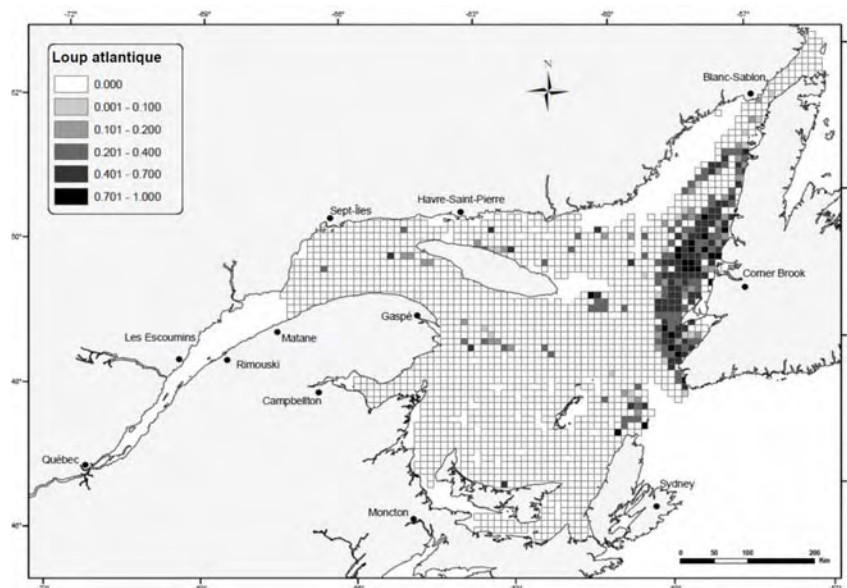
**Figure 5.6 Répartition de la morue franche juvénile, 2005**

La répartition du loup atlantique dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustrée à la Figure 5.7. La répartition spatiale de l'occurrence relative du loup atlantique dans le Programme des pêcheries indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées est indiquée à la Figure 5.8.



Source : <http://slgo.ca/app-guidesp/fr/poiss/sp/a-lupus.html>

**Figure 5.7 Répartition du loup atlantique dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**



Source : Dutil et al. 2010.

Note : Les données sont agrégées par cellules de 100 km<sup>2</sup>. Aucun chalutage n'a eu lieu dans les secteurs où le quadrillage n'est pas indiqué.

**Figure 5.8 Répartition spatiale des occurrences relatives au loup atlantique dans le Programme des pêches indicatrices de 1995 à 2002 à partir de stations aléatoires stratifiées**

Le loup atlantique est désigné comme une espèce préoccupante à l'Annexe 1 de la LEP. Il se retrouve plus au sud et en plus grande abondance que le loup à tête large et le loup tacheté. On peut le retrouver le long de la côte sud et du banc St-Pierre, le long des plateaux du Labrador et nord-est de Terre-Neuve, ainsi que sur les Grands Bancs (Kulka et al. 2004a). Les données disponibles indiquent que les populations des eaux canadiennes ont décliné de 87 pour cent entre la fin des années 1970 et le milieu des années 1990. De plus, les lieux où cette espèce apparaît sont en déclin et l'étendue où le loup atlantique se retrouve en abondance est peut-être en train de diminuer. Bien que son déclin soit bel et bien mesurable, cette espèce est estimée être très étendue et toujours exister en relativement grand nombre (site Web de la LEP, 2010).

Un programme de rétablissement du loup à tête large et du loup tacheté et un plan de gestion du loup atlantique ont été élaborés afin d'augmenter les niveaux de population et la répartition de ces trois espèces dans les eaux de l'est du Canada, le tout visant à atteindre leur viabilité à long terme (Kulka et al. 2007). Cinq principaux objectifs ont été identifiés afin d'atteindre la viabilité à long terme des trois espèces de loup de mer. Les objectifs principaux sont reliés aux activités pouvant être atténuées grâce à l'intervention humaine et chacun des objectifs est conçu pour obtenir l'augmentation des niveaux de population et de la répartition des espèces de loup de mer, le tout afin d'assurer leur viabilité à long terme. Les cinq principaux objectifs visent à améliorer les connaissances de la biologie et de l'histoire de vie des espèces de loup de mer; identifier, conserver et/ou protéger l'habitat des loups de mer nécessaire à des tailles et des densités de population viable; diminuer le potentiel de déclin des populations de loup de mer en atténuant les impacts humains; contribuer à la croissance et au rétablissement de la population de loups de mer; et développer des programmes de communication et d'éducation afin de promouvoir la conservation et le rétablissement des populations de loups de mer.



L'impact de la capture accidentelle du loup de mer dans plusieurs pêcheries est croit-on la cause principale de la mortalité anthropique. Cependant, la libération des loups à tête large et des loups tachetés encore vivants atténue à un certain degré les effets de leur capture accidentelle. D'autres sources potentielles de dommage (altération de l'habitat, exploration et production pétrolière, pollution, navigation, câbles et lignes électriques, activités militaires, écotourisme et recherche scientifique) sont considérées comme ayant des impacts négligeables sur la capacité du loup à tête large et du loup tacheté à survivre et à rétablir ses populations (Kulka et al. 2004a).

Les détails de ce plan de rétablissement peuvent être consultés dans le rapport sur le programme de rétablissement du loup à tête large et du loup tacheté et sur le plan de gestion du loup atlantique (Kulka et al. 2007).

### **5.2.1.2 Morue franche**

De manière générale, la morue franche peut se trouver dans les eaux du plateau continental et de ses pentes, autant au large que près des côtes, alors que le frai se produit habituellement dans les eaux peu profondes (Scott et Scott 1988). Il y a quatre différentes populations de morue franche pouvant être présentes dans le Golfe et à proximité du PP 1105. Il s'agit des populations du Nord-Laurentien, du Sud-Laurentien, de Terre-Neuve-et-Labrador et de celle du Sud (COSEPAC 2010a). Chacune de ces populations de morue franche a été désignée en voie de disparition par le COSEPAC. En raison de leur statut et dû au fait que, tel que stipulé à la Section 6.2, il y a incertitude quant à la période et à la route spécifiques de la migration de la morue dans le nord du Golfe (laquelle est une migration annuelle à grande échelle entre le sud-ouest et le sud de Terre-Neuve (hiver) et la péninsule Port-au-Port (avril à mai, le début du frai) et le long de la côte ouest de Terre-Neuve et le centre et le bas de la Côte-Nord du Québec (été) (MPO, 2009b)), les quatre populations sont évaluées dans le cadre de ce projet.

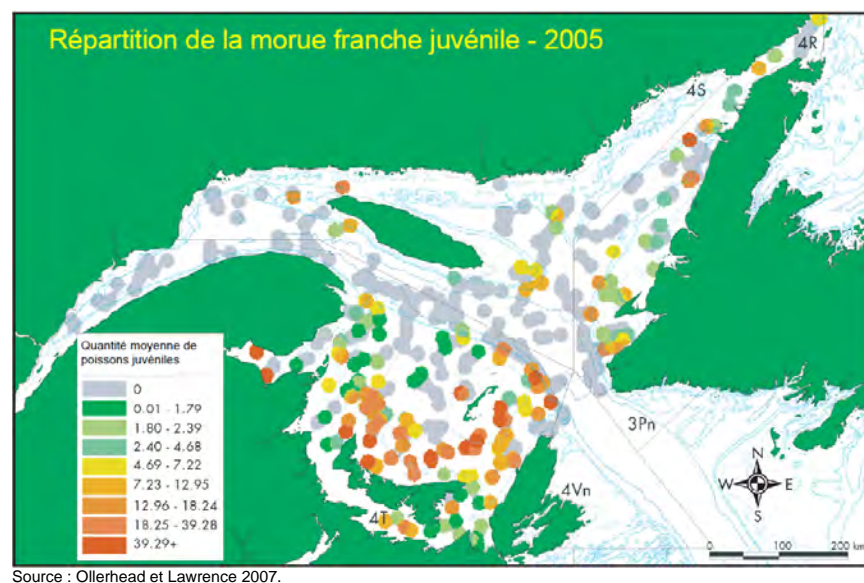
La population de morue franche de Terre-Neuve-et-Labrador inclut les espèces qui habitent les eaux allant de l'extrémité nord du Labrador jusqu'au sud-est des Grands Bancs de Terre-Neuve. Trois stocks de morue sont typiques de cette région et incluent la morue du nord du Labrador (Divisions 2GH de l'Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest de l'OPANO), la morue du Nord (Divisions 2J3KL de l'OPANO) et la morue du sud des Grands Bancs (Divisions 3NO de l'OPANO) (COSEPAC 2003a). La morue dans ce secteur a décliné de plus de 99 pour cent depuis les années 60 (COSEPAC 2010a), la cause principale du déclin étant la surpêche. Bien que les activités de pêche aient été réduites depuis le début des années 90, cette population n'a démontré que peu de signes de rétablissement (COSEPAC 2010a).

La population des Maritimes, laquelle comporte cinq différents stocks du MPO (le sud du Golfe (Division 4T de l'OPANO), le détroit de Cabot (Division 4Vn de l'OPANO), l'est du plateau néo-écossais (Divisions 4VsW de l'OPANO), la baie de Fundy/ouest du plateau néo-écossais (Division 4X de l'OPANO) et la morue trouvée dans les eaux canadiennes du banc Georges (Division 5Zjm de l'OPANO) (COSEPAC 2003a)), a été divisée en avril 2010 entre la population du Sud-Laurentien et la population du Sud (COSEPAC 2010a). Les deux populations ont été désignées en voie de disparition. La population du Sud-Laurentien inclut les unités de gestion 4T, 4Vn et 4VsW et la population du Sud comporte les unités de gestion 4X et 5Zjm. La

principale cause du déclin de ces populations de morue fut également la surpêche. Les efforts en matière de pêche commerciale furent réduits au début des années 90; cependant, la mortalité accrue d'ordre naturel des morues plus âgées et les activités continues de petites prises ont amené la population à poursuivre sur son déclin (COSEPAC 2010a).

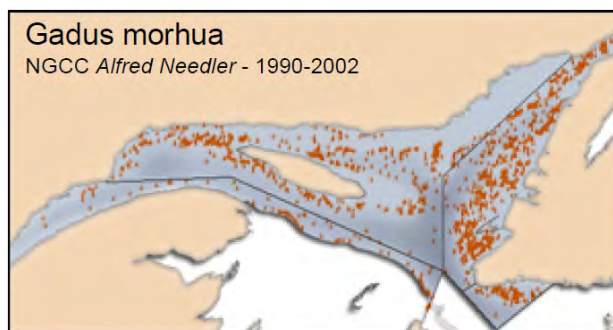
La population de morue franche du Nord-Laurentien comporte deux stocks identifiés par le MPO : le Banc St-Pierre (Division 3Ps de l'OPANO) et le nord du Golfe (Divisions 3Pn4RS de l'OPANO) (COSEPAC 2003a); le PP 1105 (incluant l'emplacement du puits proposé) se situe au sein de la zone unitaire 4Ss de l'OPANO. De plus, les trajets envisagés des bateaux de ravitaillement s'étendent jusqu'à la zone unitaire 4Tf. Le statut de cette population a été réévalué en avril 2010 et désigné en voie de disparition par le COSEPAC. La population a décliné de 89 pour cent sur trois générations en raison de la surpêche et rien n'indique un possible rétablissement (COSEPAC 2010a). Entre 2000 et 2009, les taux d'exploitation furent trop élevés comparés à la productivité actuelle pour permettre une reconstruction substantielle du stock du nord du Golfe (MPO, 2010a).

Les oeufs et larves de la morue franche sont planctoniques et se nourrissent principalement de zooplancton; une fois bien installés, leur source privilégiée de nourriture devient les invertébrés benthiques et épibenthiques (Scott et Scott 1988). Les juvéniles pélagiques peuvent occuper les herbiers de zostère, les habitats de macroalgues, les fonds sablonneux, les pierres et les récifs (Keats et al. 1985; Tupper et Boutillier 1995a, 1995b). La principale diète de la morue juvénile inclut les crustacés pélagiquesm particulièrement le zooplancton (mais les espèces benthiques font également partie de leur diète (ex. : gammaridés et harpacticoïdes) (Grant et Brown 1998)), alors que la morue adulte de la côte se nourrit principalement de capelan (Lilly 1987), selon la saison (O'Driscoll et al. 2000). Les densités modélisées de la morue franche juvénile (relevé de NR du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.9.



**Figure 5.9 Répartition de la morue franche juvénile, 2005**

La répartition de la morue franche dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustrée à la Figure 5.10.



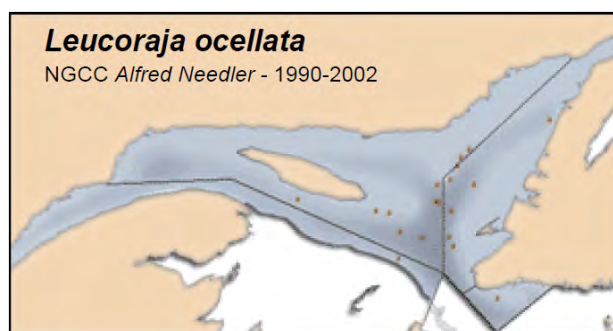
Source : <http://slgo.ca/app-guidesp/fr/poiss/sp/g-morhua.html>

**Figure 5.10 Répartition de la morue franche dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**

### 5.2.1.3 Raie tachetée

La population de raie tachetée de la partie sud du Golfe a été désignée en voie de disparition par le COSEPAC. Tel qu'illustré au Tableau 5.2, cette espèce a très peu de chance de se retrouver dans le PP 1105. La raie tachetée est endémique à l'Atlantique du Nord-Ouest et, dans les eaux canadiennes, elle tend à se concentrer dans trois secteurs : le sud du Golfe, l'est du plateau néo-écossais et la partie canadienne du banc Georges. Il s'agit d'une espèce du fond des mers qui préfère les fonds sablonneux et de gravier et peut se retrouver à des profondeurs allant jusqu'à 371 m. Néanmoins, il est le plus souvent retrouvé à une profondeur d'environ 100 m. Le frai se produit de la fin de l'été jusqu'au début de l'automne et sa diète consiste principalement d'une variété de mollusques, de crustacés, d'amphipodes et de petits poissons (COSEPAC 2005a).

La répartition de la raie tachetée dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustrée à la Figure 5.11.

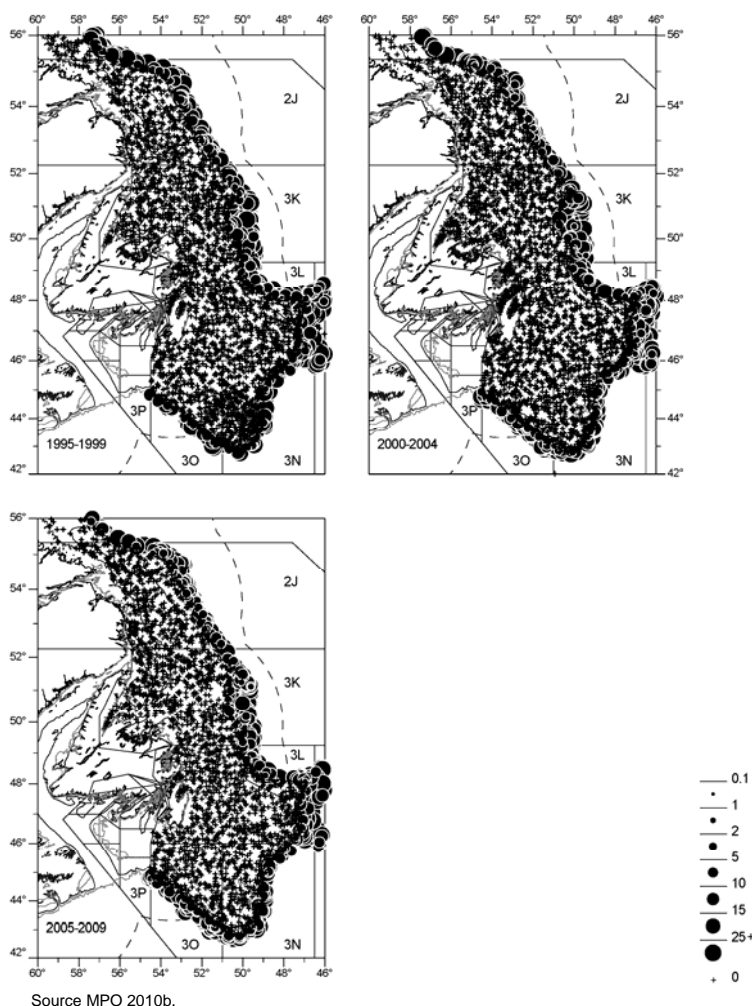


Source : <http://slgo.ca/app-guidesp/fr/poiss/sp/l-ocellata.html>

**Figure 5.11 Répartition de la raie tachetée dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**

### 5.2.1.4 Grenadier de roche

En novembre 2008, le grenadier de roche a été désigné en voie de disparition par le COSEPAC. La population de grenadier de roche a démontré des pertes de l'ordre 98 pour cent de 1978 à 1994 et des déclinés supplémentaires de 1995 à 2003. Le grenadier de roche habite les pentes continentales de l'Atlantique du Nord-Ouest (voir Figure 5.12), de l'île de Baffin et du sud du Groenland jusqu'au cap Hatteras (MPO, 2010b). Le grenadier de roche fait l'objet d'un moratoire dans les sous-zones 0, 2 et 3 de l'OPANI au sein de la zone économique exclusive canadienne; néanmoins, il fait partie des prises accessoires des autres pêcheries à l'intérieur et en dehors de la zone économique exclusive canadienne (MPO, 2010b). Cette espèce est typiquement retrouvée à des profondeurs entre 180 et 2 600 m, mais principalement entre 400 et 1 200 m (COSEPAC 2008a), et migre verticalement pour se nourrir de calmar et de petits poissons et de crustacés (MPO, 2010b). Il vit très longtemps et grossit lentement; il est lent à prendre de la maturité et les femelles ont une fécondité relativement faible (MPO, 2010b). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2., il a très peu de chance de se retrouver dans le PP 1105.



**Figure 5.12 Répartition du grenadier de roche selon les relevés d'automne des navires scientifiques du MPO-NL, 1995 à 2005**

### 5.2.1.5 Requin-taupe commun

Le requin-taupe commun a été désigné en voie de disparition par le COSEPAC. Dans les eaux canadiennes, le requin-taupe commun peut être trouvé au nord de Terre-Neuve dans le Golfe et autour de Terre-Neuve jusqu'au plateau néo-écossais et la baie de Fundy. Ce requin fait partie d'une espèce pélagique, mais est le plus souvent retrouvé sur les plateaux continentaux dans des eaux entre 5°C et 10°C. L'accouplement se déroule au large du sud de Terre-Neuve et à l'entrée du Golfe, de la fin septembre jusqu'au mois de novembre. Les femelles enceintes sont présentes dans ce secteur à partir de la fin septembre jusqu'à décembre et sont rarement aperçues de janvier à juin (COSEPAC 2004a). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2., le requin-taupe commun a très peu de chance de se retrouver dans le PP 1105.

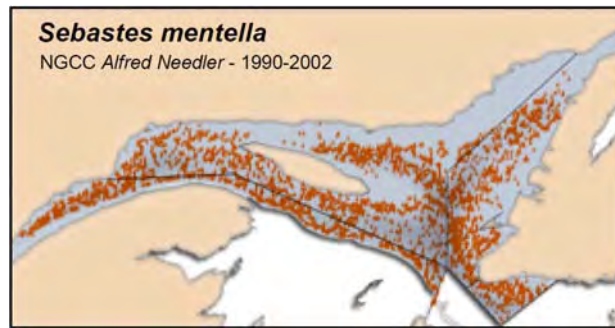
### 5.2.1.6 Requin blanc

Le requin blanc est désigné en voie de disparition par le COSEPAC; il n'a cependant aucun statut particulier en vertu de la LEP. Il apparaît rarement (seulement 32 mentions en 132 ans dans le Canada atlantique) dans les eaux canadiennes (l'extrémité la plus au nord de ses déplacements) et est le plus souvent aperçu dans le secteur de la baie de Fundy (COSEPAC 2006a). Il apparaît très rarement aussi loin au nord que le Golfe et ne sera probablement jamais retrouvé dans le PP 1105.

### 5.2.1.7 Sébaste

Deux espèces de sébaste se trouvent dans le Golfe : le sébaste acadien et le sébaste atlantique. Les deux peuvent se retrouver dans le PP 1105. Ces espèces sont d'apparence similaire et sont associées de leur gestion. Elles ne sont pas séparées l'une de l'autre lors de la pêche (MPO, 2004a). Le PP 1105 tombe sous la juridiction de l'unité de gestion #1 du sébaste (laquelle inclut les Divisions 4RST de l'OPANO). Le sébaste se retrouve typiquement à des profondeurs situées entre 100 et 700 m. L'accouplement prend place à l'automne et les larves éclosent à l'intérieur des femelles et sont relâchées entre avril et juillet (LGL 2005c). Au début des années 90, les débarquements de sébaste dans l'unité 1 sont passés de 60 000 tonnes en 1993 à environ 19 500 tonnes en 1994 (MPO, 2001). La pêche directe de sébaste a été interdite en 1995 en raison du faible niveau des stocks (MPO, 2001; LGL 2007). En avril 2010, le statut des deux espèces de sébaste potentiellement retrouvées près du secteur du projet fut réévalué et le sébaste atlantique fut désigné en voie de disparition, alors que le sébaste acadien fut désigné comme menacé par le COSEPAC. Le sébaste atlantique a décliné de 98 pour cent depuis 1984 et le sébaste acadien a décliné de 99 pour cent depuis deux générations dans des zones d'abondance réputée. Les menaces principales pour ces deux espèces sont la pêche directe et les prises accidentelles (COSEPAC 2010b).

La répartition du sébaste atlantique dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données de missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustrée à la Figure 5.13.



Source : <http://slgo.ca/app-guidesp/fr/poiss/sp/s-mentella.html>

**Figure 5.13 Répartition du sébaste atlantique dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**

Pour la suite de ce rapport, toute discussion concernant le sébaste inclura collectivement le sébaste atlantique et le sébaste acadien, puisque leurs profils respectifs sont similaires. La seule différence majeure étant que le sébaste atlantique est généralement réparti à des profondeurs plus importantes que le sébaste acadien (LGL 2005b).

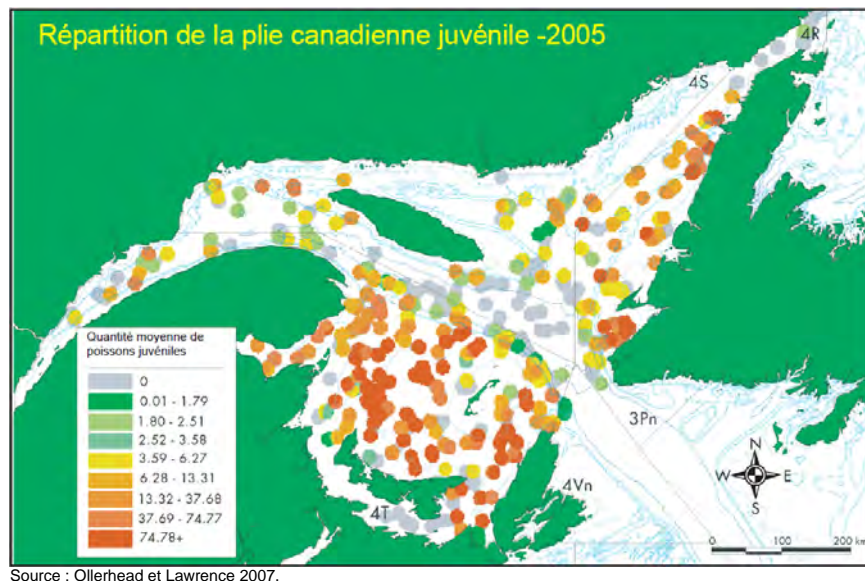
#### **5.2.1.8 Requin-taupe bleu**

La population atlantique du requin-taupe bleu a été désignée comme menacée par le COSEPAC. Le requin-taupe bleu est hautement migrateur et son schéma de répartition dépend de la température de l'eau, mais il peut facilement faire face à des modifications majeures de la température et de la disponibilité en nourriture. La migration vers la côte atlantique du Canada et les eaux plus chaudes du Golfe survient typiquement à la fin de l'été et à l'automne. Il se nourrit principalement de thon, de maquereau, de tassergal, d'espadon et de mammifères marins et est considéré comme l'un des plus rapides requins au monde (LEP 2010). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2., le requin-taupe bleu a très peu de chance de se retrouver dans le PP 1105.

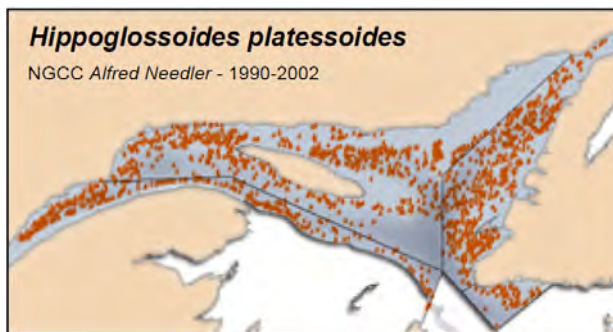
#### **5.2.1.9 Plie canadienne**

Autant la population des Maritimes que celle de Terre-Neuve-et-Labrador de la plie canadienne apparaît dans le Golfe et peut se retrouver dans le PP 1105. En 2009, les deux populations ont été désignées comme menacées par le COSEPAC. Cette espèce préfère des profondeurs entre 100 et 200 m et des sédiments permettant l'enfouissement. La population maritime est la plus commune dans le Golfe. L'abondance des individus matures a décliné de 86 pour cent dans le Golfe en raison principalement de la surpêche, mais également de la mortalité naturelle (COSEPAC 2009a). Les densités modélisées de la plie canadienne juvénile (relevé de NR du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.14.

La répartition de la plie canadienne dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données de missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustrée à la Figure 5.15.



**Figure 5.14 Répartition de la plie canadienne juvénile, 2005**



**Figure 5.15 Répartition de la plie canadienne dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**

#### 5.2.1.10 bar rayé

Le bar rayé se trouve à partir de l'estuaire du Saint-Laurent le long de la côte atlantique jusqu'en Floride. Il se reproduit historiquement dans cinq rivières de l'Est canadien, incluant l'estuaire du Saint-Laurent. Deux populations génétiquement distinctes (et isolées) apparaissent dans la partie sud du Golfe (rivière Miramichi) et la baie de Fundy (rivière Shubenacadie). Les femelles fraient habituellement vers l'âge de cinq ans (bien qu'elles peuvent être matures dès quatre ans) et les mâles deviennent matures vers trois ou quatre ans. Le frai se produit à la fin mai ou au début juin, principalement en eau douce, et le développement des œufs vers les jeunes poissons correspond à l'avancé graduelle vers l'eau salée. Une fois le sac vitellin épuisé, les larves se nourrissent de zooplancton pendant environ 1 mois. Les bars rayés immatures et adultes se nourrissent d'invertébrés ou de poissons dans les estuaires et les eaux du littoral durant l'été et peuvent hiverner dans les rivières. Le bar rayé se rassemble en banc pour pêcher et peut parcourir des dizaines de kilomètres en une journée (COSEPAC 2004b).

Depuis deux décennies, il n'y a pas de preuve de frai dans l'estuaire du Saint-Laurent, non plus qu'il y a eu de prises confirmées de bar local durant cette même période de temps. Les facteurs limitatifs incluant la surpêche commerciale et récréative ainsi que l'altération de l'habitat (ex. : modifications des débits et changements dans la qualité de l'eau en raison de la pollution causée par l'activité humaine) (COSEPAC 2004b). Une réglementation stricte des captures, suivi par une interdiction complète en 2000 de toute pêche du bar rayé, semble avoir permis à la population de se rétablir. La population de l'estuaire du Saint-Laurent est considérée comme disparue et la population du sud du Golfe a été désignée comme menacée par le COSEPAC; elle n'apparaît pas sur la liste de l'Annexe 1 de la LEP (COSEPAC 2004b). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2., cette espèce a très peu de chance de se retrouver aux alentours du PP 1105.

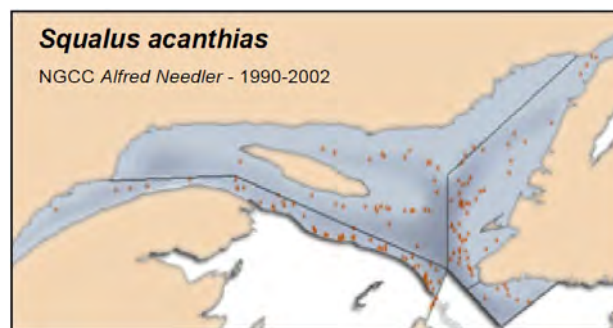
#### 5.2.1.11 Grenadier berglax

Le grenadier berglax est abondant partout dans l'Atlantique Nord et peut être localisé autant sur le plateau continental que sur la pente continentale (González-Costas et Murua 2007). Dans l'Atlantique Nord-Ouest, il démontre une répartition uniforme le long du talus du plateau continental, du détroit de Davis jusqu'au sud des Grands Bancs (COSEPAC 2007). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2., cette espèce a très peu de chance de se retrouver aux alentours du PP 1105.

#### 5.2.1.12 Aiguillat commun

La population atlantique de l'aiguillat commun a été désignée comme préoccupante par le COSEPAC en avril 2010. Ce petit requin est abondant dans les eaux canadiennes et largement réparti dans les régions tempérées, étant le plus répandu au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Les raisons de s'inquiéter en ce qui concerne les eaux canadiennes incluent la faible fécondité, le long temps de génération, ainsi que l'incertitude quant à l'abondance des femelles matures et la vulnérabilité établie face à la surpêche dans les eaux américaines (COSEPAC 2010c). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2., cette espèce a le potentiel de se retrouver en petite quantité aux alentours du PP 1105.

La répartition de l'aiguillat commun dans l'estuaire et la partie nord du Golfe (en se basant sur les données de missions du *NGCC Alfred Needler* de 1990 à 2002) est illustrée à la Figure 5.16.



**Figure 5.16 Répartition de l'aiguillat commun dans le golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2002**



### 5.2.1.13 Requin bleu

Le requin bleu est disséminé et hautement migrateur. Il a été désigné comme une espèce préoccupante par le COSEPAC. Au sein du Canada Atlantique, il peut se retrouver dans presque toutes les eaux de surface au large des côtes à une profondeur de 350 m, avec des apparitions extrêmement fréquentes vers la fin de l'été et à l'automne. Le requin bleu a une période de gestation de 9 à 12 mois et les femelles produisent des portées environ tous les deux ans. Il est opportuniste sur le plan alimentaire et tend à manger une variété de proies, incluant les calmars, les oiseaux et la charogne des mammifères marins (COSEPAC 2006b). Cette espèce est considérée comme ayant un faible potentiel d'être aperçue aux alentours du secteur du projet (voir Tableau 5.2).

### 5.2.1.14 Pèlerin

La population atlantique du requin-pèlerin a récemment été évaluée comme une espèce préoccupante par le COSEPAC; Elle n'a aucun statut particulier en vertu de la LEP (LEP 2010). Le pèlerin se retrouve dans l'Atlantique Nord-Ouest de la pointe nord de Terre-Neuve jusqu'au sud de la Floride et est aperçu dans les eaux canadiennes de mai à septembre (Scott et Scott 1988). La population canadienne est de l'ordre d'environ 5 000 à 10 000 individus (COSEPAC 2010b). Cette espèce est considérée comme ayant un faible potentiel d'être aperçue aux alentours du secteur du projet (voir Tableau 5.2).

### 5.2.1.15 Anguille

L'anguille est retrouvée à partir du nord de l'Amérique du Sud jusqu'au Groenland et à l'Iceland. Elle fraie en mer et retourne vers les eaux douces pour se nourrir et se développer; tous les reproducteurs font partie d'une seule cellule d'accouplement. L'accouplement et l'éclosion prennent place en mer des Sargasses et l'accouplement se produit une seule fois par adulte. Les stades de la larve sont complètement différents physiologiquement de ceux de l'anguille adulte. Les stades de vie sont : œuf; leptocéphale (forme de larve); civelle (en atteignant le plateau continental; non pigmentée); civelle pigmentée (progressivement pigmentée au fur et à mesure qu'elle approche de la côte); anguille jaune (le stade de croissance du cycle de vie); et l'anguille argentée (le stade de reproduction du cycle de vie) (COSEPAC 2006c). Les anguilles argentées femelles quittent le système d'eau douce de Terre-Neuve entre août et octobre (Gray et Andrews, COSEPAC 2006c). L'abondance de la population dans la partie sud du Golfe a eu tendance à augmenter entre 1997 et 2008, alors que la population de Terre-Neuve est réputée être variable, mais assez stable dans les dernières années (MPO, 2010c). Tel qu'indiqué au Tableau 5.2, toute apparition de cette espèce aux alentours du PP 1105 ne serait que temporaire par nature.

### 5.2.1.16 Saumon atlantique

Le saumon atlantique (*salmo salar*) est une espèce anadrome, vivant dans les rivières d'eau douce durant ses deux premières années de vie avant de migrer vers la mer. Le saumon atlantique retourne annuellement vers sa rivière ou cours d'eau natal afin de s'accoupler. Autant le post-saumonneau (juvénile) que le saumon adulte migrent à partir du nord-est de l'Amérique

du Nord (printemps et été) afin d'hiverner dans les eaux au large du Labrador. Pendant qu'il est en mer, le saumon adulte a été vu passant beaucoup de temps dans la partie supérieure de la colonne d'eau (Reddin 2006). Des études par marquage de post-saumonneaux indiquent également qu'ils passent la plupart de leur temps près de la surface, mais se livrent à des plongées en eaux plus profondes, probablement à la recherche de proies (Reddin et al. 2006). Alors qu'ils sont en mer, ils consomment des euphausiacés, des amphipodes et des poissons, tels le hareng, le capelan, de petits maquereaux, le lançon et de petites morues. Le saumon sert de proie aux phoques, aux requins, aux goberges (*Pollachius* spp.) et au thon (Scott et Scott 1988).

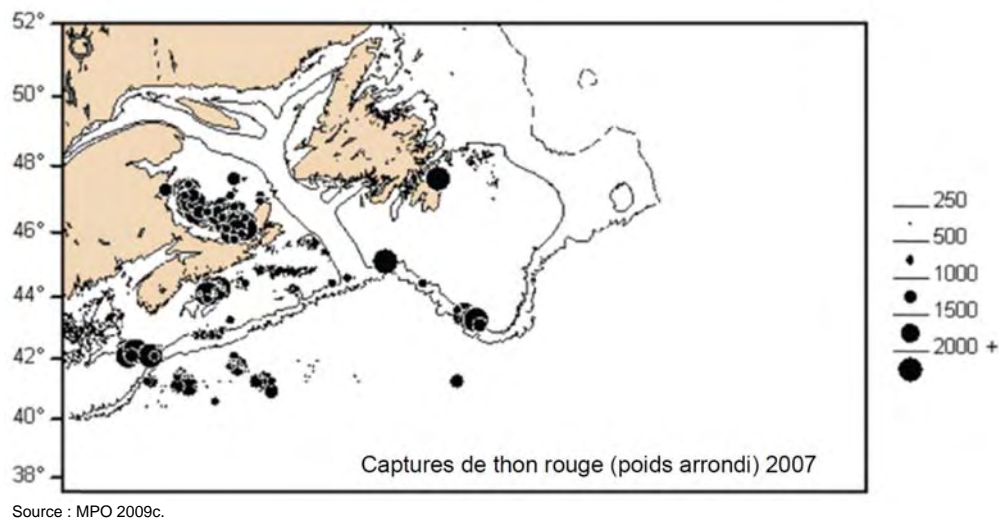
La pêche commerciale du saumon atlantique dans les eaux terre-neuviennes a été placée sous moratoire depuis 1992. Il existe quatre populations en péril pouvant se retrouver dans le Golfe et ayant le potentiel d'interagir avec le projet : la population de l'île d'Anticosti, évaluée en voie de disparition par le COSEPAC; la population du sud de Terre-neuve, évaluée par le COSEPAC comme menacée; la population de Gaspé-Sud du golfe du Saint-Laurent, estimée préoccupante par le COSEPAC; et la population de l'est de la Côte-Nord du Québec, également estimée par le COSEPAC comme préoccupante. Toutes ces populations sont considérées comme ayant un faible potentiel d'occurrence dans le PP 1105, toute présence n'étant que temporaire par nature (Tableau 5.2).

Les causes principales du déclin de la population du saumon atlantique ne sont pas bien cernées, bien qu'il soit jugé que le faible taux de survie en mer soit un facteur majeur, additionné aux pêcheries et aux modifications globales de l'écosystème marin engendrées par les changements climatiques (COSEPAC 2010d).

#### **5.2.1.17 Thon rouge de l'Atlantique**

Le thon rouge est une espèce pélagique au sang chaud qui est réparti du golfe du Mexique (GdM) jusqu'au Golfe. Le large thon rouge endothermique est adapté à la migration vers des eaux plus froides tout en maintenant un métabolisme élevé, la preuve étant leur migration dans le Golfe à la recherche de stocks de nourriture (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 2005). Le thon rouge suit généralement les stocks de nourriture qui se rassemblent dans le Golfe de juillet à novembre. Il existe deux populations de thon rouge si l'on compare leurs secteurs distincts de frai : la population de l'est de la Méditerranée et la population de l'ouest du GdM. Les deux populations peuvent se retrouver dans le Golfe (Walli et al. 2009). Le thon rouge de l'Atlantique Ouest fraie entre la mi-janvier et la fin mars, alors que la population de l'est s'accouple à la fin mai. Les oeufs sont incubés pendant deux jours avant d'émerger à l'état de larve (MPO, 2009c). La maturité est prévue se produire autour de l'âge de 8 ans (MPO, 2009c) et l'étendue de l'habitat s'accroît avec l'âge. Les adultes suivent les zones de pêche du hareng et du maquereau de l'Atlantique et sont reconnus pour se nourrir du hareng de l'Atlantique vers la fin de l'été et passer au maquereau de l'Atlantique à l'automne (Walli et al. 2009).

La répartition des prises de thon rouge dans l'Atlantique Ouest, incluant le Golfe, est indiquée à la Figure 5.17. Tel qu'illustré au Tableau 5.2, cette espèce a très peu de chance de se retrouver dans le PP 1105.



**Figure 5.17 Répartition des prises de thon rouge dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Ouest**

#### 5.2.1.18 Esturgeon noir

L'esturgeon noir est de grande taille, est de croissance lente et est un poisson anadrome à maturation tardive qui se retrouve dans les rivières (comportant de préférence des chenaux profonds), les estuaires (avec de l'eau relativement chaude et partiellement salée), dans les environnements marins près du littoral et dans les régions des plateaux, et ce, à au moins 50 m de profondeur. L'unité désignée des Maritimes comporte une estimation de 1 000 à 2 000 adultes (au minimum), dont le frai ne se produit que dans le secteur de la basse-rivière Saint-Jean. L'unité désignée du Saint-Laurent comporte une estimation de 500 à 1 000 adultes. Les populations d'accouplements sont connues du fleuve St-Laurent et possiblement de ses affluents. Des emplacements potentiels de frai se retrouvent dans le fleuve Saint-Laurent et dans l'estuaire (COSEPAC 2011).

Les facteurs limitatifs et les menaces incluent les modifications à l'habitat riverain et, potentiellement, la pollution des rivières, ainsi les développements pétroliers et gaziers en mer. L'esturgeon noir est pêché commercialement et cet aspect, ajouté à la pollution, pourrait avoir été le plus important facteur des déclinés passés présumés de la population (COSEPAC 2011).

#### 5.2.1.19 Brosme

Le brosmes est désigné comme menacé par le COSEPAC, mais il n'est pas listé en vertu de la LEP. Le brosmes est un poisson ressemblant à la morue pouvant vivre jusqu'à 20 ans et atteindre une taille de plus de 100 cm. Au moins la moitié des adultes atteignent leur maturité sexuelle lorsqu'ils mesurent environ 50 cm de long (cinq ou six ans). Le brosmes se situe habituellement à des profondeurs de 150 à 400 m dans des eaux relativement chaudes (6°C à 10°C) (COSEPAC 2003b).

Le brosmes est une espèce venant du nord habitant les eaux des plateaux subarctique et boréal de l'Atlantique Nord, et dont le centre d'abondance se situe dans le golfe du Maine et le sud du plateau néo-écossais (à cheval sur la frontière entre le Canada et les États-Unis). Bien que cela se produise rarement, il apparaît également dans les eaux profondes le long de la bordure du plateau continental au large de Terre-Neuve-et-Labrador. Le brosmes est pratiquement absent du golfe du Saint-Laurent et n'est aperçu que rarement au nord du chenal Laurentien dans la région de Terre-Neuve et des Grands Bancs (COSEPAC 2003b).

## **5.2.2 Espèces d'oiseau en péril**

### **5.2.2.1 Mouette blanche**

La mouette blanche est de taille moyenne et est une espèce de mouette pouvant vivre très longtemps. Elle est associée aux glaces polaires à n'importe quelle période de l'année (Gilchrist et Mallory, 2004), ce qui est inhabituel pour les mouettes (Stenhouse et al. 2004).

On croit que les zones d'hivernage de la mouette blanche se situent le long de la bordure de la banquise dans l'océan de l'Atlantique Nord, particulièrement dans le golfe du Nord, le détroit de Cabot, la mer du Labrador et le détroit de Belle-Isle. Diverses études dirigées entre 2002 et 2005 suggèrent que la population canadienne de frai de la mouette blanche a décliné. Elle niche sur un terrain plat ou des falaises abruptes au cours du mois de mai et au début juin. En dehors de sa saison d'accouplement, elle vit près de la bordure des glaces polaires, telle que mentionnée ci-dessus. La mouette blanche se nourrit en surface, principalement de petits poissons et mammifères (LEP 2010).

Environ 35 000 individus ont été observés le long de la banquise de la mer du Labrador en 1978 (Orr et Parsons, 1982), représentant la majeure partie de la population mondiale de mouettes blanches. Une étude datée de 2004 et dirigée au large de la côte de Terre-Neuve-et-Labrador a démontré une diminution du nombre de mouettes blanches, les mentions passant de 0.69 individu observé par 10 minutes en 1978 à 0.02 individu observé par 10 minutes en 2004 (COSEPAC 2006d).

La mouette blanche est désignée en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP et est protégée en vertu de la Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs de 1994 et le Règlement sur les oiseaux migrateurs (COSEPAC 2006d). Cette espèce est rare d'octobre à mai et est complètement absente de juin à octobre. Tel qu'indiqué au Tableau 5.1, il y a de grandes chances d'apercevoir la mouette blanche aux alentours du PP 1105, mais seulement en association avec la banquise.

Le plan de gestion de la mouette blanche (Stenhouse 2004) souligne les mesures spécifiques pouvant être entreprises afin d'améliorer nos connaissances et de favoriser le rétablissement des mouettes blanches au Canada. L'objectif de rétablissement à long terme est de ramener « sa population canadienne d'oiseaux nicheurs à ses niveaux historiques et d'agrandir l'étendue du secteur d'accouplement aux zones occupées historiquement ». Les objectifs visent à maintenir les colonies de mouettes blanches déjà existantes et à prévenir d'éventuelles pertes supplémentaires; identifier et comprendre les menaces pour les mouettes blanches au Canada,

en mettant l'accent sur les activités anthropiques; acquérir de plus amples connaissances afin de comprendre les caractéristiques historiques de l'espèce; identifier et protéger les habitats essentiels; éduquer les intervenants et le public en général sur les façons de contribuer au rétablissement; et travailler en collaboration au niveau international afin d'aller encore plus loin dans le rétablissement de la population.

À l'heure actuelle, la chasse des oiseaux lors de la migration affecte négativement leur survie et possiblement la viabilité de la population (Stenhouse 2004). La perturbation anthropique des colonies de reproduction peut avoir un impact considérable en réduisant le succès de la reproduction et possiblement en dégradant l'habitat. L'extraction des ressources près des aires de nidification de la mouette blanche nécessite l'utilisation d'avions, d'hélicoptères, de motoneiges et de VTT, pouvant causer du bruit et de la pollution. La présence de camps de forage semi-permanents peut également attirer des prédateurs vers des secteurs habituellement isolés.

Il existe plusieurs autres facteurs (Stenhouse 2004) qui influencent le potentiel de rétablissement de la mouette blanche, facteurs pour lesquels nous n'avons pas encore de données fiables, incluant la perturbation écologique, tels que des modifications à l'étendue de la couche de glace causant ainsi la dégradation de l'habitat hivernal; l'exposition à des polluants toxiques dans l'environnement marin; et la vulnérabilité à la pollution pétrolière.

Les détails de ce plan de gestion peuvent être consultés dans le Plan de gestion canadien de la mouette blanche (*Pagophila eburnea*) (Stenhouse 2004).

#### **5.2.2.2 Courlis esquimau**

Le courlis esquimau est un oiseau migrateur qui voyage habituellement par le secteur du plateau du Labrador à l'automne et peut avoir migré à l'occasion par le détroit de Belle-Île. Il a déjà été retrouvé de Terre-Neuve-et-Labrador jusqu'à l'Alberta et les Territoires-du-Nord-Ouest (Environnement Canada 2007a). Cette espèce est probablement disparue puisque les efforts visant à localiser les individus ont été infructueux (Environnement Canada 2007a).

Le courlis esquimau est désigné comme une voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP. Sa gestion est supervisée par gouvernement fédéral et il est couvert par la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* (Environnement Canada 2007a). Le programme national de rétablissement pour le courlis esquimau (Environnement Canada 2007a) note actuellement qu'elle n'a pu prendre connaissance de l'existence ou de l'emplacement de courlis esquimau et quand tant que tel, le rétablissement est techniquement et biologiquement irréalisable pour cette espèce présentement. Les principales causes du rapide déclin du courlis esquimau sont, croit-on, la chasse excessive et la modification de l'habitat, l'incapacité de l'oiseau à se rétablir était vraisemblablement une combinaison d'une faible population, la perte continue des habitats et le caractère conservateur de son cycle biologique.

Les détails de ce plan de rétablissement peuvent être consultés dans le programme national de rétablissement pour le courlis esquimau (*Numenius borealis*) au Canada. (Environnement Canada 2007a).

### 5.2.2.3 Pluvier siffleur

La sous-espèce *melodus* du pluvier siffleur est un oiseau de rivage migrateur qui fait son nid dans les zones riveraines sur la côte sud-ouest de Terre-Neuve (Amirault 2005) dans le sable, le gravier ou la pierre, dans les secteurs ouverts et élevés des plages (Haig et Elliot-Smith, 2004), sur les presqu'îles et les îles barrières ou les péninsules des zones côtières. Il se reproduit au centre et à l'est du Canada ainsi que dans les régions avoisinantes des États-Unis. Le pluvier siffleur niche sur l'île de Terre-Neuve, aux Îles-de-la-Madeleine et à Saint-Pierre-et-Miquelon, ainsi qu'en Nouvelle-Écosse (incluant l'île du Cap-Breton), à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick (Goosen et al. 2002; ministère de l'Environnement et de la Conservation de Terre-Neuve-et-Labrador (NLDEC) 2010).

La production reproductrice nord-américaine comporte environ 5 900 oiseaux et 2 100 aires de nidification au Canada (Goosen et al. 2002). La population de l'est du Canada a été estimée à 481 adultes en 2001. Un recensement à Terre-Neuve en 2006 a permis d'identifier 48 pluviers siffleurs adultes nicheurs, une augmentation par rapport aux 39 oiseaux de 2001. Le pluvier siffleur n'a pas été aperçu sur les côtes du nord-est depuis 1987. En 2009, un couple de pluviers siffleurs nicheurs a été identifié dans le parc national de Gros Morne pour la première fois depuis 1975 (NLDEC 2010).

Les aires de nidification pour cette espèce sur l'île de Terre-Neuve incluent Big Barasway, le parc provincial de Sandbanks, Little Barasway, Seal Cove et des secteurs autour du parc provincial de J.T. Chessemann, de Grand Bay West et de Little Codroy. Les pluviers siffleurs qui nichent à Terre-Neuve hivernent généralement le long de la côte Atlantique Sud des États-Unis. L'une de ses aires de nidification les plus importantes à Terre-Neuve-et-Labrador est la plage de Big Barasway, désignée Réserve faunique du pluvier siffleur, près de Burgeo (Protected Areas Association of Newfoundland and Labrador 2000), en plus du parc provincial Sandbanks avoisinant situé à Burgeo.

Le pluvier siffleur (*melodus*) est désigné en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP, en voie de disparition en vertu de la Loi sur les espèces en voie de disparition de Terre-Neuve-et-Labrador et est protégé par la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*. L'habitat du pluvier siffleur est protégé par la LEP, laquelle fournit une description de la résidence des sous-espèces *melodus* et *circumcinctus* (LEP 2010). Les menaces notées pour cette espèce sont la perturbation anthropique, la prédation (œufs, oisillons et adultes), la perte et la dégradation de l'habitat, les perturbations de la colonie. Il est noté également un certain nombre de menaces spécifiques pouvant avoir un impact direct sur le pluvier siffleur, incluant la conduite de véhicules sur la plage, les animaux domestiques, les bateaux, les déversements d'hydrocarbures, la lutte contre les moustiques et les ouragans (Stucker et Cuthbert 2006). Cette espèce ne devrait pas se retrouver dans les secteurs au large du Golfe, par exemple dans le PP 1105, mais peut être aperçue dans les zones côtières à l'ouest de Terre-Neuve et pourrait se retrouver aux alentours des routes de transit des hélicoptères et des bateaux de ravitaillement, selon le tracé qui sera finalement sélectionné.

#### 5.2.2.4 Sterne de Dougall

La sterne de Dougall se reproduit presque exclusivement sur les îles côtières de la Nouvelle-Écosse, bien qu'un très petit nombre d'oiseaux se reproduit aussi sur certaines îles du Québec et du Nouveau-Brunswick. Les sites de nidification de la sterne de Dougall sont habités d'oyats et de plantes herbacées et sont toujours associés à la sterne pierregarin ou la sterne arctique (dans le nord-est de l'Amérique du Nord) afin de profiter d'une protection contre les prédateurs diurnes (Nisbet et Spendelow 1999, dans COSEPAC 2009c). Il y a environ 120 à 150 couples dans le Canada atlantique, la plupart dans une ou deux colonies (Country Island (>40 couples) et les îles Brothers (>80 couples), Nouvelle-Écosse), avec de petites colonies périphériques de sternes de Dougall nichant sur Sable Island et les Îles-de-la-Madeleine (COSEPAC 2009c).

La sterne de Dougall est désignée en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP et est un oiseau migrateur couvert par la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrants* de 1994. Il existe un plan de rétablissement concernant la sterne de Dougall (Environnement Canada 2010b); cependant, le rétablissement de la population entière repose fortement sur le rétablissement de la portion de population nichant aux É.-U. (comportant également un plan de rétablissement – United States Fish and Wildlife Service 1998), étant donné que 5 pour cent de la population de sternes de Dougall du nord-est de l'Amérique du Nord a ses aires de nidifications au Canada.

Les objectifs du plan de rétablissement sont de maintenir un nombre élevé de couples reproductifs sur Country Island (> 40 couples) et les îles Brothers (> 80 couples), en Nouvelle-Écosse, d'augmenter la productivité à des niveaux élevés sur les colonies administrées, rétablir une répartition élargie en développant au moins une nouvelle colonie administrée, éliminer ou réduire les menaces pesant sur la sterne de Dougall et son habitat, et maintenir de petites colonies en périphérie pour permettre aux sternes de Dougall de nicher sur Sable Island (Nouvelle-Écosse) et aux Îles-de-la-Madeleine (Québec). Ces objectifs seront atteints principalement en surveillant la taille, la répartition, les déplacements et la productivité de la population; en améliorant l'habitat de nidification; en administrant de nouvelles colonies; en identifiant des habitats essentiels; en protégeant l'habitat; en identifiant les facteurs limitatifs sur les colonies administrées; en surveillant les menaces et en améliorant la planification et les prises de décisions (Environnement Canada 2010b). Les menaces identifiées pour cette espèce incluent la prédation de la part des mouettes et d'animaux tel le renard, une mortalité élevée suivant l'envol des oisillons et une pénurie de mâles.

Les détails de ce plan de rétablissement peuvent être consultés dans le programme de rétablissement de la sterne de Dougall (*Sterna dougallii*) au Canada. (Environnement Canada 2010b). En raison de la haute fidélité démontrée par cette espèce envers ses sites, il est très peu probable qu'elle soit aperçue aux alentours du PP 1105 (Tableau 5.1).

#### 5.2.2.5 Grèbe esclavon

Le grèbe esclavon est un petit oiseau d'eau ressemblant à un canard. On le retrouve à travers l'Eurasie et dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord, surtout au Canada. Une petite et isolée population reproductrice a survécu pendant au moins un siècle aux Îles-de-la-Madeleine et

inclut des oiseaux nichant dans cet archipel et d'autres nicheux sporadiques qui se trouvent au Québec. Bien que le site d'hivernage de la population des Îles-de-la-Madeleine demeure inconnu à ce jour, il est présumé que les oiseaux hivernent le long de côte atlantique de l'Amérique du Nord (LEP 2010).

Entre 1993 et 2007, la population des Îles-de-la-Madeleine a décliné de 2 pour cent par année, alors que seulement cinq adultes ont été observés en 2005 (la moyenne ayant été de 15 adultes, et jamais plus de 25 adultes aperçus au cours d'une seule saison de reproduction); cela suggère un déclin de 22 pour cent de la population au cours des trois dernières générations. De 2000 à 2007, la plupart des oiseaux et des aires de nidification trouvés durant la saison de la reproduction ont été concentrés à l'Étang de l'Est et sur l'Île Brion; d'autres zones de nidification de l'archipel semblent avoir été désertées (LEP 2010).

Près de la moitié des étangs privilégiés du grèbe esclavon sur les Îles-de-la-Madeleine sont situés sur des zones protégées, incluant : la réserve faunique de la Pointe de l'Est, administrée par le Service canadien de la faune (SCF); 1 049 hectares additionnels protégés par des organisations de conservation; 1 290 hectares additionnels adjacents à cette réserve, formant une partie du refuge faunique de la Pointe-de-l'Est; et tous les étangs de l'île Brion situés à l'intérieur de la réserve écologique de l'île Brion, sous la juridiction du gouvernement du Québec (COSEPAC 2009d). Sur les Îles-de-la-Madeleine, les adultes se regroupent sur l'Étang de l'Est avant de migrer vers les aires d'hivernation à la fin septembre ou au début octobre. En mer, ces oiseaux sont particulièrement vulnérables, puisqu'ils passent la majeure partie de leur temps sur l'eau.

La population des Îles-de-la-Madeleine du grèbe esclavon est désignée en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP (ajoutée le 3 février 2011). Il est également protégé par la Loi sur les espèces menacées et vulnérables du Québec (Québec Act Respecting Threatened or Vulnerable Species), laquelle protège les espèces, mais n'offre aucune protection à leur habitat de reproduction, et la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrants de 1994*, laquelle interdit de faire du tort aux oiseaux migrants, leurs nids ou leurs œufs (LEP 2010). En raison de la présence du grèbe esclavon, population des Îles-de-la-Madeleine, à la section « en voie de disparition » de la liste de l'Annexe 1 de la LEP, une stratégie de rétablissement devra être élaborée.

Cette espèce ne devrait pas se retrouver en mer aux environs du PP 1105, ni ailleurs au large de la côte ouest de Terre-Neuve.

#### **5.2.2.6 Arlequin plongeur**

La population de l'est de l'arlequin plongeur se reproduit sur l'île de Terre-Neuve, au Labrador, dans le Nord du Québec, dans la péninsule gaspésienne et dans le nord du Nouveau-Brunswick (site Web du SCF). L'arlequin plongeur migre au nord du Golfe jusqu'au mois de mai, puis à nouveau vers la fin de l'été, période où les oiseaux retournent vers l'océan après s'être reproduits près des rivières intérieures. Durant la majeure partie de l'année, l'arlequin plongeur est trouvé dans les environnements marins de la côte, mais au printemps, il remonte vers les rivières et cours d'eau en altitude pour se reproduire. L'arlequin plongeur se reproduit



au centre de Terre-Neuve et probablement aussi en plus petit nombre sur les rivières du littoral sud. L'arlequin plongeur est connu pour hiverner sur la côte de l'Île de Terre-Neuve, près de Ramea, Burgeo, Connoire Bay et à proximité des Îles Penguin. Les arlequins sont reconnus pour hiverner le long de la côte de Saint-Pierre et Miquelon et ils demeurent très fidèles à leurs aires d'hivernation (Jacques Whitford 2007; Thomas 2008).

La population de l'Est de l'arlequin plongeur est désignée espèces préoccupante à l'Annexe 1 de la LEP et listée comme vulnérable selon la Loi sur les espèces en voie de disparition de Terre-Neuve-et-Labrador (Newfoundland and Labrador *Endangered Species Act*) (2002). Il existe un plan de gestion de la conservation de l'arlequin plongeur pour le Québec et le Canada Atlantique (Environnement Canada 2007b).

L'objectif du plan de gestion est de maintenir une population hivernante de 3000 arlequins plongeurs dans l'est de l'Amérique du Nord pendant trois de cinq années consécutives. Afin d'atteindre cet objectif, le plan de gestion a établi une série de cibles et d'actions visant à maintenir les niveaux de population et à protéger l'habitat essentiel (Environnement Canada 2007b). Les cibles identifiées permettant d'atteindre l'objectif de gestion sont de clarifier les menaces possibles à l'espèce et d'élaborer les régimes qui aideront à faire face à ces menaces; d'évaluer le statut de la population, d'identifier, protéger et gérer les zones importantes de reproduction, de mue, d'hivernage et de rassemblement; de travailler de concert avec les gouvernements, l'industrie, les groupes autochtones et les citoyens afin d'identifier les menaces pour l'arlequin plongeur, et travailler à éliminer ou réduire ces menaces; d'identifier les groupes cibles visés par des initiatives d'éducation et d'administration concernant les enjeux en lien avec l'arlequin plongeur, et développer des campagnes et programmes appropriés; de diriger une analyse des lacunes afin de déterminer les manques importants au niveau de nos connaissances sur l'arlequin plongeur; et inciter le Groenland à une plus grande collaboration avec le Canada au sujet de la conservation de l'arlequin plongeur.

Les menaces identifiées pour l'arlequin plongeur incluent la pollution (contamination par hydrocarbure/eau de cale, transport maritime, déversement de pétrole), les programmes de lutte contre les insectes, la perte ou la dégradation de l'habitat (développements hydroélectriques, foresterie et activité minière), la mortalité accidentelle en raison des prises accessoires et de l'aquaculture, les perturbations dues aux aéronefs et à l'activité humaine, ainsi que la chasse illégale (Environnement Canada 2007b).

Les détails de ce plan de gestion peuvent être consultés dans le Plan de gestion la population de l'est de l'arlequin plongeur (*Histrionicus histrionicus*), dans le Canada Atlantique et au Québec. (Environnement Canada 2007b). Cette espèce pourrait se retrouver au large de l'ouest de Terre-Neuve et dans les zones côtières du Golfe au cours de n'importe quelle saison, mais il est peu probable de la rencontrer aussi loin en mer que dans le PP 1105.

#### **5.2.2.7 Garrot d'Islande**

Le garrot d'Islande est un canard plongeur de taille moyenne qui se reproduit et hiverne principalement au Canada (LEP 2010), et dont la majeure partie de son hivernage se produit à l'intérieur du Golfe et sur la Côte-Nord du Québec. Un petit nombre (environ 400 oiseaux) de

cette population hiverne dans les provinces atlantiques et le long du littoral américain de l'Atlantique Nord (environ 100 oiseaux dans le Maine) (Robert et Savard 2006, pour le comité de la sauvagine du SCF, 2008; Schmelzer 2006). Seul un petit nombre d'oiseaux a été documenté sur six sites à Terre-Neuve, incluant Traytown Bay, Port Blandford, Spaniard's Bay, St. Mary's Bay, Stephenville Crossing et à l'embouchure de la rivière Humber, près de Corner Brook (Schmelzer 2006).

Hivernant principalement dans des habitats marins (baies, bras de mer, havres et côtes rocheuses), ils se nourrissent alors de mollusques et de crustacés marins (LEP 2010). La répartition mondiale du garrot d'Islande consiste en trois populations distinctes, dont environ 4 500 garrots (ou 1 400 couples (basé sur l'estimation que 30 pour cent des oiseaux sont des femelles)) pour la population de l'est de l'Amérique du Nord (Savard et Dupuis 1999; Robert et al. 2003; Robert et Savard 2006; LEP 20017. L'étendue de la population de l'Est demeure inconnue, mais des données indiquent que la reproduction est exclusive au Canada, alors que les seules mentions confirmées de reproduction proviennent du Québec. Le garrot d'Islande préfère se reproduire en altitude dans des milieux humides alcalins autour de lacs d'eau douce. Les populations hivernants au Québec sont trouvées sur des petits lacs dépourvus de poissons et au-dessus de 500 m d'altitude. Elles nichent dans les trous ou cavités des arbres à tout au plus 2 à 3 km d'un plan d'eau (Todd 1963; Robert et al. 1999a, 1999b). Les tendances spécifiques de la population ne sont pas connues, mais il est présumé que la population de l'Est pourrait être en déclin.

La population de l'Est de garrots d'Islande apparaît sur la liste des espèces préoccupantes de l'Annexe 1 de la LEP. Elle est également protégée par la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* et est désignée comme vulnérable selon la Loi sur les espèces en voie de disparition de Terre-Neuve-et-Labrador (Newfoundland and Labrador *Endangered Species Act*). Le ministère de l'Environnement et de la Conservation de Terre-Neuve-et-Labrador (NLDEC) possède un plan de gestion du garrot d'Islande pour Terre-Neuve-et-Labrador (Schmelzer 2006).

Il est peu probable que cette espèce se retrouve dans les zones en mer du Golfe, dont le PP 1105, mais tel qu'indiqué précédemment, elle sera retrouvée dans les eaux du littoral de l'ouest de Terre-Neuve.

### **5.2.3 Mammifères marins en péril**

Il existe sept espèces de mammifères marins qui pourraient potentiellement se retrouver dans le Golfe et au sein ou à proximité du PP 1105 et qui considérées en péril. Le statut de ces espèces est présenté aux Tableaux 5.1 et 5.2.

#### **5.2.3.1 Rorqual bleu**

La population atlantique du rorqual bleu a été désignée en voie de disparition en vertu de la LEP. Au cours du printemps, de l'été et de l'automne, le rorqual bleu peut être aperçu le long du littoral nord du Golfe et à l'est au large de la Nouvelle-Écosse. Durant l'été, il peut également se retrouver au large de la côte sud de Terre-Neuve et dans le détroit de Davis. Il migre

typiquement au sud pour l'hiver, et peut migrer à travers le PP 1105. Cependant, il a tendance à demeurer dans le Golfe durant les hivers plus doux ne comportant qu'une faible couche de glace. Un relevé de 2007 a estimé à une abondance de 16 rorquals bleus pour la totalité du Canada (Lawson et Gosselin, 2009), alors qu'un seul rorqual a été aperçu dans la portion étudiée du Golfe qui couvre l'emplacement du PP 1105. Le rorqual bleu habite autant les eaux du littoral que celles situées en haute mer et est fréquemment observé dans les hautement productives du littoral, là où il y a abondance de krill, sa principale source de nourriture. Le rorqual bleu peut plonger en moyenne pour une période de 5 à 15 minutes après avoir respiré en surface. Il se reproduit et donne naissance à l'automne et en hiver dans les eaux plus chaudes du sud. Le rorqual bleu est l'un des animaux les plus gros et les plus bruyants (cris de 186 dB) de la planète (LEP 2010).

Le facteur principal responsable de la réduction de l'abondance du rorqual bleu est la conséquence de la pêche ancestrale de la baleine. Il a été estimé que la pêche à la baleine a réduit la population de rorqual bleu d'environ 70 pour cent, et qu'il n'y a maintenant que seulement 250 rorquals bleus matures pour la population de l'Atlantique Nord-Ouest (Beauchamp et al. 2009). Douze menaces pesant sur le rorqual bleu de l'Atlantique ont été identifiées par le programme de rétablissement du rorqual bleu de 2009. Elles incluent la pollution sonore anthropique (dégradation de l'ouïe et modification du comportement), la disponibilité de la nourriture, les contaminants, les collisions avec les bateaux, l'observation des baleines, le bruit des humains (dommages physiques), l'emmêlement accidentel dans les engins de pêche, la prolifération des algues toxiques, les déversements toxiques, la pêche à la baleine, les glaces et la prédation. Les menaces les plus préoccupantes sont la pollution sonore anthropique (dégradation de l'ouïe et modification du comportement) et la disponibilité de la nourriture. Un certain nombre d'actions de rétablissement ont déjà été entreprises, incluant les programmes de protection du rorqual bleu, les mesures de protection de son habitat et la sensibilisation, l'une de ces actions étant le développement de l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin (lequel constitue une annexe des Lignes directrices des programmes géophysiques, géologiques, environnementaux et géotechniques (*Geophysical, Geological, Environmental and Geotechnical Program Guidelines*) de l'OCTNLHE (C-NLOPB 2011a)). Le but de ce plan de rétablissement est d'atteindre une population de 1000 rorquals bleus matures et les objectifs qui ont été établis pour les prochains cinq ans afin de contribuer à atteindre cette cible incluent la réalisation d'une évaluation à long terme du nombre de rorquals bleus dans l'Atlantique Nord-Ouest et les tendances de la population, l'implantation de mesures de contrôle et de suivi des activités qui pourraient nuire au rétablissement du rorqual bleu et l'augmentation de la sensibilisation aux menaces potentielles. Les détails de ce plan de rétablissement peuvent être consultés dans le rapport sur le programme de rétablissement du rorqual bleu (Beauchamp et al. 2009).

### **5.2.3.2 Baleine noire de l'Atlantique Nord**

La baleine noire de l'Atlantique Nord est une espèce migratrice qui habite typiquement les eaux du littoral et passe ses étés à se nourrir dans les eaux froides, puis dans des eaux plus chaudes durant l'hiver. Cette espèce a été désignée en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP. Deux stocks de la baleine noire de l'Atlantique Nord peuvent être retrouvés dans les eaux canadiennes, le stock de l'Atlantique Nord-Est et celui de l'Atlantique Nord-Ouest. Le stock de

l'Atlantique Nord-Ouest peut être trouvé de la côte de la Floride jusqu'à Terre-Neuve-et-Labrador et dans le Golfe et peut occasionnellement être aperçu aux alentours du PP 1105. Il se nourrit principalement de zooplancton (LEP 2010).

Depuis la fin de la pêche commerciale à la baleine, les menaces pour l'abondance de la baleine noire de l'Atlantique Nord proviennent surtout des collisions avec les navires et des emmêlements dans les engins de pêche, mais également de la perturbation et de la réduction de leur habitat (Brown et al. 2009). Le programme de rétablissement de la baleine noire de l'Atlantique Nord de 2009 mentionne que bien que les connaissances soient limitées quant à l'abondance réelle de cette espèce, les cibles d'abondance à long terme ne peuvent être déterminées. Cependant, l'objectif visant à atteindre une augmentation continue de l'abondance de la population a été identifié. Les objectifs qui furent identifiés afin de rencontrer cette cible incluent : la réduction de la mortalité et des blessures résultant des collisions avec les bateaux et les engins de pêche; la réduction des blessures et des perturbations résultant de la présence des bateaux ou de l'exposition aux contaminants et aux autres formes de dégradation de l'habitat; la surveillance de la population et des menaces; l'augmentation de la compréhension des caractéristiques du cycle de vie, du faible taux de reproduction, de l'habitat, et des menaces nuisant au rétablissement; le soutien et la promotion de la collaboration en matière de rétablissement entre les gouvernements et les organismes; et l'élaboration et l'implantation des programmes éducatifs. Les détails concernant les stratégies en place visant à rencontrer ces objectifs peuvent être consultés dans le rapport sur le programme de rétablissement de la baleine noire de l'Atlantique Nord (Brown et al. 2009).

### **5.2.3.3 Béluga**

La population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent a été désignée comme menacée à l'Annexe 1 de la LEP. Cette population de bélugas représente la limite extrême sud de cette espèce. Son habitat est généralement recouvert de glace en hiver et ses étés sont passés dans des eaux turbides, plus chaudes et moins profondes. Cette espèce se nourrit de divers types d'invertébrés et de poissons, dont le calmar, de vers à tube, de capelan et de morue franche et l'ogac (LEP 2010). Un relevé de 2007 a mené à une abondance estimée de 893 bélugas dans le Golfe (Lawson et Gosselin 2009), en deçà des niveaux historiques situés entre 7 800 et 10 100 bélugas (MPO, 2005b; Hammill et al., 2007). Des données de levés aériens entre 1988 et 2005 indiquent que la population a légèrement augmenté, mais pas de manière significative au niveau statistique, passant de 900 bélugas en 1988 à tout juste plus de 1 200 en 2005, soit environ 12% des niveaux historiques (Hammill et al., 2007). Alors que l'étendue de cette espèce est généralement considérée comme limitée géographiquement à l'estuaire et au fleuve Saint-Laurent, le relevé de 2007 incluait deux observations individuelles dans la partie principale du Golfe et au large de la côte nord-ouest de Terre-Neuve (Lawson et Gosselin 2009). Alors qu'aucune observation n'a été rapportée dans la zone du Golfe où le PP 1105 est situé, ces résultats indiquent tout de même qu'il existe une faible possibilité que des individus de cette espèce se retrouvent occasionnellement dans les parages du secteur du projet.

Les adultes se distinguent par leur peau blanche, leur poids pouvant atteindre 1 900 kg et leur taille située entre 2,6 et 4,5 de long. La femelle adulte atteint environ 80% de la longueur du mâle et un maximum de 3,5 m (Lesage et Kingsley, 1998; COSEPAC, 2004c). Le bébé béluga

est d'une couleur brun-gris accompagnée parfois de marques noirâtres. Le nouveau-né mesure 150 cm de long, près de la moitié de la taille de sa mère, et pèse environ 78 kg. À deux ans, il aura atteint de 60 à 65% de la longueur de sa mère (Lesage et Kingsley, 1998). Les juvéniles deviennent graduellement d'une couleur plus claire jusqu'à l'âge de la maturité sexuelle; alors ils deviennent complètement blancs (Lesage et Kingsley, 1998).

En se basant sur leur répartition estivale, les bélugas du territoire canadien ont été regroupés en sept populations (Figure 5.18). Les bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent (la population des bélugas qui peut occasionnellement se retrouver près du PP 1105) vivent en aval de la région hautement industrialisée et densément peuplée des Grands Lacs, le long d'un corridor majeur de navigation fluviale contenant une grande quantité de types de polluants. Des analyses d'ADN nucléaire et mitochondrial ainsi que des études de génomique fonctionnelle révèlent que les bélugas du Saint-Laurent sont génétiquement isolés des autres populations de bélugas du Canada (Brennin et al., 1997; Brown Gladden et al., 1999; Murray et al., 1999; de March et Postma, 2003). Leur lignage suggère que leurs proches « cousins » sont les bélugas de la côte est de la Baie d'Hudson (Brown Gladden et Clayton, 1993; Brown Gladden et al., 1997; Brown Gladden et al., 1999; COSEPAC, 2004c) et des analyses génétiques suggèrent que ces deux groupes ont été séparés depuis environ 8 000 ans (de March et al., 2002).

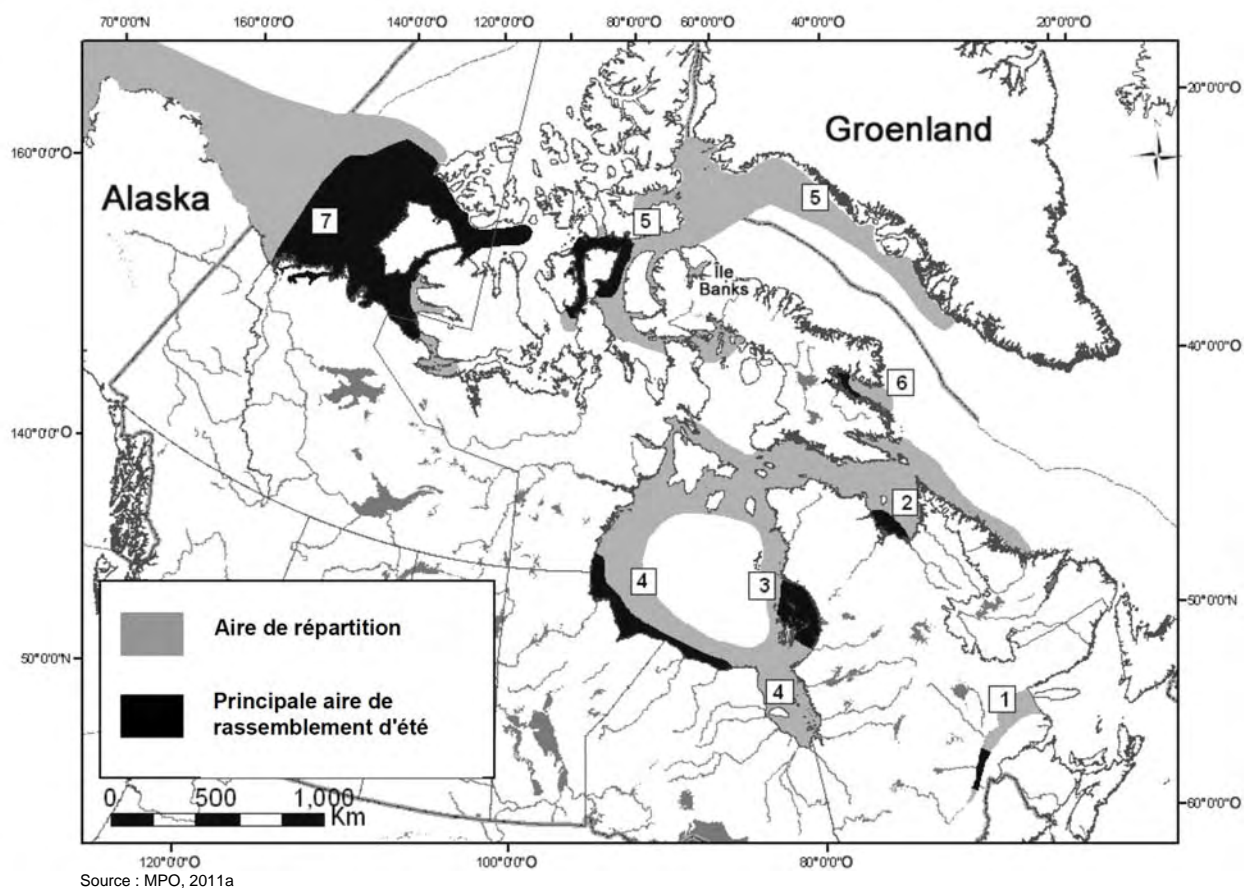
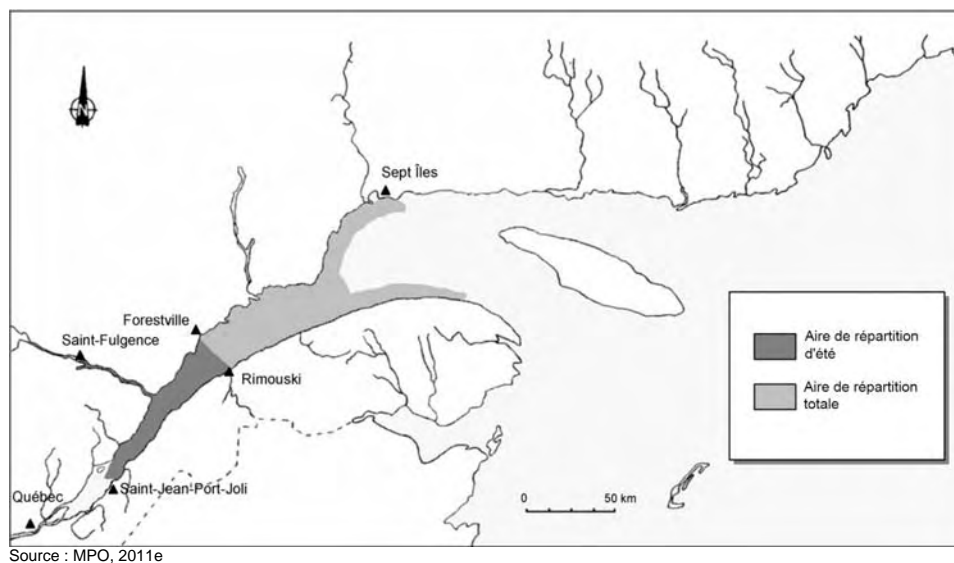


Figure 5.18 Emplacement des sept populations canadiennes de bélugas

Le béluga est un mammifère marin préférant les eaux froides. Sa répartition hivernale est associée à des zones de glace côtière où l'eau libre procure un accès à l'oxygène (Barber et al. 2001). Durant l'été, les bélugas se concentrent dans des estuaires spécifiques, démontrant une fidélité à toute épreuve envers leurs sites préférés (Fraker et al., 1979; Finley, 1982). Dans l'estuaire du Saint-Laurent, les bélugas tendent à se rassembler au sein de certaines zones plus régulièrement que dans d'autres secteurs (MPO, 2011e).

La répartition totale du secteur de la population de bélugas du Saint-Laurent est plus petite qu'à l'origine, couvrant un territoire d'un peu plus de 8 000 km<sup>2</sup> dans l'estuaire du Saint-Laurent, le Golfe et la rivière Saguenay (MPO, 2011e). La zone de répartition estivale actuelle, qui a très peu changé depuis 20 ans, n'est qu'une portion de ce qu'elle était historiquement (Lesage et Kingsley, 1998; Gosselin et al., 2007). La population est concentrée à l'embouchure de la rivière Saguenay, où elle occupe une zone de 2 000 km<sup>2</sup> s'étendant des Battures-aux-Loups-Marins en face de Saint-Jean-Port-Joli jusqu'à Rimouski sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et Forestville sur la Côte-Nord (Figure 5.19). Environ trente bélugas au cours des quelques dernières années ont été aperçus dans l'estuaire à l'est de Rimouski et de Forestville et dans les environs de Sept-Îles, suggérant une répartition plus large qu'estimée précédemment (Gosselin et al. 2007). La répartition estivale dans la rivière Saguenay s'étend de l'embouchure de la rivière jusqu'à Saint-Fulgence.



**Figure 5.19 Aire de distribution actuelle du béluga du Saint-Laurent (adaptée d'après Michaud, 1993).**

Les observations sont rares au printemps et à l'automne, et bien que non confirmé, il est présumé que la répartition durant ces saisons est similaire à celle de l'été (MPO, 2011e). Cette population est partiellement migratrice, se déplaçant vers le secteur nord-ouest du golfe du Saint-Laurent durant l'hiver (MPO, 2011e; Lesage et Kingsley, 1998). Des observations occasionnelles, ainsi que des levés aériens effectués en 1989 et 1990, suggèrent que l'aire de répartition hivernale s'étend en aval au sein du Golfe, jusqu'à Sept-Îles sur la Côte-Nord et de petits groupes ont également été aperçus dans l'estuaire jusqu'à Rivière-du-Loup. Il est probable

que la répartition hivernale varie d'une année à l'autre, selon les conditions glaciaires. Lors des printemps hâtifs, les bélugas peuvent se retrouver au large de la péninsule gaspésienne, en amont, et aussi loin que les Battures-aux-Loups-Marins (MPO, 2011e).

En septembre 2011 (MPO, 2011e), une proposition de stratégie de rétablissement de la population de l'estuaire du Saint-Laurent fut émise. Les six objectifs de rétablissement suivants ont été identifiés : réduire les contaminants touchant aux bélugas, à leurs proies et leurs habitats qui peuvent nuire au rétablissement de la population; réduire les perturbations anthropiques; assurer une source alimentaire adéquate et accessible; atténuer les impacts d'autres menaces au rétablissement de la population; protéger l'habitat du béluga à travers la totalité de la zone de répartition; et assurer une surveillance régulière de la population du béluga de l'estuaire du Saint-Laurent. Plusieurs stratégies de rétablissement essentielles, nécessaires et bénéfiques ont été identifiées. Elles pourraient être pertinentes au développement en mer dans le Golfe (MPO, 2011a) et inclure le développement de nouvelles réglementations ou l'application des lois et règlements en vigueur afin de contrôler le rejet de substances toxiques polluantes dans l'environnement, particulièrement de nouveaux contaminants; déterminer les effets à court et long terme des formes chroniques et aiguës de perturbation; étudier les impacts de la pollution sonore sur les bélugas; réduire les perturbations anthropiques dans les secteurs hautement utilisés; et développer et implanter des mesures adéquates de protection pour tous les projets côtiers et en mer qui pourraient avoir un impact sur l'aire de répartition du béluga.

Le programme de rétablissement (MPO, 2011e) a identifié les menaces et les a classées par catégorie : historique, actuelle (population et individus) et occasionnelle ou sporadique. La chasse et le harcèlement ont été identifiés comme des menaces historiques. Les menaces actuelles à la population du béluga incluent l'exposition à long terme aux contaminants, le transit maritime, les observations de la vie marine (incluant l'écotourisme), le bruit (incluant le bruit associé aux activités pétrolières et gazières en mer, le transit maritime, les pêcheries, l'écotourisme et les activités de loisirs), la réduction de l'abondance des proies (en raison de la surpêche, de la dégradation de l'habitat, de la pollution, des obstacles à la migration et aux changements climatiques), la compétition avec les autres prédateurs, la compétition avec les pêcheries commerciales, la dégradation de l'habitat (construction et dragage, projets hydro-électriques, activités pétrolières et gazières en mer) et l'introduction d'espèces exotiques. Les menaces actuelles pour les individus sont les collisions avec les navires, l'emmêlement dans les engins de pêche et la recherche scientifique. Les menaces occasionnelles ou sporadiques sont les déversements de substances toxiques, la prolifération des algues nuisibles et l'épizootie. Dans la catégorie des déversements de substances toxiques, il fut noté que l'exploration et le développement pétroliers peuvent augmenter considérablement les risques d'accidents et de déversements dans le Golfe (Kingston, 2005) et qu'étant donné l'habitat relativement limité disponible dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, un déversement important d'hydrocarbures présente un sérieux risque pour la population des bélugas.

Les détails concernant les stratégies en place visant à rencontrer ces objectifs peuvent être consultés dans le programme de rétablissement du béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada (MPO, 2011e).

#### **5.2.3.4 Baleine à bec commune**

La baleine à bec commune est confinée aux eaux de l'océan Atlantique Nord. Le COSEPAC a récemment (mai 2011) désigné la population du détroit de Davis - de la baie de Baffin – de la mer du Labrador de la baleine à bec commune comme étant une espèce préoccupante. La zone est à l'intérieur de l'étendue connue de la baleine à bec commune et il y a eu plusieurs observations de cette espèce dans les eaux profondes au nord et au sud des Grands Bancs. Le cycle de vie de la baleine n'est pas bien connu et la plupart des données en provenance de Terre-Neuve sont basées sur des carcasses échouées sur le rivage. Reconnue pour s'immerger pendant de longues périodes, se nourrissant principalement de calmar, cette espèce est souvent curieuse des bateaux et attirée par les bruits mécaniques et de moteur (Proctor et Lynch 2005). Elle est localement commune dans la zone du Gully au nord de Sable Island (Nouvelle-Écosse), mais autrement éparse à travers la partie sud de son territoire étendu. Il n'a pu être déterminé avec certitude à quelle population appartenait les spécimens observés dans le Golfe. Une apparition aux alentours du PP 1105 serait plus que rare.

La population du plateau néo-écossais de la baleine à bec commune a été désignée en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP. La population du plateau néo-écossais est largement retrouvée à l'intérieur et autour de la zone du Gully. Ces baleines sont non-migratrices, ne sont jamais observés dans des eaux de moins de 800 m de profondeur et diffèrent grandement des baleines à bec communes retrouvées dans les autres populations (LEP 2010). Présentement, il n'existe aucune estimation de population pour la totalité de la population de l'Atlantique Nord de la baleine à bec commune, et il est présumé que la population du plateau néo-écossais représente une portion extrêmement faible de la population totale de l'Atlantique Nord. La population du plateau néo-écossais est également considérée comme une population isolée comportant des déplacements localisés. Des données d'observations indiquent que cette population pourrait comporter 163 individus (MPO, 2010d). Les menaces majeures à l'abondance de la baleine à bec commune incluent l'incidence de la chasse à la baleine pratiquée autrefois, l'emmêlement dans les engins de pêche, les activités pétrolières et gazières, la perturbation acoustique, les contaminants, les changements dans les sources alimentaires et les collisions avec les navires. Le but du programme de rétablissement de la baleine à bec commune est d'établir une population stable ou accrue et de maintenir, à un niveau minimum, la répartition actuelle (MPO, 2010d). Les objectifs suivants ont été identifiés afin de contribuer à atteindre ce but : améliorer la compréhension de l'écologie de la baleine à bec commun; améliorer la compréhension de l'abondance et des tendances de cette population; améliorer la compréhension et la surveillance des menaces anthropiques; et éveiller le public et les intervenants par l'éducation.

Les détails concernant les stratégies en place pour atteindre ces objectifs peuvent être consultés dans le programme de rétablissement de la baleine à bec commune, population du plateau néo-écossais, dans les eaux canadiennes de l'Atlantique (MPO, 2010d).

Le COSEPAC a récemment désigné la population du détroit de Davis - de la baie de Baffin – de la mer du Labrador de la baleine à bec commune comme étant une espèce préoccupante (MPO, 2011f). La baleine à bec commune est confinée aux eaux de l'océan Nord-Atlantique, avec des groupes au large du détroit de Davis / nord du Labrador, de la Nouvelle-Écosse



(population distincte), de l'Islande (avec laquelle la population du détroit de Davis / nord du Labrador est génétiquement liée (COSEPAC 2002)) et de la Norvège (Reeves et al. 1993). Les tendances de la taille de la population depuis lors sont incertaines, mais les taux d'observation des levés ont été faibles. Il n'existe donc pas de tendances de la taille de la population ni d'estimation de l'abondance (COSEPAC 2002). Les menaces majeures à l'abondance de la baleine à bec commune incluent l'incidence de la chasse à la baleine pratiquée autrefois, l'emmêlement dans les engins de pêche, les activités pétrolières et gazières, la perturbation acoustique, les contaminants, les changements dans les sources alimentaires et les collisions avec les navires. D'autres études sont nécessaires afin de décrire plus avant la répartition et l'abondance de la baleine à bec commune au Canada, particulièrement dans la partie nord de son habitat et autour de Terre-Neuve (MPO, 2011f).

En raison des rares observations de cette espèce et de leur répartition dans des eaux profondes (normalement plus de 500 m, donc la plupart des captures à plus de 1 000 m (MPO, 2011f), il est peu probable qu'elle soit retrouvée à l'ouest de Terre-Neuve ou aux alentours du PP 1105 (Tableau 5.2).

#### **5.2.3.5 Rorqual commun**

La population atlantique du rorqual commun a été désignée comme préoccupante en vertu de la LEP. Cette espèce a tendance à effectuer des migrations saisonnières à partir de zones de basse latitude durant l'hiver vers des zones de sources alimentaires en latitude plus élevée durant l'été. Des concentrations estivales du rorqual commun peuvent être aperçues dans le Golfe, sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy, dans les eaux du littoral ou au large de Terre-Neuve-et-Labrador (COSEPAC 2005b) et ainsi être présentes dans le PP 1105. Nous ne savons pas grand-chose de leurs aires de reproduction ou d'hivernage. Un relevé de 2007 indique une abondance estimée de 28 rorquals communs dans le Golfe (Lawson et Gosselin 2009), et aucun spécimen observé dans la portion du Golfe où est situé le PP 1105.

#### **5.2.3.6 Marsouin commun**

La population de l'Atlantique Nord-Ouest du marsouin commun est largement répartie sur les plateaux continentaux et est constituée de trois sous-populations retrouvées dans les eaux canadiennes, à Terre-Neuve-et-Labrador, dans le Golfe et dans la baie de Fundy/golfe du Maine. Un relevé de 2007 a estimé à une abondance de 3 629 marsouins communs dans le Golfe et sur le plateau néo-écossais (Lawson et Gosselin 2009); quinze individus ont été observés dans la portion à l'étude du Golfe, incluant le PP 1105. Cette population de marsouins communs a été désignée comme espèce préoccupante par le COSEPAC. Elle est bien adaptée aux eaux froides et habite souvent des baies et des havres durant l'été. Le marsouin commun se nourrit d'une variété de petits poissons, dont la morue, le hareng, la merluche, le capelan et le lançon (LEP 2010).

### 5.2.3.7 Épaulard

La population de l'Atlantique du Nord-Ouest de l'épaulard est désignée comme une espèce préoccupante par le COSEPAC. Alors que ces baleines sont historiquement considérées comme communes dans le Golfe et l'estuaire du Saint-Laurent, elles ne sont maintenant observées qu'occasionnellement (Lesage et al. 2007, dans COSEPAC 2008b). Les épaulards sont aperçus dans les eaux du littoral de Terre-Neuve, particulièrement dans le détroit de Belle-Île (Lawson et al. 2007, dans COSEPAC 2008b). Puisqu'aucun épaulard n'a été aperçu dans le Golfe durant un relevé de 2007 (Lawson et Gosselin 2009), le PP 1105 n'apparaît pas dans la périphérie de leur étendue documentée et ainsi, cette espèce ne devrait se retrouver qu'occasionnellement dans ce secteur. La répartition de cette espèce semble être dépendante de la disponibilité et de l'accessibilité de leurs proies. L'épaulard peut endurer des modifications significatives de l'eau en matière de salinité, température et turbidité.

### 5.2.4 Tortues de mer

Il existe deux espèces de tortues de mer considérées en péril pouvant être observées dans le Golfe et qui pourraient potentiellement se retrouver au sein ou à proximité du PP 1105. Le statut de ces espèces est présenté aux Tableaux 5.1 et 5.2.

#### 5.2.4.1 Tortue luth

La tortue luth est une tortue migratrice qui se reproduit dans les eaux tropicales et sous-tropicales et se nourrit dans les eaux tempérées. Cette espèce a été désignée en voie de disparition à l'Annexe 1 de la LEP. Ces tortues passent la majeure partie de leur vie en mer, mais s'approchent des côtes pour nicher et déposer leurs œufs. La tortue luth niche de novembre à avril et est typiquement présente dans les eaux canadiennes de juin à novembre pour fourrager (équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique, 2006). Tel qu'indiqué par le COSEPAC (2001), la tortue luth a été observée au large des côtes de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve-et-Labrador, ainsi que quelques mentions dans la baie de Fundy, le détroit de Nothumberland et le Golfe. Des pêcheurs de l'Île-du-Prince-Édouard ont rapporté quelques sites et un petit nombre d'échouages côtiers se sont produits. Des présences de la tortue luth ont également été rapportées dans le Golfe au large du Québec. Elle pourrait être aperçue aux alentours du PP 1105, se nourrissant de méduses. Bien qu'il y ait plusieurs facteurs ayant mené à leur déclin (ex. : longue durée de vie, taux très élevés de mortalité des œufs et des pontes et l'âge tardif de la maturité), la principale source de mortalité dans les eaux canadiennes provient de leur capture accidentelle dans les engins de pêche (COSEPAC 2001).

Le but de rétablissement est d'« atteindre la viabilité à long terme des populations de tortue luth fréquentant les eaux canadiennes de l'Atlantique ». Les objectifs permettant d'atteindre ce but sont de comprendre les menaces pesant sur la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique; acquérir davantage d'information afin d'améliorer les connaissances générales sur l'espèce et son habitat; aller plus loin dans l'identification de l'habitat essentiel afin de mieux le protéger; réduire le risque de blessure aux tortues luths dues aux activités anthropiques; éduquer les intervenants et le public en général sur les façons de soutenir le rétablissement; et travailler en collaboration au niveau international afin d'aller plus loin dans le rétablissement.

L'identification des menaces pesant sur cette espèce inclut l'emmêlement dans les engins de pêche, les collisions avec les navires, la pollution marine, les perturbations acoustiques (exploration et développement pétrolier et gazier, le transport maritime, la pêche, les activités militaires, les détonations sous-marines et les activités riveraines), le braconnage, la construction riveraine, l'éclairage artificiel, les changements climatiques, l'érosion des plages, la prédation des aires de nidification, la conduite automobile sur les plages, le nettoyage des plages, l'exploitation des sables de plage et la végétation exotique (équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique, 2006).

Les détails concernant les stratégies en place visant à atteindre ces objectifs peuvent être consultés dans le programme de rétablissement de la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. (Équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique, 2006).

#### **5.2.4.2 Tortue caouanne**

La tortue caouanne est la plus énorme tortue à carapace dure de la planète et la plus abondante dans les eaux nord-américaines. Globalement, sa population est estimée entre 43 000 et 45 000 femelles nidifiantes (Spotila 2004). Sa répartition est largement entravée par la température de l'eau et la tortue caouanne est rarement présente lorsque cette température se trouve au dessous de 15°C (Brazner et McMillan 2008). Il existe peu d'estimations de la densité des tortues caouanne au large de l'ouest de Terre-Neuve (LGL 2005b). Les caouannes peuvent migrer sur des distances considérables entre les aires de nidification près de l'équateur occupées de fin avril à début septembre (Spotila 2004) et les aires de fourrages tempérées, certaines suivant le Gulf Stream jusqu'aux eaux de l'est du Canada durant l'été et l'automne (Hawkes et al. 2007). Les informations à ce jour indiquent une population saisonnière de tortues caouannes juvéniles dans le Canada Atlantique (Witzell 1999; COSEPAC 2010e), mais leur nombre d'individus en eaux canadiennes demeure inconnu. Lors de leur recherche de nourriture en mer, les caouannes consomment probablement du calmar et du zooplancton gélatineux (Spotila 2004); il n'existe pas d'information sur leur régime dans les eaux canadiennes (MPO, 2010e). La plupart des mentions de caouannes au large de Terre-Neuve ont été retrouvées dans les eaux plus profondes au sud des Grands Bancs et les observations se sont étendues aussi loin à l'est que Flemish Cap (COSEPAC 2010e). La tortue caouanne a été désignée en voie de disparition par le COSEPAC en avril 2010. Cette espèce est menacée par les pêcheries commerciales, la perte et la dégradation des plages de nidification, les débris marins, la pollution chimique et le braconnage d'œufs et de femelles nidifiantes (COSEPAC 2010e).

### **5.3 Écosystème marin**

Le Golfe est divisé en deux zones, la partie nord et la partie sud (laquelle inclut les Îles-de-la-Madeleine, ainsi que le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard). Dans chacune de ces zones, les habitats des poissons sont divisés en deux secteurs, les zones du plateau et les chenaux profonds. Les eaux peu profondes le long des zones du plateau sont chaudes et productives pendant l'été et servent d'aire d'alimentation, de frayère et de lieu de reproduction pour les poissons démersaux et pélagiques. Les eaux peu profondes entourant les

îles de la Madeleine abritent de grandes densités de plies canadiennes et de morues franches. Ces espèces sont les poissons démersaux qu'on retrouve le plus dans le sud du Golfe (Dufour et Ouellet 2007). Les secteurs à eaux chaudes hautement productives sont aussi d'importantes aires d'alimentation pour les poissons de mer qui migrent dans la région pour y trouver de la nourriture, comme l'aiguillat commun et le thon rouge.

Une analyse complète du secteur du Golfe situé au large de l'ouest de Terre-Neuve a été effectuée pour une EES en 2005 (LGL 2005b) et mise à jour en 2007 (LGL 2007). Le secteur à l'étude de l'EES (et ses subséquentes modifications) était immédiatement adjacent au prospect de Old Harry. Donc, les documents de cette EES procurent une évaluation assez précise des régions marines et côtières du Golfe considérées pour le projet actuel. Lorsqu'approprié, des sections particulières des documents de l'EES pour l'ouest de Terre-Neuve donnent lieu à des recoupements.

L'habitat du poisson et des mollusques concerné par le PP 1105 est une caractéristique du chenal Laurentien. Les caractéristiques océanographiques ont été discutées à la section 4.2 et les caractéristiques de l'habitat physique ont été décrites au début de la présente section. Comme dans la plupart des environnements marins, la répartition de la majorité des espèces de poissons et de mollusques listées à la Section 5.4 pour le Golfe et le PP 1105 varie dans le temps et l'espace selon les besoins de l'habitat aux différents stades du cycle de vie.

### **5.3.1 Habitats côtiers**

Les côtes rocheuses à l'ouest de Terre-Neuve (et dans le Golfe, en ce qui concerne la présente étude) peuvent être classées comme des côtes primaires, en ce sens que des caractéristiques structurales primaires ont été créées par processus naturel, principalement par érosion et par les forces tectoniques causées respectivement par l'activité glaciaire et les mouvements historiques des plaques. Plusieurs organismes vivent au sein des habitats côtiers, particulièrement à l'intérieur des zones tidales et sous-tidales. Une abondance de vie végétale est présente, diverses espèces de cyanophytes, d'algues, de lichens et, en quantité moindre, des espèces tolérantes à la salinité, tel le plantain maritime.

Cette section sur les habitats côtiers mettra l'accent sur la portion aquatique des zones tidales et sous-tidales et, par conséquent, les producteurs majeurs seront le phytoplancton (discuté à la Section 5.4.3.1), les algues marines macroflorales et les plantes vasculaires aquatiques.

#### **5.3.1.1 Les communautés algales**

Les espèces d'algues sont différenciées par la couleur et se retrouvent dans une des communautés algales : rouge, brune ou verte. Les espèces typiquement retrouvées dans les zones tidales et sous-tidales en se basant sur l'action des vagues et les caractéristiques du substrat sont situées dans les Tableaux 5.3 et 5.4 (selon South 1983, dans LGL 2005b).

**Tableau 5.3 Espèces d'algues associées aux zones intertidales et sous-tidales à l'ouest de Terre-Neuve**

Exposition aux vagues	Espèces invertébrées d'algues typiques		
	Ligne des hautes eaux à 5 m	5 à 20 m	>20m <sup>A</sup>
Faible	Lichens marins Cyanophyte <i>Bangia atropurpurea</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Balanus balanoides</i> <i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Mytilus edulis</i> <i>Bonnemaisonia hamifera</i>	<i>Laminaria longicuris</i> <i>Phyllophora</i> sp. <i>Agarum cribrosum</i> <i>Laminaria solidungula</i>	<i>Phyllophora</i> sp. <i>Agarum cribrosum</i> <i>Lithothamnium tophiforme</i> <i>Phymatolithon laevigatum</i> <i>Laminaria longicuris</i> <i>Laminaria solidungula</i>
Modérée	Lichens marins <i>Pilayella littoralis</i> <i>Bangia atropurpurea</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Chorda filum</i> <i>Phyllophora</i> sp. <i>Alaria esculenta</i> <i>Saccorhiza dermatodea</i>	<i>Lithothamnium glaciale</i> <i>Desmarestia</i> sp. <i>Agarum cribrosum</i> <i>Laminaria longicuris</i> <i>Phyllophora</i> sp.	<i>Phyllophora</i> sp. <i>Lithothamnium glaciale</i>
Élevée	Cyanophyte <i>Pophyra</i> sp. <i>Bangia atropurpurea</i> <i>Pilayella littoralis</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Alaria esculenta</i> <i>Sacchorhiza dermatodea</i> <i>Lithothamnium glaciale</i>	<i>Clathromorphum circumscriptum</i> <i>Lithothamnium glaciale</i> <i>Laminaria longicuris</i> <i>Agarum cribrosum</i> <i>Phyllophora</i> sp.	<i>Ptilota serrata</i> <i>Phyllophora</i> sp.
Source : South 1983, dans LGL 2005b. <sup>A</sup> 20 à 40 m pour une faible exposition; 20 à 25 m pour une exposition modérée ou élevée.			

**Tableau 5.4 Espèces d'algues et type de substrat associé**

Type de substrat	Espèces d'algues typiques	
	Ligne des hautes eaux à 5 m	5 à 10 m
Dur (incluant roches et cailloux)	Lichens marins Cyanophyte <i>Enteromorpha</i> sp. <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Chorda filum</i> <i>Phymatolithon laevigatum</i>	<i>Laminaria longicuris</i> <i>Phymatolithon laevigatum</i> <i>Clathromorphum circumscriptum</i> <i>Lithothamnium glaciale</i>
Sable / boue	<i>Spartina</i> sp. <i>Plantago</i> sp. Cyanophyte <i>Enteromorpha</i> sp. <i>Zostera marina</i> <i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Ahnfeltia plicata</i> Benthic diatoms <i>Chaetomorpha</i> sp.	<i>Zostera marina</i> <i>Laminaria longicuris</i> <i>Ahnfeltia plicata</i>
Source : South 1983, dans LGL 2005b.		

En plus d'être les producteurs principaux dans un environnement côtier, les espèces d'algues procurent un abri et une source de nourriture pour la faune marine. Les espèces supposées habitées dans les zones côtières incluent les mollusques, les vers, les crustacés, les échinodermes et les poissons. Les espèces commercialement exploitables qui peuvent à un certain moment de leur cycle de vie habiter ou voyager à travers une zone côtière sont décrites aux Sections 5.4 et incluent les buccins, la crevette nordique, le crabe commun, le homard, le hareng de l'Atlantique, le maquereau atlantique, la goberge, la merluche blanche et le saumon atlantique.

### 5.3.1.2 Zostère marine

Une espèce vasculaire des macrophytes aquatiques, la zostère marine (*Zostera marina*) est d'importance écologique puisque les herbiers de zostère marine soutiennent une biodiversité élevée d'espèces, procurent un abri aux petites espèces de poissons, une source de nourriture pour les sauvagines en migration ou en hivernage et jouent un rôle dans le climat global et les cycles océaniques. C'est pourquoi la zostère marine est protégée par la loi, en vertu de la *Loi sur les pêches*, en raison de sa valeur élevée pour les espèces destinées à la pêche. La zostère marine et les autres populations d'herbiers marins sont des espèces indicatrices (ex. : une perte d'herbiers marins est une indication de stress anthropique) (MPO, 2009d).

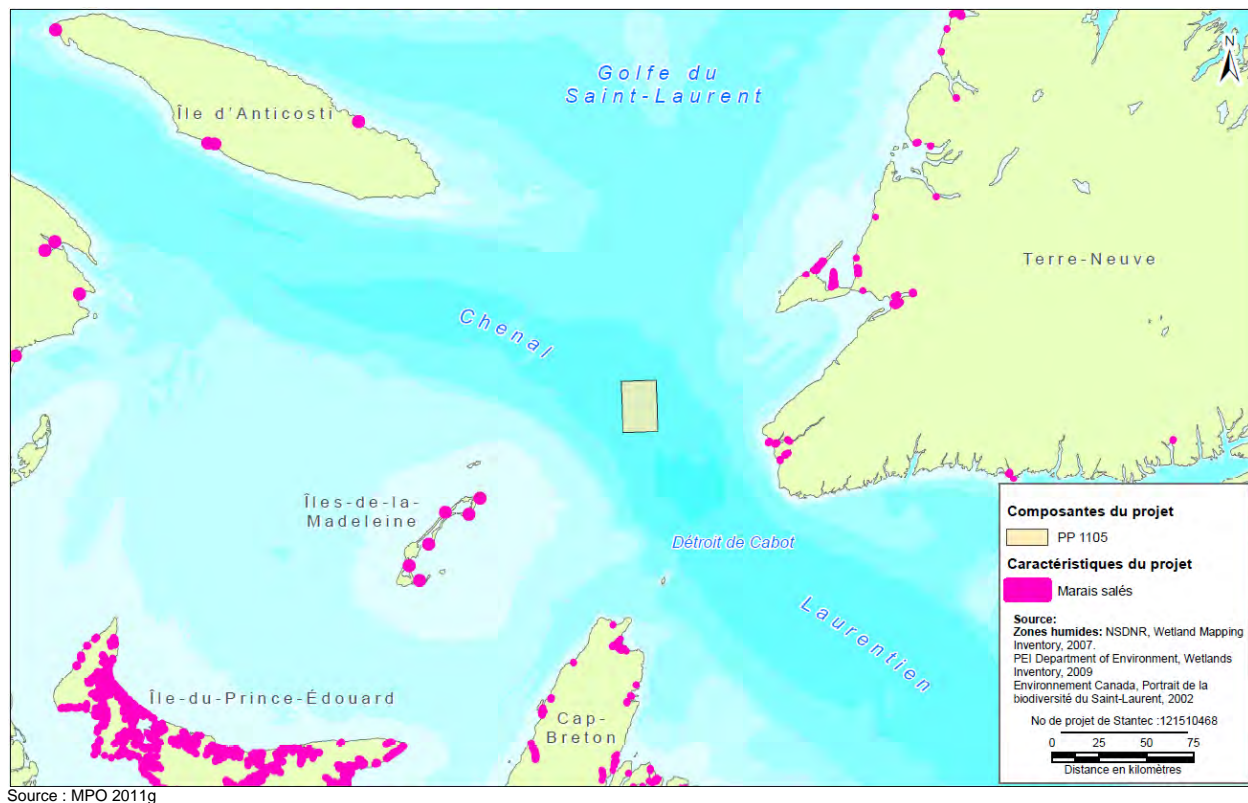
Les données suivantes sont tirées de la répartition et de la description des herbiers de zostère marine au Québec selon le MPO (MPO, 2009e) et indiquent que les herbiers de zostère marine sont prévalents sur les littoraux du Québec et des Îles-de-la-Madeleine, représentant plus de 9 380 hectares d'habitat côtier. The Magdalen Islands harbour some of the eelgrass beds closest in proximity to EL 1105. In the Magdalen Islands, eelgrass beds tend to flourish within the subtidal zones of all inshore waters, with the largest beds in Lagune de la Grande Entrée, Lagune du Havre aux Maisons, Lagunes du Havre aux basques, Bassin aux Huitres and Baie du Bassin.

D'autres herbiers de zostère marine éparpillés à proximité du PP 1105 se retrouvent près de Terre-Neuve et sont plus importants le long de la côte sud-ouest, incluant de larges herbiers répartis le long de la côte ouest (MPO, 2009d). La zostère marine à l'Île-du-Prince-Édouard est également communément répartie dans les baies et les estuaires. L'Inventaire des terres humides des maritimes (SCF, Environnement Canada) estime qu'il y a plus de 30 000 hectares d'herbiers de zostère marine à l'Île-du-Prince-Édouard, 20 000 hectares au Nouveau-Brunswick et un 20 000 additionnels en Nouvelle-Écosse (Environnement Canada, non daté). À l'Île-du-Prince-Édouard, de larges herbiers de zostère sont situés à St. Mary's Bay, dans la rivière Hillsborough, dans la rivière Bedeque, dans la baie de Cascumpec et à Rustico. Les herbiers de zostère du Nouveau-Brunswick sont généralement situés dans les estuaires et les lagunes le long du Golfe et plus notamment à Kouchibouguac, Richibucto, Cocagne et Baie-Verte. En Nouvelle-Écosse, les herbiers de zostère marine sont répartis de manière assez égale le long du détroit de Northumberland et de la côte de l'Atlantique (MPO, 2005e).

### 5.3.1.3 Communautés des marais salés

Les marais salés constituent des « transitions » entre l'eau douce et l'eau de mer qui renferment une panoplie d'organismes et de plantes halophytes. Ils se forment au sein des lignes côtières stables et émergentes où les sédiments s'accumulent dans des zones intertidales protégées. La colonisation de la spartine anglaise (*Spartina* spp.) joue un rôle important dans l'accumulation des sédiments en réduisant les courants et en stabilisant le substrat grâce à son impressionnant réseau de racines. Au sein du Canada atlantique, les marais salés sont généralement répartis le long des estuaires, des baies protégées et des zones abritées à l'intérieur de flèches, bancs ou îles. Les marais salés sont généralement divisés en deux types: les bas marais et les hauts marais. Chacun des deux types comportant une communauté distincte de plantes. Le bas marais (comme son nom l'indique) est topographiquement plus bas que le haut marais et sa communauté de plantes est surtout composée de spartine anglaise, d'ascophylle noueuse, de salicornes (*Salicornia* spp.), le suéda maritime (*Suaeda linearis*), le *Spergularia villosa* et l'arroche (*Atriplex* spp.). Ces espèces tendent à être plus tolérantes aux fluctuations des marées. Dans les hauts marais, les conditions sont plus sèches et le foin des marais domine le paysage avec d'autres halophytes, tels la lavande de mer (*Limonium* spp.), le troscart maritime (*Triglochin* spp.), le plantain maritime (*Plantago maritima*) et le polygale (*Polygala* spp.), ainsi que plusieurs sortes d'herbes et de carex.

Les marais salés à proximité rapprochés du PP 1105 incluent ceux que l'on retrouve aux Îles-de-la-Madeleine, à l'ouest de Terre-Neuve et au Cap-Breton. Au Cap-Breton, les marais situés le long du détroit de Northumberland sont souvent bien développés, avec 625 hectares de marais salés présents dans les comtés de Victoria et d'Inverness et de larges marais situés dans Margaree Harbour et dans St. Annes Bay (musée d'histoire naturelle de la Nouvelle-Écosse, non daté). Aux Îles-de-la-Madeleine, les marais salés sont des prés humides intertidaux dominés par du carex et de roseaux et inondés seulement à marée haute. Près de la moitié des 1 400 hectares de marais salés des Îles-de-la-Madeleine sont situés sur les rives du Bassin Est. D'autres larges marais sont situés dans la partie sud de la baie de Havre-aux-Basques et le long des flèches de sable bordant les lagunes. Ces marais se sont développés avant la fermeture de la baie en 1956 (Gagnon 1998). À Terre-Neuve, la topographie limite la création de marais salés le long du littoral sud-ouest et seulement 2 200 hectares ont été identifiés. Ces marais se sont concentrés à St. Georges Bay, Port-au-Port Bay et Cox's Cove. La répartition des marais salés identifiés dans la région du Golfe (et à proximité rapprochée du PP 1105) est illustrée à la Figure 5.20.



**Figure 5.20 Répartition des marais salés dans le golfe du Saint-Laurent en lien avec le PP 1105**

### 5.3.2 Habitats marins

La répartition des poissons et des mollusques varie de manière saisonnière en réponse aux changements physiques ou chimiques sur l'environnement environnant (ex. : profondeur, salinité, température), et en raison des besoins saisonniers de l'habitat (ex. : l'alimentation, le frai, la croissance). De longues migrations annuelles sont entreprises par la plupart des espèces pélagiques, tels le hareng et le maquereau, ainsi que les espèces de fond, telle la morue franche. Les oeufs des reproducteurs benthiques se retrouvent dans les endroits où les facteurs océanographiques et les substrats du fond sont adéquats, que ce soit les éponges marines utilisées par les corbs, jusqu'au substrat dur et rocheux (et les objets solides reposant sur le substrat) préféré par la lompe. D'autres poissons frais en eau libre (ex. : goberge et loup de mer), faisant de la mer, au large, un habitat important. Les poissons juvéniles nécessitent souvent un habitat qui leur permet de se cacher des prédateurs. Dans ces cas-là, même les coquilles de pétoncles peuvent servir d'habitat protecteur (ex. : merluche).

Pendant l'hiver, les eaux dans les zones du plateau deviennent froides et ont tendance à geler, ce qui cause la migration vers des eaux plus chaudes et plus profondes de la majorité des poissons marins qui s'alimentent dans cette région pendant l'été. Les aiguillats communs et les maquereaux quittent complètement le Golfe et migrent vers des zones plus au sud, tandis que d'autres espèces, telles que le hareng, la morue franche, la merluche blanche, la plie



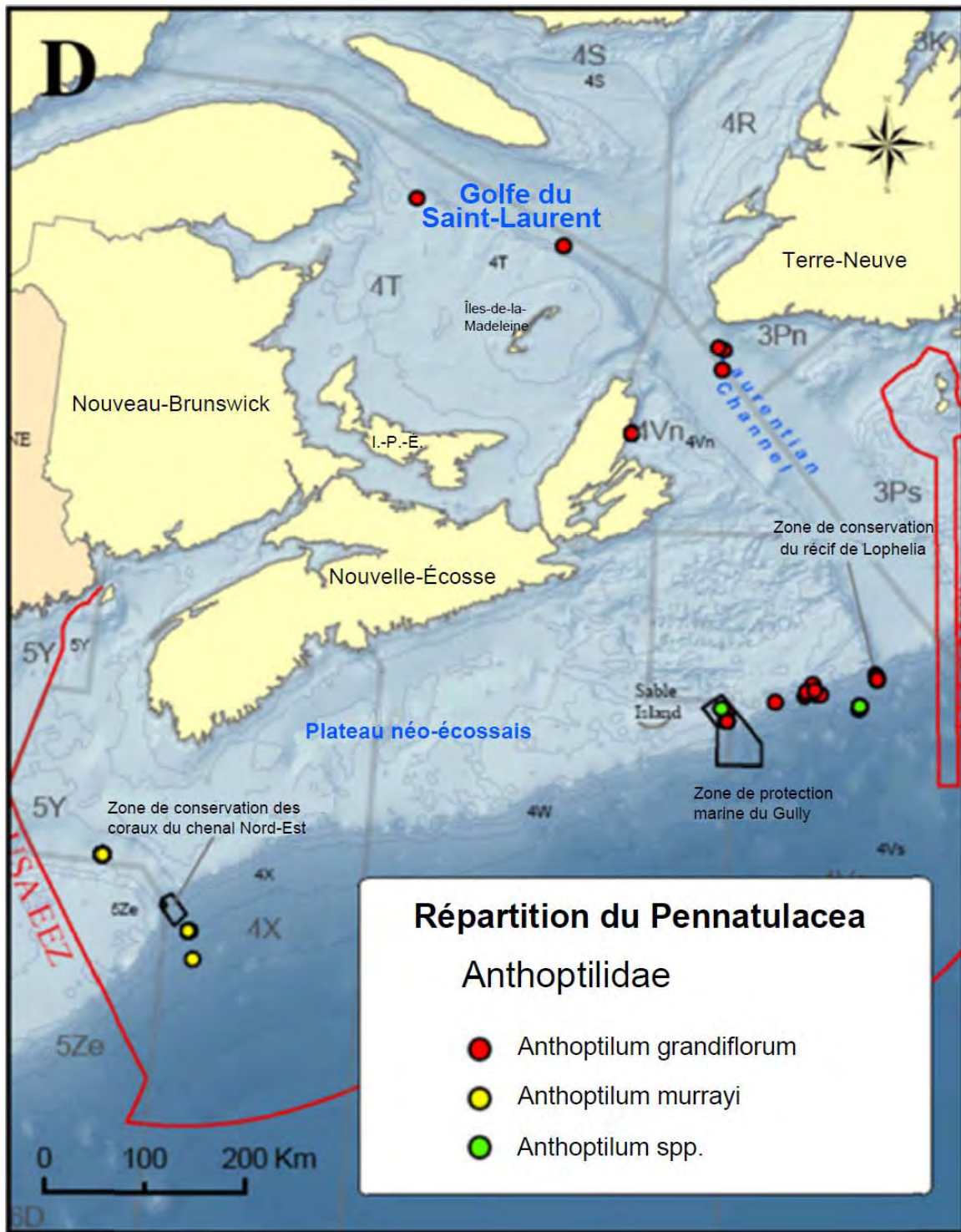
canadienne, la plie grise et la raie épineuse, demeurent dans le Golfe, se déplaçant dans les eaux plus profondes et chaudes du talus et du chenal Laurentien. Certaines de ces espèces demeurent dans cette région pendant tout l'hiver, tandis que d'autres (hareng et morue) migrent vers l'embouchure du chenal Laurentien dans le détroit de Cabot (Dufour et Ouellet 2007). Les eaux plus chaudes et profondes du talus et du chenal Laurentien servent aussi d'aire d'alimentation, de frayère et de lieu de reproduction pour certaines espèces des grands fonds de talus, dont le sébaste, le flétan noir et la plie grise. Cependant, ils n'ont pas besoin de migrer pendant l'hiver pour éviter les conditions difficiles (Dufour et Ouellet 2007).

### 5.3.3 Coraux et éponges en eau profonde

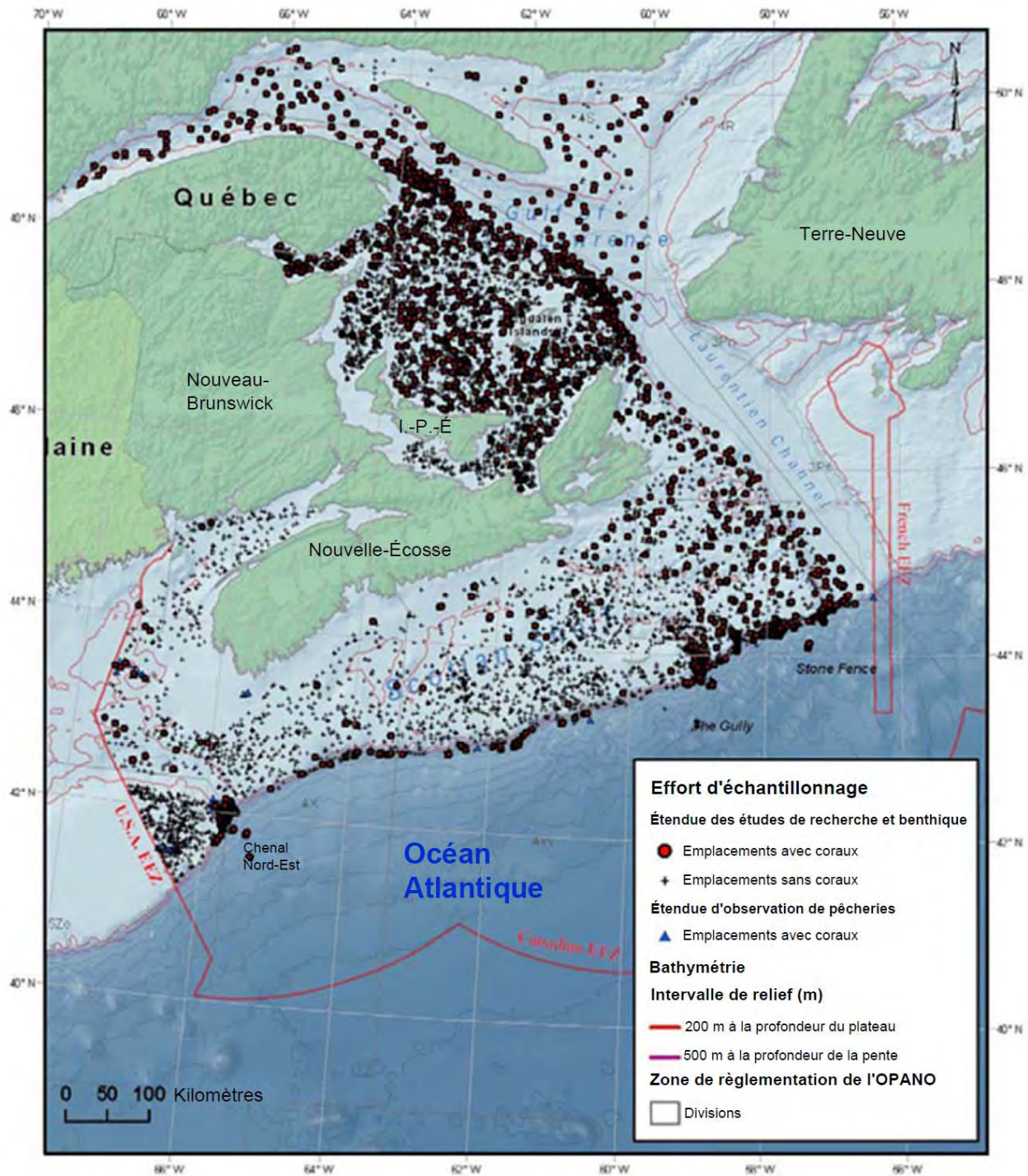
Les plumes de mer (*Anthoptilum grandiflorum*) étaient présentes, mais non communes, dans le PP 1105 (tel que décrit à la Section 5.3.2) Les plumes de mer (ordre des Pennatulacea) sont des organismes coloniaux contenant plusieurs polypes, chacun comportant huit tentacules. Elles ne sont pas de véritables coraux durs ou mous, mais sont dans le même groupe que les octocoraux (les polypes ayant huit tentacules) qui incluent les coraux cornés et les coraux écorce (ordre des Gorgonacea), les coraux tuyau-d'orgue (ordre des Stolonifera), les coraux bleus (ordre des Heliporacea) et les vrais coraux mous (ordre des Alcyonacea). Les coraux mous contiennent des tissus mous charnus ou coriaces et ne possèdent pas d'ossature comme les coraux durs qui forment les récifs. L'*Anthoptilum grandiflorum* (observé à l'occasion aux alentours du secteur du projet) est relativement commun ailleurs dans le chenal Laurentien et au large du plateau néo-écossais, tel qu'illustré à la Figure 5.21.

Wareham et Edinger (2007) ont noté que les plumes de mer étaient généralement réparties le long de la bordure du plateau continental à l'est de bassin de Baffin, au large au sud-est de l'île de Baffin, à Tobin's Point, dans le secteur de Flemish Cap et au sud-ouest des Grands Bancs. Onze espèces de plumes de mer ont été identifiées, dont la plus grande diversité a été retrouvée près du secteur du sud-ouest des Grands Bancs. Les plumes de mer ont été retrouvées à des profondeurs situées entre 96 et 1 433 m et étaient de taille variant entre 10 et 80 cm. L'*Anthoptilum grandiflorum* et la *Pennatula phosphora* (non observées près du projet) étant les plus abondantes.

La vidéographie sous-marine de l'habitat benthique filmée au cours de l'étude des géorisques en octobre 2010 n'a pas permis d'identifier la présence de coraux ou d'éponges en eau profonde. Seulement des plumes de mer, telle que mentionnée ci-dessus, ont été observées. La plupart des coraux et éponges qui ont été notés par les programmes des observateurs des pêches et la recherche par le MPO (Campbell et Simms 2009; Gilkinson et Edinger 2009) ne semblent pas être concentrés près du PP 1105 ni près du chenal Laurentien situé dans le Golfe (Figures 5.22 et 5.23). (Note : il n'existe pas de données sur la présence/l'absence de coraux et d'éponges au sein du chenal Laurentien à l'extérieur du Golfe).

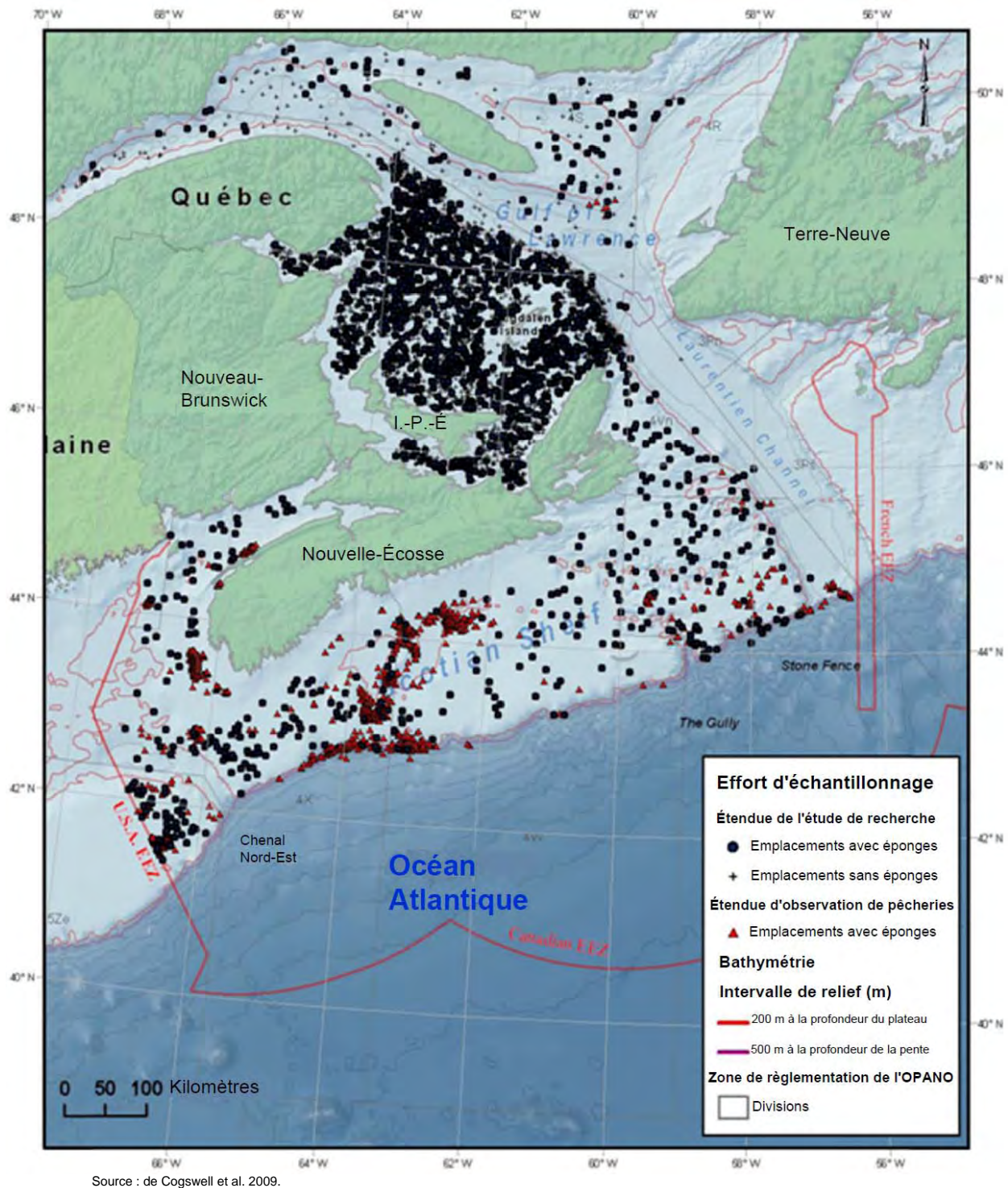


**Figure 5.21** Autres emplacements connus des plumes de mer, *Anthoptilum grandiflorum*, dans le golfe du Saint-Laurent, le chenal Laurentien et le plateau néo-écossais



Source : de Cogswell et al. 2009.

**Figure 5.22** Emplacement des coraux en eau froide sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent



**Figure 5.23** Emplacement des éponges sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent

Les coraux en eau profonde (également appelés coraux en eau froide puisque la profondeur de l'eau ne constitue pas un facteur limitatif dans leur répartition) sont généralement retrouvés liés à un substrat dur tel le fond rocheux, des blocs rocheux et des débris, et certaines espèces sur des lits de gravier, mais jamais sur des sédiments non consolidés tels le sable, le limon, l'argile et la boue, lesquels sont présents sur le site du PP 1105. Le rapport de LGL (2007) indique qu'en général, la faible abondance de coraux dans le chenal Laurentien (autre que le Stone Fence à l'extrémité sud du chenal Laurentien) reflète probablement le léger couvert de pierres et de roches dans le secteur (Mortensen 2006). La zone de conservation des coraux de Stone Fence dans le chenal Laurentien est située au dlà du détroit de Cabot et plus près du plateau néo-écossais et de l'Océan Atlantique et se situe au sein de la Division 4Vs de l'OPANO à une profondeur d'environ 2 500 m (voir les Figures 5.22 et 5.23). Les coraux en eau profonde nécessitent également des vitesses de courant relativement plus élevées pour survivre et ils ont besoin de se nourrir de plancton. Ils sont généralement retrouvés le long des pentes et des plateaux continentaux (particulièrement sur les flancs des bancs). Les données sur le courant des eaux à la Section 4.2 indiquent que les courants de fonds à environ 60 km du PP 1105 sont relativement faibles et le fond de mer est relativement plat et assez loin du talus du chenal Laurentien. Ces facteurs suggèrent que la zone dans laquelle le projet est planifié n'est pas un habitat favorable pour les coraux en eau profonde, ni probablement pour les éponges, puisqu'ils dépendent trop du plancton comme source alimentaire.

#### **5.3.4 Plancton**

Le plancton c'est le très petit (souvent microscopique) organisme flottant qui vit en suspension dans la colonne d'eau. Les processus physiques, tels les courants d'eau et les mélanges turbulents, contrôlent la plupart du temps la répartition du plancton. Le plancton constitue la base productive des écosystèmes marins. Le phytoplancton (souvent une algue unicellulaire) est la composante autotrophe du plancton, alors que le zooplancton est sa composante hétérotrophe. Le plancton fait partie intégrale de la chaîne alimentaire de l'océan; le phytoplancton est consommé par le zooplancton, qui à son tour sert de nourriture à des organismes plus gros que lui. Le plancton sert donc de facteur déterminant en influençant la biodiversité et la productivité des habitats marins. Des zones reconnaissables de production accrue de plancton peuvent donc suggérer des zones potentiellement importantes pour les poissons, les oiseaux marins, les mammifères marins et les tortues de mer.

Les informations sur le plancton dans le Golfe et aux alentours du PP 1105 ont été compilées en se basant sur les données disponibles et les publications scientifiques. Les rapports et les sources de données incluent le programme de monitoring de la zone atlantique du MPO, qui a débuté des champs d'études et la collecte de données dès 1998 (et est toujours en cours), les rapports de conseillers scientifiques et les données issues de diverses publications dans le domaine scientifique. Le Programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA) effectuée de l'échantillonnage sur sept stations fixes et 13 transects (ou sections) dans l'estuaire et le Golfe et généralement durant le printemps et l'automne (MPO, 2011h). La ligne de transect à travers le détroit de Cabot (identifié TDC dans le programme PMZA) est d'une importance particulière puisqu'elle traverse le chenal Laurentien entre Terre-Neuve et l'Île du Cap Breton et est située à environ 70 km au sud-est du PP 1105. Le débit d'eau standard passant par le PP 1105 et les propriétés de l'eau ont de bonnes chances d'être similaires à ceux du détroit de Cabot. Ainsi,

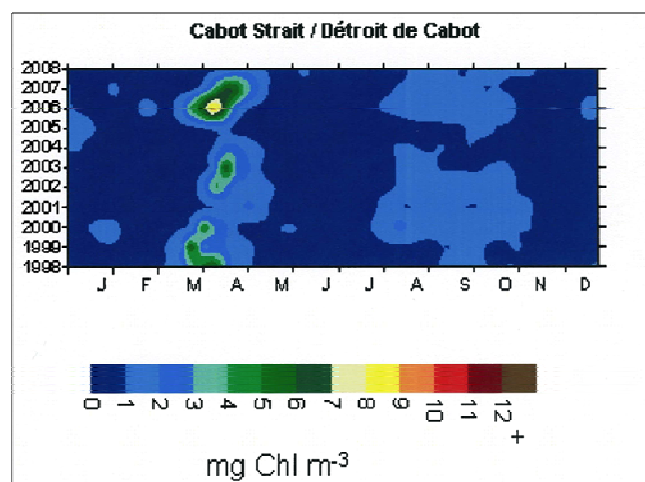
bien qu'il n'y ait pas de données disponibles spécifiques au PP 1105 et ses alentours rapprochés, une structure comparable de la communauté de plancton peut être envisagée et est décrite dans les sections qui suivent.

Le PMZA utilise également des données provenant de satellite (surtout ceux comportant les senseurs SeaWiFS et MODIS) afin d'obtenir une couverture spatiale synoptique pour les variables océanographiques telles que la température, la chlorophylle comme indicateur de biomasse du phytoplancton et les conditions glaciaires.

#### 5.3.4.1 Le phytoplancton et la production primaire

Le phytoplancton est constitué d'algues flottantes, de protistes et de cyanobactéries. Le phytoplancton forme le début de la chaîne alimentaire des animaux aquatiques et réussit à absorber une quantité considérable de carbone par la photosynthèse. La chlorophylle est la molécule de couleur verte des cellules des plantes qui fournissent la quantité d'énergie permettant l'absorption au cours du processus de photosynthèse. En plus de son importance lors de la photosynthèse, la chlorophylle est probablement l'outil d'estimation le plus communément utilisé pour évaluer la biomasse algale dans les systèmes marins.

En général, le cycle de croissance annuelle de la production primaire dans le Golfe a été caractérisé par une pointe d'abondance plus intense au printemps qui est attribuée au moment où les concentrations de nutriments sont élevées et les conditions de luminosité sont favorables à la photosynthèse (Dufour et al. 2010). De plus, la variabilité inter-annuelle de la biomasse de phytoplancton est reliée au ruissellement de l'eau douce et aux conditions éoliennes. Les données sur la chlorophylle provenant des images des satellites couvrant le détroit de Cabot sont présentées à la Figure 5.24 (Dufour et al. 2010) et indiquent que la plus intense des croissances printanières du phytoplancton se produit vers la fin mars et au mois d'avril, suivi par une pointe beaucoup plus petite de phytoplancton d'août à octobre.



Source : Dufour et al. 2010.

**Figure 5.24 Chlorophylle saisonnière et inter-annuelle en surface pour la région du détroit de Cabot dans le golfe du Saint-Laurent (selon des images satellites SeaWiFS, 1998 à 2008)**

Dufour et Ouellet (2007) ont résumé le schéma saisonnier de la croissance du phytoplancton à la grandeur du Golfe. L'éclosion printanière se produit fin avril ou début mai et est caractérisée par une croissance rapide de larges diatomées (*Thalassiora* sp. et *Chaetoceros* sp.). Au fur et à mesure que les nutriments s'épuisent, l'abondance des diatomées les plus larges décline et plusieurs dinoflagellés importants (ex. : *Peridinium* sp., *Alexandrium* sp. et *Ceratium* sp.) deviennent dominants par leur nombre. Cependant, la diversité demeure élevée au cours de l'été, alors que les concentrations et la productivité de chlorophylle demeurent bas. Une éclosion automnale peut se produire de septembre à novembre dans le Golfe, où les concentrations de chlorophylle ne sont pas vraiment plus élevées que celles de l'été. Les zones comportant une croissance relativement élevée de phytoplancton ont été décrites comme se produisant dans l'estuaire maritime, le nord-ouest du Golfe et principalement le long de la péninsule gaspésienne, aux extrémités sud et ouest de l'île d'Anticosti et le long de la Côte-Nord (Québec), ainsi qu'à des niveaux plus faibles sur la côte ouest de Terre-Neuve et du plateau madelinien.

L'espèce non-indigène de phytoplancton *Neodenticula seminae* s'avère une diatomée provenant du Pacifique qui a été introduite et observée dans l'estuaire et le Golfe depuis 2001 (Dufour et al. 2010). En 2001, cette espèce constituait 80 pour cent de la communauté de phytoplancton durant l'éclosion printanière, où les concentrations montaient jusqu'à  $2 \times 10^6$ /L. Cette espèce planctonique en eau froide était auparavant limitée au Pacifique Nord et à la mer de Béring. Elle a été probablement introduite naturellement dans le Golfe, où elle a migré à travers l'Arctique puis en descendant le courant du Labrador, plutôt que par les eaux de ballast des navires. Il peut être envisagé de penser que d'autres transferts pourraient se produire du Pacifique vers l'Atlantique, incluant le Golfe, alors que les glaces de l'Arctique continuent de fondre, pouvant ainsi engendrer potentiellement d'énormes impacts sur la biodiversité et les pêcheries dans l'Atlantique Nord-Ouest, incluant le secteur du Golfe (Dufour et al. 2010).

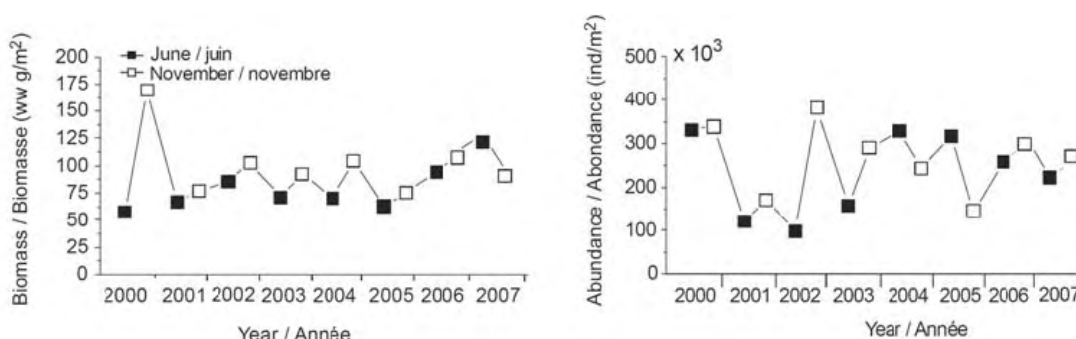
D'autres espèces nouvellement introduites dans la région du Saint-Laurent incluent les dinoflagellés (dinoflagellés toxiques *Alexandrium pseudogonyaulax* (observées depuis 2001) et les dinoflagellés non-toxiques *Prorocentrum rhathymum* (observées depuis 1999) (Dufour et al. 2010)). Cependant leur méthode d'introduction dans le Saint-Laurent demeure à ce jour inconnue. Les efflorescences algales nuisibles et celles responsables de l'intoxication paralysante par les mollusques causée par les dinoflagellés *Alexandrium tamarense* se produisent le plus souvent dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, le long des côtes nord et sud (Dufour et al. 2010). Les efflorescences algales nuisibles sont reconnues pour se produire dans les secteurs de mer libre du Golfe, ni près du PP 1105.

#### **5.3.4.2 Zooplancton**

Le zooplancton est un animal mesurant entre <1 mm, tel le copépode, et environ 4 cm (ex. : le krill). Le zooplancton consomme, et dépend, du phytoplancton. C'est d'ailleurs la part la plus importante, et de loin, de son alimentation. Les oeufs et les larves d'animaux plus gros, tels le poisson et les crustacés, font également partie de l'alimentation des zooplanctons les plus larges. En retour, plusieurs organismes sous des tropiques élevés, tels des poissons et des mammifères marins, incluent le zooplancton dans leur diète. Ainsi, le zooplancton joue un rôle très important dans la chaîne alimentaire marine. Des paramètres physiques, qui jouent un

contrôle sur la production primaire dans le Golfe, exercent également une influence sur le zooplancton dans le système.

Les données du PMZA amassées annuellement au printemps et à l'automne le long des différentes sections dans le Golfe démontrent que sur une période sept années (2000 à 2007), l'abondance moyenne des copépodes le long de la section du détroit de Cabot dans le Golfe, augmente généralement de la fin du printemps à la fin de l'automne (Harvey et Devine 2008; Figure 5.25). Cette observation générale est également reflétée pour les autres sections du PMZA dans le Golfe. L'ensemble de copépodes dans le détroit de Cabot est dominé par le mesozooplankton, comprenant de petites espèces de copépodes (*Oithona* sp., *Pseudocalanus* sp. et *Temora* spp.), ce qui représente en moyenne 64 pour cent de l'abondance totale annuelle du copépode (Tableau 5.5).



Source : Harvey et Devine 2008.

**Figure 5.25 Biomasse moyenne de zooplancton (poids frais) et abondance dans la section du PMZA du détroit de Cabot en juin et novembre 2007**

**Tableau 5.5 Abondance moyenne du zooplancton dans la section du PMZA du détroit de Cabot, 2000 à 2007**

2002 à 2006				2007			
Classement	Espèces	% total de zooplancton	Moyenne annuelle (ind/m <sup>2</sup> *10 <sup>2</sup> )	Classement	Espèces	% total de zooplancton	Moyenne annuelle (ind/m <sup>2</sup> *10 <sup>2</sup> )
1	<i>Oithona</i> spp.	38.44	899.90	1	<i>Oithona</i> spp.	43.32	1,095.10
2	<i>Pseudocalanus</i> spp.	15.63	366.02	2	<i>Calanus finmarchicus</i>	8.70	219.94
3	<i>Calanus finmarchicus</i>	10.21	238.96	3	<i>Pseudocalanus</i> spp.	8.55	216.08
4	<i>Temora</i> spp.	9.99	233.86	4	<i>Calanus hyperboreus</i>	8.03	202.96
5	<i>Calanus hyperboreus</i>	5.70	119.92	5	Appendicularia	4.08	103.21
6	<i>Microcalanus</i> spp.	3.01	70.49	6	<i>Temora</i> spp.	4.07	102.95
7	Appendicularia	2.22	52.07	7	<i>Microcalanus</i> spp.	3.00	75.75
8	Nauplies de copépodes	2.01	47.11	8	Ptérotopodes	2.77	69.91
9	Œufs de copépodes	1.85	43.21	9	<i>Metridia</i> spp.	2.74	69.25
10	Larves de bivalves	1.58	37.03	10	Larves de bivalves	2.33	45.15
Total			2,108.57	Total			2,200.30
Abondance totale de zooplancton (N/m <sup>2</sup> *10 <sup>2</sup> )			2,341.18	Abondance totale de zooplancton (N/m <sup>2</sup> *10 <sup>2</sup> )			2,523.51

Source : d'après Harvey et Devine 2008.



Le mesozooplancton est constitué de copépodes prédominants, mais inclut également d'autres organismes de mesozooplancton (ex. : larves invertébrées, décapodes, ostracodes). Les nauplies de copépodes étaient typiquement beaucoup plus abondants en juin qu'en novembre. L'abondance plus élevée de juin est attribuée au nauplius du *Calanus finmarchicus*, qui constitue le gros copépode dominant dans le système marin du Golfe. Les schémas saisonnier et interannuel de l'abondance totale des copépodes sont largement issus des petits copépodes (incluant le *Pseudocalanus* spp.), confirmant que ce groupe domine largement l'ensemble total des copépodes en terme d'abondance.

Pour les mesozooplanctons autres que les copépodes (meroplancton (animaux marins à des stades planctoniques plus précoces (ex. : larves de poissons)), zooplancton carnivore et larve de krill), leurs abondances totales étaient généralement plus élevées en juin qu'en novembre; c'est tout le contraire de ce qui a été observé pour la biomasse de mesozooplancton (excluant le *Calanus hyperboreus*) et l'abondance totale des copépodes, qui étaient généralement plus élevées en novembre qu'en juin.

Les espèces copépodes plus larges du *Calanus finmarchicus* et du *Calanus hyperboreus*, habituellement retrouvées en eaux plus profondes, tel le chenal Laurentien, sont généralement moins abondantes que les espèces de copépodes plus petites, mais contribuent en terme de biomasse et de manière plus générale à la biomasse élevée totale de zooplancton dans la région (Dufour et Ouellet 2007). Dufour et Ouellet (2007) suggèrent que l'influence des masses d'eau provenant de diverses sources, tels l'Arctique et l'Atlantique, favorise la présence de copépodes plus larges, ainsi que des euphausiacés (krills), des chétognathes (*Sagitta elegans*), des amphipodes hypéridés et des organismes gélatineux tels les hydrozoaires de type méduse (siphonophores). De plus, des stades de développement plus tardifs du *Calanus* spp., présents dans les eaux profondes du chenal Laurentien à l'automne, sont subséquemment transportés par les courants profonds vers la tête du chenal Laurentien, dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. De la même façon, les krills sont probablement également transportés par les courants des eaux profondes vers la tête du chenal Laurentien où les individus matures sont concentrés. Ce mécanisme de transport est probablement à la base de la création de la plus grande concentration de krills (principalement des *Meganyctyphanes norvegica* et des *Thysanoessa rashi*) observée dans l'Atlantique du Nord-Ouest (Simard et al. 2002, dans Dufour et Ouellet 2007).

Tel qu'indiqué précédemment, le macrozooplancton est un contributeur important à la biomasse de plancton dans la système marin du Saint-Laurent, représentant 10 à 20 pour cent de la biomasse totale de zooplancton (environ 123 g de poids frais par m<sup>2</sup>) (Harvey et Devine 2008). Il joue un rôle significatif dans l'écosystème pélagique comme source alimentaire pour les mammifères marins, les oiseaux marins et les poissons, ainsi que comme prédateurs des copépodes et/ou des larves de poissons. Les macrozooplanctons sont surtout des euphausidés adultes et juvéniles, ou du krill (*Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa raschii*). Cette catégorie de zooplancton inclut également des mysidacés (*Boreomysis arctica*, *Mysis mixta*, *Erythroops erythropthalma*), qui sont couramment retrouvés dans les échantillons profonds, des amphipodes hypéridés (*Themisto libellula*, *Themisto abyssorum*, *Themisto compressa*) et des chétognates (*Sagitta elegans*, *Pseudosagitta maxima*, *Eukrohnia hamata*). En ce qui concerne les macrozooplanctons, les deux espèces générales les plus abondantes dans le Golfe sont les amphipodes hypéridés *Themisto abyssorum* et les chétognathes *Sagitta elegans*, et ce, dans toutes les saisons et années d'échantillonnage.

Le *Themisto libellula* est un amphipodé hypéridé qui a été introduit et observé dans les eaux du Golfe depuis le début des années 90 (Dufour et al. 2010). Analogue aux espèces de phytoplancton introduites, il est supposé que le *Themisto libellula* a été transporté par les eaux du plateau du Labrador se déplaçant vers le Golfe en passant par le détroit de Belle-Île durant l'hiver.

#### **5.3.4.3 Ichthyoplancton**

L'ichthyoplancton fait partie de la population de zooplancton qui est particulière aux larves et aux œufs des poissons et parfois il est réputé pour inclure également les larves et les œufs aux espèces importantes de mollusques. Les ichthyoplans, tout comme d'autres stades planctoniques précoces du cycle de vie des animaux marins, sont collectivement classés dans la famille du méroplancton, laquelle a été décrite à la Section 5.3.4.3.

L'ichthyoplancton du Golfe inclut jusqu'à 50 espèces d'œufs et de larves de poissons (Tableau 5.6). Les espèces dominantes dans la catégorie des ichthyoplans sont les larves de hareng, de capelan, de la limace de mer, de la stichée et du chabot (White et Johns 1997), tous des reproducteurs benthiques, desquels les larves pélagiques éclosent des œufs déposés sur le plancher océanique. Dans les zones plus près des côtes, des espèces tels le homard, le hareng, le pétoncle, la tanche-tautogue, l'ulvaire deux-lignes, la plie rouge et le capelan dominant l'ichthyoplancton. Au début mai, la plus commune des larves de poissons dans le Golfe Nord-Est est le lançon, et vers la fin juin, le sébaste et le capelan deviennent les plus proéminents (de Lafontaine et al. 1991). Le sébaste et le flétan noir sont les plus proéminents dans les eaux au large du chenal Laurentien et aussi potentiellement dans le PP 1105.

La densité la plus notable d'ichthyoplancton dans le Golfe a été observée sur la côte ouest de Terre-Neuve à l'Île d'Anticosti et sur la côte sud-ouest du Golfe, incluant dans la Baie des Chaleurs (MPO, 2009a). Le long de côte ouest de Terre-Neuve, les larves de poissons, particulièrement celles du capelan et du hareng, sont retrouvées en quantité substantielle dans région côtière au nord de la péninsule de Port-au-Port et au nord-est du PP 1105. Une des densités les plus élevées d'œuf et de larves de poissons (particulièrement les œufs de morue

et de plie rouge, ainsi que les larves de lançon et de la stichée arctique) et les crustacés décapodes se retrouvent dans les régions nord et ouest de l'Île d'Anticosti. La côte sud-ouest et la région plus large du sud du Golfe comportent la plus grande abondance en termes d'espèces, ainsi que le plus d'abondance d'œufs et de larves provenant de différents organismes marins à la grandeur du Golfe. Ce secteur représente également une zone importante pour la reproduction du maquereau de l'Atlantique et pour la population de morue franche du sud du Golfe.

**Tableau 5.6 Ichthyoplancton commun dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent**

Espèces reproductrices pélagiques		Espèces reproductrices benthiques	
Maquereau	<i>Scomber scombrus</i>	Hareng	<i>Clupea harengus</i>
Morue franche	<i>Gadus morhua</i>	Éperlan	<i>Osmerus mordax</i>
Plie canadienne	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Poulamon	<i>Microgadus tomcod</i>
Motelle à quatre barbillons	<i>Enchelyopus cimbrius</i>	Plie rouge	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>
Merluche	<i>Urophycis</i> sp.	Capelan	<i>Mallotus villosus</i>
Tanche-tautogue	<i>Tautoglabrus adspersus</i>	Limace de mer	<i>Liparis</i> sp.
Limande à queue jaune	<i>Limanda ferruginea</i>	Stichée	<i>Lumpenus</i> sp.
Sébaste <sup>A</sup>	<i>Sebastes</i> sp.		<i>Stichaeus</i> sp.
<b>Crustacés<sup>B</sup></b>			<i>Ulvaria</i> sp.
Crabe des neiges	<i>Chionoecetes opilio</i>	Chabots	<i>Myoxocephalus</i> sp.
Crabe commun	<i>Cancer irroratus</i>		<i>Icelus</i> sp.
Homard d'Amérique	<i>Homarus americanus</i>		<i>Hemitripterus</i> sp.
Crevette nordique	<i>Pandalus borealis</i>		<i>Arctediellus</i> sp.
		Lançon	<i>Ammodytes</i> sp.
<sup>A</sup> Donne naissance à des petits vivants. <sup>B</sup> Les œufs s'attachent en dessous de l'abdomen de la femelle jusqu'à l'année suivante; les larves dérivent en surface. De : White et Johns 1997. Sources : de Lafontaine 1990; de Lafontaine et al. 1991.			

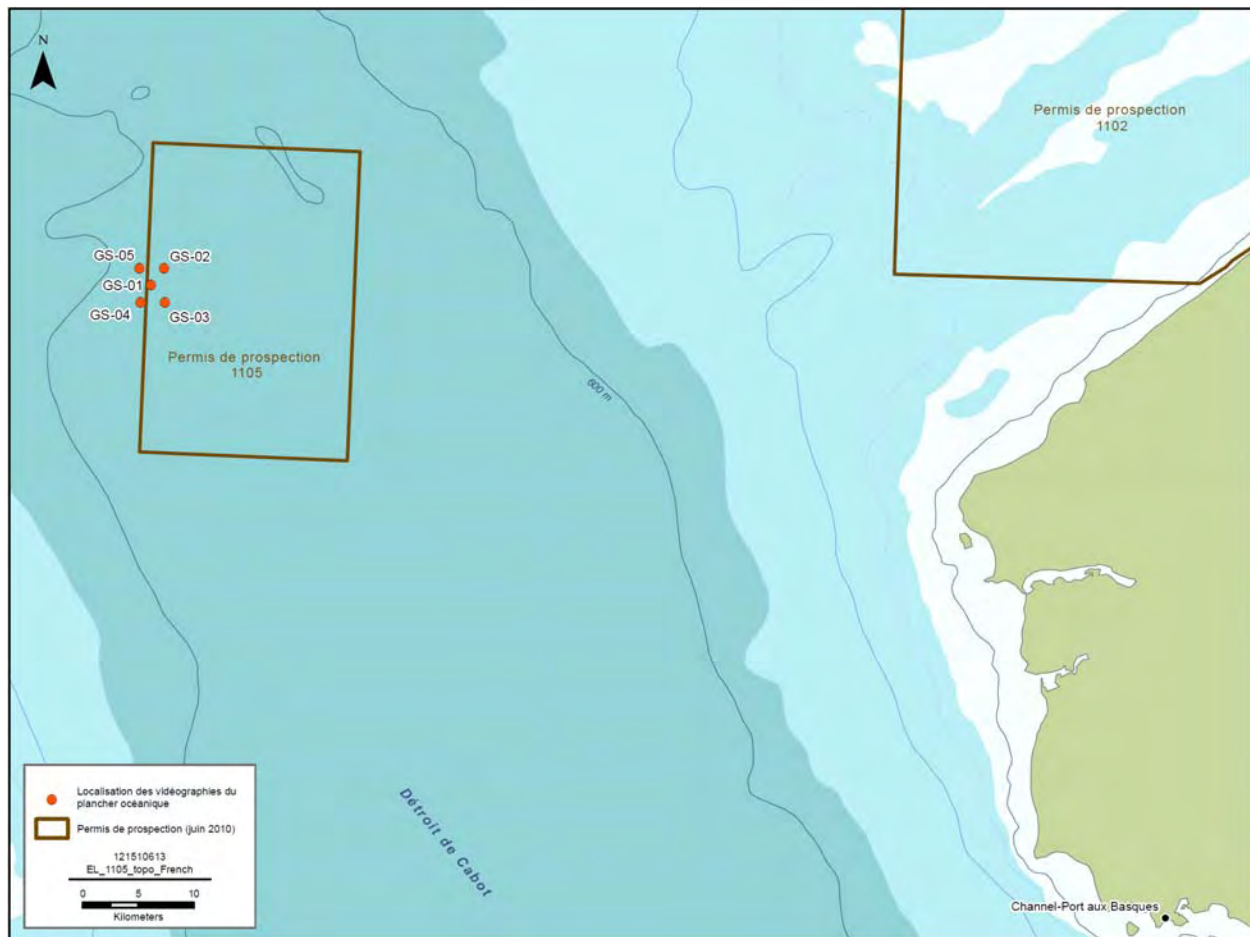
## 5.4 Les poissons de mer et leurs habitats

Les eaux marines du golfe abritent beaucoup d'espèces de poissons, de mollusques et de crustacés. La présence d'eaux chaudes et productives pendant l'été suivie d'eaux froides recouverte de neige pendant l'hiver est une des principales raisons de cette diversité. Environ 20 espèces de poissons marins sont présentement ou ont déjà été pêchées de manière commerciale ou expérimentale dans le golfe (MPO, 2005a). Les pêches commerciales sont discutées plus en détail à la Section 5.8.

### 5.4.1 Habitat du poisson

Dans le cadre de l'étude sur les géorisques réalisée par Fugro GeoSurveys Inc. en octobre 2010, la vidéographie subaquatique et les échantillons instantanés des sédiments de surface proviennent des emplacements des stations indiquées à la Figure 5.26. La description

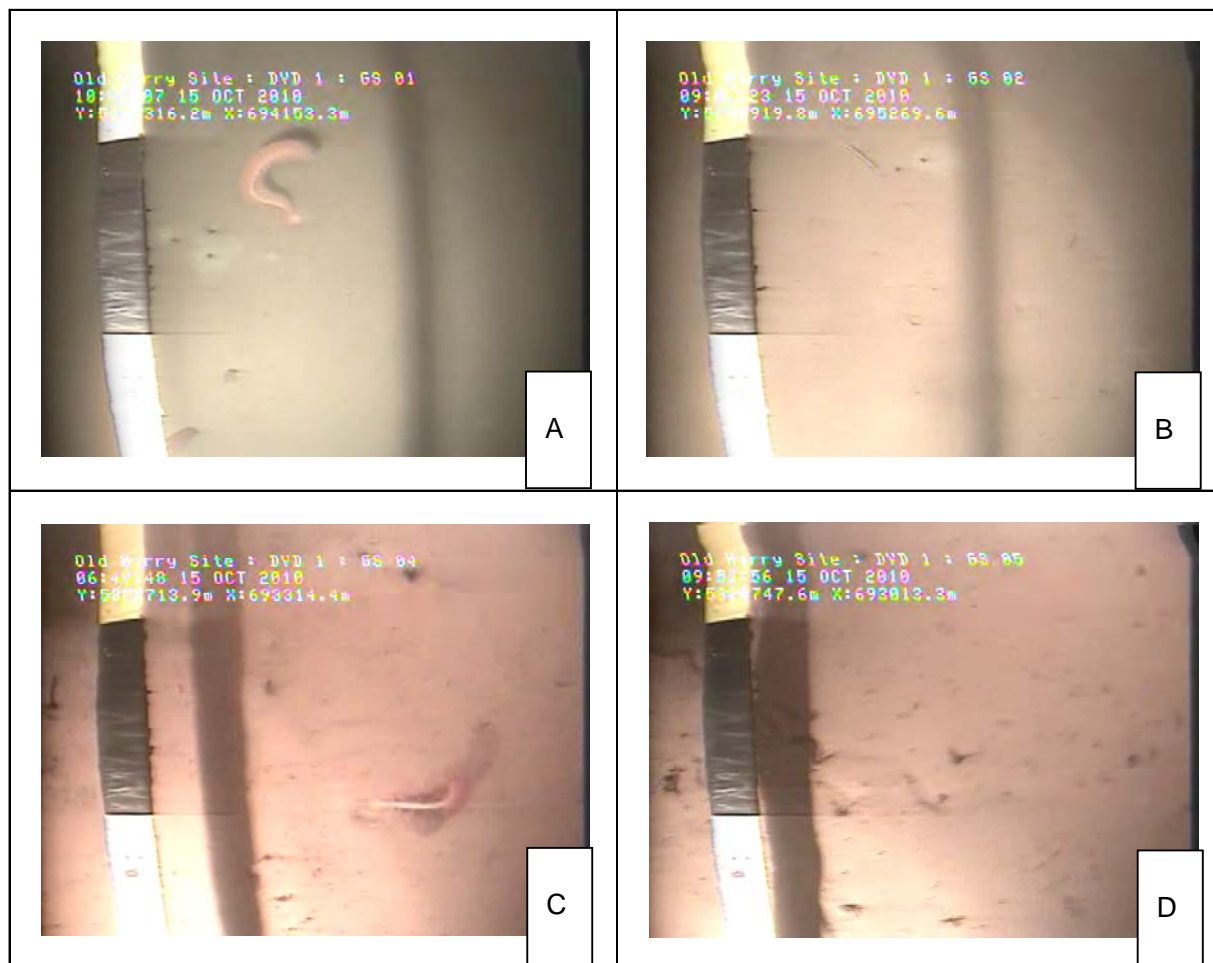
de l'habitat benthique fournie ci-dessous pour cette région est fondée sur l'information et les données obtenues à partir de cette étude sur le terrain.



**Figure 5.26 Emplacement de la vidéographie du plancher océanique et des stations d'échantillonnages benthiques dans le cadre du programme d'étude sur les géorisques (12 au 15 octobre 2010)**

Le plancher océanique est constitué de sédiments vaseux meubles qui semblent uniformément distribués dans l'ensemble de la région qui a fait l'objet de l'étude. Des images du plancher océanique sont fournies à la Figure 5.27, où un habitat benthique avec faible diversité d'espèces peut être observé, principalement la présence de trous et d'empreintes laissés par les invertébrés benthiques fouisseurs, comme les vers polychètes. La plume de mer que l'on voit rarement (*Anthoptilum grandiforum*), (également connu sous le nom pennatulaire et qui ressemble à un « point d'interrogation »), s'élevant du plancher océanique peut également être observée (Figure 5.27, A et C). Les espèces de plume de mer non fréquemment observées sont relativement communes ailleurs dans le chenal Laurentien et au large du plateau néo-écossais et sont discutées plus en détail à la Section 5.3.2.

La description précédente d'un milieu de culture composé de sédiments très fins soutenant un habitat benthique avec faible diversité d'espèces (comparativement à la diversité d'espèces benthiques qui sont dans un milieu de culture avec sédiments grossiers) est habituelle pour les cinq stations vidéographiques qui ont fait l'objet de l'étude. Aucun poisson, crustacé, ni coraux véritable, durs ou mous, (alcyonariens) n'ont été observés dans les images vidéo qui ont été analysées. L'analyse des images vidéo donne également à penser que les courants des eaux de fond semblent être relativement faibles (probablement <0,5 m/s) étant donné qu'il a fallu quelques secondes pour que le nuage de sédiments se disperse une fois le plancher océanique accidentellement perturbé par la caméra vidéo.



Note : La plume de mer *Anthoptilum grandiflorum* et les trous creusés par les organismes marins benthiques fouisseurs dans le substrat meuble sont visibles. (A, Station GS-01; B, Station GS-02; C, Station GS-04; D, Station GS-05 – se référer à la Figure 5.23 pour l'emplacement des stations).

**Figure 5.27 Images photographiques subaquatiques du plancher océanique dans une profondeur d'eau d'approximativement 460 à 490 m dans la zone du prospect de Old Harry**

Fugro GeoSurveys Inc. a prélevé des échantillons de sédiments avec une benne Van Veen à trois emplacements différents le 15 octobre 2010 (station GS-01, GS-02 et GS-05; Figure 5.26). Une défaillance mécanique a empêché le prélèvement des quatrièmes et cinquièmes échantillons de sédiments (c.-à-d. les stations GS-03 et GS-04 au sud; Figure 5.26).

Les analyses de la qualité des sédiments chimiques et physiques ont été effectuées sur les trois échantillons instantanés et comprennent les paramètres suivants :

- Métaux totaux;
- Carbone organique total;
- Hydrocarbure pétrolier total / benzène, toluène, éthylbenzène et xylène (BTEX) / hydrocarbure extractible total;
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
- mercure; et
- analyse granulométrique.

Les résultats sont résumés aux Tableaux 5.7 et 5.8.

**Tableau 5.7 Analyse granulométrique des échantillons de sédiments provenant des stations d'échantillonnage**

Paramètre	Unités	LDS	GS-01	GS-02	GS-05
Humidité	%	1	66	64	66
Gravier	%	0.1	ND	ND	0.5
Sable	%	0.1	3.8	4.6	4.0
Silt	%	0.1	32	33	34
Argile	%	0.1	64.2	62.4	61.5

LDS = Limite de détection à signaler  
ND = Non détecté

**Tableau 5.8 Résumé des analyses chimiques des échantillons de sédiments provenant des stations d'échantillonnage**

Paramètre	Unités	LDS	GS-01	GS-02	GS-05	CCME – NEP <sup>A</sup> marin	LCPE - Lignes directrices sur l'immersion en mer
Carbone organique total	g/kg	0.5	17	17	16	-	-
Aluminium	mg/kg	10	15,000	15,000	15,000	-	-
Antimoine	mg/kg	2	ND	ND	ND	-	-
Arsenic	mg/kg	2	5	6	4	41.6	-
Baryum	mg/kg	5	230	230	210	-	-
Béryllium	mg/kg	2	ND	ND	ND	-	-
Bismuth	mg/kg	2	ND	ND	ND	-	-
Bore	mg/kg	3	62	67	60	-	-

Paramètre	Unités	LDS	GS-01	GS-02	GS-05	CCME – NEP <sup>A</sup> marin	LCPE - Lignes directrices sur l'immersion en mer
Cadmium	mg/kg	0.3	ND	ND	ND	4.2	0.6
Chrome	mg/kg	2	37	37	37	160	-
Cobalt	mg/kg	1	12	12	12	-	-
Cuivre	mg/kg	2	24	25	25	108	-
Fer	mg/kg	50	26,000	26,000	25,000	-	-
Plomb	mg/kg	0.5	15	15	15	112	-
Lithium	mg/kg	2	28	29	28	-	-
Manganèse	mg/kg	2	580	630	630	-	-
Mercure	mg/kg	0.1	0.2	0.1	0.1	0.7	0.75
Molybdène	mg/kg	2	ND	ND	ND	-	-
Nickel	mg/kg	2	35	35	34	-	-
Rubidium	mg/kg	2	25	25	23	-	-
Sélénium	mg/kg	2	ND	ND	ND	-	-
Argent	mg/kg	0.5	ND	ND	ND	-	-
Strontium	mg/kg	5	140	130	120	-	-
Thallium	mg/kg	0.1	0.2	0.2	0.2	-	-
Étain	mg/kg	2	ND	ND	ND	-	-
Uranium	mg/kg	0.1	1.8	1.9	1.5	-	-
Vanadium	mg/kg	2	60	59	59	-	-
Zinc	mg/kg	5	81	85	82	271	-
HAP total	mg/kg	0.01	ND	ND	ND	-	2.5
Benzène	mg/kg	0.03	ND	ND	ND	-	-
Toluène	mg/kg	0.03	ND	ND	ND	-	-
Ethylbenzène	mg/kg	0.03	ND	ND	ND	-	-
Xylène	mg/kg	0.05	ND	ND	ND	-	-
C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> - Hydrocarbures (moins BTEX)	mg/kg	3	ND	ND	ND	-	-
>C <sub>10</sub> -C <sub>16</sub> - Hydrocarbures	mg/kg	10	ND	ND	ND	-	-
>C <sub>16</sub> -C <sub>21</sub> - Hydrocarbures	mg/kg	10	ND	ND	ND	-	-
>C <sub>21</sub> -<C <sub>32</sub> - Hydrocarbures	mg/kg	15	ND	ND	ND	-	-
Hydrocarbures pétroliers totaux	mg/kg	20	ND	ND	ND	-	-

LDS = Limite de détection à signaler  
 ND = Non détecté  
 ' - ' = Non disponible  
<sup>A</sup> Niveau d'effet marin probable (NEP) Lignes directrices sur la protection des sédiments, Recommandations canadiennes pour la qualité de l'Environnement, mises à jour en 2002.  
<sup>B</sup> Lignes directrices sur l'immersion en mer de sédiments évalués au préalable - *Loi canadienne sur la protection de l'environnement.*

Les résultats de l'analyse granulométrique sur les échantillons de sédiments sont fournis au Tableau 5.7. Les résultats indiquent que le sédiment est principalement fin (95 à 97 %) et composé en grande partie d'argile limoneuse (boue). Cette information va dans le sens des observations vidéographiques du plancher océanique. Elle est également cohérente avec la description de la géologie des dépôts meubles à cet endroit et sur une plus vaste zone du chenal Laurentien qui a été classée comme étant de la pélite (roche clastique avec une granulométrie de <0,0625 mm et habituellement de la boue) par Loring et Nota (1973) et des boues de retenue de bassin d'origine post-glaciaire par Josenhans et Zevenhuizen (1993).

Les résultats des analyses chimiques des échantillons de sédiments prélevés sont fournis au Tableau 5.8. Aucun hydrocarbure ni HAP n'a été détecté dans les échantillons et tous les métaux incluant les concentrations de mercure dans les sédiments sont en dessous de celles énoncées dans les directives sur la qualité des sédiments marins.

Au cours de l'étude sur les géorisques, réalisée par Fugro GeoSurveys Inc. en octobre 2010, d'autres échantillons instantanés ont été prélevés et conservés dans une solution contenant 10 % de méthanediol. Les échantillons ont été passés au tamis et les organismes ont été prélevés à des fins de tri et d'identification par Arenicola Marine. Les résultats soutiennent l'information vidéographique selon laquelle il y avait quelques éléments de la macrofaune benthique dans les échantillons, principalement des ptychètes et des mollusques (Tableau 5.9). Encore une fois, cette information corrobore et soutient la faible diversité d'espèces et l'abondance du substrat meuble de l'habitat benthique.

**Tableau 5.9 Résumé des invertébrés benthiques prélevés aux emplacements des stations**

Famille	Espèces	Nombre d'individus <sup>A</sup>		
		GS-01	GS-02	GS-05
Copépodes	<i>Calanus finmarchicus</i> <sup>B</sup>	3		
Polychètes	<i>Spio limicola</i>	1	1	
	<i>Brada inhamilis</i>	1		
Mollusques	<i>Limacina helicina</i>	1		
	<i>Littorina littorea</i>		1	
Oligochaeta	Non identifiée		1	
Foraminifères <sup>B</sup>	<i>Triloculina</i> sp.	1		
	<i>Lenticulina</i> sp.	3		
Nématodes <sup>B</sup>	Indéterminée		3	2

<sup>A</sup> Secteur des échantillonnages instantanés de 0,1 m<sup>2</sup>.  
<sup>B</sup> Non considéré comme macrofaune benthique.

#### 5.4.2 Mollusques et crustacés

On a également constaté la présence de mollusques et de crustacés dans le Golfe et sur le site du PP 1105 dans le chenal Laurentien. En tenant compte des données sur le poids des prises de poisson pour 2006 à 2008 dans les secteurs 4S et 4Tf de l'OPANO et l'EES de l'ouest de Terre-Neuve, le homard, le crabe des neiges, le crabe commun, le pétoncle géant de



l'Atlantique, le buccin et la crevette nordique sont désignés comme étant d'importantes espèces d'invertébrés incluses dans la pêche commerciale. Par conséquent, l'évolution biologique et les répartitions de ces espèces sont décrites plus en détail dans les paragraphes ci-dessous. Les espèces qui sont incluses dans la pêche commerciale et les activités pertinentes dans le cadre du projet sont discutées à la Section 5.8.

Il est également important de mentionner qu'on a signalé que le crabe des neiges géant a été vu à des profondeurs semblables à celles du site du PP 1105 (c.-à-d. 200 à 500 m) (LGL 2005b). Un examen des données sur la pêche commerciale fournies par le MPO a révélé la présence de plusieurs autres espèces de mollusques et crustacés qui ont été enregistrées aux alentours du site du PP 1105, notamment le buccin, le pétoncle, le crabe-araignée (probablement le *Hyas araneus* et/ou le *Hyas coarctatus*), le crabe commun, et de multiples types de myes (le couteau de l'Atlantique (probablement le *Siliqua costata*), la mye (*Mya arenaria*) et la mactre d'Amérique) (Données sur les prises de poisson du MPO, communication personnelle 2011). Des renseignements supplémentaires spécifiques aux espèces sont fournis dans l'EES de 2005 pour la zone extracôtière de l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador, à la Section 3.4.1 (LGL 2005b). On a également confirmé la présence du calmar aux alentours du site du PP 1105 (Données sur les prises de poisson du MPO, communication personnelle 2011).

On a également confirmé la présence d'une espèce envahissante de mollusques dans les eaux au large de Terre-Neuve. Entre autres, on a signalé la présence du crabe vert (*Carcinus maenas*) dans les eaux de Terre-Neuve en 2007, qui est connu comme une espèce envahissante agressive. Comme dans le cas de la plupart des espèces envahissantes, la présence du crabe vert dans les eaux au large de Terre-Neuve peut augmenter la pression sur l'écosystème et sur les assemblages de poissons et de mollusques et crustacés existants. Une perturbation de l'équilibre naturel de l'écosystème peut, en retour, augmenter la vulnérabilité des espèces indigènes à davantage de pressions, y compris les interactions avec les éventuelles activités anthropiques.

#### **5.4.2.1 Homard d'Amérique**

Le homard est distribué dans des populations localisées dans les régions proches du rivage autour de l'île de Terre-Neuve, y compris la côte ouest de Terre-Neuve, les Îles-de-la-Madeleine, l'île du Prince-Édouard, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse. La saison de pêche du printemps retire les individus adultes de la population avant la reproduction et le frai. Chez la femelle adulte, la reproduction et le frai se produisent au cours d'un été, alors que durant le deuxième été, la femelle se consacre à la ponte. Les jeunes femelles se consacreront à la reproduction, au frai et à la ponte au cours du même été (MPO, 2003).

La période de parade se produit habituellement avant la reproduction chez les femelles adultes. Immédiatement après la reproduction (au moment où la carapace de la femelle est encore molle), la femelle s'accouplera avec un mâle et emmagasinera le spermatophore à l'intérieur d'un sac en dessous de son abdomen jusqu'au moment du frai de l'année suivante. Les œufs sont extrudés durant les mois d'été et d'automne et ils peuvent se chiffrer entre des milliers à des dizaines de milliers. Même avec cet important nombre d'œufs pondus, le taux de survie est

faible et environ un sur dix des oeufs fécondés vont se développer pour devenir des adultes (MPO, 2009f).

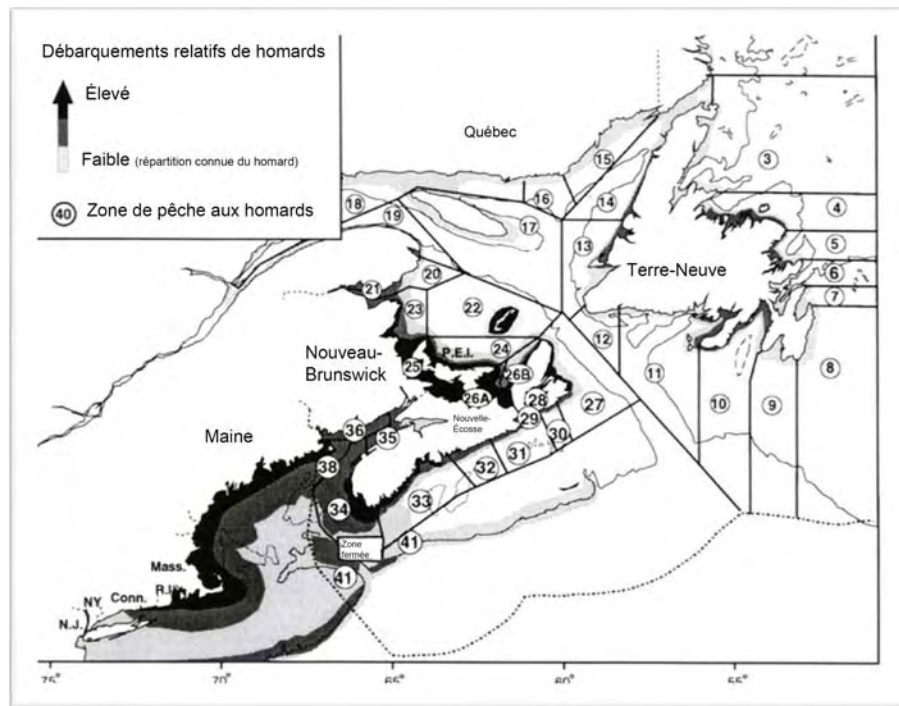
Après le frai, les œufs sont couvés pendant une année sous l'abdomen de la femelle; viennent ensuite l'éclosion, la libération des larves et la période post-larvaire et les homards vivent pendant 6 à 10 semaines dans la colonne d'eau dans une phase planctonique, où ils muent et passent par trois stades larvaires avant de s'établir sur le plancher océanique. Au cours du premier des trois stades larvaires, les larves planctoniques passent la majeure partie de leur temps dans la partie supérieure de 1 m de la colonne d'eau. Leurs pattes duveteuses leur permettent de se déplacer et tout comme les courants, les aident à trouver un habitat convenable pour les larves afin d'y croître et de se développer (MPO, 2003).

Le quatrième stade larvaire est quand le homard commence à chercher des habitats spécifiques. Le homard à l'étape post-larvaire pourra se déplacer de haut en bas dans la colonne d'eau, plongeant à la recherche d'habitats. La préférence pour les habitats semble être un fond dur avec de nombreux espaces interstitiels (p. ex., des galets ou des grosses roches). À mesure que le homard s'établit dans son nouvel habitat, il passe au cinquième stade. Sa première année de vie benthique se passe en grande partie à se cacher de ses ennemis dans des crevasses entre les roches (Gulf of Maine Research Institute 2008).

Le régime alimentaire naturel des homards immatures demeure semblable à celui de leurs homologues matures. À Terre-Neuve, les proies les plus fréquemment mentionnées dans une étude sur le contenu de l'estomac du homard comprennent les oursins verts, les moules, les crabes communs, les ptychètes et les ophiures (MPO, 2009g).

Dans les eaux de Terre-Neuve, les homards prennent entre 8 et 10 ans à partir du moment de l'éclosion à la croissance, alors que 50 % des femelles deviennent fonctionnellement matures et sont capables d'extruder des œufs. Cela représente une longueur moyenne de carapace de 81 mm (la grosseur minimale pour être retenue pour la pêche). On a constaté un manque de données indépendantes sur la pêche (et des données limitées dépendant de la pêche) sur le homard pris dans les eaux de Terre-Neuve; cependant, bien peu de petits animaux semblent composer la structure de la population (MPO, 2009h). Le homard pris aux Îles-de-la-Madeleine est un des indicateurs positifs de productivité pour la période allant de 2006 à 2008, l'abondance des femelles oeuvées et juvéniles demeurant élevée (MPO, 2009h).

Les chiffres sur les débarquements relatifs et les répartitions approximatives de homard sont fournis à la Figure 5.28 (tiré de l'Examen de l'évolution des débarquements de homard dans l'Atlantique Nord-Ouest du MPO (MPO, 1992)).



Source : MPO 1992.

**Figure 5.28 Répartition du homard dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest**

Au cours des consultations avec les pêcheurs en juillet 2005 (LGL 2005b Annexe 1), dans le cadre de l'EES, la zone côtière entre la partie au large de la baie de Port-au-Port et de l'île Shag au nord (4Rc) a été identifiée comme zone principale de frai du homard. Les pêcheurs ont indiqué que les lieux de pêche du homard dans la région entre Long Point (au large de la baie de Port-au-Port) et l'île Shag produisaient généralement de très grosses femelles. Ils ont également remarqué des aires de croissance du homard près de Shoal Point, au large de la baie des Îles située juste au-dessus de Grand Manan (LFA 13B; parcelle 6), et à une aire plus loin vers le nord connue sous le nom de baie de la rivière Trout (LFA 14A; parcelle 7). Ces deux aires sont actuellement fermées à la pêche au homard en guise de moyen de conservation.

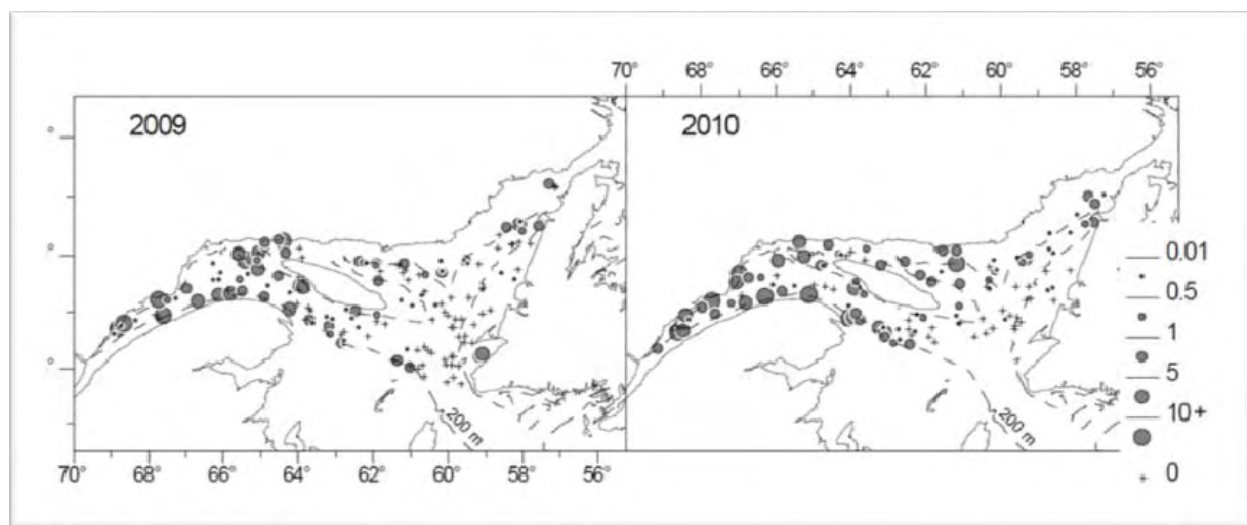
#### 5.4.2.2 Crabe des neiges

Le crabe des neiges est un crustacé décapode présent dans une vaste gamme de profondeurs (50 à 1 300 m) dans l'Atlantique Nord-Ouest. La répartition de ce décapode dans les eaux au large de Terre-Neuve et dans la partie sud du Labrador est largement répandue, mais la structure des stocks demeure imprécise. Le crabe des neiges a tendance à préférer les températures de l'eau allant entre  $-1,0^{\circ}\text{C}$  et  $4,0^{\circ}\text{C}$ . Le crabe des neiges se déplace habituellement dans les eaux moins profondes pour se reproduire, là où l'augmentation de la température accentue la vitesse de développement embryonnaire. La fécondation se produit à l'intérieur pour le crabe des neiges et l'accouplement se fait une fois que la femelle a mué. Les œufs fécondés sont extrudés en-dedans de 24 heures et sont attachés aux pléopodes de la femelle. Le nombre d'œufs pondus par la femelle en une seule couvée peut aller jusqu'à

128 000 (MPO, 2010f). Les couvées subséquentes d'œufs peuvent être fécondées par les spermatozoaires stockés dans le ventre. Les œufs sont couvés jusqu'à 27 mois, le développement embryonnaire s'effectuant plus rapidement dans les eaux plus chaudes (MPO, 2010g). L'éclosion se produit au début du printemps (avril à juin), où les larves, connues sous le nom de zoés, passent entre 12 et 20 semaines en alimentation zooplancton sur le microzooplancton dans la colonne d'eau (MPO, 2010f). Au total, les larves doivent franchir trois stades avant que le crabe des neiges ne s'établisse dans le fond de la mer.

Les mâles continuent à muer jusqu'à l'âge adulte et seulement une partie de ceux-ci seront retenus pour la pêche, c'est-à-dire ceux qui ont une carapace d'une largeur minimale de 95 mm (MPO, 2009i). Il faut en moyenne huit ans pour que le crabe des neiges soit assez gros pour être retenu pour la pêche (MPO, 2010g). Il est possible de trouver des stocks de crabe des neiges sur une variété de substrats, mais c'est dans les fonds sablonneux ou boueux qu'on les retrouve le plus souvent, alors que le crabe de plus petite taille se trouve dans les espaces interstitiels des substrats plus durs. Habituellement, le crabe des neiges adulte se nourrit de poissons, de palourdes, de vers polychètes, d'ophiures, de crevettes et de crustacés, y compris de crabe des neiges de plus petite taille (MPO, 2009j).

Pour 2009 et 2010, la distribution du crabe des neiges dans l'estuaire et la partie nord du golfe est présentée à la Figure 5,29, telle qu'elle a été obtenue par le MPO dans les relevés annuels au chalut de fond effectués au cours de l'été à bord du NGCC *Teleost* (Bourdages et al. 2010). Le secteur ayant fait l'objet de l'étude comprend le site du PP 1105 et, par conséquent, donne une indication de sa présence et de celle d'autres espèces (décrit ci-dessous).



Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

**Figure 5.29 Répartition du crabe des neiges dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent**

### **5.4.2.3 Crabe commun**

Le crabe commun est un crustacé décapode qui habite dans les eaux habituellement de moins de 20 m de profondeur et préfère les habitats sur des substrats rocheux plutôt que sur des fonds sablonneux. La préférence est donnée aux aires d'habitats de croissance de macro-algues sur les substrats rocheux (MPO, 2010i).

Il atteint habituellement sa maturité sexuelle entre 3 et 6 ans, la largeur de la carapace variant de 25 et 40 mm pour la femelle et les mâles, respectivement. La reproduction se fait habituellement en grande partie en avril et mai, la parade ayant lieu lorsque la femelle a encore sa carapace molle. Les œufs fécondés sont habituellement extrudés à la fin d'octobre et les œufs sont stockés en dessous de leur abdomen, et ce, jusqu'à un an (MPO, 2000a). L'éclosion larvaire se produit à la fin du printemps/de l'été, les larves nageuses se rassemblant près de la surface. Les larves muent en six stades (cinq zoés et un mégalope) avant de s'établir au fond de la mer (MPO, 2010i). Ces six stades larvaires planctoniques peuvent prendre jusqu'à trois mois avant de devenir un crabe benthique (MPO, 2000a). Tout au long de ces stades, les larves sont des planctonophages omnivores.

Le crabe commun adulte est un des principaux prédateurs dans les communautés subtidales du nord. Leur régime alimentaire comprend des pétoncles juvéniles, des moules, des escargots, des oursins verts, des étoiles de mer, des amphipodes, des crevettes de sable et des ptychètes. Le gros crabe commun est connu pour s'accaparer de jeunes homards. Il atteindra une taille commerciale à l'âge de 6 ans (MPO, 2010i).

### **5.4.2.4 Pétoncle géant de l'Atlantique**

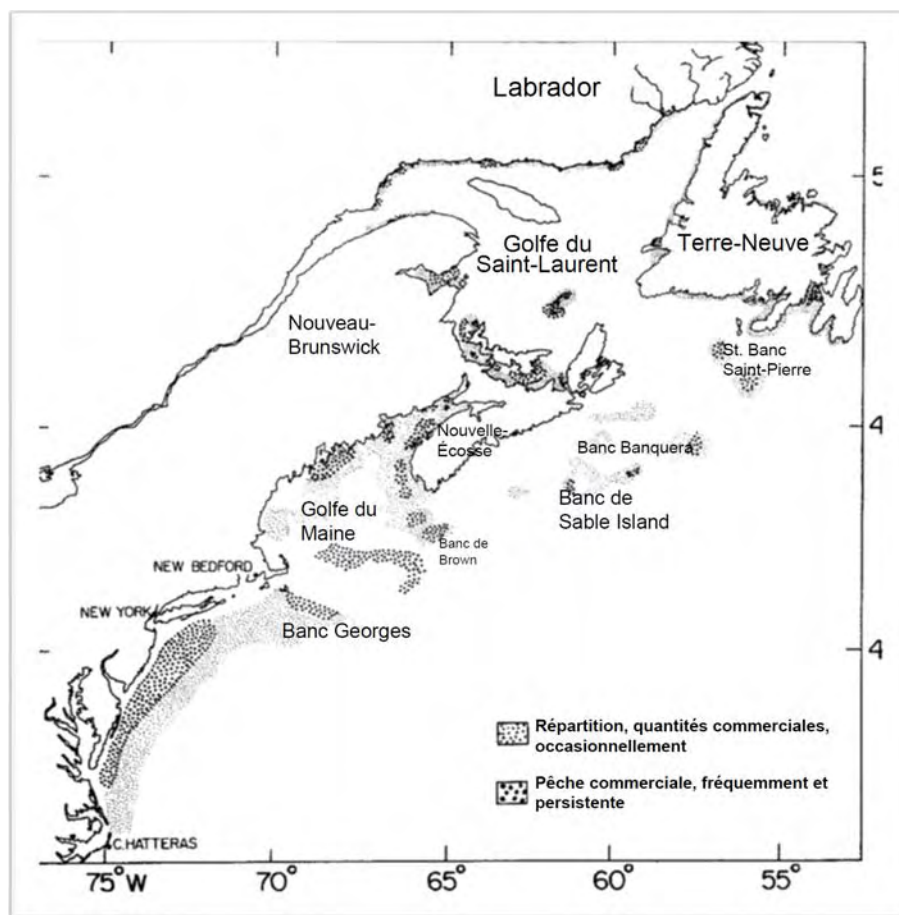
Le pétoncle géant de l'Atlantique est un mollusque bivalve qui vit en bancs collectifs sur le plancher océanique et que l'on trouve de la Caroline du Nord jusqu'à Terre-Neuve. Il est présent sur le plateau continental de l'Atlantique et habituellement dans les eaux relativement peu profondes, c'est-à-dire <100 m. Dans le Golfe, on retrouve les pétoncles géants à une profondeur de 10 à 25 m. On le retrouve en groupes ou bancs qui peuvent être sporadiques ou encore qui durent de nombreuses années. Ces bancs correspondent aux aires où la température est convenable, où il y a de la nourriture et qui sont situées sur les substrats. Le pétoncle géant adulte se retrouve habituellement sur les fonds de mer propres, tels que le gravier et les tourbillons océaniques, gardant les stades larvaires à proximité de la population en frai (Stewart et Arnold 1994).

La différenciation sexuelle se fait à l'âge de 1 an, la maturité sexuelle étant atteinte vers l'âge de 2 ans, bien que le pétoncle mature ne contribue pas beaucoup à la reproduction avant l'âge de 3 ans. La période de frai est au début de l'automne (août à octobre), amenée par les baisses des températures de l'eau. À l'intérieur de la côte ouest de Terre-Neuve, il y a une deuxième période de frai entre les mois de juin et juillet (Stewart et Arnold 1994).

Les mâles et les femelles libèrent des gamètes de manière synchronisée et la fécondation se fait à l'extérieur de la colonne d'eau. Les œufs prennent un à deux jours pour se développer dans le premier de trois stades larvaires, lesquels dureront ensemble cinq semaines. Dans le

premier stade larvaire, les pétoncles géants sont planctoniques mais ils peuvent nager librement et on a constaté qu'ils subissent une migration verticale tous les jours (MPO, 1996). Au cours du stade planctonique, la coquille, l'organe visuel et le pied se développent. Les larves des pétoncles se nourrissent d'organismes planctoniques omnivores. Les larves des pétoncles s'établissent alors au fond de la mer et développent leurs autres caractéristiques. Habituellement, les larves planctoniques s'établissent sur des substrats convenables tels que le sable pour commencer leur vie benthique (MPO, 1996). Les larves nouvellement établies s'attachent à un substrat convenable en sécrétant des filaments, ce qui les aide à ne pas se déplacer dans les courants du fond de la mer. À mesure que le jeune pétoncle vieillit, il devient moins mobile et il est moins porté à s'attacher au fond.

Le pétoncle adulte géant est un organisme filtreur qui se sert de ses branchies pour capturer les matières particulaires en suspension et phytoplanctoniques sur l'eau. La répartition du pétoncle géant est présentée à la Figure 5.30.



Source : Hart et Chute 2004.

**Figure 5.30 Répartition du pétoncle géant dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest**

#### 5.4.2.5 Buccin

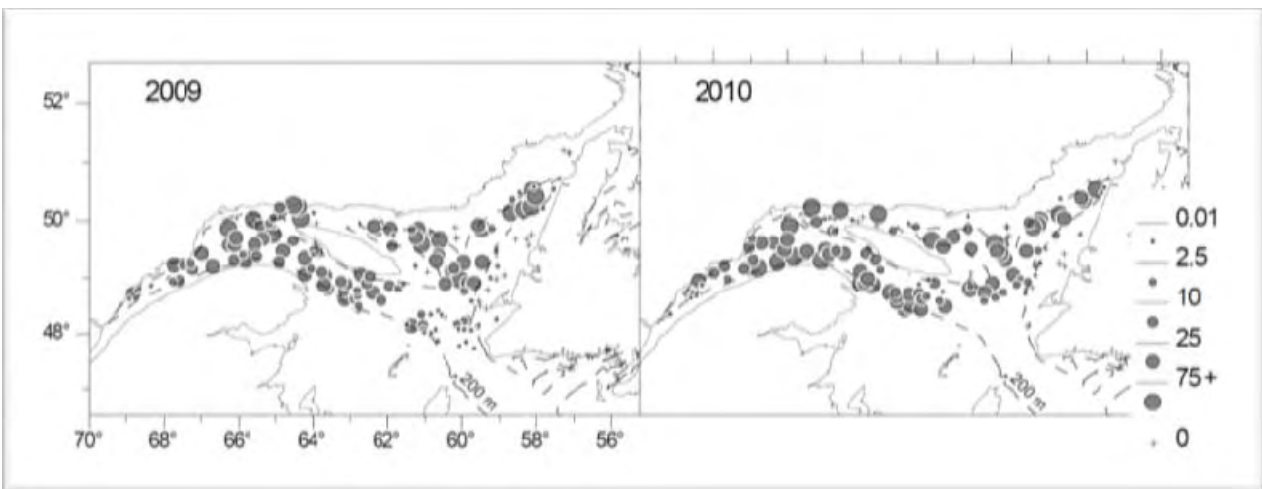
Le buccin est un mollusque gastropode qu'on retrouve des niveaux tidaux jusqu'à des profondeurs de 180 m dans des eaux de 0 à 16 °C de diverses salinités, des eaux libres aux estuaires. On retrouve la majorité des buccins à moins de 30 m de profondeur (MPO, 2006a). Les buccins mangent des invertébrés tels que les polychètes, les mollusques et les échinodermes et sont principalement des charognards. Les buccins se dirigent souvent vers la plage pour se reproduire. La fertilisation des buccins est interne et leur période de reproduction a lieu de mai à juillet. Les œufs sont pondus en grands nombres deux semaines après l'accouplement et s'accrochent au substrat. Les secteurs de ponte préférés semblent être des surfaces irrégulières, les surfaces de rochers et les tiges de varech où les œufs sont vulnérables aux oursins et peuvent se détacher (MPO, 2006a). On estime que 1 pour cent des œufs fertilisés arrivent à éclosion (MPO, 2006a). Les jeunes larves émergent après cinq à huit mois et n'ont pas de phase larvaire planctonique, ce qui limite leur capacité de dispersion. À mesure que les buccins grandissent, ils se déplacent de profonds substrats de sable et de roche vers des substrats plus grossiers et moins profonds. Les adultes sont sédentaires et passent la majorité du temps à moitié enterré dans les sédiments entre les substrats grossiers.

#### 5.4.2.6 Crevette nordique

La période de reproduction de la crevette nordique a lieu à l'automne et les femelles portent les œufs fertilisés pendant environ huit mois (de septembre à avril). Les larves sont pélagiques à l'éclosion au printemps, mais se retrouvent éventuellement sur le plancher océanique vers la fin de l'été. La migration de la crevette a tendance à être associée à la reproduction (les femelles œuvées se déplacent dans les eaux peu profondes en hiver) et à l'alimentation (mouvement vers le haut dans la colonne d'eau la nuit pour manger le plancton) (MPO, 2004b). La crevette nordique, qu'on retrouve généralement dans les secteurs de l'estuaire et du nord du golfe à des profondeurs allant de 150 à 350 mètres, préfère les zones de boue molle et de substrats limoneux (MPO, 2004b, 2009j). Les crevettes nordiques sont généralement des hermaphrodites protandriques qui passent la première partie de leur vie en tant que mâles (environ 2,5 années) avant de se transformer (entre 4 et 5 années) pour passer le reste de leur vie adulte en tant que femelles sexuellement matures (MPO, 2009k). Il peut y avoir des variations du cycle biologique selon les températures de l'environnement. Les crevettes nordiques frayent une fois par année vers la fin de juin et le début du mois de juillet. Les œufs sont extrudés et fertilisés vers la fin de l'été et pendant l'automne et restent fixés à l'abdomen de la femelle jusqu'à leur éclosion le printemps ou l'été suivant. Les femelles œuvées peuvent migrer vers des eaux moins profondes ou plus chaudes pour maximiser la vitesse de développement embryonnaire.

Lors que les œufs éclosent, les larves nagent vers la surface pour se nourrir de plancton. Ce stade planctonique dure pendant quelques mois avant que les larves descendent dans la colonne d'eau et prennent leur forme adulte. Ils atteignent généralement la maturité lors de leur deuxième année en tant que mâle et leur inversion en femelle a lieu la quatrième année.

La répartition de la crevette nordique en 2009 et 2010 est présentée à la Figure 5,31 telle qu'obtenue par le MPO pendant les études de chalut annuelles effectuées à bord du CCGS *Teleost* (Bourdages et al. 2010).



Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

**Figure 5.31 Répartition de la crevette nordique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

### 5.4.3 Les poissons

Une analyse complète de la zone extracôtière de Terre-Neuve a été effectuée pour une EES terminée en 2005 (LGL 2005b) et modifiée en 2007 (LGL 2007). La modification à l'EES comprend le prospect de Old Harry, les documents de l'EES sont donc une évaluation approfondie sur l'assemblage de poissons anticipée dans le secteur du Golfe relatif au projet actuel.

Trois principaux types de poissons marins sont présents dans le golfe : les poissons pélagiques, qui vivent et se nourrissent près de la surface; les poissons démersaux ou benthiques, qui vivent et se nourrissent près du fond; et les crustacés et mollusques, parmi lesquels on retrouve les bivalves, dont traite la Section 5.4.2. Environ les deux tiers de toutes les espèces de poissons marins se trouvant dans le Golfe sont démersaux. Le Tableau 5.10 présente une liste des poissons démersaux et pélagiques les plus communs se trouvant dans le Golfe près du PP 1105. Il est à noter que ce tableau est limité aux espèces qui ne sont pas considérées en péril. Parmi les espèces en péril se retrouvant près du projet listées aux Tableaux 5.1 et 5.2, on retrouve le loup à tête large, le loup atlantique, le loup tacheté, le requin bleu, le requin-taube commun, la raie tachetée, la morue, la plie canadienne, le sébaste atlantique, le sébaste acadien, le grenadier berglax, le grenadier de roche, l'aiguillat commun, le thon rouge de l'Atlantique et le requin-taube bleu. Ces espèces en péril sont abordées dans la Section 5.2.



**Tableau 5.10 Sommaire des espèces non en péril qui peuvent se retrouver près du PP 1105**

Nom commun	Nom latin	Présence relative dans le PP 1105	Périodes de présence et de frai
<b>Espèces de poissons pélagiques</b>			
Hareng	<i>Clupea harengus</i>	Modérée	Présence à l'année et frai à l'automne
Mollasse atlantique	<i>Melanostigma atlanticum</i>	Modérée	Présence à l'année
Grande argentine	<i>Argentina silus</i>	Faible	Présence à l'année
Maquereau bleu	<i>Scomber scombrus</i>	Faible	Présence à l'année (adultes)
Capelan	<i>Mallotus villosus</i>	Faible	Les poissons matures migrent vers la côte pendant l'été (pour frayer)
Aiglefin	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Faible	Migrent vers de grands fonds en hiver; vivent dans de petits fonds en été
Goberge	<i>Pollachius virens</i>	Faible	Migrent vers la côte pendant l'été, s'éloignent de la côte pour l'hiver; fraient à l'automne
Espadon	<i>Xiphias gladius</i>	Faible (anticipée) <sup>A</sup>	Migrent pendant l'été et l'automne
<b>Espèces de poissons démersaux</b>			
Flétan noir	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Élevée	Présence à l'année
Merluche à longues nageoires	<i>Urophycis chesteri</i>	Élevée	Présence à l'année et frai à l'automne
Grenadier du Grand Banc	<i>Nezumia bairdi</i>	Élevée	Présence à l'année et frai à l'automne
Raie épineuse	<i>Raja radiata</i>	Élevée	Présence à l'année
Merluche blanche	<i>Urophycis tenuis</i>	Élevée	Présence à l'année
Plie grise	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Élevée	Présence à l'année
Myxine du nord	<i>Myzine glutinosa</i>	Modérée	Présence à l'année
Flétan	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Modérée	Migrent vers des petits fonds pendant l'été, reviennent pour l'hiver
Aiguillat noir	<i>Centroscyllium fabricii</i>	Modérée	Présence à l'année
Lompe	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Modérée	Migrent vers de petits fonds pour frayer; reviennent à l'automne
Baudroie	<i>Lophius americanus</i>	Modérée	Présence à l'année
Raie à queue de velours	<i>Raja senta</i>	Modérée	Présence à l'année
Spotted barracudina	<i>Notolepis rissoi</i>	Modérée	Présence à l'année
Lussion blanc	<i>Arctozenus risso</i>	Modérée	Présence à l'année
Hameçon atlantique	<i>Artediellus atlanticus</i>	Faible	Migrent vers la côte au printemps; vivent dans des eaux à profondeur modérée pendant l'hiver
Lycode à carreaux	<i>Lycodes vahlii</i>	Faible	Présence à l'année
Motelle à quatre barbillons	<i>Enchelyopus cimbrius</i>	Faible	Présence à l'année
Grande lycode	<i>Lycodes esmarki</i>	Faible	Présence à l'année
Cotte polaire	<i>Coltunculus microps</i>	Faible	Présence à l'année

Nom commun	Nom latin	Présence relative dans le PP 1105	Périodes de présence et de frai
Hémitriptère atlantique	<i>Hemitripterus americanus</i>	Faible	Présence à l'année et frai à l'automne
Merlu argenté	<i>Merluccius bilinearis</i>	Faible	Présence à l'année
Mustèle arctique à trois barbillons	<i>Gaidropsarus ensis</i>	Faible	Présence à l'année
Turbot de sable	<i>Scophthalmus aquosus</i>	Faible	Présence à l'année
Terrassier tacheté	<i>Cryptacanthodes maculatus</i>	Faible	Présence à l'année
Limande à queue jaune	<i>Limanda ferruginea</i>	Faible (anticipée) <sup>A</sup>	Se déplacent des petits aux grands fonds pendant l'automne
Références: Scott et Scott 1988; Environnement Canada 2002; Gouvernement du Canada 2008; MPO (comm. pers.)			
<sup>A</sup> Non inclus dans la carte de la répartition du <i>Portrait sur la biodiversité du Saint-Laurent</i> (Environnement Canada 2002).			

Selon le *Portrait sur la biodiversité du Saint-Laurent* (Environnement Canada 2002), les espèces pélagiques les plus abondantes près du PP 1105 comptent la myxine du nord, la raie épineuse, la raie à queue de velours, l'aiguillat noir et le hareng. Parmi les populations de poissons démersaux les plus abondantes, on retrouve le lussion blanc, le grenadier du Grand Banc, la morue, la merluche à longues nageoires, la merluche blanche, le sébaste, la lompe, la plie grise, la plie canadienne et le flétan noir.

En fonction des données sur le poids des poissons recueillies de 2006 à 2008, les espèces de poissons suivantes sont les principales pêchées commercialement dans les zones 4Ss et 4Tf (c.-à-d. les zones les plus liées au projet) : la morue, le flétan, le thon rouge, l'aiglefin, la myxine du nord, le flétan noir, le maquereau bleu, la baudroie, la goberge, le sébaste, l'espadon, la merluche blanche, la plie grise et la limande à queue jaune. Les renseignements sur la répartition et le cycle biologique spécifiques aux espèces pêchées commercialement sont présentés ci-dessous, à l'exception de la morue et du sébaste qui sont abordés en détail à la Section 5.2 puisqu'ils sont considérés comme des espèces en péril par le COSEPAC. En 2010, le COSEPAC a évalué les populations de morue du chenal Laurentien Nord et du Laurentien Sud comme en voie de disparition, bien qu'elles n'apparaissent pas sur la liste de la LEP. Malgré l'évaluation du COSEPAC, la morue est toujours pêchée, bien qu'avec un quota annuel de prises imposée par le MPO. Statut similaire pour le sébaste : en avril 2010 le COSEPAC l'a désigné comme en voie de disparition, mais il n'apparaît toujours pas sur la liste de la LEP. Il peut également être pêché, mais avec un quota imposé par le MPO. Les données sur la pêche commerciale sont abordées en détail à la Section 5.8.

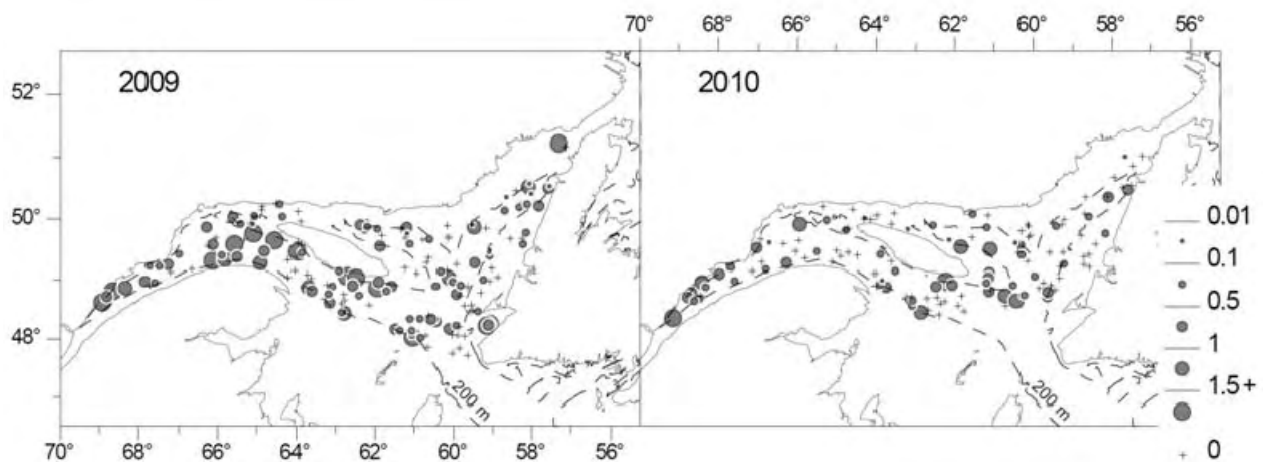
#### 5.4.3.1 Poissons pélagiques

##### Hareng

Le hareng est une espèce pélagique côtière d'eaux froides qu'on retrouve dans les eaux des deux côtés du nord de l'océan Atlantique. Les jeunes poissons effectuent de complexes migrations du nord au sud et de la côte à l'océan pendant leur vie pour se reproduire, se nourrir et hiverner (MPO, 2010j).

Les œufs de harengs sont plus lourds que l'eau et les œufs démersaux sont pondus sur des substrats tels que de grosses pierres, du sable, des fragments de coquilles et même des macrophytes. Le frai dans le sud du golfe a lieu au printemps (d'avril à mai/juin) dans les eaux de moins de 10 m et à l'automne (mi-août à octobre) dans les eaux de 5 à 20 m (MPO, 2010k). Les œufs éclosent en 10 à 15 jours (MPO, 2010j). Le stade larvaire dure de quatre à huit mois selon le moment du frai et la température de l'eau. Pendant cette période, les larves survivent sur la vésicule ombilicale et se nourrissent de zooplancton de manière opportuniste. Les larves de hareng planctoniques effectuent des migrations verticales chaque jour ou demi-jour. L'objectif de ces migrations n'est pas encore complètement compris (MPO, 2010j). La phase larvaire se termine au début du printemps (d'avril à mai) lorsque les larves se transforment en jeunes harengs. Les jeunes poissons forment de grands bancs dans les eaux côtières et, à l'automne et au début de l'hiver, se déplacent vers des baies profondes ou près du plancher océanique dans les secteurs extracôtiers pour hiverner (MPO, 2010j). Les mâles et les femelles deviennent matures à environ trois ou quatre ans et les adultes ont une alimentation similaire aux jeunes qui consiste d'euphausiacés (krills), de chaetognates et de copépodes (MPO, 2010j).

Pour 2009 et 2010, la distribution du hareng dans l'estuaire et la partie nord du Golfe est présentée à la Figure 5.32, telle qu'elle a été obtenue par le MPO dans les relevés annuels au chalut de fond effectués au cours de l'été à bord du NGCC *Te/eost* (Bourdages et al. 2010).



Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

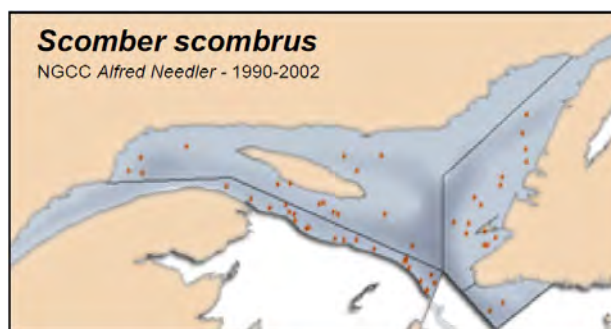
**Figure 5.32 Répartition du hareng dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

### Maquereau

Le maquereau bleu appartient à l'ordre des perciformes dans la famille des scombridés. La famille des scombridés se retrouve dans une grande partie des eaux tempérées et tropicales et, des trois espèces du genre *Scomber*, le maquereau bleu est celui qu'on retrouve le plus au nord. On retrouve le maquereau bleu sur les côtes est et ouest de l'Atlantique de la Méditerranée à la Norvège et de la Caroline du Nord à Terre-Neuve. Au printemps et en été, on le retrouve dans les eaux côtières qu'il quitte à l'automne pour aller hiverner dans des eaux plus

profondes (Dufour et Ouellet 2007). Le Golfe est le principal lieu de frai du maquereau bleu dans les eaux canadiennes. Le frai a généralement lieu en juin et en juillet dans des régions côtières (Studholme et al. 1999). Le frai a lieu près de la surface et les œufs incubent pendant environ une semaine. Pendant l'incubation, les œufs flottent au-dessus de la thermocline (Studholme et al. 1999). Le maquereau bleu a une phase larvaire pendant laquelle la vésicule ombilicale est absorbée dans le corps sur le cours de quelques mois pendant le développement des nageoires. Lorsque les nageoires sont développées et que la vésicule ombilicale est absorbée, les jeunes maquereaux bleus forment des bancs et restent dans les eaux côtières (MPO, 2007a).

Ils atteignent la maturité généralement plus rapidement que les autres espèces et sont sexuellement matures à quatre ans. Les maquereaux bleus adultes se nourrissent de zooplancton, dont les copépodes, crustacés planctoniques, euphausiacés, amphipodes et chaetognates. La répartition du maquereau bleu dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est présentée à la Figure 5.33.



**Figure 5.33 Répartition du maquereau bleu dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

### Espadon

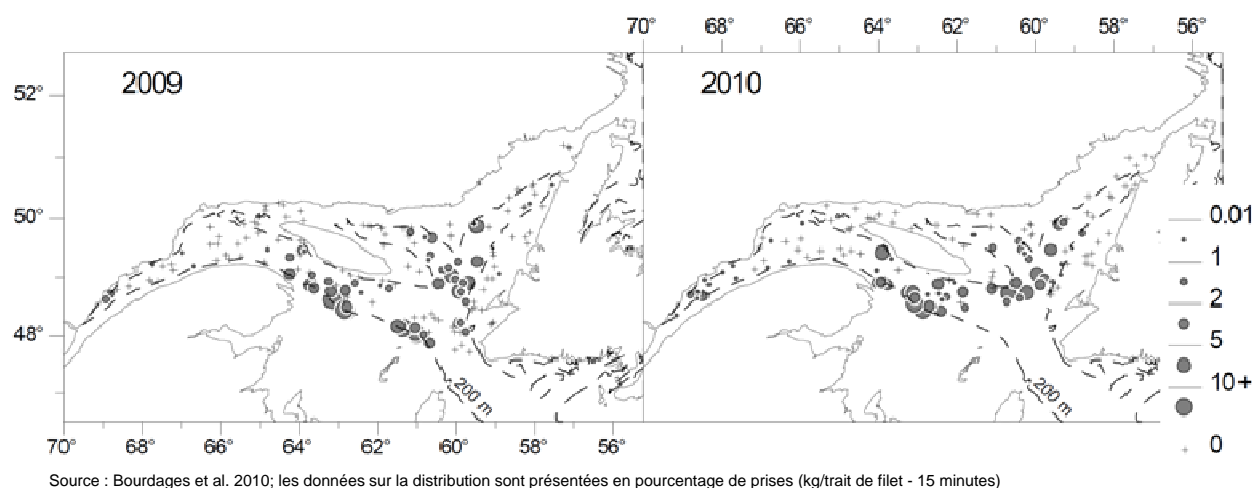
L'espadon est une espèce hautement migratoire qui fraie au printemps dans la mer des Sargasses, dans le sud de l'Atlantique (Bigelow et Schroeder 1953). La migration débutant au printemps amène beaucoup d'espadons dans les eaux du nord de l'Atlantique. On les retrouve généralement au large de la côte de la Nouvelle-Écosse de juin à octobre ainsi qu'à l'ouest du Golfe. Les poissons migrent au nord à la recherche de nourriture, principalement d'autres espèces pélagiques comme le maquereau bleu, le merlu argenté, le sébaste et le hareng. On peut retrouver les espèces typiquement océaniques jusqu'à des profondeurs de 375 m et à l'occasion dans des eaux côtières (Bigelow et Schroeder 1953).

### 5.4.3.2 Poissons démersaux

#### Flétan

Le flétan est un poisson plat démersal d'eaux froides qu'on peut retrouver dans les eaux des deux côtés du nord de l'Atlantique et dans des parties de l'Arctique. On les retrouve dans l'estuaire et dans le golfe, à des profondeurs de 200 m et plus dans le nord du golfe et à moins de 100 m dans le sud du Golfe (MPO, 2009I). Le flétan fraie annuellement entre l'hiver et le printemps (de janvier à mai dans le Golfe (MPO, 2009I)) de manière synchronisée dans un groupe. Les femelles frayent en portées et peuvent ovuler plusieurs portées d'œufs dans un même hiver. Les œufs de flétan sont parmi les plus gros œufs de poissons et peuvent mesurer jusqu'à 4 mm. Lorsque fertilisés, les œufs sont déposés dans la colonne d'eau et flottent librement à des profondeurs allant de 54 à 200 m (Scott et Scott 1988). Les œufs ont une flottabilité neutre dans les salinités de 35 à 37 ppm, ce qui signifie qu'ils couleraient vers le plancher océanique. L'incubation des œufs dure jusqu'à 20 jours. Après leur éclosion, les larves mesurent de 6 à 7 mm et n'ont pas de pigment, d'yeux fonctionnels ou de bouche (MPO, 2011i). On connaît peu de choses sur l'état larvaire du flétan, mais on croit que les larves demeurent près de la surface. Les larves survivent au moyen d'une grande vésicule ombilicale qui est entièrement absorbée après 50 jours. La migration de l'œil commence environ à la 80<sup>e</sup> journée (Scott et Scott 1988). Les jeunes poissons vivent généralement dans des nourriceries pendant trois à quatre années avant de migrer vers l'habitat où ils vont frayer (MPO, 2006b). On retrouve un dimorphisme sexuel chez les adultes de l'espèce, les femelles étant remarquablement plus grosses que les mâles. Les populations d'adultes se nourrissent de poissons, de mollusques et de crustacés similairement aux jeunes poissons.

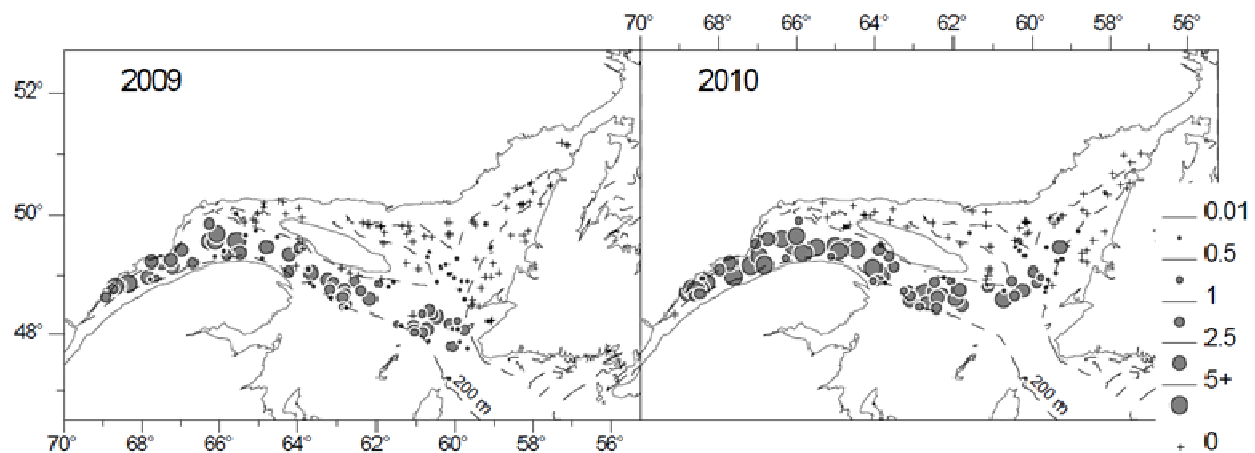
Pour 2009 et 2010, la distribution du flétan dans l'estuaire et la partie nord du Golfe est présentée à la Figure 5.34, telle qu'elle a été obtenue par le MPO dans les relevés annuels au chalut de fond effectués au cours de l'été à bord du NGCC *Teleost* (Bourdages et al. 2010).



**Figure 5.34 Répartition du flétan dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

## Myxine du nord

La myxine du nord est une espèce démersale en forme d'anguille qu'on reconnaît par ses petites écailles et par quatre paires de barbeaux autour de la bouche terminale. C'est une espèce d'eaux froides qui préfère la boue molle du plancher océanique et qui vit à des profondeurs allant de 30 à 1 200 m. On retrouve généralement les myxines cachées sous la boue molle laissant dépasser leur partie antérieure. Les données sur leur cycle de reproduction sont limitées et il ne semble pas y avoir de période de frai prédéterminée. Même si elles ne sont pas hermaphrodites, les myxines matures possèdent des gonades sous-développées du sexe opposé. La fertilisation a lieu à l'extérieur du corps et il n'y a pas de stage larvaire. Les œufs sont gros (environ 25 mm) et peu nombreux; la femelle pond de 19 à 30 œufs par série. Les œufs ont des filaments terminaux qui leur permettent de se fixer aux substrats ou aux autres œufs (Bigelow et Schroeder 1953). Les myxines du nord se nourrissent principalement d'organismes immobiles ou blessés et consomment les organes internes et la peau, entrant souvent dans la carcasse par la bouche ou les branchies (Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture (NL DFA) non daté A). La répartition de la myxine du nord dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est présentée à la Figure 5.35.



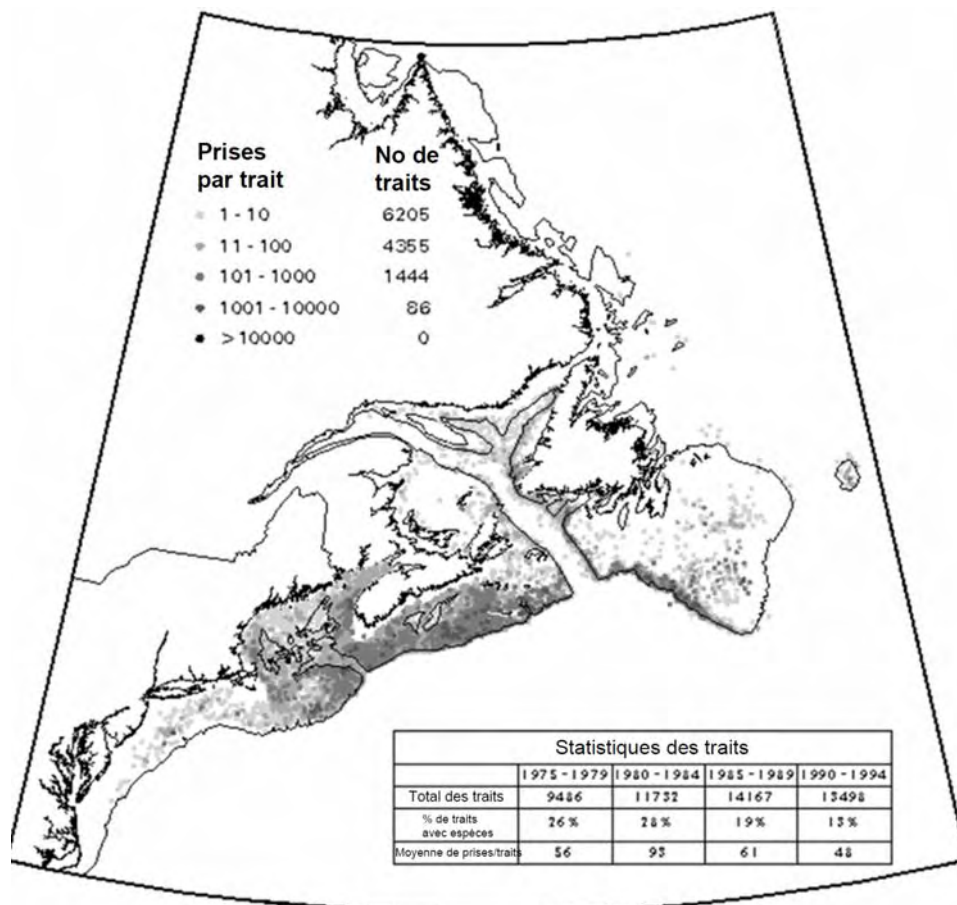
Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

**Figure 5.35 Répartition de la myxine du nord dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

## Aiglefin

L'aiglefin est une espèce démersale qu'on retrouve du Groenland jusqu'à la moitié est de l'Atlantique. L'aiglefin fraie sur les substrats de galets et de gravier (évitant les roches, le varech et la boue molle) entre mars et avril. Les œufs sont déposés sur le plancher océanique, mais se mettent à flotter après la fertilisation et montent dans la colonne d'eau (Cargnelli et al. 1999a). Les œufs éclosent de 9 à 32 jours après le frai. Les larves se métamorphosent en jeunes après 30 à 42 jours et mesurent en moyenne de 2 à 3 cm. Les jeunes vivent dans la partie supérieure de la colonne d'eau où ils se nourrissent de zooplancton de manière opportuniste. Après trois à cinq mois, les jeunes poissons migrent vers le plancher océanique

où ils commencent leur vie démersale (Cargnelli et al. 1999a). Les jeunes poissons se nourrissent de proies moins mobiles telles que les œufs d'invertébrés, les copépodes et le phytoplancton. Les adultes ont tendance à se nourrir plus de polychètes et d'ophiurides, mais l'aiglefin est surtout opportuniste et se nourrit de crustacés, de polychètes, de mollusques et d'échinodermes. Les adultes vivent généralement dans des substrats durs de planchers océaniques de galets ou de gravier à des profondeurs de 40 à 150 m (Cargnelli et al. 1999a). La répartition de l'aiglefin dans l'ouest de l'Atlantique (selon Cargnelli et al. (1999a)) est présentée à la Figure 5.36.



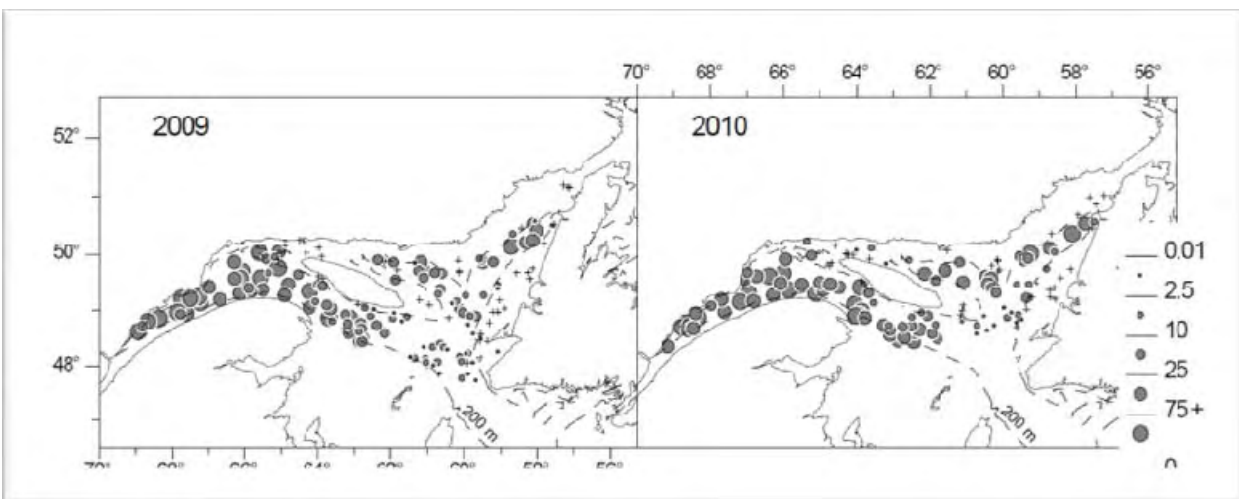
Source : Cargnelli et al. 1999a.

**Figure 5.36 Répartition de l'aiglefin dans l'ouest de l'Atlantique**

**Flétan noir (flétan du Groenland)**

Le flétan noir, aussi appelé flétan du Groenland, est un poisson plat démersal d'eaux froides. On dit du flétan noir qu'il est amphiboréal, ce qui signifie qu'on le retrouve dans les océans Atlantique et Pacifique. Dans l'océan Atlantique, on peut retrouver le flétan noir dans le détroit de Davis, de Terre-Neuve jusqu'au golfe du Maine. On retrouve le flétan noir partout dans le Golfe. En été, on retrouve la majorité des populations dans l'estuaire du Saint-Laurent, dans les régions à l'ouest et au nord-est de l'île d'Anticosti et près de la côte ouest de Terre-Neuve dans le chenal Esquiman (MPO, 2010).

Le frai a généralement lieu en hiver (de novembre à février) dans le détroit de Cabot à des profondeurs allant jusqu'à 1 000 m (MPO, 2000b). Les œufs sont fertilisés à l'extérieur du corps et flottent dans la colonne d'eau. Les œufs incubent jusqu'à 12 semaines jusqu'au passage à la phase larvaire. Les jeunes larves flottent aussi et se retrouvent dans la colonne d'eau. Lorsque la vésicule ombilicale est absorbée, les larves montent dans la colonne d'eau. On croit que cela correspond au début de l'alimentation. Le développement larvaire dure jusqu'à 15 semaines pendant lesquelles les larves se dispersent et s'éloignent des zones de frai (Chiperzak et al. 1995). En août ou septembre et près d'un an après le frai la larve se dépose sur le plancher océanique. C'est à ce moment que l'œil gauche migre vers le côté droit du poisson. Contrairement à la plupart des poissons plats, la migration de l'œil arrête au bord dorsal de la tête (Alton et al. 1988). Les flétans noirs atteignent la maturité plus rapidement dans le golfe (7,8 ans en moyenne). Les adultes ne nourrissent généralement de petits crustacés, de poissons démersaux (surtout de sébastes) et de calmar. La répartition du flétan noir dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est présentée à la Figure 5.37.



Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

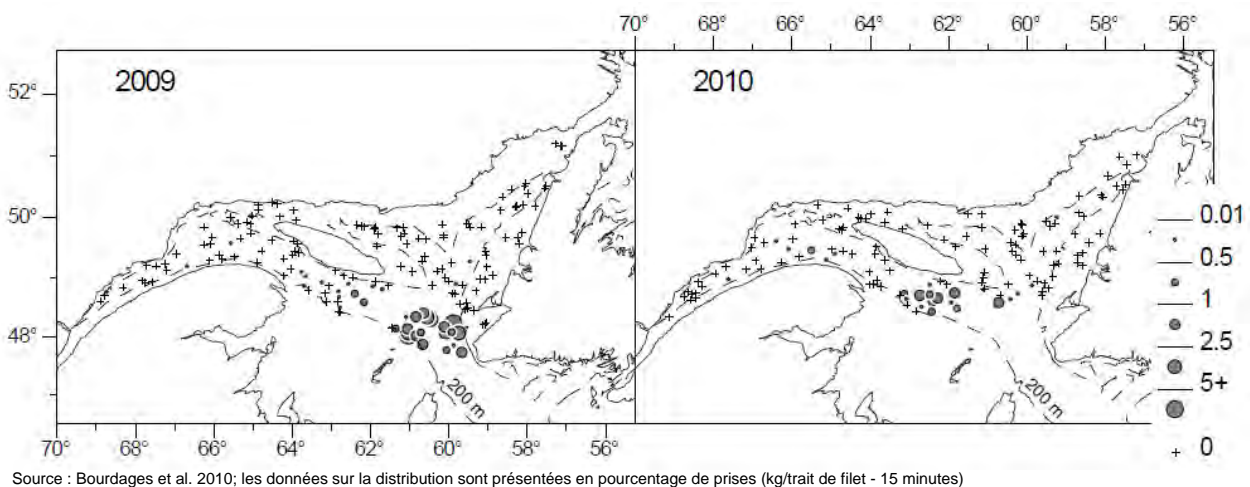
**Figure 5.37 Répartition du flétan noir dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

### Merluche à longues nageoires

La merluche à longues nageoires est une espèce benthique qu'on retrouve sur les zones externes du plateau continental à l'ouest du nord de l'Atlantique. On retrouve souvent cette espèce sédentaire sur le plancher océanique et on l'associe souvent aux substrats de sables silteux à des profondeurs allant de 360 à 800 m. La plus récente répartition de merluche à longues nageoires dans l'estuaire et dans le nord du Golfe pour 2009 et 2010 est présentée à la Figure 5.38. Il faut noter qu'on a enregistré en 2010 la plus faible quantité de merluches à longues nageoires et que les taux de prise les plus élevés se trouvent généralement dans la portion est du chenal Laurentien et près du détroit de Cabot, représenté par les données de 2009 à la Figure 5.38 (Bourdages et al. 2010). Cependant, à cause de problèmes techniques, ce secteur particulier n'a pas été échantillonné en 2010 et les petites prises ont été enregistrées



en amont dans le chenal Laurentien, tel qu'illustré à la Figure 5.38 (Bourdages et al. 2010) Le frai de la merluche à longues nageoires a lieu de la fin de septembre à avril et est à son plus haut point en décembre et en janvier (Cohen et al. 1990). Le taux de fécondité est généralement élevé et le développement des œufs, qui flottent et contiennent un grand globule d'huile, a souvent lieu dans une zone pélagique ressemble à celui des autres gadiformes. Les jeunes merluches à longues nageoires demeurent pélagiques jusqu'à 18 mois avant de descendre vers le plancher océanique (Coad et al. 1997). L'alimentation de la merluche à longues nageoires n'est pas très bien documentée et comprend des crustacés (crevettes) et des euphausiacés (Collette et Klein-Macphee 2002).

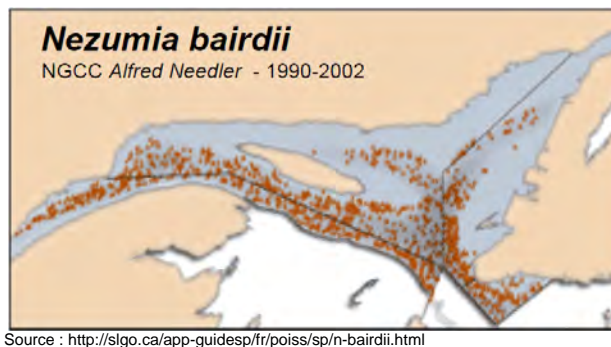


Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

**Figure 5.38 Répartition de la Merluche à longues nageoires dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

### Grenadier du Grand Banc

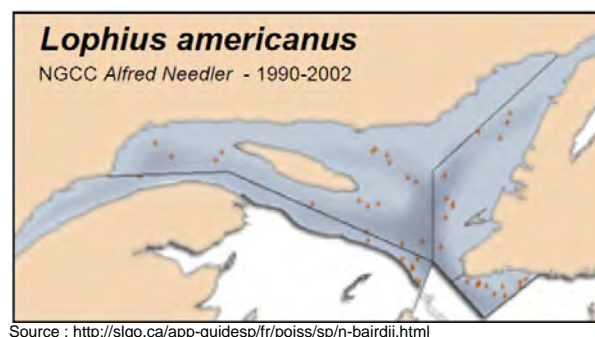
Le grenadier du Grand Banc est une espèce démersale qu'on retrouve sur les zones externes du plateau continental à l'ouest du nord de l'Atlantique. Cette espèce vit sur le plancher océanique ou près de celui-ci dans des substrats de sables silteux à des profondeurs allant de 360 m à 1 700 m. Le frai a lieu pendant l'été et l'automne (Collette et Klein-Macphee 2002). Le développement des œufs de grenadiers du Grand Banc ressemble à celui des autres gadiformes; les œufs flottent, contiennent un grand globule l'huile et se développent généralement sous la thermocline. Les jeunes poissons sont pélagiques pour les deux premières années et vivent dans des régions moins profondes que les adultes matures (Collette et Klein-Macphee 2002). Langton et Bowman (1980) ont fourni des renseignements sur leur alimentation; même si les deux études étaient limitées par la taille de l'échantillon, il y a des similarités dans l'alimentation qui indiquent que le grenadier du Grand Banc se nourrit d'amphipodes, de crustacés (crevettes), de polychètes et de petits bivalves. La répartition du grenadier du Grand Banc dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est présentée à la Figure 5.39.



**Figure 5.39 Répartition du grenadier du Grand Banc dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

### Baudroie d'Amérique

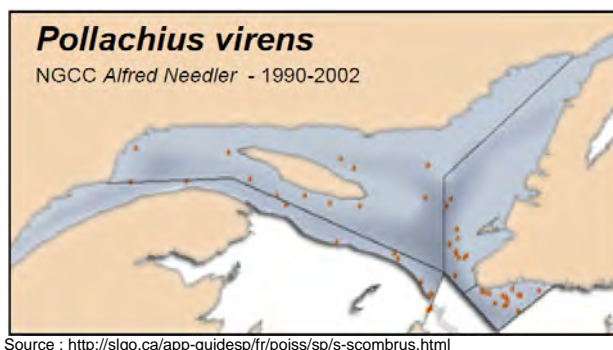
La baudroie d'Amérique, parfois appelée lotte, est un grand poisson démersal de la famille des lophiidés. Cette espèce est caractérisée par sa tête massive et son énorme bouche. La baudroie d'Amérique est répartie dans l'ouest de l'océan Atlantique de la Floride au Labrador (Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture (NL DFA) non daté B). Les eaux de plateau plus chaudes du Golfe abritent aussi une importante population. La baudroie d'Amérique préfère les eaux entre 6 °C et 10 °C (MPO, 2000c) et les recherches indiquent qu'elle migre vers des eaux moins profondes en été et vers des eaux plus profondes en l'hiver (MPO, 2000c). La baudroie d'Amérique peut vivre dans des profondeurs subtidales et allant jusqu'à 650 m. Le frai a généralement lieu à l'automne (de juin à septembre) et les œufs sont déposés sur le plancher océanique dans de grandes couches de mucus. Lorsqu'ils sont fertilisés, les œufs éclosent en environ sept jours et donnent naissance à des larves avec nageoires pelviennes et épines dorsales sur la tête (MPO, 2000c). Les larves sont pélagiques pour les premiers mois et se nourrissent de plancton de manière opportuniste avant de commencer leurs vies démersales. Il leur faut quatre à sept ans pour atteindre la maturité. Les adultes consomment divers organismes marins, mais ils sont principalement piscivores et se nourrissent de hareng, de lançon, de gaspareau (*Alosa pseudoharengus*), d'éperlan, de morue, de maquereau, de bar d'Amérique, de cotte, d'hémitriptère atlantique, de limande, de raie, de crabe, de crevette, d'étoile de mer et de vers marins (MPO, 2000c). La répartition de la baudroie d'Amérique dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est présentée à la Figure 5.40.



**Figure 5.40 Répartition de la baudroie d'Amérique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

## Goberge

La goberge est un poisson d'eaux froides de la même famille que la morue, même si la goberge passe généralement moins de temps sur le plancher océanique que les autres poissons démersaux. On retrouve généralement la goberge du cap Hatteras jusqu'au plateau du Labrador. La période de frai est variable dans les habitats nordiques et a généralement lieu de l'automne au printemps (de septembre à avril) et est à son plus haut point en décembre et en janvier. Les principales zones de frai de la goberge sont le plateau néo-écossais, le banc George, le Grand chenal Sud et le golfe du Maine. La goberge préfère les fonds rocheux durs. Les œufs de goberge flottent et remontent dans la colonne d'eau après la fertilisation. Après leur métamorphose à l'état larvaire, la larve pélagique se nourrit de zooplancton, dont des copépodes, pendant plusieurs mois. Les jeunes poissons migrent sur les côtes pour vivre dans des zones subtidales rocheuses et se déplacent entre les côtes et l'océan selon les fluctuations de température (Cargnelli et al. 1999b). La goberge demeure généralement stationnaire à l'exception des courtes migrations liées au frai. Elle atteint la maturité sexuelle entre les âges de quatre et sept ans (MPO, 1999b). Les adultes se nourrissent d'euphausiacés, de poissons et de mollusques. L'alimentation des jeunes est similaire, mais contient davantage d'espèces côtières (MPO, 1999b). La répartition de la goberge dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est présentée à la Figure 5.41.

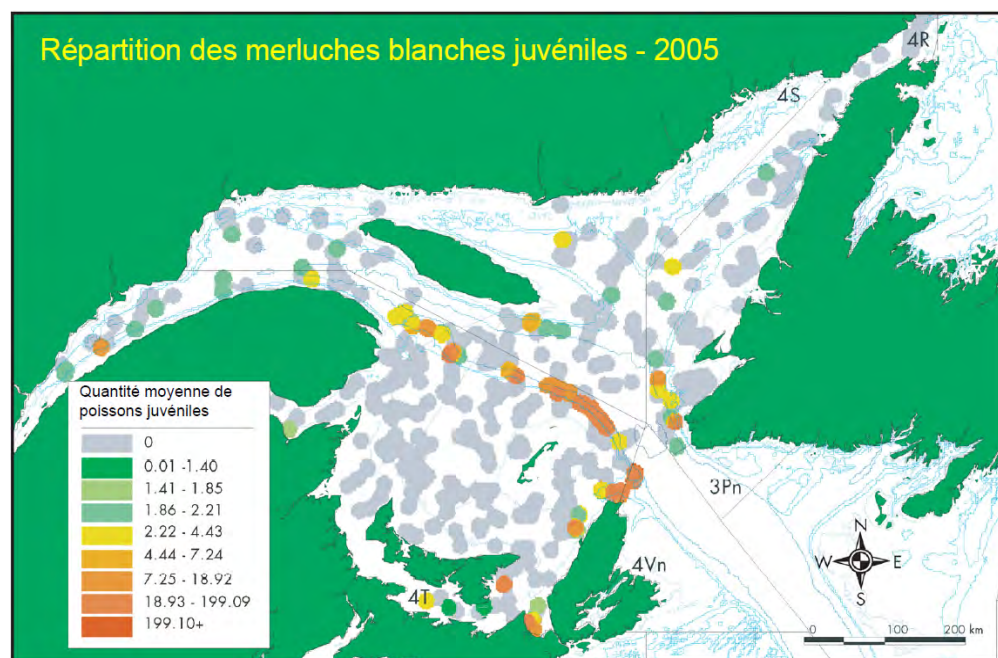


**Figure 5.41 Répartition de la baudroie d'Amérique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent**

## Merluche blanche

La merluche blanche est une espèce démersale que l'on retrouve dans la région du Middle Atlantic Bight jusqu'au Golfe. Le frai de la merluche blanche a lieu en eau libre à l'été, de juin à septembre (MPO, 2009m), et les œufs fécondés demeurent près de la surface. Ceux-ci éclosent dans un délai de trois à sept jours, et les larves demeurent dans la colonne d'eau en vue de se nourrir. Les jeunes migrent vers les habitats côtiers et l'on peut souvent les retrouver dans les peuplements de zostères, se nourrissant de crevettes et de polychètes. Les jeunes atteignent la maturité sexuelle entre deux et cinq ans. Les sources alimentaires pour les adultes comprennent la crevette, le krill et quelques types de poissons. Leurs longues nageoires pelviennes seraient utilisées pour ressentir les proies se trouvant dans les sédiments non consolidés où la merluche blanche vit souvent à l'âge adulte (MPO, 2009m). Les densités

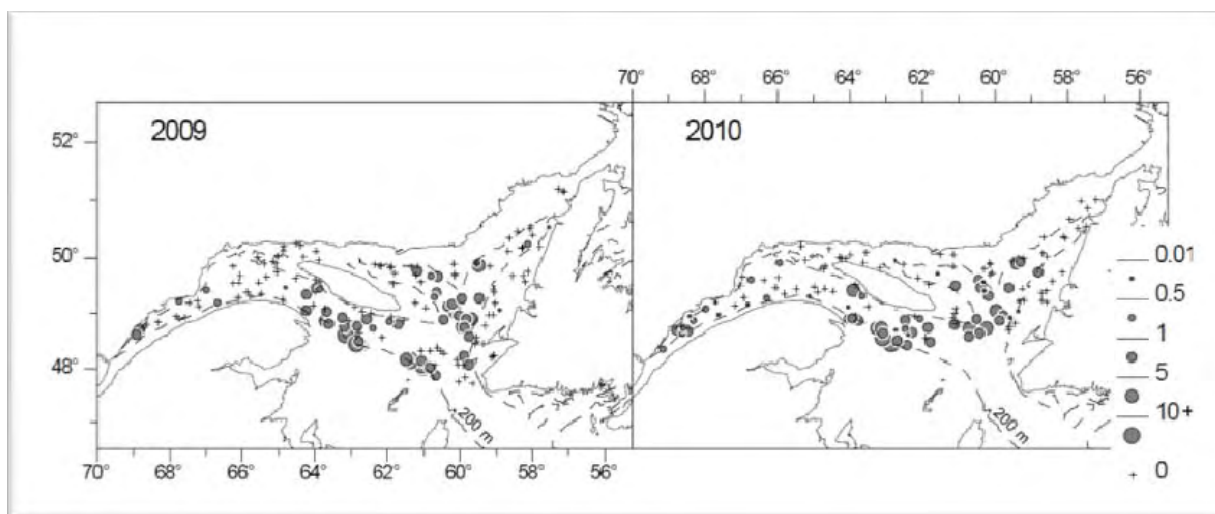
modélisées de jeunes merluches blanches (selon les données des relevés par navire scientifique du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.42.



Source : Ollerhead et Lawrence 2007.

**Figure 5.42 Répartition des jeunes merluches blanches, 2005**

La répartition de la merluche blanche dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est représentée à la Figure 5.43. Ces données ont été obtenues par le MPO au cours des relevés annuels au chalut réalisés pendant l'été (Bourdages et al. 2010).



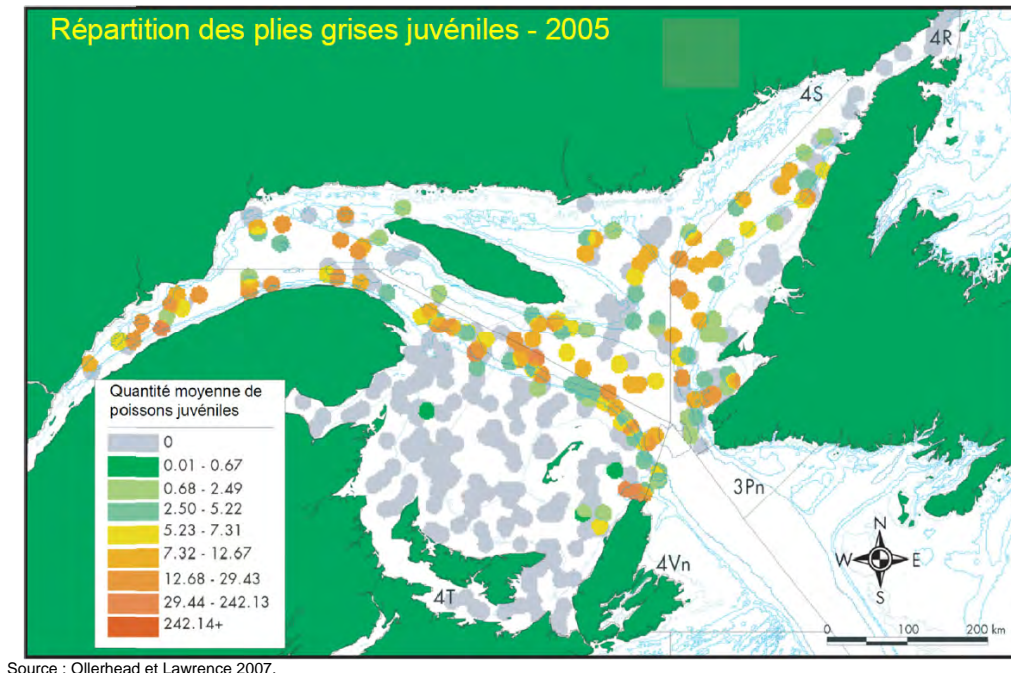
Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

**Figure 5.43 Répartition de la merluche blanche dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent**

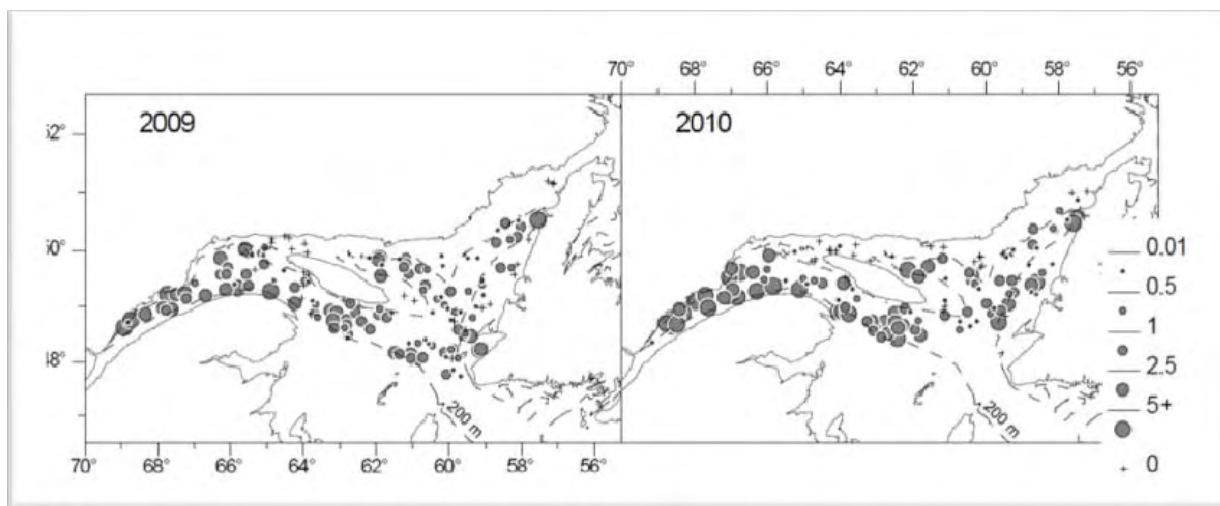
## Plie grise

La plie grise, également connue sous le nom de sole grise, est un poisson plat démersal que l'on retrouve dans les eaux profondes de l'Atlantique Nord, du sud du Labrador jusqu'au cap Hatteras en Caroline du Nord. De janvier à février, la plie grise se réunit avant le frai dans les eaux profondes de chenaux comme celles que l'on retrouve dans le chenal Laurentien, au sud-ouest de la Baie Saint-Georges. Le frai a lieu du printemps jusqu'à la fin de l'été (MPO, 2009n), et les œufs fécondés flottent et éclosent au bout de plusieurs jours (Cargnelli et al. 1999c). Les larves vivent de manière pélagique pour une période allant jusqu'à un an en se nourrissant de planctons, puis les jeunes se déposent au fond où ils s'implantent pour commencer leur vie démersale. Dans le Golfe, la plie grise migre vers les eaux profondes durant l'hiver, où celle-ci cesse de s'alimenter. Les densités modélisées de jeunes plies grises (selon les données des relevés par navire scientifique du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.44.

La plie grise se rencontre dans les eaux d'une profondeur allant jusqu'à 1 569 m au large des côtes de la Nouvelle-Écosse, bien qu'on la retrouve en plus forte abondance entre 185 m et 400 m (MPO, 2009n). La plie grise est sédentaire et semble migrer de façon très minimale, avec les populations se rassemblant dans des frayères (Cargnelli et al. 1999c). La petite tête et bouche de la plie grise limitent la taille des proies qu'elle peut consommer. Ses principales proies comprennent les vers marins, de petits crustacés et des mollusques (Cargnelli et al. 1999c). La répartition de la plie grise dans l'estuaire et dans le nord du Golfe est représentée à la Figure 5.45.



**Figure 5.44 Répartition des jeunes plies grises, 2005**

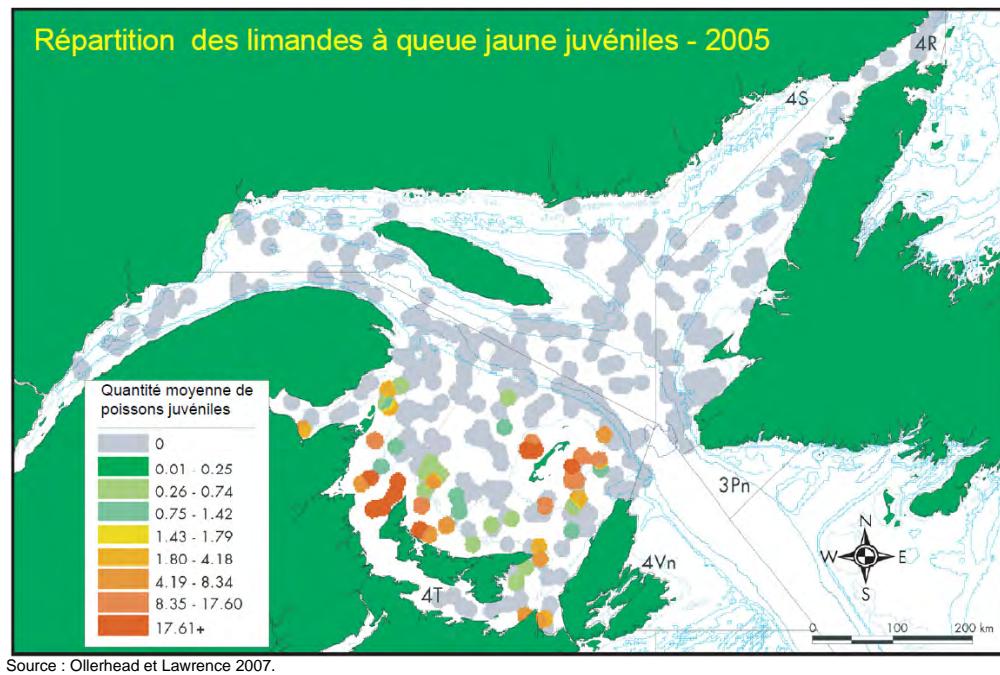


Source : Bourdages et al. 2010; les données sur la distribution sont présentées en pourcentage de prises (kg/trait de filet - 15 minutes)

**Figure 5.45 Répartition de la plie grise dans l'estuaire et dans le nord du golfe du Saint-Laurent**

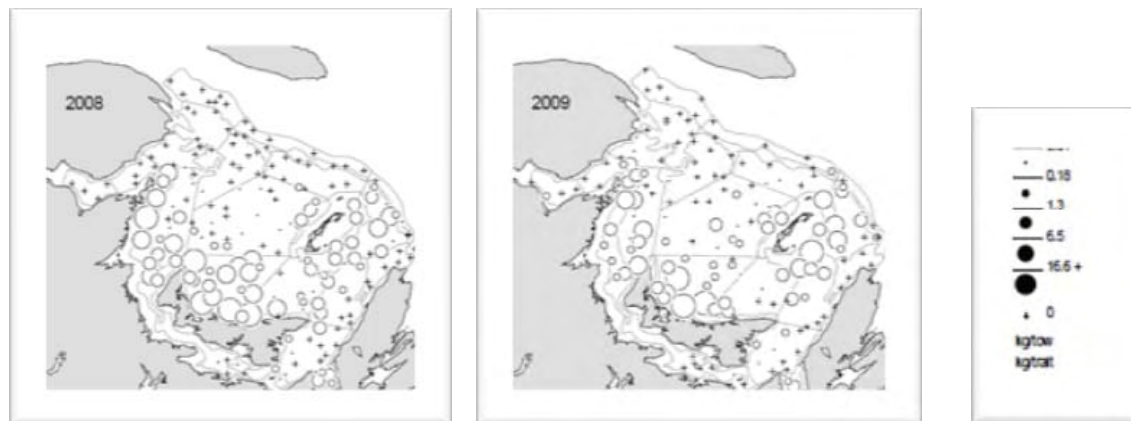
### Limande à queue jaune

La limande à queue jaune est un poisson plat démersal présent dans les eaux de la Baie de Chesapeake jusqu'au Labrador. La limande à queue jaune est répandue dans les eaux autour des îles de la Madeleine et dans les eaux côtières du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard et dans le détroit de Northumberland de la Nouvelle-Écosse (MPO, 2009o). Le frai a lieu sur ou près du plancher océanique du printemps jusqu'au début de l'été, de mai à juillet (Johnson et al. 1999). Les œufs fécondés flottent vers la surface, où ils dérivent pendant leur développement, puis éclosent environ cinq jours après la fécondation (MPO, 2009o). Les larves demeurent dans un état pélagique pendant une brève période, après laquelle elles redescendent. La limande à queue jaune atteint sa maturité après trois à cinq ans et vit en général dans les eaux d'une profondeur de moins de 100 m où le fond est composé de sédiments de sable et de vase (Johnson et al. 1999). On a récemment découvert que la limande à queue jaune quitte le fond et, à l'aide de courants de marée en mi-profondeur, se déplace d'une région à une autre. Toutefois, aucun schéma de migration clair n'a encore été découvert. Les adultes se nourrissent généralement de crustacés, de vers polychètes et d'amphipodes (MPO, 2009o). Les densités modélisées de jeunes limandes à queue jaune (selon les données des relevés par navire scientifique du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.46.



**Figure 5.46 Répartition de jeunes limandes à queue jaune, 2005**

La répartition de la limande à queue jaune dans le sud du Golfe, selon les données obtenues par le MPO au cours des relevés au chalut de fond (Hurlbut et al. 2010), est représentée à la Figure 5.47.



**Figure 5.47 Répartition de la limande à queue jaune dans le sud du golfe du Saint-Laurent**

## Raie épineuse

L'aire de répartition de la raie épineuse s'étend du Groenland jusqu'à la Caroline du Sud. On retrouve la raie épineuse à des profondeurs allant de 20 m jusqu'à plus 150 m et à des températures de  $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ces dernières années, la raie s'est concentrée le long du flanc et des bords profonds sud-ouest des Grands Bancs et on estime qu'environ 80 pour cent de la biomasse se trouve dans cette région (Kulka et al. 2004b). Le plus grand déclin dans l'abondance de raies épineuses est survenu dans l'extrémité nord de son territoire.

La raie épineuse se déplace rarement plus de 100 km et est considérée comme une espèce sédentaire. Cependant, il semble que la raie épineuse effectue une migration saisonnière depuis le plateau des Grands Bancs à l'hiver vers ses bords profonds et vers son flanc, puis qu'elle y retourne au début de l'été (Kulka et al. 2004b). Le sac à œufs est libéré à l'automne et à l'hiver et l'éclosion se produit environ six mois plus tard. Les jeunes raies sortent du sac à œuf en tant que poissons-nageurs. Ces jeunes se nourrissent de polychètes, de crabes, de buccins, de chabots, de sébastes, de lançons et d'aiglefin; le poisson étant la proie la plus importante pour les raies plus grandes (Scott et Scott, 1988). Les densités modélisées de jeunes raies épineuses (selon les données des relevés par navire scientifique du MPO) pour 2005 sont illustrées à la Figure 5.48.

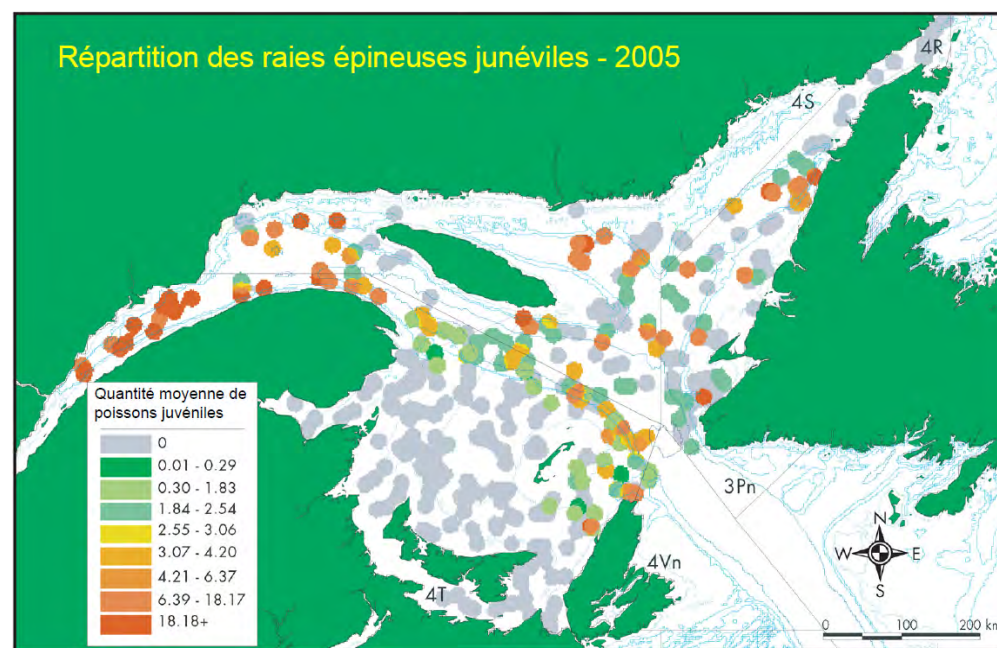


Figure 5.48 Répartition de jeunes raies épineuses, 2005

### 5.4.4 Périodes biologiquement fragiles

Les activités visées par le projet proposé se tiendront durant la saison sans glace. Par conséquent, les poissons qui fraient ou pouvant potentiellement fraier dans les environs de la zone visée par le PP 1105 au cours des périodes sans glace sont ceux qui suscitent les plus



fortes préoccupations quant aux interactions potentielles avec les activités du projet. Le frai annuel des principales espèces de poissons et de mollusques et crustacés commerciaux a lieu dans ou près de la zone visée par le PP 1105 (se référer au Tableau 5.11). Parmi les espèces de poissons du Golfe pour lesquels le frai ou la reproduction est prévu en dehors de la saison hivernale, on compte la plupart des poissons, dont le hareng de l'Atlantique, le Grenadier de roche, le Grenadier berglax, le grenadier du Grand Banc, la goberge, la merluche à longues nageoires, la merluche blanche, le sébaste, l'hameçon atlantique, l'hémitriptère atlantique, le loup à tête large, le loup atlantique et le loup tacheté (Scott et Scott, 1988; LGL 2005b; Rodger 2006; FishBase 2010). Les activités de frai varient, passant des eaux profondes préférées par les grenadiers et les loups (2006 Rodger; FishBase 2010), aux diverses profondeurs où la goberge fraie (environ 27 m à 91 m), à l'utilisation des éponges marines comme frayères par les hémitriptères atlantiques, et aux activités de frai estivales de la merluche blanche des grandes profondeurs (Rodger 2006). Le maquereau bleu se déplace vers la côte pour frayer au printemps, principalement dans le sud-ouest du Golfe, une zone se trouvant à l'extérieur de la zone d'intérêt pour ce projet (Rodger 2006). Quant à la morue, celle-ci fraie également au printemps, bien que la période de frai puisse s'étendre jusqu'au début de l'automne. Dans le sud-ouest du Golfe, le frai de la morue est généralement à son plus fort à la fin de juin, et ce, même si l'on observe une diversité importante des pointes de frai dans la population (Scott et Scott, 1988). La morue fraie également à différentes profondeurs, soit de 180 m à plus de 600 m (Rodger 2006). La plie grise est connue pour se regrouper en grandes concentrations avant le frai dans le chenal Laurentien (sud-ouest de Baie Saint-George) en janvier et février (MPO, 2010m). Selon les observations portant sur la maturité des poissons durant le regroupement de janvier précédant le frai dans le chenal Laurentien (MPO, 2010m), la pointe du frai dans cette région devrait avoir lieu à la fin du printemps ou au début de l'été.

Les zones potentiellement fragiles situées à proximité de la zone visée par le PP 1105, incluant notamment une zone de frai de la morue, une zone potentielle pour l'extrusion des larves du sébaste et une zone potentielle de reproduction du sébaste, font l'objet d'une discussion à la Section 5.7.2. Le sébaste est un poisson d'eau profonde ayant une croissance lente et une longue durée de vie, vivant habituellement à des profondeurs allant de 100 m à 700 m (MPO, 2010n). Ces poissons restent près du fond pendant la journée et se déplacent dans la colonne d'eau pour se nourrir pendant la nuit (Rodger 2006). Le sébaste est vivipare et lécithotrophe et sa reproduction a lieu par fécondation interne (LGL 2005b). Cela signifie que ces poissons donnent naissance à des jeunes vivants (Scott et Scott, 1988). Le sébaste s'accouple à l'automne, mais l'extrusion de la larve (c'est-à-dire la naissance du jeune vivant) ne se produit pas avant le printemps, généralement entre les mois d'avril et de juillet (LGL 2005b). Une hypothèse veut que les activités sismiques et de pêche causent un stress avant la libération des larves qui pourrait avoir une incidence sur la survie des larves du sébaste (LGL 2007). Le développement larvaire du sébaste, lequel précède l'extrusion larvaire, a lieu de février à juin (Scott et Scott, 1988). La zone visée par le PP 1105 ne chevauche pas physiquement la zone délimitée pour l'extrusion larvaire (LGL 2007). La désignation récente des populations de sébastes en eaux profondes du golf et du chenal Laurentien de même que la population de sébaste acadien de l'Atlantique en tant qu'espèces en voie de disparition par le COSEPAC confirme en outre que ces poissons sont considérés comme des espèces fragiles, très vulnérables à la mortalité due aux activités humaines (COSEPAC 2010b).

**Tableau 5.11 Résumé des périodes de frai et d'éclosion des principales espèces faisant l'objet d'une pêche commerciale avec le potentiel de survenance dans la zone visée par le PP 1105**

Nom commun	Nom latin	Jan.	Févr.	mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Flétan	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>												
Hareng	<i>Clupea harengus</i>												
Aiglefin	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>												
Maquereau bleu	<i>Scomber scombrus</i>												
Morue	<i>Gadus morhua</i>												
Flétan noir	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>												
Baudroie d'Amérique	<i>Lophius americanus</i>												
Goberge	<i>Pollachius virens</i>												
Sébaste (de l'Atlantique et acadien)	<i>Sebastes mentella/Sebastes fasciatus</i>												
Merluche blanche	<i>Urophycis tenuis</i>												
Plie grise	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>												
Limande à queue jaune	<i>Limanda ferruginea</i>												
Homard	<i>Homarus americanus</i>												
Crabe des neiges	<i>Chionoecetes opilio</i>												
Crevette nordique	<i>Pandalus borealis</i>												
Crabe commun	<i>Hemigrapsus sexdentatus</i>												
Buccin	<i>Buccinum undatum</i>												
Pétoncle	<i>potentiellement plusieurs espèces</i>												

Sources de données : Scott et Scott 1988; MPO 1997, 1998, 2000a, 2000b, 2002, 2006b, 2009h, 2009j, 2010d, 2010g; Cargnelli et al. 1999a, 1999b; LGL 2005b; Rodger 2006; NL DFA sans date B.

	Périodes potentielles de frai et d'éclosion.
	Regroupement dans le chenal Laurentien précédant le frai.
	Période de pointe prévue du frai.
	Période de reproduction.
	Chevauchement des périodes de frai et de reproduction.

Les principales espèces commerciales de mollusques à proximité de la zone visée par le PP 1105 représentent un éventail de périodes d'accouplement et de frai (Tableau 5.11). Le cycle de reproduction d'un homard dure environ deux ans. La fécondation des œufs a lieu généralement pendant l'été, et l'éclosion se produit de 9 à 12 mois après la fécondation (MPO, 2009i, 2009j). L'accouplement des crabes des neiges a généralement lieu entre les mois de février et mars, après quoi les couples migrent vers des eaux peu profondes au printemps. Le crabe femelle semble pondre ses œufs généralement vers la fin du mois d'octobre; ceux-ci se développent au cours de l'hiver, éclosent au printemps ou à l'été suivant et donnent naissance à des larves en suspension dans l'eau (MPO, 2000a). La crevette nordique mature s'accouple vers la fin d'automne ou le début de l'hiver, puis ses œufs éclosent au printemps (Rodger 2006).

Le frai du pétoncle a lieu à partir de la fin du mois d'août jusqu'au début de septembre. Les buccins vivent dans la plupart des types de fond, soit des eaux de bas niveau jusqu'à des profondeurs de plus de 50 m (Environnement Canada, 2009). Ils peuvent s'accoupler et frayer sur de longues périodes, de sorte que leurs activités de reproduction varient sur toute l'année.

## **5.5 Oiseaux marins**

Plusieurs espèces d'oiseaux marins vivent dans le golfe et celles-ci se divisent en quatre groupes :

- Oiseaux côtiers ou néritiques;
- sauvagines;
- oiseaux de rivage; et
- oiseaux hauturiers ou pélagiques.

Les oiseaux marins néritiques se nourrissent dans les petits fonds, notamment dans les plateaux, et retournent généralement sur la côte le soir. Ils regroupent les espèces telles que les cormorans, les goélands et les sternes.

Les espèces de sauvagines peuvent être divisées selon les groupes suivants : canards de mer, canards de baie et canards barboteurs. Toutes les espèces de sauvagines que l'on retrouve dans le Golfe (à l'exception des eiders) nichent près de l'eau douce. Les eiders nichent habituellement sur des îles côtières et élèvent leurs petits dans les eaux côtières. À l'extérieur de la saison de reproduction, on retrouve les canards de mer uniquement dans les eaux côtières. Ils se nourrissent souvent dans des zones exposées, comme dans les eaux autour des promontoires, mais ils peuvent également sillonner le rivage des baies abritées. Parmi les espèces de canards marins, on retrouve les eiders, macreuses, les hareldes kakawis et les arlequins plongeurs. À l'extérieur de la saison de reproduction, les canards de baie sillonnent les plans d'eaux douces ou les eaux côtières abritées telles que les baies et les estuaires. Parmi les espèces de canards de baie que l'on retrouve dans le Golfe, citons le fuligule milouinan, le petit garrot, le garrot à œil d'or et le harle huppé. On retrouve le canard barboteur le plus souvent dans les eaux douces peu profondes, mais ceux-ci sillonnent également les régions côtières très abritées telles que les marais salés et les estuaires. Le canard barboteur le plus commun du Golfe est le canard noir.

Les oiseaux de rivage nichent habituellement dans les milieux humides ou secs et la plupart d'entre eux nichent dans les zones intérieures, mais certaines espèces comme le chevalier semipalmé et le pluvier siffleur élèvent leurs petits dans des zones côtières. À l'extérieur de la saison de reproduction, la plupart des oiseaux de rivage sillonnent le long des plages, des vasières ou des marais salés côtiers, bien que phalaropes sillonnent généralement à la surface de la mer dans les zones où le plancton est présent à la surface grâce à la remontée d'eau. Parmi les espèces d'oiseaux de rivage les plus présentes dans le Golfe, on retrouve le bécasseau semipalmé, le pluvier semipalmé, le grand chevalier et le pluvier argenté.

Les oiseaux marins pélagiques se nourrissent dans les grands fonds et ne reviennent pas sur la côte pour se reposer. Ils retournent toutefois sur terre pour s'accoupler sur les falaises rocheuses et les îles. Les espèces d'oiseaux marins pélagiques communs que l'on trouve dans le golfe comprennent le fou de Bassan, le puffin majeur, le fulmar boréal, le guillemot marmette, le mergule nain, le macareux moine, l'océanite cul-blanc et le petit pingouin.

Les oiseaux marins néritiques et pélagiques peuvent être désignés ensemble à titre d'oiseaux marins; environ 18 espèces de ces oiseaux sont observées dans le Golfe. Les déversements accidentels d'hydrocarbures représentent l'effet néfaste potentiel le plus important associé à la prospection d'hydrocarbures pour les oiseaux marins. À cette fin, les oiseaux marins peuvent être classés en deux groupes selon leur vulnérabilité à la pollution par les hydrocarbures. Les oiseaux très vulnérables sont ceux qui passent beaucoup de temps sur l'eau, rendant plus probable un contact avec des hydrocarbures flottants. Les espèces très vulnérables présentent également un faible taux de reproduction de telle sorte que le rétablissement de leurs populations prend plus de temps que les événements de mortalité. Les oiseaux marins pélagiques considérés comme très vulnérables à la pollution pétrolière sont les guillemots, les mergules nains, les petits pingouins, les macareux moines, les fous de Bassan, les mouettes tridactyles et les fulmars boréaux. Les oiseaux marins néritiques considérés comme très vulnérables comprennent les huards et les grèbes. Certaines espèces comme les cormorans et les canards de mer sont très sensibles au mazoutage, mais affichent des taux de reproduction relativement élevés et sont en mesure de récupérer plus rapidement des événements de mortalité. Ces espèces sont classées comme vulnérables plutôt que très vulnérables. Les oiseaux marins tels que les océanites tempêtes, les sternes et les goélands passent relativement peu de temps sur l'eau et ne sont pas considérés comme vulnérables pour cette raison.

Une liste d'oiseaux marins susceptibles d'être présents dans la zone visée par le PP 1105 et au large de la côte ouest de Terre-Neuve est fournie au Tableau 5.12. Les lieux de nidification d'oiseaux marins vulnérables et les colonies de sternes font l'objet d'une discussion dans la Section 5.7.3 et 5.7.4.

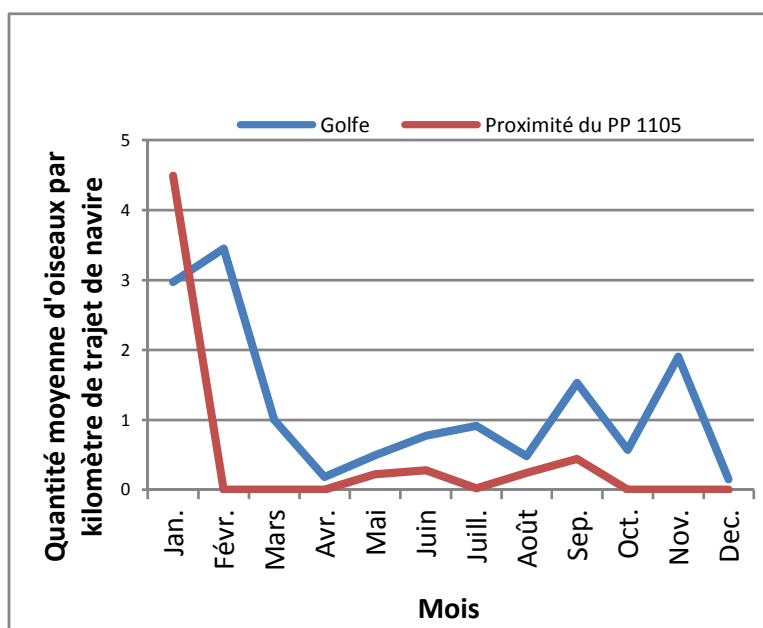
**Tableau 5.12 Oiseaux marins susceptibles d'être présents à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105 et au large de la côte ouest de Terre-Neuve**

Nom commun	Nom de l'espèce
<b>Sauvagine</b>	
Arlequin plongeur	<i>Histrionicus histrionicus</i>
Harelde kakawi	<i>Clangula hyemalis</i>
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>
Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>
Garrot à œil d'or	<i>Bucephala clangula</i>
Petit garrot	<i>Bucephala albeola</i>
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>
<b>Oiseaux de rivage</b>	
Bécasseau semipalmé	<i>Calidris pusilla</i>
Pluvier semipalmé	<i>Charadrius semipalmatus</i>
Grand chevalier	<i>Tringa melanoleuca</i>
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>
Chevalier semipalmé	<i>Tringa semipalmata</i>
Pluvier siffleur	<i>Charadrius melodus</i>
<b>Oiseaux marins pélagiques</b>	
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>
Puffin majeur	<i>Puffinus gravis</i>
Puffin fuligineux	<i>Puffinus griseus</i>
Fulmar boréal	<i>Fulmarus glacialis</i>
Guillemot marmette	<i>Uria aalge</i>
Mergule nain	<i>Alle alle</i>
Macareux moine	<i>Fratercula arctica</i>
Océanite cul-blanc	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>
Océanite de Wilson	<i>Oceanites oceanicus</i>
Petit pingouin	<i>Alca torda</i>
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Cormoran à aigrettes	<i>Phalacrocorax auritus</i>
Guillemot à miroir	<i>Cephus grylle</i>
Guillemot de Brünnich	<i>Uria lomvia</i>
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>
Goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
<b>Sternes</b>	
Sterne caspienne	<i>Sterna caspia</i>
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>
Sterne arctique	<i>Sterna paradisaea</i>
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>

## 5.5.1 Répartition saisonnière des oiseaux marins et de la sauvagine côtière en mer dans le golfe du Saint-Laurent

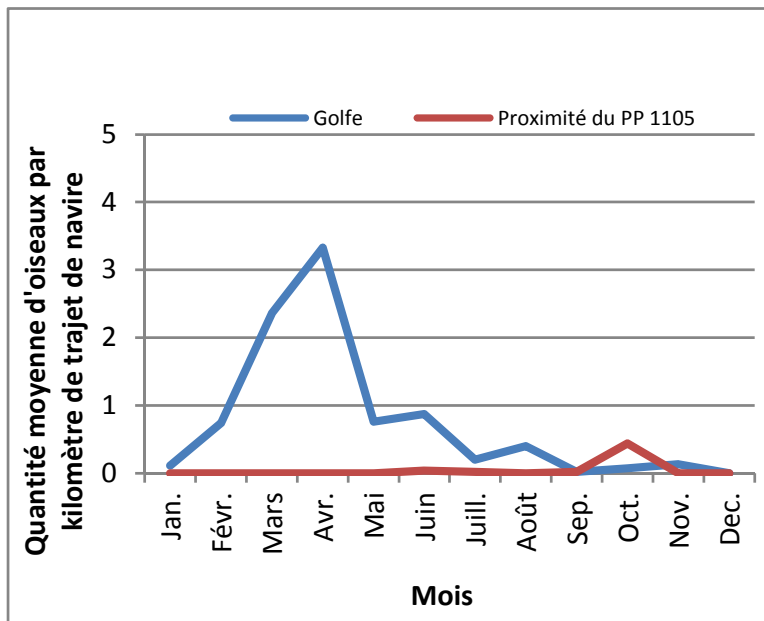
### 5.5.1.1 Oiseaux marins

L'abondance des différentes espèces d'oiseaux marins ou de la guildes d'oiseaux marins par mois dans le Golfe est présentée aux Figures 5.49 à 5.56. Ces données sont tirées des données recueillies au cours des années 1970 et 1980 (Lock et al. 1994) dans le cadre du PIROP (Programme intégré de recherches sur les oiseaux pélagiques). (Note : l'ensemble de données du PIROP est le plus grand ensemble de données disponibles décrivant la répartition et l'abondance des oiseaux marins sur l'océan. La base de données de l'ECSAS est plus récente mais inclut seulement trois ans de données comparativement à 20 années de données pour le PIROP; par conséquent les données du PIROP procurent encore de l'information pertinente. De plus, l'ensemble de données du PIROP peut être divisé en plusieurs unités plus petites afin de vérifier des schémas locaux d'abondance et de répartition des oiseaux marins. Les données de l'ECSAS ne sont pas présentées d'une manière qui permet d'étudier les sous zones dans le Golfe.



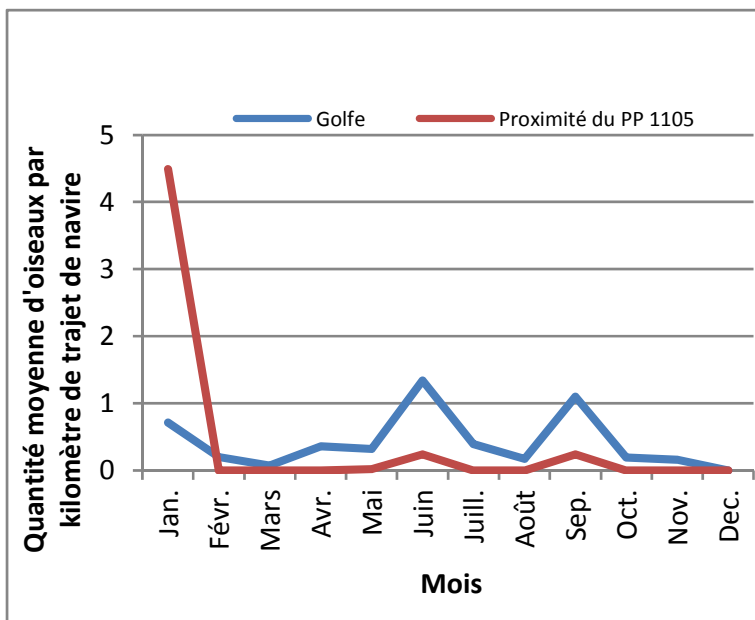
Source : Lock et al. 1994

**Figure 5.49 Abondance mensuelle d'oiseaux marins (mouettes tridactyles) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105**



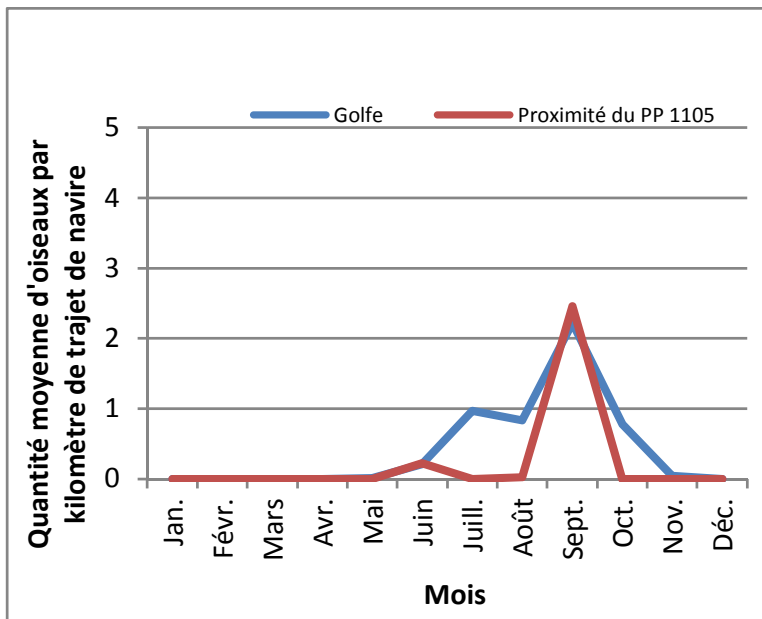
Source : Lock et al. 1994

**Figure 5.50** Abondance mensuelle d’oiseaux marins (grands pingouins) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105



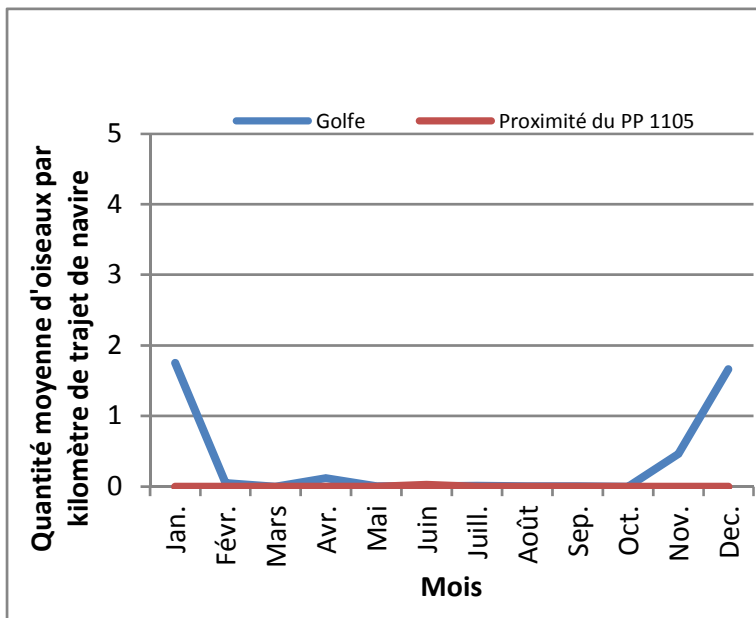
Source : Lock et al. 1994

**Figure 5.51** Abondance mensuelle d’oiseaux marins (fulmars boréaux) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105



Source : Lock et al. 1994

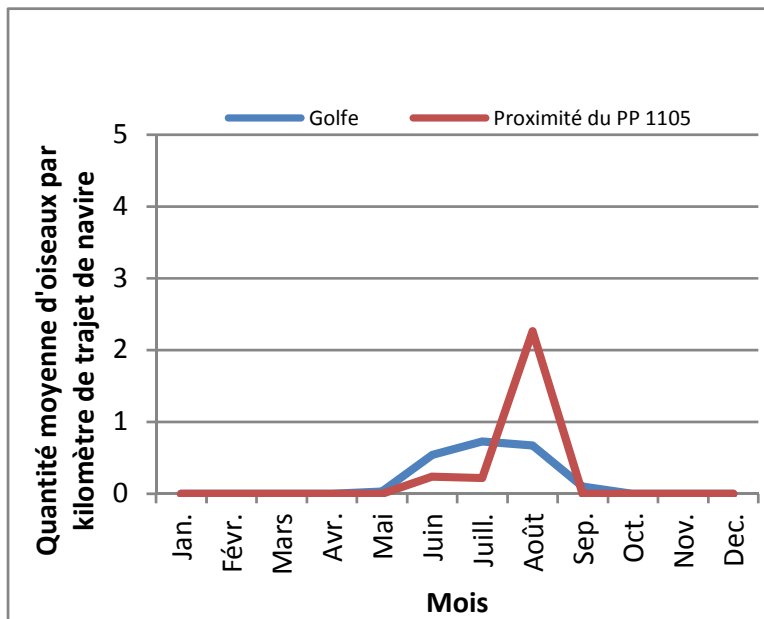
**Figure 5.52 Abondance mensuelle d'oiseaux marins (puffins majeurs) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105**



Source : Lock et al. 1994

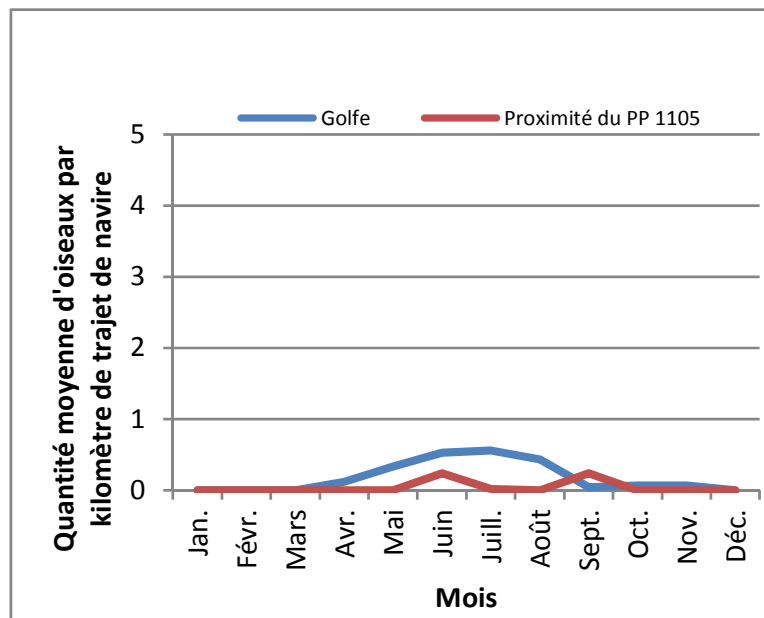
**Figure 5.53 Abondance mensuelle d'oiseaux marins (mergules nains) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105**





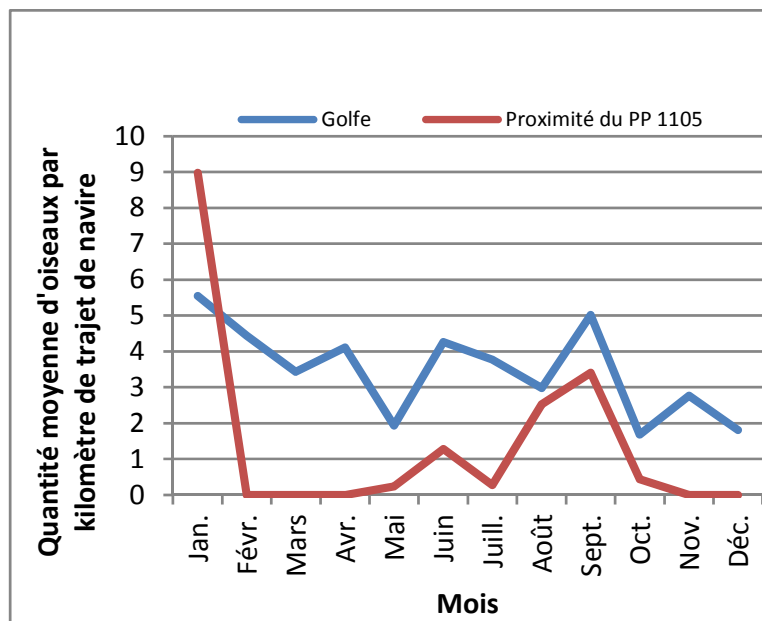
Source : Lock et al. 1994

**Figure 5.54** Abondance mensuelle d’oiseaux marins (océanites tempêtes) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105



Source : Lock et al. 1994

**Figure 5.55** Abondance mensuelle d’oiseaux marins (fous de Bassan) dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105



Source : Lock et al. 1994

**Figure 5.56 Abondance mensuelle de tous les oiseaux marins dans le golfe du Saint-Laurent et à proximité de la zone visée par le permis de prospection 1105**

La composition des espèces d'oiseaux marins pélagiques dans le Golfe varie selon les saisons. Au cours des mois de janvier et de février, la mouette tridactyle est l'espèce la plus souvent aperçue (Figure 5.49), mais vers la fin de l'hiver, son abondance diminue tandis que celle des grands pingouins (guillemot marmette, guillemot de Brünnich, petit pingouin et macareux moine) augmente (Figure 5.50). De mars à mai, le grand pingouin est l'espèce d'oiseaux marins la plus abondante dans le Golfe. L'abondance du grand pingouin atteint une pointe en avril puis décroît jusqu'en septembre, un mois durant lequel on retrouve très peu de grands pingouins.

En juin, le fulmar boréal est l'espèce d'oiseau de mer pélagique la plus abondante dans le Golfe. Le nombre de fulmars boréaux varie considérablement au cours de l'année, mais l'on observe deux périodes de forte abondance : juin et septembre (Figure 5.51).

Le puffin majeur est l'espèce d'oiseau de mer pélagique la plus abondante entre les mois d'août et d'octobre (Figure 5.52). Le puffin majeur se reproduit dans l'Atlantique Sud et passe l'hiver austral dans l'Atlantique Nord. Le puffin majeur est l'un des oiseaux les plus abondants dans les eaux au large de Terre-Neuve-et-Labrador durant l'été. Les concentrations de puffins majeurs dans le Golfe ne sont pas aussi élevées qu'ailleurs au Canada atlantique. Néanmoins, le puffin majeur est l'une des espèces d'oiseaux marins pélagiques les plus abondantes dans le golfe pendant l'été. Cet oiseau est présent dans le Golfe entre les mois de juin et novembre, et l'on observe les densités les plus élevées en septembre.

Le mergule nain est l'espèce d'oiseau de mer pélagique la plus abondante en novembre et décembre. Les mergules nains sont relativement peu nombreux dans le golfe pendant la majeure partie de l'année, mais leur densité atteint une pointe entre les mois de novembre et de janvier, et culmine en janvier (Figure 5.53). Les mergules nains nichent dans l'Extrême-

Arctique, et durant le printemps et l'été, la plupart d'entre eux migrent près de leurs colonies de reproduction au nord, de sorte que l'on retrouve de faibles densités de ces oiseaux dans le Golfe durant cette période.

L'océanite tempête (océanite cul-blanc et océanite de Wilson) est absent du golfe entre les mois d'octobre et d'avril (Figure 5.54). L'océanite tempête y retourne en mai et sa densité est au niveau le plus élevé en juillet. On attribue cette pointe au retour des océanites cul-blanc vers leurs colonies de reproduction et à l'afflux d'océanites de Wilson en provenance de l'hémisphère sud vers l'Atlantique Nord, où ils passeront l'hiver austral.

La tendance relative à l'abondance saisonnière du fou de Bassan est similaire. Les fous de Bassan sont absents du golfe entre les mois de décembre et de mars (Figure 5.55). Leur retour vers leurs colonies de reproduction dans le Golfe se fait graduellement en avril, et leur densité est au niveau le plus élevé en juillet. En septembre, la plupart des oiseaux ont quitté le golfe, bien qu'un petit nombre y demeurent jusqu'en décembre.

Des données plus récentes concernant l'abondance saisonnière des oiseaux marins ont été obtenues dans le cadre du programme Eastern Canadian Seabirds at Sea (ECSAS) d'Environnement Canada. Ces renseignements se rapportent à la répartition et à l'abondance par saison de neuf groupes d'oiseaux marins les plus communs (fulmar boréal, puffin, océanite tempête, fou de Bassan, goéland, mouette tridactyle, mergule nain, guillemot et autres alcidés) que l'on retrouve sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine, le golfe et les plateaux de Terre-Neuve et du Labrador, de mars 2006 à novembre 2009 (Fifield et al. 2009). Un résumé de ces données par groupe d'oiseaux marins et par saison est présenté au Tableau 5.12.

L'abondance des oiseaux marins dans le Golfe a été la plus élevée à l'automne (septembre et octobre) (Tableau 5.13). La présence d'un grand nombre de juvéniles commençant tout juste à voler dans les colonies d'oiseaux marins, ainsi que l'afflux de puffins majeurs hibernants en provenance de l'Atlantique Sud sont possiblement à l'origine de cette abondance. En comparaison, l'une des plus faibles abondances d'oiseaux marins a été observée à l'automne sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine et sur les plateaux de Terre-Neuve et du Labrador. Les données démontrent que cette situation est largement attribuable au fait qu'un grand nombre de fous de Bassan ne sont pas présents dans ces zones durant l'automne, mais que l'on retrouve une concentration plus élevée de puffins majeurs dans le Golfe au cours de cette même période plutôt que sur le plateau néo-écossais ou les Grands Bancs.

Globalement, l'abondance des oiseaux marins dans le Golfe a été à son plus faible durant les mois d'été (mai à août). Dans cette période, seule la moitié des oiseaux adultes nidifiant seront à la mer à tout moment donné, ce qui entraîne une baisse du nombre d'oiseaux observés. L'abondance des oiseaux marins sur le plateau néo-écossais et dans le Golfe du Maine et sur les plateaux de Terre-Neuve et du Labrador a également été relativement faible durant les mois d'été.

**Tableau 5.13 Densités (oiseaux/km<sup>2</sup>) à médiane pondérée (et étendue) par saison et par groupe d'oiseaux marins dans chacune des trois régions océaniques du Canada atlantique**

Espèces	Saison	Plateau néo-écossais et golfe du Maine	Golfe du Saint-Laurent	Plateaux de Terre-Neuve et du Labrador
Tous les oiseaux aquatiques	Printemps	7,92 (0,68 à 25,37)	3,10 (0,37 à 4,52)	14,30 (1,89 à 31,77)
	Été	8,30 (1,73 à 148,56)	5,27 (2,21 à 14,31)	11,51 (0,34 à 48,78)
	Automne	4,23 (0,97 à 21,18)	11,57 (7,41 à 12,11)	9,24 (0 à 46,73)
	Hiver	7,67 (4,39 à 29,44)	-	9,53 (2,31 à 45,12)
Fulmars boréaux	Printemps	0,75 (0 à 4,24)	1,19 (0 à 1,61)	1,00 (0 à 22,44)
	Été	0,15 (0 à 1,64)	0,64 (0 à 4,19)	0,48 (0 à 24,17)
	Automne	0,30 (0 à 3,31)	0,27 (0,17 à 0,39)	0,65 (0 à 7,59)
	Hiver	1,08 (0 à 12,37)	-	1,91 (0 à 36,77)
Puffins	Printemps	0 (0 à 0,46)	0 (0 à 0)	0 (0 à 6,30)
	Été	1,78 (0,29 à 84,02)	0,24 (0 à 0,87)	0,12 (0 à 16,39)
	Automne	2,20 (0 à 18,40)	5,06 (0,20 à 8,27)	0,80 (0 à 31,57)
	Hiver	0 (0 à 3,74)	-	0 (0 à 7,20)
Océanites tempêtes	Printemps	0 (0 à 1,36)	0,12 (0 à 0,12)	0,08 (0 à 6,66)
	Été	0,78 (0 à 12,74)	0 (0 à 0,21)	0,17 (0 à 8,46)
	Automne	0,02 (0 à 1,47)	0 (0 à 0)	0,26 (0 à 4,41)
	Hiver	0 (0 à 0)	-	0 (0 à 0,04)
Fous de Bassan	Printemps	0,40 (0 à 1,03)	0,94 (0 à - 0,94)	0 (0 à 2,75)
	Été	0 (0 à 1,69)	0,42 (0 à 1,37)	0 (0 à 3,31)
	Automne	0,19 (0 à 2,83)	2,42 (0,88 à 2,42)	0 (0 à 0,83)
	Hiver	0,04 (0 à 0,22)	-	0 (0 à 0)
Goélands	Printemps	1,22 (0 à 21,33)	0,34 (0 à 0,64)	0,74 (0 à 23,43)
	Été	0,08 (0 à 8,39)	0,40 (0,16 à 1,70)	0,16 (0 à 9,38)
	Automne	0,58 (0 à 2,86)	0,93 (0,28 à 0,93)	0,13 (0 à 4,51)
	Hiver	0,62 (0 à 2,31)	-	0,95 (0 à 20,83)
Mouettes tridactyles	Printemps	0,06 (0 à 3,74)	0,50 (0 à 0,50)	0,72 (0 à 7,06)
	Été	0 (0 à 0,76)	0,14 (0 à 2,34)	0,38 (0 à 7,87)
	Automne	0,11 (0 à 1,39)	0,79 (0,15 à 5,81)	0,05 (0 à 14,81)
	Hiver	1,96 (0 à 21,31)	-	2,45 (0 à 19,93)
Mergules nains	Printemps	0,71 (0 à 36,98)	0 (0 à 0)	0,59 (0 à 32,10)
	Été	0 (0 à 2,68)	0 (0 à 0,25)	0,18 (0 à 47,62)
	Automne	0 (0 à 0,25)	0,10 (0,10 à 4,37)	0,20 (0 à 35,76)
	Hiver	2,13 (0 à 10,93)	-	0,93 (0 à 11,20)
Guillemots	Printemps	0,88 (0 à 4,37)	0,74 (0 à 2,33)	3,73 (0 à 12,49)
	Été	0,06 (0 à 2,60)	0,65 (0 à 4,62)	1,79 (0 à 46,57)
	Automne	0 (0 à 0,14)	0 (0 à 0,11)	0,07 (0 à 11,59)
	Hiver	0,61 (0 à 7,71)	-	3,05 (0 à 15,21)
Autres alcidés	Printemps	0,14 (0 à 1,53)	0,20 (0 à 0,20)	0,25 (0 à 9,36)
	Été	0,04 (0 à 0,91)	0,11 (0 à 4,03)	0,13 (0 à 13,06)
	Automne	0,05 (0 à 0,65)	0,04 (0,04 à 1,12)	0 (0 à 3,16)
	Hiver	0,37 (0 à 4,69)	-	0,36 (0 à 3,45)

Source : Fifield et al. (2009).

Les données de l'ECSAS démontrent que le fulmar boréal, le fou de Bassan et le guillemot sont les espèces d'oiseaux marins les plus abondantes dans le Golfe au cours du printemps (mars et avril). Les données du printemps tirées des données recueillies dans le cadre du PIROP démontrent que le grand pingouin (incluant les guillemots), la mouette tridactyle et le fulmar boréal sont, de manière globale, les espèces les plus abondantes dans le Golfe. Sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine et sur les plateaux de Terre-Neuve et du Labrador, le fulmar boréal et le guillemot sont également des espèces d'oiseaux marins abondantes au printemps; le fou de Bassan n'y est toutefois pas abondant dans ces régions, probablement en raison du fait que 70 pour cent des fous de Bassan des eaux canadiennes nichent dans le Golfe. Les goélands sont les oiseaux marins les plus abondants dans la région du plateau néo-écossais et du golfe du Maine au printemps.

Les données de l'ECSAS démontrent que le guillemot, le fulmar boréal et le fou de Bassan sont les espèces d'oiseaux marins les plus abondantes dans le Golfe pendant les mois d'été, de mai à août (Tableau 5.13). Les données du PIROP démontrent que la mouette tridactyle, le grand pingouin et le fulmar boréal sont les oiseaux marins les plus abondants dans le Golfe pendant les mois d'été. Sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine et sur les plateaux de Terre-Neuve et du Labrador, le fulmar boréal et le guillemot sont également des espèces d'oiseaux marins abondants durant l'été; le fou de Bassan n'y est toutefois pas observé dans ces régions, puisque celles-ci sont situées loin des plus grandes colonies de reproduction. Les puffins sont les oiseaux marins les plus abondants dans la région du plateau néo-écossais et du golfe du Maine à l'été.

Pour ce qui est de l'automne, les données de l'ECSAS démontrent que le puffin majeur, le fou de Bassan, le goéland et la mouette tridactyle sont les espèces les plus abondantes. Les données de l'automne pour les régions océaniques du plateau néo-écossais et du golfe du Maine et des plateaux de Terre-Neuve et du Labrador démontrent la présence d'une population similaire de puffins majeurs et de goélands durant cette période; toutefois, la population de fous de Bassan et de mouettes tridactyles s'est avérée faible par rapport aux autres oiseaux marins dans ces zones. Le Golfe est une aire de nidification importante pour le fou de Bassan et la mouette tridactyle. De ce fait, le grand nombre de ces espèces dans le Golfe à l'automne est possiblement composé de juvéniles commençant tout juste à voler et d'adultes s'attardant dans le Golfe avant la migration. Les données du PIROP démontrent que le puffin majeur, la mouette tridactyle et le fulmar boréal sont les espèces les plus abondantes. Il est à noter que les goélands ne sont pas l'une des guildes d'oiseaux marins présentées dans les données du PIROP. Les modèles relatifs à l'abondance saisonnière des deux ensembles de données sont similaires, sans toutefois être identiques. Il n'est pas possible de déterminer avec certitude si les différences entre les deux ensembles de données sont attribuables à des changements dans l'abondance relative des espèces d'oiseaux marins ou à des différences dans la façon dont les données ont été recueillies ou traitées.

#### **5.5.1.2 Sauvagine côtière**

L'eider à duvet est la seule espèce de sauvagine présente en grand nombre dans les eaux côtières du Golfe pendant la saison de reproduction. Pendant cette période, on retrouve les eiders dans la plupart des eaux côtières, mais certaines zones accueillent un nombre relativement important de couples reproducteurs d'eiders. La zone affichant la plus grande concentration de couples reproducteurs d'eiders couvre la Côte-Nord du Québec, de l'archipel

de Mingan aux Îles-Sainte-Marie, et le long de la rive nord et la pointe orientale de l'île d'Anticosti. Parmi les autres zones dans lesquelles on retrouve des concentrations relativement élevées de couples reproducteurs d'eiders, on compte la pointe orientale de la Péninsule de la Gaspésie, la côte du Nouveau-Brunswick et la portion de la Côte-Nord du Québec qui s'étend de l'archipel de Mingan à Sept-Îles. À l'ouest de Terre-Neuve, les îles de St. John Bay au nord de Port aux Choix accueillent un grand nombre d'eiders. Durant la migration automnale, les eiders sont les plus abondants le long de la Côte-Nord du Québec entre Sept-Îles et les Îles-Sainte-Marie ainsi que le long du rivage de l'île d'Anticosti.

Pendant la migration printanière suivant le déglacement du Golfe, la sauvagine côtière (toutes les espèces) est la plus fortement concentrée le long de la Côte-Nord du Québec entre Sept-Îles et les Îles-Sainte-Marie, le long de la rive nord de l'île d'Anticosti et dans la partie intérieure de la Baie-des-Chaleurs. On retrouve également des zones locales ayant une forte concentration de sauvagines côtières dans les baies et les estuaires du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard et de Péninsule de la Gaspésie.

Pendant l'été, la sauvagine côtière (toutes les espèces) n'est pas observée en abondance dans le Golfe. On a tendance à retrouver les zones ayant une forte concentration de sauvagines côtières le long de la Côte-Nord du Québec entre Sept-Îles et l'archipel de Mingan, le long des côtes de la Péninsule de la Gaspésie et à des endroits dispersés le long de la rive nord du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse.

Durant l'automne, on dénote des concentrations de sauvagines côtières (toutes les espèces) dans des petites zones dispersées de baies abritées et d'estuaires partout dans la moitié ouest du Golfe. Les sauvagines côtières se concentrent fortement en Nouvelle-Écosse entre la baie Amet et la Baie Verte, le long de la côte sud de l'Île-du-Prince-Édouard et le long de la Côte-Nord du Québec à des endroits dispersés entre Sept-Îles et l'archipel de Mingan.

Durant l'hiver, la couverture de glace dans le golfe est très variable; par conséquent, la répartition de la sauvagine côtière peut varier considérablement d'une année à l'autre. Les données du recensement pour l'hiver sont uniquement disponibles pour la moitié ouest du golfe. En général, pendant les mois d'hiver, il est possible de retrouver de grandes concentrations de sauvagines côtières le long de la Côte-Nord du Québec entre Sept-Îles et l'archipel de Mingan, le long des côtes de l'île Anticosti et le long de la pointe orientale de la Péninsule de la Gaspésie.

## **5.5.2 Répartition saisonnière des oiseaux marins et des sauvagines côtières**

### **5.5.2.1 Oiseaux marins**

L'abondance des différentes espèces d'oiseaux marins ou de la guildes marins par mois dans le Golfe est présentée aux Figures 5.49 à 5.56. Ces données sont compilées dans des blocs d'étude d'approximativement 25 000 km<sup>2</sup>. Le site du PP 1105 est situé près de la limite sud d'un des blocs d'étude. Les données mensuelles sur les oiseaux marins pour ce bloc d'étude, de même que le bloc d'étude dans la partie sud, ont été utilisées pour fournir une description de l'utilisation du secteur d'intérêt par les oiseaux marins pélagiques. C'est en janvier que l'on retrouve les concentrations d'oiseaux marins les plus élevées (Figure 5.56). La mouette tridactyle et le fulmar boréal (Figures 5.49 et 5.51, respectivement) sont les espèces les plus

abondantes à cette période de l'année et ce sont les seuls oiseaux marins pélagiques enregistrés dans le secteur. La couverture de glace dans le Golfe est discutée à la Section 4.2.6. Une grande partie du Golfe est généralement couverte de glace à la fin de janvier et les oiseaux marins semblent se concentrer dans les eaux libres. Le site du PP 1105 est situé dans un secteur qui a comme date moyenne de prise des glaces le 29 janvier (Section 4.2.6; Figure 4.25). Aucune donnée sur l'étude n'est disponible pour février, mars et avril. En mai, la mouette tridactyle et le fulmar boréal sont toujours les seuls oiseaux marins pélagiques enregistrés, les mouettes tridactyles étant les espèces les plus abondantes.

Les mouettes tridactyles sont encore les espèces les plus abondantes en juin (Figure 5.49); cependant, les sept espèces d'oiseaux marins ou de guildes pour lesquelles des données ont été enregistrées sont présentes aux alentours du site du PP 1105 (Figures 5.50 à 5.55). Parmi les autres espèces qui sont relativement communes à ce moment, il y a le fulmar boréal (Figure 5.49), le fou de Bassan (Figure 5.55), le pétrel océanite (Figure 5.54) et le puffin majeur (Figure 5.52). La grande richesse d'espèces d'oiseaux marins à cette période est attribuable à plusieurs facteurs. Les oiseaux marins qui s'accouplent dans le Golfe y sont déjà arrivés et ont commencé à nicher. Les espèces qui s'accouplent le plus dans le Haut-Arctique sont le mergule nain et le fulmar boréal qui migreraient encore par le Golfe. Les espèces qui s'accouplent dans le Sud de l'Atlantique, mais qui migrent vers le nord de l'Atlantique durant l'hiver austral, tels que le puffin majeur et le pétrel océanite de Wilson, commenceraient à arriver dans le Golfe en juin.

L'abondance d'oiseaux marins pélagiques diminue substantiellement en juillet, tout comme le nombre d'espèces d'oiseaux marins présentes (Figure 5.56). Les espèces enregistrées durant le mois de juillet comprennent les pétrels océanites de Wilson, les fous de Bassan, les mouettes tridactyles et les gros pingouins. Les pétrels océanites de Wilson sont l'espèce la plus abondante en juillet (Figure 5.54). De nombreux oiseaux marins nourrissent les oisillons en juillet et il est probable que les adultes sont à la recherche de nourriture plus fréquemment dans les secteurs adjacents aux sites des colonies d'oiseaux, ce qui expliquerait la réduction de l'abondance d'oiseaux marins dans les secteurs éloignés des sites de colonies d'oiseaux tels que le site du PP 1105. De plus, seulement la moitié des oiseaux adultes seraient en mer à la recherche de nourriture tandis que l'autre moitié s'occuperait des oisillons.

On a observé que les pétrels océanites de Wilson étaient l'espèce de guildes pélagique la plus abondante en août (Figure 5.54). L'abondance des oiseaux marins pélagiques augmente de façon substantielle en août; toutefois, la diversité d'espèces demeure faible. Les pétrels océanites de Wilson, les mouettes tridactyles et les puffins majeurs sont les seules espèces ou guildes enregistrées en août. La plus grande abondance d'oiseaux marins pélagiques en août peut être attribuable aux entrées massives de puffins majeurs et de pétrels océanites de Wilson migrant dans le Golfe.

L'abondance des oiseaux marins pélagiques continue d'augmenter en septembre, tout comme le nombre d'espèces d'oiseaux marins ou de guildes présentes. Les puffins majeurs sont l'espèce la plus abondante en septembre (Figure 5.52). Les autres espèces enregistrées à cette période sont la mouette tridactyle, le fulmar boréal, le fou de Bassan et le gros pingouin. L'augmentation de l'abondance d'oiseaux marins et de la diversité d'espèces à cette période est probablement attribuable à plusieurs facteurs, notamment l'entrée continue de fous de Bassan en hivernage et la cessation de la nidification chez les colonies d'oiseaux marins,

donnant ainsi une répartition plus étendue des adultes et des jeunes de ces espèces dans le Golfe. Le détroit de Cabot servirait de couloir de migration pour les oiseaux marins quittant le Golfe pour l'océan Atlantique, augmentant ainsi le nombre d'oiseaux marins présents.

L'abondance d'oiseaux marins et de la diversité d'espèces diminue de façon substantielle en octobre. Les gros pingouins sont la seule espèce enregistrée dans les ensembles de données du PIROP dans le secteur du projet (Figure 5.50). De nombreux oiseaux marins tels que, les puffins majeurs, les pétrels océaniques et les fous de Bassan migreraient du Golfe à cette période. De plus, le niveau d'effort mentionné dans le programme d'échantillonnage du PIROP diminue également à cette période, ce qui explique que l'on détecte moins d'oiseaux marins.

Les données sur la présence accidentelle d'oiseaux marins ont été recueillies dans le cadre du programme d'étude sur les géorisques réalisé entre le 12 et le 15 octobre 2010 (LGL 2010). Cette étude indiquait que les oiseaux marins étaient rares dans le secteur faisant l'objet de l'étude à cette période. Huit espèces ont été enregistrées au cours de l'étude : le puffin majeur, la mouette tridactyle, le fulmar boréal, le fou de Bassan, le guillemot, le goéland marin, le goéland argenté et la sterne. La composition des espèces d'oiseaux marins pélagiques enregistrées à l'occasion de cette étude est identique à celle enregistrée dans le cadre des études du PIROP pour le mois de septembre. Aucune donnée sur le PIROP n'était disponible pour novembre ni pour décembre.

Les tendances de l'abondance de tous les oiseaux marins observés sur le site du PP 1105 suivent plus ou moins celles dans le Golfe, les plus importantes abondances étant observées en janvier, juin et septembre.

#### **5.5.2.2 Sauvagine côtière**

La sauvagine côtière utilise les habitats sublittoraux et on ne s'attend pas à la voir sur une base régulière dans les secteurs au large des côtes, tels que celui du PP 1105. On a constaté que la sauvagine migratrice passerait dans le secteur et il est possible qu'elle se repose à l'occasion sur les eaux dans ce secteur.

#### **5.5.3 Tendances à long terme des oiseaux marins nicheurs**

Les oiseaux marins nichant dans les refuges sur la rive nord du Golfe font l'objet d'un contrôle environ tous les cinq ans depuis la création de sanctuaires d'oiseaux migrateurs dans cette région en 1925 (p. ex., Rail et Chapdelaine 2004; Rail et Cotter 2007). Le Service canadien de la faune (SCF) entreprend ce recensement de 15 espèces d'oiseaux marins afin de détecter les changements dans les niveaux de répartition et de population et pour orienter les prochaines activités de recherche et de gestion. Des données sur les trois derniers recensements (1993, 1998-1999 et 2005) sont présentées au Tableau 5.14.



**Tableau 5.14 Recensement des oiseaux marins (nombre d'individus) dans les sanctuaires d'oiseaux sur la rive nord du golfe du Saint-Laurent (1993, 1998-1999 et 2005)**

Espèces	Ile du Corossol			Betchouane			Watshishou			Ile a la Brume			Baie des Loups			Iles aux Perroquets			Iles Sainte-Marie			Gros Mecatina			Baie de Brador			Total				
	1993 <sup>1</sup>	1998 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1998 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1998 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>	1993 <sup>1</sup>	1998-1999 <sup>1</sup>	2005 <sup>2</sup>		
Eider à duvet	1,010	1,162	1,960	4,872	3,088	5,596	444	47,541	110,241	1,072	916	1,004	1,392	2,090	3,898	560	484	866	1,198	578	1,218									14,548	13,072	25,570
Piégeon à gorge rouge										2	2	2	10	12	6	10	24	28	44	42	54		2	2						66	82	92
Océanite cul-blanc	1,614	718											226																1,840	718	-	
Cormoran à aigrettes	1,278	950	312				714	1,078	1,688										1,480	802	1,300								3,472	2,830	3,346	
Grand cormoran																14	2		78	326	46		2						78	342	48	
Goéland à bec cerclé							443	54	28	41	48	76						1,242											104	484	1,344	
Goéland argenté	1,224	1,968	1,278	1,006	950	1,004	443	831	833	164	202	454	404	391	527	174	187	169	860	342	206		59	166	83	58	175	4,879	4,988	4,812		
Goéland marin	662	1,160	658	112	122	156	338	185	176	28	22	52	320	206	239	96	95	106	518	385	169		46	35	210	206	279	2,284	2,427	1,870		
Mouette tridactyle	5,898	3,384	3,318	144	170	146										120	22	14	132	182	516		40				58	6,294	3,856	3,994		
Sterne caspienne											3																	-	-	3		
Sterne pierregarin/arctique							260	38	331	113	46	55	34	32	15	72	65	81	66	96	49		100	1,789			17	4	545	394	2,324	
Guillemot marmette	280	316	522			128							8	32	187	5,233	3,593	1,598	25,308	26,156	12,131		13	67			14	244	30,829	30,124	14,877	
Petit pingouin	589	815	2,197	142	244	328		8		8	8		241	990	1,062	3,113	2,046	5,555	3,342	7,220	8,964		388	192	954	2,622	4,174	8,389	14,341	22,472		
Guillemot à miroir	99	223	321				13	43	21	74	30	25	75	64	16	47	124	76	101	167	223				2		2	411	788	924		
Macareux moine		3	6	276	324	524							13,834	8,318	1,774	3,354	1,585	620	5,650	3,020	2,208		103	123	23,570	15,780	20,080	46,684	29,133	25,335		

Source : <sup>1</sup>Rail and Chapdelaine 2004; <sup>2</sup>Rail and Cotter 2007

Pour chacune des trois dernières périodes de recensement, 4 des 15 espèces qui ont fait l'objet d'un contrôle représentent 80 p. 100 de la population de tous les oiseaux marins sur la rive nord, notamment l'eider à duvet, le guillemot marmette, le petit pingouin et le macareux moine. Cette source de données à long terme indique une forte augmentation dans l'abondance d'eiders à duvet, doublant presque dans la plupart des sanctuaires sur la rive nord du Golfe depuis 1998-1999, après une légère diminution au début des années 1990. L'abondance de petits pingouins a montré une augmentation similaire, doublant presque entre chacune des trois dernières périodes de recensement de 8 389 en 1993 à 22 472 en 2005. Les sternes pierregarins et les sternes arctiques ont quadruplé en abondance, passant de 545 en 1993 à 2 324 en 2005. Par contre, certaines des plus grandes colonies de guillemots marmettes et de macareux moines ont inexplicablement et substantiellement diminué entre les périodes de recensement de 1993 et 2005. La diminution substantielle des mouettes tridactyles entre 1993 et 1998-1999 avait cessé en 2005. Aucune océanite cul-blanc n'a été observée en 2005, après avoir connu une forte diminution entre les périodes de recensement de 1993 et de 1998-1999.

En Gaspésie, les colonies d'oiseaux marins ont également fait l'objet de contrôles par le SCF depuis 1979. Les résultats des trois premières périodes de recensement (1979, 1989 et 2002; tels que publiés par Cotter et Rail (2007)) sont présentés au Tableau 5.15. Au total, 14 espèces d'oiseaux marins ont été enregistrées sur 59 lieux de reproduction dans la péninsule gaspésienne durant les périodes de recensement. Pour chacune des périodes de recensement, trois espèces représentaient plus de 75 p. 100 de la population totale d'oiseaux marins : les fous de Bassan, les mouettes tridactyles et les guillemots marmettes. Les guillemots marmettes étaient également abondants sur la rive nord (Tableau 5.14).

Les populations d'eiders à duvet en Gaspésie affichent des augmentations pour la période ayant fait l'objet d'un contrôle, conformes aux constatations faites lors du contrôle effectué sur la rive nord (allant de 41 paires en 1979 à 235 paires en 2002). On a constaté que le nombre de cormorans à aigrettes et de goélands marins avait augmenté de façon importante dans les années 1980. Cette stabilisation de la population a été observée chez d'autres populations de goélands marins en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick (Boyne et Beukens 2004; Boyne et Hudson 2002) et sur la rive nord du Golfe de 1993 à 2005 (Rail et Cotter 2007). Ces mêmes études indiquaient des diminutions des populations de goélands marins dans ces régions au cours de la même période. Une tendance régulière à la hausse chez les guillemots à miroir a été observée, ce qui est conforme aux augmentations signalées dans les sanctuaires de la rive nord (Tableau 5.14). Le goéland à bec cerclé a d'abord été signalé dans les provinces maritimes en 1965 (Lock et al. 1994); il était absent lors du contrôle effectué en 1979 à Gaspé, mais il a connu une augmentation, passant de 21 paires en 1989 à 1 663 paires en 2002. Cette espèce est en hausse dans d'autres régions des alentours qui ont fait l'objet d'un contrôle (Boyne et Hudson 2002; Rail et Cotter 2007).

On a constaté une importante diminution chez les populations de sternes pierregarins entre les périodes de recensement de 1989 et 2002, après une période précédente de croissance de la population. À l'île du Prince-Édouard, la population indiquait une diminution similaire au cours de la même période (Boyne et McKnight 2006, dans Cotter et Rail 2007). Ailleurs, les populations de sternes pierregarins étaient stables, augmentant de 1990 à 2000, comme sur les Îles-de-la-Madeleine (SCF, données non publiées, dans Cotter et Rail 2007), les sanctuaires de la rive nord (Rail et Cotter 2007) et le Nouveau-Brunswick (Boyne et al. 2006, dans Cotter et Rail 2007).



Le goéland argenté est la seule espèce mentionnée dans le recensement auquel on a procédé à Gaspé qui montrait une diminution uniforme pour la période allant de 1979 à 2002. On a constaté que le nombre et la taille des colonies diminuaient. Cette observation est conforme au contrôle effectué dans d'autres secteurs du Golfe (Boyne et Hudson 2002; Boyne et Beukens 2004). On pense que les activités de pêche de la morue ont fourni une source de nourriture anthropique, ce qui a produit une période d'expansion de la population jusqu'à la fin des années 1980, quand la pêche de la morue a chuté. Il est possible que le déclin de l'abondance soit un retour à une population plus normale ou naturelle (Cotter et Rail 2007).

## 5.6 Mammifères marins et tortues de mer

Les mammifères marins présents dans le Golfe sont sous-divisés en deux ordres : les pinnipèdes (phoques) et les cétacés (baleines, dauphins et marsouins). Au total, 22 espèces de mammifères marins et de tortues de mer se trouvent dans le Golfe (LGL 2007) et peuvent se retrouver à diverses fréquences dans le PP 1105. Un résumé de ces espèces est présenté au Tableau 5.16 et les espèces en péril sont aussi présentées aux Tableaux 5.1 et 5.2.

**Tableau 5.16 Mammifères marins et tortues de mer se trouvant potentiellement dans le secteur du projet ou près de celui-ci**

Nom commun	Nom latin	Présence potentielle relative au projet
<b>Cétacés</b>		
<b>Mysticètes (baleine à fanons)</b>		
Baleine noire de l'Atlantique Nord <sup>A</sup>	<i>Eubalaena glacialis</i>	Rare
Baleine à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Fréquente
Petit rorqual	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Fréquente
Rorqual commun <sup>A</sup>	<i>Balaenoptera physalus</i>	Fréquente
Baleine bleue <sup>A</sup>	<i>Balaenoptera musculus</i>	Peu fréquente
<b>Odontocètes (baleines à dents)</b>		
Marsouin commun <sup>A</sup>	<i>Phocoena phocoena</i>	Fréquente
Dauphin à flancs blancs	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	Fréquente
Dauphin à nez blanc	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	Fréquente
Globicéphale noir	<i>Globicephala melas</i>	Fréquente
Épaulard <sup>A</sup>	<i>Orcinus orca</i>	Peu fréquente
Béluga <sup>A</sup>	<i>Delphinapterus leucas</i>	Rare
Baleine à bec commune	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	Peu fréquente
Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>	Fréquente
<b>Pinnipèdes</b>		
Phoque du Groenland	<i>Phoca groenlandica</i>	Fréquente
Phoque à capuchon	<i>Cystophora cristata</i>	Fréquente
Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>	Fréquente
Phoque commun	<i>Phoca vitulina</i>	Peu fréquente
<b>Tortues de mer</b>		
Tortue luth <sup>A</sup>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Fréquente selon les saisons
Caouanne <sup>A</sup>	<i>Caretta caretta</i>	Peu fréquente
Tortue bâtarde	<i>Lepidochelys kempii</i>	Peu fréquente
<sup>A</sup> Espèces en péril abordées à la Section 5.2		

Les profils de chacune des espèces listées ci-dessus se retrouvent dans l'EES de la zone extracôtère de l'ouest de Terre-Neuve de 2005 (LGL 2005b), Sections 3.6.1 à 3.6.4, et dans la modification à l'EES de la zone extracôtère de l'ouest de Terre-Neuve de 2007 (LGL 2007), Section 3.5.1.3. La répartition des espèces ci-dessous est un résumé des renseignements présentés dans ces sections. Toutes les espèces considérées en péril sont décrites dans les Sections 5.2.3 et 5.2.4.

L'Océan Biogeographic Information System (OBIS) fournit aussi des renseignements et agit à titre de base de données qui peut être consultée pour effectuer un recensement sur la vie marine et comme ressource pour les scientifiques. Les institutions scientifiques et les programmes d'enquête reconnus peuvent soumettre des observations enregistrées pour contribuer à cette base de données en ligne. Il est possible d'accéder aux données des observations par le site Web de l'OBIS (OBIS 2011). Aux fins de cette étude, un secteur allant du nord de la Nouvelle-Écosse et des îles de la Madeleine jusqu'au sud-ouest de Terre-Neuve, incluant le PP 1105, a été analysé. La quantité totale d'espèces enregistrées dans ce secteur est présentée au Tableau 5.17, qui comprend davantage de détails sur certaines populations sur le site et l'année à laquelle elles ont été observées.

**Tableau 5.17 Mammifères marins et tortues de mer observées à proximité du projet**

Nom commun	Nom latin	Quantité totale d'animaux enregistrés dans l'OBIS à proximité du PP 1105	Année et nombre d'animaux enregistrés dans l'OBIS <sup>A</sup>	Nombre d'animaux totaux enregistrés par le MPO et l'EES dans le secteur de la modification <sup>B</sup>
<b>Cétacés</b>				
<b>Mysticètes (baleine à fanons)</b>				
Baleine noire de l'Atlantique Nord	<i>Eubalaena glacialis</i>	1	1969	1
Petit rorqual	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	4	1964 (3), 1976 (1)	130
Rorqual commun	<i>Balaenoptera physalus</i>	5	1969 (1), 1973 (1), 1999 (3)	43
Rorqual boréal	<i>Balaenoptera borealis</i>	0		1
Baleine bleue	<i>Balaenoptera musculus</i>	1	1998	47
Baleine à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>	2	1987 (1), 1993 (1)	191
<b>Odontocètes (baleines à dents)</b>				
Marsouin commun	<i>Phocoena phocoena</i>	108	1969 (85), 1999 (23)	96
Dauphin à flancs blancs	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	75	1975 (1), 1995 (74)	133
Dauphin à nez blanc	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	0		49
Globicéphale noir	<i>Globicephala melas</i>	51	1971 (10), 1977 (12), 1978 (12), 1982 (4), 1986 (13)	92
Épaulard	<i>Orcinus orca</i>	0		5

Nom commun	Nom latin	Quantité totale d'animaux enregistrés dans l'OBIS à proximité du PP 1105	Année et nombre d'animaux enregistrés dans l'OBIS <sup>A</sup>	Nombre d'animaux totaux enregistrés par le MPO et l'EES dans le secteur de la modification <sup>B</sup>
Béluga	<i>Delphinapterus leucas</i>	1	1999	18
Baleine à bec commune	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	0		Non enregistré
Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>	2	1968 (2)	2
Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	133	1971 (125), 2005 (8)	108
<b>Pinnipèdes</b>				
Phoque commun	<i>Phoca vitulina</i>	0		Non enregistré
Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>	0		Non enregistré
Phoque du Groenland	<i>Phoca groenlandica</i>	9	1973 (9)	Non enregistré
Phoque à capuchon	<i>Cystophora cristata</i>	0		Non enregistré
<b>Tortues de mer</b>				
Tortue luth	<i>Dermochelys coriacea</i>	2	1995 (1), 2002 (1)	Non enregistré
Caouanne	<i>Caretta caretta</i>	0		Non enregistré
Tortue bâtarde	<i>Lepidochelys kempii</i>	0		Non enregistré
Source : <sup>A</sup> OBIS 2011; <sup>B</sup> MPO 2007, dans LGL 2007 (animaux aperçus à environ 100 à 150 km du PP 1105)				

Pendant le programme de l'étude des géorisques qui a eu lieu entre le 12 et 15 octobre 2010, un observateur de mammifères marins était à bord du navire pour identifier et noter le comportement des mammifères marins et tortues de mer présents pendant l'étude sismologique. Quatre observations pour un total de 11 animaux marins ont été effectuées pendant le programme d'étude (LGL 2010). Il a été possible d'identifier l'espèce de mammifère marin dans seulement une des quatre observations (quatre globicéphales noirs le 14 octobre). Pour les trois autres observations, deux étaient des dauphins non identifiés (un groupe de deux dauphins le 13 octobre et un groupe de quatre dauphins le 14 octobre), et la troisième observation à environ 1,2 km était le souffle d'une baleine non identifiée le 14 octobre. Aucune tortue de mer n'a été observée pendant l'étude. Les observations de globicéphales noirs et de dauphins appuient les données du Tableau 5.17 puisqu'ils sont les deux mammifères marins les plus susceptibles de se trouver dans le PP 1105.

### 5.6.1 Mysticètes (baleine à fanons)

Parmi les 15 espèces de cétacés présentes dans le Golfe, il y a six espèces de baleines à fanons (rorqual commun, petit rorqual, baleine bleue, baleine à bosse, rorqual boréal et baleine noire de l'Atlantique Nord). La majorité de ces espèces se nourrissent dans le Golfe, surtout dans le chenal Laurentien et dans les îles de la Madeleine (MPO, 2005a). Les baleines à bosse, les rorquals communs et les petits rorquals se retrouvent moins fréquemment sur les côtes ouest et sud-ouest de Terre-Neuve qu'ailleurs sur la côte insulaire de Terre-Neuve (LGL 2005b). Les baleines à bosses se nourrissent dans le Golfe pendant l'été; cependant, elles ont

surtout été aperçues dans le nord-est du golfe. Elles préfèrent se reproduire dans des eaux entre 24 °C et 28 °C, c'est pourquoi elles le font dans le sud pendant l'hiver (MPO, 2011j). On sait qu'il y a des rorquals communs dans le Golfe de juillet à septembre et qu'ils migrent généralement par le chenal Laurentien pour passer l'hiver au nord-est de la Nouvelle-Écosse. La présence de petits rorquals a aussi été observée dans le Golfe de juillet à septembre, mais on en retrouve davantage dans le nord du Golfe (LGL 2005b). Il y a des baleines bleues dans le Golfe de janvier à novembre, cependant, elles y sont surtout d'août à octobre (LGL 2005b). Elles sont considérées peu communes dans le PP 1105 (Tableau 5.16). On aperçoit parfois des baleines noires de l'Atlantique Nord dans le Golfe et on en a vu au printemps et à l'automne dans le bas de la côte nord et à l'est de la Gaspésie (MPO, 2011j). On les retrouve cependant rarement dans les eaux à l'ouest de Terre-Neuve (LGL 2005b). De plus, peu de rorquals boréaux ont été aperçus dans le PP 1105 (LGL 2007).

En 2007, une étude sur la répartition des cétacés a été effectuée par le MPO dans laquelle on retrouvait un secteur allant du sud-est de Terre-Neuve jusqu'aux îles de la Madeleine, incluant le PP 1105. Plusieurs espèces de mysticètes ont été aperçues, dont des baleines bleues, des baleines à bosse et des petits rorquals (Lawson et Gosselin 2009).

Les profils des trois espèces de baleines non en péril qu'on peut retrouver dans le secteur sont présentés dans les sections suivantes. Les espèces en péril sont présentées à la Section 5.2.3.

#### **5.6.1.1 Baleine à bosse**

La baleine à bosse est l'espèce de baleines qu'on retrouve le plus souvent dans les eaux de Terre-Neuve. Comme la plupart des espèces de baleines, la baleine à bosse migre vers le nord pendant l'été et vers le sud pendant l'hiver (Winn et Reichley 1985). Pendant l'été, on croit qu'environ 900 baleines à bosse traversent les hauts-fonds du sud-est des Grands Bancs pour se nourrir de capelan (Whitehead et Glass 1985). La population de baleines à bosse de Terre-Neuve est estimée entre 1 700 et 3 200 (Whitehead 1982), tandis que la population du nord-ouest de l'Atlantique est estimée à 5 505 (Katona et Beard 1990), et la population du nord de l'Atlantique au complet est estimée à 11 570 animaux (Baird 2003).

Les baleines à bosse sont plus communes dans les eaux côtières et se déplacent en groupes de plusieurs animaux en se nourrissant de capelan, de hareng, de krill et de crevettes. Les baleines à bosse effectuent des migrations saisonnières des aires d'alimentation à hautes latitudes pendant l'été (p. ex., les eaux canadiennes) aux aires de reproduction et d'accouchement à basse latitude (COSEPAC 2003c).

Les baleines à bosse de l'ouest et de l'est de l'Atlantique utilisent les Indes occidentales comme principal lieu de reproduction et d'accouchement tandis qu'un petit nombre préfèrent Cap-Vert (COSEPAC 2003c). On retrouve trois stocks d'alimentation dans l'est du Canada; celui du golfe du Maine, celui du Golfe et celui de Terre-Neuve-et-Labrador. Il y a des échanges entre ces stocks et les jeunes poissons des trois stocks se mélangent dans l'aire d'alimentation à latitudes moyennes.

### **5.6.1.2 Petit rorqual**

Le petit rorqual est commun dans le golfe et dans le PP 1105. Le petit rorqual est aussi commun dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador pendant l'été, mais on le retrouve aussi partout au monde. Il y a peu de renseignements sur la taille de la population de petits rorquals sur la côte est du Canada, mais on estime 3 300 animaux (Waring et al. 2009), ce qui exclut les petits rorquals dans le nord-ouest de l'Atlantique. On estime qu'il y avait 1 000 petits rorquals dans le Golfe pendant un été, parmi lesquels 600 ont été vus dans le nord du Golfe (Kingsley et Reeves 1998). Une étude de 2007 a estimé une population de 360 petits rorquals dans le Golfe (Lawson et Gosselin 2009). On aperçoit davantage de petits rorquals dans les mois d'été dans les eaux de Terre-Neuve, mais certaines y restent même en hiver. On les aperçoit souvent près des plages à environ 200 m de profondeur (Hooker et al. 1999), mais parfois plus loin de la côte et dans des eaux plus profondes. L'alimentation du petit rorqual contient du capelan et du lançon (Naud et al. 2003), mais ils se nourrissent aussi de crustacés planctoniques, de harengs, de maquereaux et parfois de calmars.

### **5.6.1.3 Rorqual boréal**

Les données disponibles suggèrent qu'on ne retrouve pas autant de rorquals boréaux que les autres espèces de baleines à fanons dans le PP 1105. On aperçoit souvent des rorquals boréaux dans les eaux pélagiques libres et près du plateau continental du nord-ouest de l'Atlantique (COSEPAC 2003d). Ils se nourrissent de bancs de poissons et de calmars, mais surtout de copépodes et d'euphausiacés (COSEPAC 2003d). Même si leurs apparences sont sporadiques d'une année à l'autre, ils migrent vers le nord le long de la pente continentale pendant les mois d'été et reviennent le long de la côte pendant les mois d'automne (Mitchell 1974, Mitchell et Chapman 1977). On aperçoit rarement le rorqual commun sur les rives peu profondes près des côtes puisqu'il semble se tenir au large des côtes (Proctor and Lynch 2005).

Les stocks de rorquals boréaux du nord de l'Atlantique et de la Nouvelle-Écosse sont considérés des sous-espèces différentes dans le Canada atlantique et il peut y avoir un autre stock au large du Labrador (COSEPAC 2003d). Le COSEPAC considère qu'il y a des données insuffisantes sur les populations de rorqual boréal de l'Atlantique. On estimait la population du nord de l'Atlantique entre 1 393 et 2 248 animaux vers la fin des années 70 et on considère encore ces renseignements comme les plus fiables (COSEPAC 2003d). Aucun rorqual boréal n'a été aperçu dans une étude sur le Cap-Breton, le golfe et le plateau néo-écossais de 2007 (Lawson et Gosselin 2009).

## **5.6.2 Odontocètes (baleines à dents)**

Tel que présenté au Tableau 5.16, on pourrait retrouver neuf espèces de baleines à dents à proximité du PP 1105. Les cachalots, globicéphales noirs, dauphins à flancs, dauphins communs et marsouins communs se retrouvent généralement en grands nombres dans la zone au large des côtes de l'ouest de Terre-Neuve, tandis que les baleines à bec communes, les épaulards et les dauphins à nez blanc sont peu communs et que les bélugas sont considérés rares (LGL 2005b). La répartition des cachalots est surtout basée sur leur structure sociale; les femelles adultes et les enfants vivent surtout dans les eaux tropicales et sous-tropicales tandis



que les mâles adultes vivent dans des eaux à latitudes plus élevées. Les cachalots vivent généralement dans des régions à topographie sous-marine escarpée, tout comme les globicéphales noirs. Les cachalots peuvent plonger à des profondeurs de plus de 1 200 m pour se nourrir et peuvent rester sous l'eau pendant plus de 2 heures; cependant, la majorité de leurs plongées durent environ une demi-heure. Les dauphins à flancs blancs aperçus dans le Golfe ont surtout été rapportés dans des régions à topographie sous-marine escarpée. Les données suggèrent que les marsouins communs se retrouvent en grands nombres dans la portion nord du Golfe de juillet à septembre; cependant, les observations montrent que cette espèce est aussi présente au sud et au centre du golfe (LGL 2005b). On a noté qu'il y a une population distincte de marsouins communs dans le Golfe et que les espèces se retrouvent généralement près des côtes (MPO, 2011j).

On croit aussi que la population de bélugas dans le Golfe est isolée des autres populations de bélugas (MPO, 2011j). La population du Golfe ne semble pas migrer loin puisqu'ils sont rarement aperçus hors des limites du Golfe.

L'étude sur la répartition des cétacés effectuée en 2007 (Lawson et Gosselin 2009), qui comprend les eaux au sud-ouest de Terre-Neuve, incluant le PP 1105, a relevé plusieurs espèces d'odontocètes, dont le marsouin commun, le globicéphale noir et le dauphin à flancs blancs.

Les baleines à dents non en péril qu'on risque le plus de retrouver dans le secteur et près de celui-ci sont présentées dans les sections suivantes. Les espèces en péril sont présentées à la Section 5.2.3.

#### **5.6.2.1 Dauphin à flancs blancs**

On retrouve beaucoup de dauphins à flancs blancs du Labrador jusqu'à Cape Cod et on en retrouve parfois du sud de Cape Cod jusqu'au Maryland (Proctor et Lynch 2005). On estime la population du nord de l'Atlantique à plusieurs centaines de milliers (Reeves et al. 1999). Ceux au nord-ouest de l'Atlantique constituent trois populations distinctes; celles du golfe du Maine, du golfe du Saint-Laurent et de la mer du Labrador (Palka et al. 1997). On a estimé une population de 12 000 pendant un été dans le golfe, mais l'estimation était très différente l'été suivant (Kingsley and Reeves 1998). Une étude de 2007 a estimé une population de 1 044 dauphins à flancs blancs dans le Golfe (Lawson et Gosselin 2009).

Les dauphins à flancs blancs voyagent généralement en groupes composés de 50 à 60 animaux, mais ce nombre peut parfois monter dans les centaines (Reeves et al. 1999). On les retrouve généralement près de groupes de baleines et d'oiseaux marins se nourrissant de calmars et de harengs. On les retrouve plus souvent près du PP 1105 en été et à l'automne. Le dauphin à flancs blancs de fait pas parti de la *LEP* et a été déclaré non en péril par le COSEPAC en 1991.

### **5.6.2.2 Dauphin à nez blanc**

On retrouve le dauphin à nez blanc plus au nord que le dauphin à flancs blancs et il est plus commun dans le nord du golfe du Maine et très rare au sud de Cape Cod (Proctor et Lynch 2005). La population totale dans le nord de l'Atlantique pourrait atteindre quelques centaines de milliers d'animaux (Reeves et al. 1999). Même s'ils sont généralement distincts, on retrouve les dauphins à nez blanc des deux côtés du nord de l'Atlantique (Kinze 2002), la plus grande population se trouvant au large des côtes du Labrador et au sud-ouest du Groenland. Dans l'étude de 2007, cette espèce n'a pas été aperçue dans le secteur de l'étude qui comprend le PP 1105; cependant, cette espèce était la deuxième espèce la plus commune dans la zone d'étude juste au nord (c.-à-d., la zone qui comprend le détroit de Belle-Isle) (Lawson et Gosselin 2009).

Le dauphin à nez blanc se nourrit principalement de calmar, même s'il lui arrive de manger du poisson. Le dauphin à nez blanc a été déclaré comme espèce non en péril par le COSEPAC en 1998 et ne fait pas parti de la LEP.

### **5.6.2.3 Globicéphale noir**

Tel qu'indiqué au Tableau 5.16, on retrouve beaucoup de globicéphales noirs dans le Golfe et dans le PP 1105. Dans l'étude de 2007, on a aperçu 15 globicéphales noirs dans le secteur de l'étude qui comprend le PP 1105 (Lawson et Gosselin 2009). On estime que la population de globicéphales noirs de Terre-Neuve se situe entre 4 000 et 12 000 animaux et que la population mondiale est de 750 000 animaux. On retrouve beaucoup de globicéphales noirs sur la côte sud-ouest de Terre-Neuve pendant l'été (Kingsley et Reeves 1998). On les remarque souvent le long des rebords continentaux, au large des côtes et même parfois le long des côtes. On retrouve parfois des groupes de globicéphales noirs échoués sur les plages. Ils se rapprochent souvent de la côte, surtout s'il y a beaucoup de calmars dans la région.

Les globicéphales noirs sont des espèces très sociales qu'on aperçoit souvent en groupes de 10 à 20 animaux et parfois en groupes de centaines (Proctor et Lynch 2005). Cette espèce préfère les eaux froides près du plateau continental loin de la côte. Les globicéphales noirs se nourrissent principalement de calmars et de poissons pélagiques en bancs. L'espèce est considérée non en péril, n'a pas été évaluée par le COSEPAC et ne fait pas parti de la LEP.

### **5.6.2.4 Cachalot**

Le cachalot est considéré commun (LGL 2005b) et on le retrouve à l'occasion dans le Golfe. On retrouve les cachalots partout dans le monde et ils sont considérés non en péril par le COSEPAC. On a aperçu des mâles sur les deux côtes du Canada. La population mondiale est raisonnablement grande malgré les réductions historiques causées par la pêche à la baleine qui a été arrêtée en 1972 au Canada. On estime la population de cachalots dans le nord-ouest de l'Atlantique à 4 800 animaux. Ils s'alimentent principalement dans les eaux au-dessus des canyons sous-marins et le long des bords du plateau continental dans les eaux très profondes (Proctor et Lynch 2005). Cette espèce plonger régulièrement à des centaines de mètres et peut rester sous l'eau pendant plus de deux heures, cependant, la majorité de leurs plongées durent

environ une demi-heure (Rice 1989). L'alimentation du cachalot est composée de calmars et de poissons (Reeves et Whitehead 1997).

### **5.6.3 Pinnipèdes (phoques)**

Il est possible que quatre espèces de phoques vivent près et à l'intérieur de la zone du PP 1105 (le phoque du Groenland, phoque à capuchon, phoque gris et phoque commun; Tableau 5.16). Le phoque du Groenland et le phoque à capuchon sont des espèces migratoires, alors que le phoque gris et le phoque commun s'établissent à un endroit et y habitent toute l'année (MPO, 2005a). C'est à la fin de l'automne jusqu'au début du printemps, mais rarement à d'autres moments de l'année, que le phoque du Groenland est aperçu dans la partie ouest au large des côtes de Terre-Neuve-et-Labrador (LGL 2005b). Deux troupeaux se reproduisent à l'intérieur de l'Atlantique Nord. Le premier sur des banquises arctiques à la dérive dans la zone extracôtère du sud du Labrador, et le second principalement au large des îles de la Madeleine (MPO, 2011h). Le phoque à capuchon est susceptible d'être vu au large de la côte ouest de Terre-Neuve, presque toujours au printemps. On observe le phoque commun et le phoque gris au même endroit, cependant la répartition est telle que le phoque commun est régulièrement vu dans le Golfe tandis que la population du phoque gris est concentrée au sud (LGL 2005b). La région sud du Golfe est une des trois régions principales où se reproduit le phoque gris (MPO, 2011j). Toutes ces espèces font l'objet d'une chasse commerciale sur la côte Atlantique du Canada. L'état de la glace détermine les efforts à déployer pour chasser dans un secteur donné. Cependant, la chasse aux phoques a lieu principalement entre la fin mars et la fin avril sur les côtes est et nord de Terre-Neuve et au large de la côte sud du Labrador (MPO, 2008).

Les quatre espèces connues qui vivent dans le Golfe et dans la zone du PP 1105 sont décrites dans les sections suivantes.

#### **5.6.3.1 Phoque du Groenland**

Les femelles mettent bas au printemps dans le Golfe et dans une région connue sous le "Front" au large du sud du Labrador et au nord-est de Terre-Neuve (Sergeant 1991; MPO 2000d). Les individus qui vivent dans ces deux régions passent les mois d'été dans l'archipel canadien, dans le détroit de Davis et dans la baie de Baffin, puis migrent près de 10 000 km vers le sud le long de la côte du Labrador, de Terre-Neuve et du Golfe (Whitaker 1996). Depuis les dernières années, on remarque un changement dans la répartition de la population des phoques du Groenland alors qu'on en observe de plus en plus dans cette région. McAlpine et al. (1999) ont documenté un nombre croissant de phoques du Groenland qui se trouvaient hors limite (au sud de la zone normale) au nord du Golfe du Maine. Leur population totale est évaluée à 5,9 millions (CIEM 2005).

De octobre à mars, les phoques du Groenland se nourrissent principalement de morue polaire (*Boreagadus saida*), soit 54 % de leur alimentation (MPO, 2000d), mais ce régime tend à varier avec l'âge, la saison, le temps de l'année et l'emplacement (Kapel 2000; Nissen et al. 2000). Les autres proies des phoques du Groenland sont, dans l'ordre, le capelan, le lançon, le flétan noir (ou flétan du Groenland) et d'autres poissons plats (Wallace et Lawson 1997). Les phoques du Groenland consomment moins de morue de l'Atlantique que ce que les scientifiques avaient

cru autrefois, probablement en raison du fait que ces pinnipèdes passent plus de temps au large que ce qui avait été auparavant observé (Hammill et Stenson 2000).

### **5.6.3.2 Phoque à capuchon**

À l'instar des phoques du Groenland, c'est au cours des deux dernières semaines de mars que la presque totalité de la mise bas des phoques à capuchon se produit au sud des côtes du Labrador et de Terre-Neuve (région connue comme le « Front ») (Lydersen et Kovacs, 1999). La partie sud du Golfe est un autre des nombreux endroits où naissent les blanchons de cette espèce. Les populations se regroupent en mars et en avril aux abords de l'île du Prince-Édouard et des îles de la Madeleine pour se reproduire et mettre bas. Puis, elles migrent vers le nord en direction des régions arctiques et subarctiques (dans les eaux au large du Groenland) pour se nourrir durant l'été (Lydersen et Kovacs 1999). En hiver et au printemps, on observe les phoques à capuchon partout dans la région ouest de l'Atlantique Nord (Stenson et Sjare 1997; Kovacs 2002); cependant, certains individus préfèrent les eaux de l'Atlantique l'année durant. La population des phoques à capuchon est évaluée à 50 000 (Kovacs, 2002), dont une minorité met bas dans le sud du Golfe (Hammill 1993). Les phoques à capuchon se nourrissent d'invertébrés benthiques, de flétan noir, de sébaste, de morue polaire et de calmars, ce qui laisse croire qu'ils pourraient parfois se trouver dans la zone du PP 1105, bien qu'aucun n'a encore été repéré à cet endroit.

### **5.6.3.3 Phoque gris**

La population de phoques gris du l'Atlantique Nord-Ouest habite dans le Golfe, au large des côtes de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve. Les phoques gris des Grands Bancs de Terre-Neuve sont probablement issus des populations qui se reproduisent dans le Golfe et dans l'île de Sable et dans le Golfe. C'est sur cette dernière qu'on répertorie les plus grosses colonies de phoques gris et où naissent entre 208 000 et 223 000 blanchons (Trzcinski et al. 2005). La population qui vit dans le Golfe (et qui met bas sur les glaces au sud du Golfe) est évaluée à 52 500 (Hammill 2005) et représente la population totale de nouveaux nés dans l'Atlantique Nord-Ouest. Les phoques à capuchon se rassemblent également dans le Golfe, entre la partie la plus à l'est de l'île du Prince-Édouard et l'île du Cap-Breton, et sur les glaces de la baie Saint-Georges, pour se reproduire et mettre bas de la mi-décembre à la fin février (Stobo et Zwanenburg 1990). Les rassemblements de phoques gris sont le plus souvent observés dans le Golfe et dans la zone du permis d'exploitation 1105 pendant les mois de juillet et août, mais il est possible qu'il y passe aussi toute l'année (Stenson 1994).

Les phoques gris, prédateurs benthiques et pélagiques, chassent plus de 40 espèces, dont la morue de l'Atlantique, le hareng, le calmar et le maquereau (Benoit and Bowen 1990; Hammill et al. 1995).

### **5.6.3.4 Phoque commun**

Les phoques communs habitent à l'année dans le Golfe, l'estuaire du Saint-Laurent et sur la côte de Terre-Neuve (Burns 2002). Le menu de choix des phoques communs qui nagent dans les eaux terre-neuviennes se compose de plie rouge, de morue polaire, de chaboisseau à

épines courtes (*Myoxocephalus scorpius*) et de morue de l'Atlantique et varie selon les régions (Sjare et al. 2005). On rencontre le phoque commun à proximité d'eaux peu profondes ou de sites de repos. La mise bas a normalement lieu en mai et en juin, les petits restants dépendants de leur mère pendant 24 jours (Bowen et al. 2001). Les blanchons passent du temps dans l'eau avec leur mère une fois la période de sevrage terminée.

On s'attend à observer le phoque commun à longueur d'année dans les eaux côtières au large du nord-ouest de Terre-Neuve et ne sont aperçus qu'exceptionnellement au large de zones telles que celle du PP 1105 (Tableau 5.16). La population de phoques communs de l'est du Canada était évaluée entre 30 000 et 40 000 individus en 1993 (Burns 2002). Les phoques communs ne figurent pas dans la liste établie dans la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), le manque de données ne permet pas d'en déterminer la population avec certitude; par contre, la population de la côte est semble être à la hausse (Baird 2001).

#### **5.6.4 Tortues de mer**

Il existe probablement trois espèces de tortues de mer dans le Golfe et aux alentours de la zone du PP 1105 (Tableau 5.16). La tortue luth et la caouanne sont considérées comme des espèces en péril et sont discutées à la section 5.2.4. La présence de la chelonnée de Kemp au large de la côte ouest de Terre-Neuve est considérée comme rare, et sa présence dans la zone du PP 1105 serait donc « très rare » (LGL 2005). La chelonnée de Kemp n'est pas inscrite sur la liste des espèces en péril du US National Marine Fisheries Service (NMFS) ni du United States Fish and Wildlife Service (Plotkin 1995). La chelonnée de Kemp est la plus petite (40 à 50 kg) et la plus rare de toutes les tortues de mer de la région de Terre-Neuve (Cook 1984). On croit que cette espèce préfère les eaux peu profondes. Bien que les adultes ne s'aventurent que rarement au-delà du GdM des plus jeunes ont été observés le long de la côte sud-est de Terre-Neuve près de la baie Sainte-Marie et le long de la côte sud de la Nouvelle-Écosse (Ernst et al. 1994). On ne connaît pas le nombre de chelonnées de Kemp qui fréquentent cette région. Elles se nourrissent surtout de crabes, mais à l'occasion leur diète se compose de mollusques, de poissons, de crevettes et de végétation (Shaver 1991).

### **5.7 Zones sensibles**

Les zones susceptibles d'être menacées aux alentours de la zone du PP 1105 apparaissent à la figure 5.57.

#### **5.7.1 Zones sensibles écologiques et biologiques**

La protection des aires marines menacées est assurée par la *Loi sur les océans* du MPO. Cette loi permet le développement d'une stratégie nationale des océans basée sur des principes de développement durable, une gestion intégrée et une approche préventive. Plus important encore est le fait que cette loi autorise le MPO à augmenter sa protection des aires marines considérées importantes aux niveaux biologique et écologique (MPO, 2004c). La zone du PP 1105 se trouve à l'intérieur d'une région actuellement considérée comme une part importante d'un plan de gestion intégrée des Zones étendues de gestion des océans du golfe du St-

Laurent (GSL – ZEGO) (MPO, 2009p). Dans le cadre de cette stratégie, le MPO a identifié des zones d'importance écologique et biologique (ZIBE) qui pourront demander des mesures de gestion particulières. Certaines ZIBE ont été désignées comme sites d'intérêt pour l'obtention du statut de Zone de protection marine (ZPM) et d'autres encore sont considérées pour être protégées à l'aide d'outils de gestion différents. L'examen des implications possibles concernant la gestion de l'identification de ces ZIBE continue de se faire dans le cadre de processus de planification mis en place au sein MPO. Dix régions ont été identifiées comme ZIBE selon des critères préétablis dans le GSL – ZEGO, et dont les plus importants sont d'abord l'unicité, la concentration et les conséquences sur la valeur adaptative, et ensuite la résilience et le caractère naturel. Ces régions incluent :

- Ouest du Cap-Breton;
- Baie Saint-George;
- Détroit de Northumberland;
- Frange sud du chenal Laurentien;
- Côte sud-ouest du golfe;
- Estuaire maritime;
- l'ouest de l'île d'Anticosti
- le nord de l'île d'Anticosti
- Détroit de Belle-Isle; et
- Côte ouest de Terre-Neuve.

Ces ZIBE constituent la base de la planification pour la mise en place des plans de gestion intégrée (MPO, 2009q). Les régions les plus rapprochées du projet soumis sont la frange sud du chenal Laurentien et la côte ouest de Terre-Neuve.

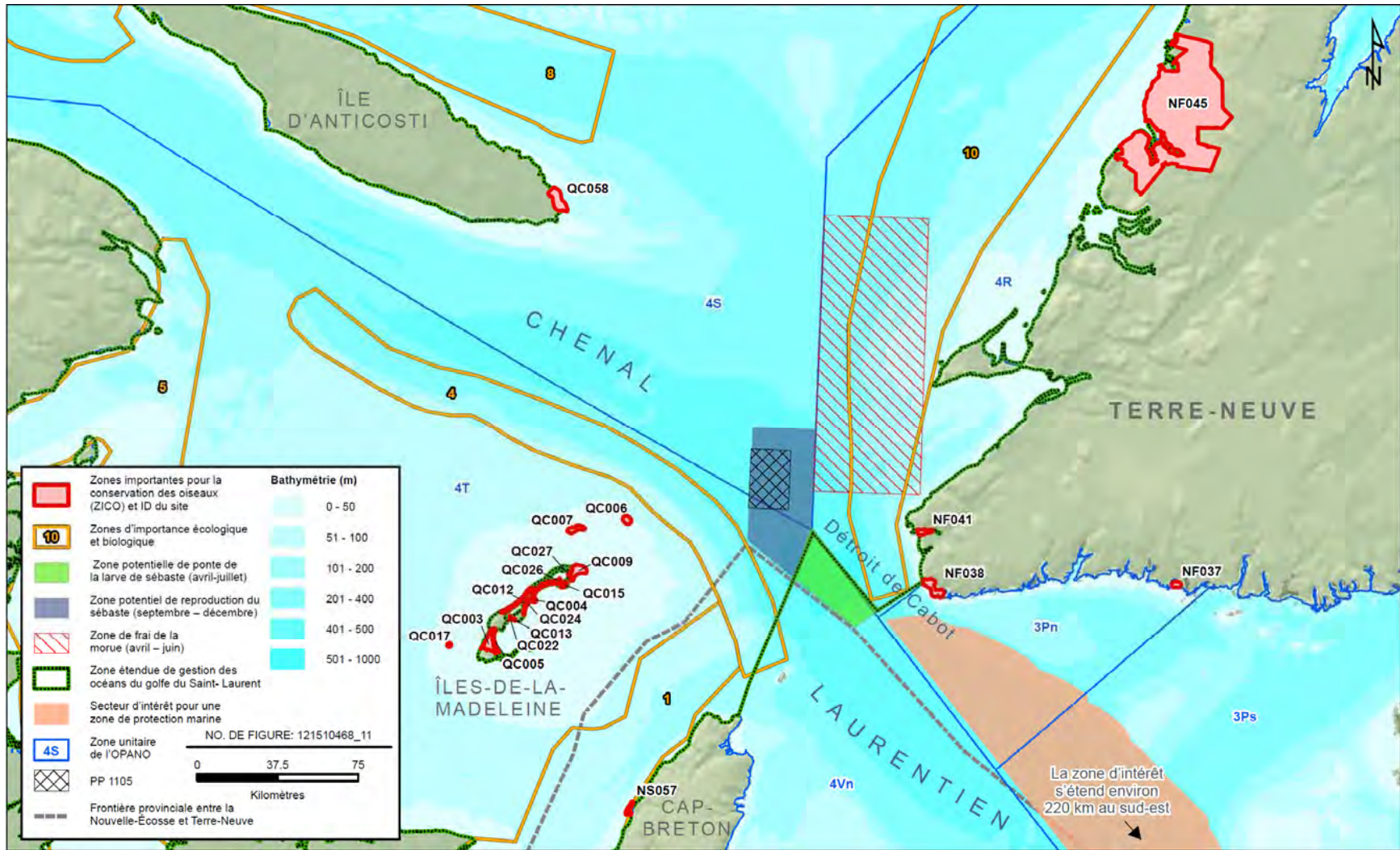


Figure 5.57 Régions sensibles situées près du permis de prospection 1105

La ZIBE de la frange sud du chenal Laurentien couvre approximativement 5 941 km<sup>2</sup> et est illustrée à la figure 5.57 (ZIBE 4) (MPO, 2007b, 2009q). Cette zone est caractérisée par son unicité moyenne à maximale et sa concentration et ses valeurs adaptatives moyennes pour les poissons pélagiques, et par son unicité faible à moyenne et sa concentration et ses valeurs adaptatives moyennes pour les poissons démersaux. Cependant, cette région ne couvre que partiellement le refuge hivernal de la morue de l'Atlantique, délaissant la pente sud dans le détroit de Cabot. Le milieu du chenal sert aussi d'aire d'hivernage pour diverses espèces de poissons démersaux. La limite sud-est de cette région chevauche partiellement le chenal du Cap-Breton (ZIBE 1 – Figure 5.57). Au printemps et à l'automne, certaines espèces telles que la morue de l'Atlantique, la merluche blanche des eaux côtières et autres espèces de poissons de fond l'utilisent comme couloir migratoire. Cette région constitue également une aire d'alimentation pour la plie grise et la merluche blanche en eaux profondes. La limite nord-est de cette région est aussi importante pour les mammifères marins (MPO, 2007b, 2009q).

La ZIBE de la côte ouest de T.-N.-L. couvre approximativement 8 238 km<sup>2</sup>; elle est illustrée à la figure 5.57 (ZIBE 10) (MPO, 2007b, 2009q). Cette zone est caractérisée par son unicité, sa concentration et ses valeurs adaptatives maximales pour les poissons démersaux, son unicité faible à moyenne, par sa concentration et ses valeurs adaptatives moyennes à maximales pour les poissons pélagiques, et par son unicité, sa concentration et ses valeurs adaptatives faibles à maximales pour les mammifères marins. Les populations de poissons démersaux sont concentrées dans certaines zones se trouvant complètement ou partiellement dans cette ZIEB. L'ouest de Terre-Neuve constitue l'habitat principal des jeunes espèces suivantes : la morue de l'Atlantique, la plie rouge, la plie canadienne et le loup atlantique. Le chenal Esquiman, qui n'est pas entièrement couvert par cette ZIEB, est utilisé comme corridor de migration par la morue et le sébaste. Ce corridor peut être très peuplé pendant le printemps et l'automne. Le chenal Esquiman sert d'aire de refuge pour le hareng et d'aire d'alimentation pendant l'été pour le hareng, l'aiguillat commun, le merlu argenté et le goberge. Cette zone sert aussi de principal lieu de reproduction pour la morue; on y retrouve aussi une grande quantité de larves de hareng et de capelan. Les parties les plus au nord et au sud de cette ZIBE sont particulièrement importantes pour les mammifères marins.

En 2010, la partie située au sud-est du détroit de Cabot du chenal Laurentien et à près de 100 km du projet a été ciblée site d'intérêt et pourrait être désignée comme zone de protection marine aux termes de la *Loi sur les Océans* (MPO, 2011k). Ce site d'intérêt est situé au sud de Terre-Neuve à l'intérieur du périmètre de la zone ZEGO de la baie Placentia/des Grands Bancs. Il s'étend sur environ 17 950 km<sup>2</sup>, ou 50 % de la région du chenal Laurentien (Figure 5.57). Cette région du chenal Laurentien comme site d'intérêt a été désignée en fonction de son importance écologique et biologique car elle possède la plus forte concentration d'aiguillat noir des eaux canadiennes et il n'y a que là que ses petits sont observés. Elle est également considérée comme une aire de frai, d'alvinage et d'alimentation importante pour de nombreuses espèces (incluant le requin-taupe, la raie à queue de velours, la beaudroie d'Amérique, le goberge et la merluche blanche) et comme un couloir de migration pour les mammifères marins qui entrent et sortent du Golfe (MPO, 2011k). De plus, ce site d'intérêt procure un habitat d'hivernage aux morues et plies rouges dont les populations sont menacées ou en voie de disparition.



### **5.7.2 Autres zones marines sensibles**

Tel que mentionné dans les études environnementales stratégiques de 2005 et 2007 de l'ouest de Terre-Neuve (EES) (LGL 2005b, 2007), il existe, en plus de la ZIBE, quelques autres zones sensibles potentielles près du PP 1105. Elles comprennent une zone de frai pour la morue ainsi que des aires potentielles de ponte et de reproduction pour la larve de plie rouge. La situation géographique de chacune de ces régions est illustrée à la figure 5.57.

La zone de frai de la morue est située à l'ouest de la péninsule Port-au-Port et est inaccessible aux poissons de fond entre le 1<sup>er</sup> avril et le 15 juin. Cette zone, initialement déterminée en 2002, a été redéfinie depuis (LGL 2007).

Tel qu'indiqué à la section 5.2, le sébaste se reproduit à l'automne (de septembre à décembre) et le projet tient compte de cette situation (Figure 5.57). Comme d'autres ZIBE, la zone de ponte de la larve de sébaste est située près du projet, soit à environ 30 km (Figure 5.57); cette période débute en avril pour se terminer en juillet.

### **5.7.3 Sites pour les nids d'oiseaux marins vulnérables**

Lock et al. (1994) on dénombré 136 colonies d'oiseaux marins vulnérables réparties ici et là autour du Golfe. Il n'existe que six colonies le long de la côte ouest de Terre-Neuve, dont quatre d'entre elles se trouvent à l'embouchure de la rivière Humber. L'absence de colonies d'oiseaux marins à cet endroit est causée par un manque général de sites pour les nids et par le peu de poissons qui vivent dans les eaux le long de ce littoral. Les colonies d'espèces d'oiseaux marins qui se reproduisent comprennent la mouette tridactyle (la plus importante), le grand cormoran, le cormoran à aigrettes et le guillemot à miroir (pigeon de mer).

La partie située le plus au sud du Golfe n'est pas problématique pour les nids d'oiseaux marins vulnérables puisque seulement 13 de ces colonies ont été observées le long de la tranche qui longe la Nouvelle-Écosse. Quatorze colonies sont présentes à l'île du Prince-Édouard et cinq au Nouveau-Brunswick. Elles sont principalement composées du cormoran à aigrettes et du grand cormoran. Les scientifiques croient que la pénurie de colonies d'oiseaux marins dans la partie sud-est du Golfe est attribuable aux conditions océanographiques plutôt qu'au manque d'habitats appropriés à la nidification.

Il existe 97 colonies d'oiseaux marins vulnérables au Québec. L'île de Bonaventure, le refuge des îles Sainte-Marie, la falaise aux Goélands, la presqu'île de Forillon et le rocher à l'Oiseau abritent les plus importantes, chacune comptant plus de 10 000 couples. Au Québec, les colonies vulnérables sont concentrées sur la côte sud-est de la péninsule gaspésienne, le long de la côte nord de la province, sur la côte nord de l'île d'Anticosti et aux environs des îles de la Madeleine. Ces colonies hébergent près de 90 % de toutes les colonies vulnérables d'oiseaux marins qui se reproduisent dans le Golfe.

Les colonies d'oiseaux marins dans présentes dans les portions ouest et nord du Golfe ont également tendance à comporter une plus grande variété d'espèces d'oiseaux marins. Les caractéristiques des espèces des portions ouest et nord du Golf incluent, les fous de Bassan,

les guillemots marmettes, les mouettes tridactyles, les guillemots à miroir, les macareux moines et les petits pingouins. Il faut noter tout particulièrement la présence de trois colonies de fous de Bassan (Île Bonaventure, Falaise-aux-Goélands et Rocher-aux-Oiseaux), lesquelles représentent la moitié des colonies de fous de Bassan au Canada et environ 70 pour cent des couples reproducteurs au Canada.

Les emplacements côtiers désignés comme des Zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) pour les oiseaux marins, sur la base des populations d'oiseaux, de leur importance mondiale ou nationale, et/ou de leur statut en matière de conservation, ont été identifiés sur une distance d'environ 200 km autour du projet (Figure 5.57). Ces ZICO sont présentées au Tableau 5.18 et sont surtout retrouvées aux Îles-de-la-Madeleine. Chacune de ces ZICO est située à plus de 75 km du projet. Un certain nombre d'habitats du pluvier siffleur, quoique non désignés comme ZICO, ont également été identifiés sur la côte de Terre-Neuve (Stephenville Crossing, Sandy Point, Flat Pay Peninsula, Searston, Little Codroy, East of Windsor Point, J.T. Cheeseman Provincial Park, Jerret Point-Windsor Point, Big Barrachois, Second) (LGL 2007).

**Tableau 5.18 Zones importantes pour la conservation des oiseaux – Oiseaux marins**

Emplacement	#ID du site*	Zone importante pour la conservation des oiseaux	Espèces d'oiseaux
<b>Terre-Neuve</b>			
Burgeo	NF037	Big Barasway	Pluvier siffleur
Port-aux-Basques	NF038	Grand Bay West à la plage du parc provincial de Cheeseman	Pluvier siffleur
Doyles	NF041	Estuaire de Codroy Valley	Canard noir Sarcelle d'hiver Canard d'Amérique Sarcelle à ailes bleues Bernache du Canada Garrot à œil d'or Le grand harle Fuligule milouinan Canard pilet Canard souchet Harle huppé Fuligules à collier
Rocky Harbour	NF045	Parc national de Gros Morne	Sterne pierregarin/arctique Arlequin plongeur
<b>Nouvelle-Écosse</b>			
Inverness, Cap-Breton	NS057	The Capes	Mouette tridactyle Grand cormoran
<b>Québec</b>			
Îles-de-la-Madeleine	QC003	Lagune du Havre-aux-Basques et Plage de l'Ouest	Canard noir Sterne arctique Pluvier argenté Mouette rieuse Sterne caspienne Sterne pierregarin Grand cormoran Grand chevalier Barge hudsonienne Bécasseau minuscule

Emplacement	#ID du site*	Zone importante pour la conservation des oiseaux	Espèces d'oiseaux
			Petit chevalier à pattes jaunes Pluvier siffleur Bécasseau maubèche (bas-Arctique) Sterne de Dougall Pluvier semipalmé Bécasseau semipalmé Oiseaux de rivage Bécassin roux Courlis corlieu Bécasseau à croupion blanc
Îles-de-la-Madeleine	QC004	Île Shag	Guillemot à miroir Mouette tridactyle Goéland marin Grand cormoran Goéland argenté
Îles-de-la-Madeleine	QC005	Plages de la Martinique et de Havre-Aubert	Sterne pierregarin Pluvier siffleur
Îles-de-la-Madeleine	QC006	Les Rochers-aux-Oiseaux	Macareux moine Mouette tridactyle Guillemot marmette Fou de Bassan Petit pingouin Guillemot de Brünnich
Îles-de-la-Madeleine	QC007	Île Brion	Sterne arctique Macareux moine Guillemot à miroir Mouette tridactyle Eider à duvet Guillemot marmette Sterne pierregarin Goéland marin Grand cormoran Goéland argenté Grèbe esclavon Océanite cul-blanc Émerillons Fou de Bassan Pluvier siffleur Petit pingouin
Îles-de-la-Madeleine	QC009	Île de l'Est	Canard noir Pluvier bronzé Sterne arctique Pluvier argenté Sarcelle à ailes bleues Sterne caspienne Sterne pierregarin Sterne pierregarin/arctique Goéland marin Fuligule milouinan Grand chevalier Goéland argenté Grèbe esclavon Bécasseau minuscule Petit chevalier à pattes jaunes Fou de Bassan Pluvier siffleur Harle huppé Fuligules à collier Sterne de Dougall

Emplacement	#ID du site*	Zone importante pour la conservation des oiseaux	Espèces d'oiseaux
			Bécasseau sanderling Bécasseau semipalmé Bécassin roux Courlis corlieu Bécasseau à croupion blanc
Îles-de-la-Madeleine	QC012	Plage de l'Hôpital	Pluvier siffleur
Îles-de-la-Madeleine	QC013	La Pointe	Pluvier siffleur
Îles-de-la-Madeleine	QC015	Bassin aux Huitres	Pluvier siffleur
Îles-de-la-Madeleine	QC017	Rocher du Corps Mort	Guillemot à miroir Goéland marin Grand cormoran Goéland argenté
Îles-de-la-Madeleine	QC022	Île Paquet	Sterne pierregarin Sterne pierregarin/arctique Goéland marin Goéland argenté Sterne de Dougall
Îles-de-la-Madeleine	QC024	Dune du Sud	Grand cormoran Fou de Bassan Pluvier siffleur
Îles-de-la-Madeleine	QC026	Îlot C	Sterne pierregarin Goéland marin Goéland argenté Alouette cornue Fou de Bassan Canard pilet Pluvier siffleur Sterne de Dougall Pluvier semipalmé
Îles-de-la-Madeleine	QC027	Île-aux-Loups-Marins	Cormoran à aigrettes Goéland marin Grand héron Goéland argenté
Île d'Anticosti	QC058	Falaise aux Goélands / Pointe de l'Est	Macareux moine Mouette tridactyle Guillemot marmette Grand cormoran Fou de Bassan
* se référer à la Figure 5.56 pour les emplacements. Source : <a href="http://www.ibacanada.com">http://www.ibacanada.com</a>			

Les colonies les plus proches du projet incluent quatre colonies de l'archipel des Îles-de-la-Madeleine et une colonie du sud-ouest de Terre-Neuve. La colonie d'oiseaux marins vulnérables la plus rapprochée du PP 1105 est la très peuplée colonie d'oiseaux marins de Rocher-aux-Oiseaux située sur la frange nord-est de l'archipel des Îles-de-la-Madeleine (QC006). Cette colonie est la troisième colonie d'oiseaux marins vulnérables la plus large du Golfe. Elle est l'une des trois colonies d'oiseaux marins du Golfe qui supportent une population reproductrice de fous de Bassan et elle est la deuxième plus grande colonie de fous de Bassan au Canada. Cette colonie supporte également un très grand nombre de mouettes tridactyles et de guillemots marmettes, ainsi qu'un petit nombre de guillemots de Brünnich et de macareux moines.

La colonie de l'Île Brion (QC007) est également une colonie très peuplée d'oiseaux marins consistant principalement de mouettes tridactyles ainsi que d'un plus petit nombre de guillemots à miroir, de macareux moines, de petits pingouins, de grands cormorans et de guillemots marmettes. La deuxième plus proche colonie d'oiseaux marins vulnérables aux Îles-de-la-Madeleine est une large colonie de cormorans à aigrettes située sur l'Île-aux-Loups-Marins (QC027).

#### **5.7.4 Les colonies de sternes**

Il existe 69 colonies de reproduction connues de sternes dans le Golfe. Les colonies de sternes sont concentrées dans plusieurs secteurs du Golfe, incluant les côtes nord du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard, la côte sud de la péninsule gaspésiennem l'archipel des Îles-de-la-Madeleine et l'archipel de Mingan. Il y a aussi de relativement grandes colonies de sternes le long de la côte ouest de Terre-Neuve. La sterne pierregarin est la plus abondante des sternes nicheuses dans le Golfe. Les sternes arctiques sont présentes en plutôt grand nombre dans les colonies de sterne situées plus au nord sur la côte ouest de Terre-Neuve et le long de la Côte-Nord du Québec. La sterne caspienne niche en petits nombres le long de la Côte-Nord du Québec et à l'ouest de Terre-Neuve. La sterne de Dougall est en voie de disparition et a fait l'objet de mentions seulement sur l'île Paquet et aux Îles-de-la-Madeleine (voir la Section 5.2.2.4).

### **5.8 La pêche commerciale et autres utilisateurs**

#### **5.8.1 Pêches commerciales**

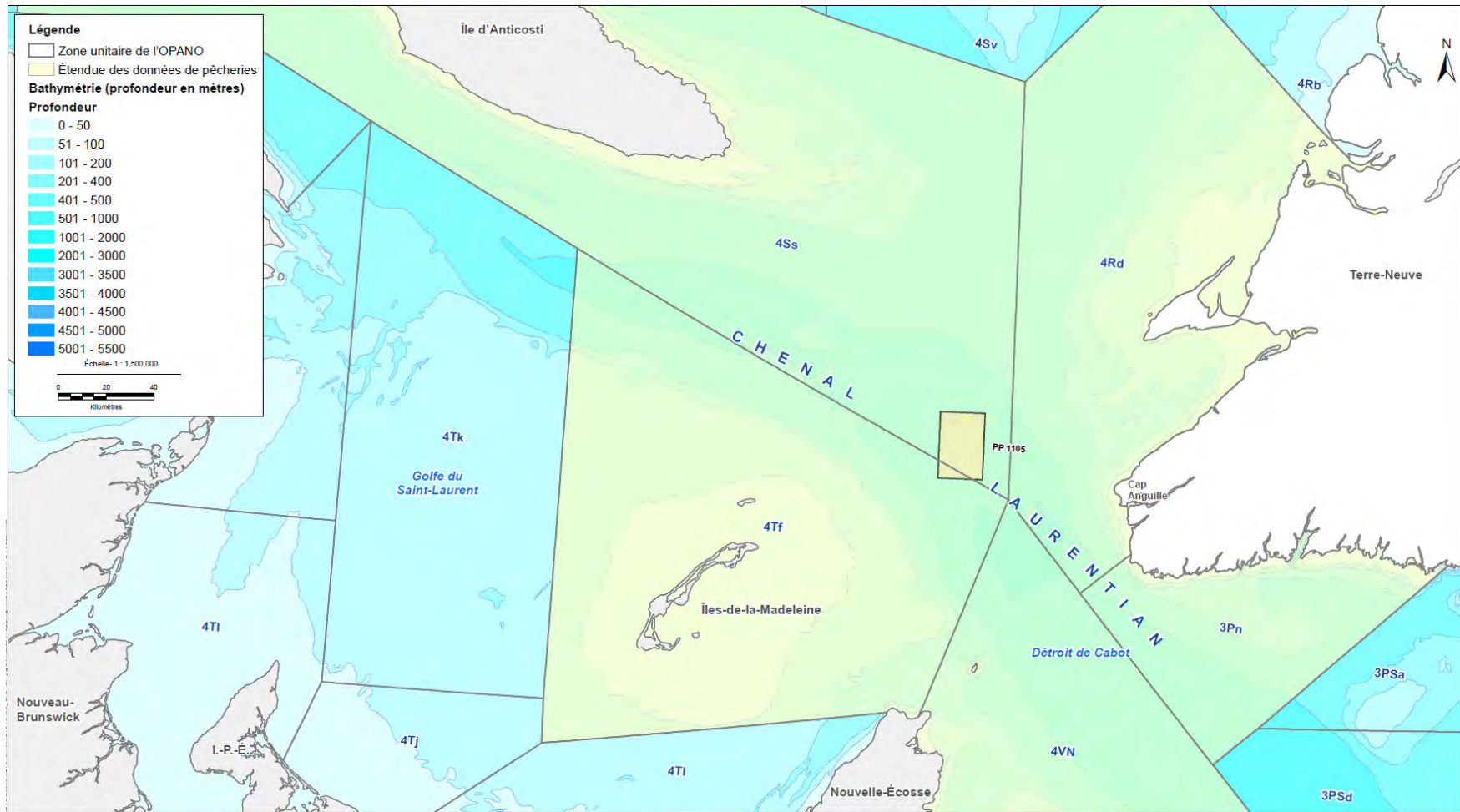
Le Golfe est une zone de pêche commerciale pour les flottes du Québec et des quatre provinces maritimes; il n'y a pas eu de flottes étrangères depuis qu'elles ont exclu de la zone à la suite du premier effondrement des stocks de morue dans les années 1970 (DFO 2005e). La gestion des activités de pêcheries commerciales dans le Golfe par le MPO est dirigée par les bureaux régionaux du Québec, des Maritimes, du Golfe et de Terre-Neuve-et-Labrador (MPO 2011). Beaucoup des principales espèces sont pêchées selon des systèmes de quotas (p. ex. poissons démersaux et crabes), tandis que d'autres sont pêchées selon la disponibilité (p. ex. harengs et maquereaux) ou pendant des périodes spécifiques (p. ex. homards et crabes). Le MPO régit les licences et quotas pour les zones de gestion des espèces individuelles ainsi que les divisions et sous-divisions de l'OPANO. Les zones unitaires de l'OPANO sont illustrées à la Figure 5.58. Le PP 1105 est situé en grande partie dans la zone 4Ss de l'OPANO, mais chevauche également la zone 4Tf. Le site du puits est situé dans la zone 4Ss. Aux fins de cette évaluation environnementale, tous les groupes importants de poissons, incluant le poisson démersal, les espèces pélagiques et les mollusques pêchés au sein des zones unitaires de l'OPANO 4Ss, 4Tf, 4Rd, 4Vn et 3Pn ont été inclus.

Ces espèces regroupent le maquereau, le hareng, l'aiguillat commun, l'anguille, la raie, le requin bleu, le requin-taupe bleu, le requin-taupe commun, la plie canadienne, le flétan, la morue, le flétan noir, l'aiglefin, la plie grise, la plie rouge, la baudroie, le goberge, le sébaste, les chabots, le poulamon, la merluche blanche, le turbot de sable, la limande à queue jaune, le homard, la crevette, le crabe des neiges, le crabe nordique, le crabe lyre, le couteau de

l'Atlantique, le pétoncle, la mye, le calmar, la mactre de Stimpson, la mactre d'Amérique et le buccin.

#### **5.8.1.1 Les pêcheries dans les zones unitaires 4Ss, 4Tf, 4Rd, 4Vn et 3Pn de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest**

Des données sur les débarquements pour les zones unitaires 4Ss, 4Tf, 4Rd, 4Vn et 3Pn de l'OPANO pour 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 et 2010 ont été récoltées par le MPO pour le Québec, la région du Golfe et Terre-Neuve-et-Labrador. Ces données sont présentées aux Tableaux 5.19 à 5.23 et représentent les données vérifiées les plus à jour au moment de la rédaction (mai 2011). Les zones unitaires 4Ss, 4Tf, 4Rd, 4Vn et 3Pn de l'OPANO couvrent une superficie substantiellement plus grande que celle du PP 1105. Cependant, l'information générale sur les tendances associées à la pêche dans cette division pourrait fournir un aperçu et des connaissances de la région générale dans laquelle le projet et les activités connexes de soutien se dérouleront.



**Figure 5.58 Zones unitaires de l'Organisation de la pêche dans l'Atlantique Nord-Ouest**

**Tableau 5.19 Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Ss de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010**

Espèces	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)
<b>Pélagique</b>														
Hareng	512	235	277	54	39	16	18	8	37	11	170	83	143	70
Anguille					26	25								
Raie					218	55								
Aiguillat commun	2	1	1	1										
Maquereau													250	85
Requin bleu													36	73
<b>Poissons de fond (démersal)</b>														
Plie canadienne	175	125	291	207	23	20	779	531	5,199	4,429	1,877	1,369	2,751	1,831
Flétan	23,159	137,672	19,608	110,776	10,381	60,403	36,665	210,653	27,462	155,859	28,011	155,699	9,865	57,729
Poisson-chat	10	3	17	6									484	373
Morue	9,952	14,946	11,037	13,226	11,969	13,003	14,176	20,497	14,974	22,961	14,686	21,878	14,033	19,546
Flétan noir	26,827	56,104	47,010	99,014	11,615	19,348	288,837	539,224	198,853	386,068	189,519	386,791	199,023	424,435
Plie grise					166	257	51	85					15	12
Baudroie d'Amérique	22	20	151	95	45	51	229	133	609	378	434	166	529	214
Sébaste	27,537	16,918	83,669	60,626	49,696	40,923	19,498	17,036	4,787	3,167	10,782	7,915	45,805	30,778
Merluche blanche	186	94	204	109	163	60	179	119	114	72	457	256	613	361
<b>Mollusques et crustacés</b>														
Homard	68,067	993,501	94,160	1,378,438	93,650	1,206,846	109,479	1,524,675	133,555	1,520,234	140,760	1,343,132	166,188	1,509,274
Crevette	11,449,450	14,419,491	11,016,469	14,808,063	9,246,339	2,546,569	4,031,118	5,615,584	7,017,315	7,890,467	4,912,372	5,042,714	5,528,907	6,031,275
Crabe des neiges	153,032	975,918	172,253	569,625	146,095	325,702	184,869	703,294	190,841	742,805	205,591	628,900	167,773	510,815
Pétoncle	2,157	4,433												



**Tableau 5.20 Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Tf de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010**

Espèces	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)
<b>Pélagique</b>														
Maquereau	976,216	392,024	729,175	417,778	1,331,365	640,537	583,131	281,310	429,494	230,658	363,494	180,631	298,988	184,279
Hareng	3,016,469	785,280	1,158,558	388,073	155,914	62,877	55,065	14,925	121,413	48,703	148,907	35,016	523,926	405,019
Anguille	55	17	35	37	26	26	17	34	23	28				
Raie	654	654	1,637	357	1,447	747	943	482	1,119	607			541	154
Requin-taupo bleu							55	111	52	104				
Requin-taupo commun	283	386	243	309	102	85	451	792	938	1,337	725	656	331	0
Aiguillat commun	8,336	4,687	45	61	101	94	6	6	16	20	3	3		
Requin bleu			37	37	32	29			24	27			103	103
Requin mako	347	358	160	320	222	336	544	533	23	23	314	249	173	173
<b>Poissons de fond (démersal)</b>														
Plie canadienne	184,111	152,477	128,248	101,663	198,326	169,098	137,352	114,217	34,495	27,071	30,380	25,661	83,631	108,770
Flétan	44,513	273,049	58,335	409,274	44,148	318,523	37,901	277,192	64,147	467,800	89,304	669,245	63,672	372,963
Poisson-chat	164	80	192	131	244	226	126	139	44	40			4	3
Aiglefin	923	910	1,919	3,243	1,864	3,218	1,854	2,533	1,875	2,539	381	662	106	151
Morue	816,465	1,063,824	1,410,346	1,763,504	1,702,733	2,415,855	569,329	824,214	775,485	1,095,222	89,640	122,559	55,964	75,696
Flétan noir	21,739	46,240	42,517	61,642	53,089	80,207	21,073	35,246	16,069	27,916	36,685	69,592	54,621	345,885
Plie grise	229,010	262,628	365,485	340,037	429,266	511,879	310,341	366,484	276,076	297,806	140,904	93,121	89,425	81,943
Baudroie d'Amérique	180	136	3,901	1,929	1,379	726	1,013	558	2,710	1,922	6,741	3,807	2,941	3,069
Goberge	514	299	3,813	953+1175	11,141	10,788	4,315	2,730	741	459	14	9	94	10
Sébaste	375,638	225,512	64,828	37,488	1,358,206	391,230	66,899	55,822	275,626	240,168	466,387	315,543	321,087	226,270
Chabots	163	5	786	150	108	46	675	255	215,964	189,039	3,369	600	2,745	275
Poulamon	109	42	100	57	8	2	83	88	72	70	109	100	18	18
Merluce blanche	26,705	15,402	23,511	16,304	14,555	10,563	8,675	6,754	20,212	13,616	23,323	20,505	12,687	9,677
Turbot de sable	23,551	17,935	51,576	42,112	22,165	23,959	104,498	104,498	67,057	87,208	85,268	126,610	134,418	201,090
Plie rouge	151,942	103,889	174,070	153,681	160,959	164,417	121,699	139,663	111,928	140,313	153,970	205,967	242,737	340,390
Limande à queue jaune	309,383	128,792	168,450	132,820	181,366	191,872	141,824	165,177	91,350	118,799	101,476	144,166	185,829	276,475
<b>Mollusques et crustacés</b>														
Homard	2,486,112	2,486,112	2,453,010	34,370,076	2,459,173	31,177,933	2,481,499	33,316,778	2,625,401	29,773,860	2,669,184	23,774,569	3,177,128	27,061,294
Crabe des neiges	7,268,029	48,002,316	8,790,766	38,383,413	6,243,323	17,432,383	2,428,454	26,516,893	5,579,765	24,596,638	4,127,544	14,860,833	1,685,544	7,031,450
Crabe commun	678,724	530,816	781,631	596,235	767,538	637,664	802,518	657,700	644,257	566,208	621,079	546,374	610,465	537,209
Crabe lyre			165,354	122,388	197,078	155,583	195,776	152,133	165,368	127,603	142,992	108,094	181,379	119,710
Couteau de l'Atlantique	11,874	26,173	26,374	58,150	10,354	22,829	21,437	47,259	11,766	25,942	18,116	21,782	24,015	40,790
Pétoncle	139,843	253,444	239,516	474,963	148,396	399,520	385,827	10,402,011	314,464	621,925	485,541	948,566	371,061	737,753
Mye			87	228	407	958	506	521	988	2,124	521	1,816	889	3,112
Calmar	39	0			320	46			6	13				
Mactre de Stimpson	21,283	16,423	8,159	8,111	8,873	7,165	16,713	12,896	7,576	5,846			7,529	5,797
Mactre d'Amérique	95,878	68,575	140,014	140,925	126,653	123,419	156,567	165,493	174,307	188,088	288,805	305,460	258,495	213,819
Buccin	367,733	334,805	441,714	446,397	394,942	415,447	381,915	404,620	352,386	388,482	23,353	15,414	150,472	132,415

**Tableau 5.21 Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Rd de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010**

Espèces	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)
<b>Pélagique</b>														
Maquereau	9,533,066	9,802,555	7,012,557	7,228,536	7,110,085	7,162,036	7,935,416	8,071,914	4,423,152	4,433,815	13,817,259	13,703,505	3,852,313	3,885,715
Hareng	7,565,099	7,535,150	7,646,778	7,666,599	7,537,987	7,527,922	374,913	358,480	11,058,093	10,955,138	4,134,037	4,159,051	8,508,237	8,518,377
Anguille	13,800	13,800	15,288	15,288	10,406	10,406	14,825	14,825	5,531	5,531	9,790	9,790	4,975	4,975
Raie	11,209	5,627	6,202	2,171	9,607	4,875	12,074	5,003	10,169	4,465	6,918	4,369	28	8
Requin-taube bleu											9	9		
Requin-taube commun	36	49					181	155	77	0	464	368		
Requin mako	2,406	1,545	1,383	901	1,713	1,152	202	123	164	112	626	425		
Capelan	60,958	60,793	345,640	346,167	755,673	773,910	72,999	72,999	4,083,326	3,920,263	531,430	523,966	171,513	171,813
<b>Poissons de fond (démersal)</b>														
Plie canadienne	62,257	55,219	103,916	90,893	52,670	42,272	72,655	63,825	41,743	35,337	77,207	72,882	53,879	51,497
Flétan	37,251	31,720	54,252	65,269	40,309	34,079	22,828	68,687	32,233	87,973	22,472	34,903	30,527	25,185
Loup atlantique	5,909	4,917	6,894	5,871	3,387	2,129	4,536	3,137	4,319	2,914	7,783	6,263		
Poisson-chat			223	82			17	3						
Aiglefin	2,831	1,988	9	2	20	11	3	2	20	8	17	10	24	9
Morue	349,984	303,268	769,874	709,872	1,167,870	1,115,706	556,121	455,169	828,966	806,554	593,498	497,897	222,418	181,555
Brosme	52	40	12	0	9	7			5	0	14	0	36	18
Flétan noir	2,511	1,250	5,435	4,513	2,974	3,126	1,750	935	2,217	1,753	1,951	1,335	355	731
Lompe	26,320	26,320	21,291	21,073	29,998	29,998	1,273	1,273	179	179				
Plie grise	406,950	376,300	475,442	486,314	412,157	435,122	427,218	408,348	300,847	285,585	244,097	235,960	117,467	102,649
Baudroie d'Amérique	838	780	1,347	862	349	212	87	77	32	12	416	341	839	645
Goberge	296	204	153	98	17,461	14,360	140	112	818	670	2,326	1,769	193	90
Sébaste	480,527	316,893	546,994	454,761	123,572	109,156	1,780	1,183	54,299	50,663	90,358	88,857	157,358	131,618
Merluche blanche	14,631	9,852	9,356	6,294	3,963	2,525	5,635	3,586	7,508	3,962	2,415	1,743	3,458	2,655
Plie rouge	49	45	214	214	265	262	157	143	2,619	2,404	39	39		
<b>Mollusques et crustacés</b>														
Homard	263,479	236,479	347,720	347,720	351,275	351,275	333,039	333,039	403,391	403,391	343,450	343,450	321,106	321,106
Crabe des neiges	337,842	335,555	84,652	84,521	44,796	44,847	24,126	24,022	58,691	58,338	110,557	109,144	51,563	50,749
Crabe commun	238	238												
Couteau de l'Atlantique														
Pétoncle	12,289	1,481	1,118	135			621	460	6,777	816				
Calmar	191	0	8	11										

Tableau 5.22 Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 4Vn de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010

Espèces	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)
<b>Pélagique</b>														
Maquereau	10,372	4,667	125,206	77,874	221,537	177,536	367,032	164,066	110,548	90,415	51,364	37,937	6,248	0
Hareng	1,483,885	320,357	650,765	267,685	216,496	86,671	72,230	24,310	201,720	39,501	4,719	2,476	1,037	0
Anguille											10,571	44,935		
Civelle pigmentée											45	0		
Raie			92	42	0	0	1,942	676						
Requin-taupe bleu														
Requin-taupe commun	938	1,276	349	445	682	567	1,219	1,050			414	0	184	0
Aiguillat commun			7,329	3,223							1	0		
Requin bleu	46	61	74	119	37	61	36	59						
Requin mako	173	184	42	47	242	369					256	0	283	0
Gaspereau					3,346	735	13,580	6,644	17,890	944	11,164	898	4,848	0
Grande argentine					4	0								
Eperlan							41	45						
Espadon	162	1,375							100	637			147	0
Thon rouge			737	12,636	4,471	87,672	2,149	35,768	1,994	40,569			626	9,868
Capelan														
<b>Poissons de fond (démersal)</b>														
Plie canadienne	10,880	17,925	16,355	18,928	22,302	36,041	15,279	22,770	6,448	9,675	3,194	3,166	1,381	450
Flétan	37,660	325,611	43,684	384,443	40,996	381,954	45,600	455,471	55,314	524,952	78,881	811,175	66,906	127,895
Loup atlantique			0	0					176	74	35	12	90	0
Poisson-chat	485	216	181	79	94	38	87	39						
Aiglefin	824	866	1,263	1,580	4,105	6,211	179	245	302	468	507	832	308	26
Morue	240,086	426,627	242,889	505,969	231,590	487,485	169,983	341,985	129,088	241,867	34,693	65,873	24,200	51,698
Brosme	82	51	56	49	103	89	16	14	11	11	23	20	496	0
Flétan noir	240,168	426,678	242,945	506,018	231,693	487,574	169,999	341,999	129,099	241,878	34,716	65,893	24,696	51,698
Lompe														
Myxine					1,014	1,003	590	584	1,165	1,153			1,451	0
Plie grise	235,798	235,923	313,678	411,164	262,872	161,497	284,453	236,571	190,182	138,628	74,427	61,616	108,548	0
Baudroie d'Amérique	912	1,119	2,691	4,110	2,303	2,233	2,795	3,090	1,069	931	1,337	938	1,294	0
Goberge	221	90	141	77	37	33	100	89	47	34	2,096	1,850	279	0
Sébaste	950,756	566,500	612,383	368,187	545,169	319,418	523,611	374,741	609,093	422,261	866,758	566,676	648,675	326,235
Chabots					14	6								
Poulamon														
Merluche blanche	60,118	26,149	53,687	43,696	75,382	67,783	40,402	35,659	27,072	27,180	26,989	28,674	24,039	28,005
Merlu argenté					8	6								
Turbot de sable														
Plie rouge														
Limande à queue jaune														
<b>Mollusques et crustacés</b>														
Homard	1,760,065	22,918,017	1,938,030	26,838,518	1,861,542	23,922,207	1,914,371	25,237,346	2,732,636	29,439,474	2,138,212	19,491,984	2,430,430	21,855,904
Crabe des neiges	1,893,730	12,525,138	868,673	3,659,076	665,885	1,870,679	342,448	1,555,360	426,103	1,921,460	786,402	2,703,414	856,854	3,380,480
Crabe commun	282,790	200,113	232,416	171,169	245,966	205,547	200,759	209,004	164,224	127,634	174,404	124,510	166,900	5,755
Crabe lyre	14,341	9,466	9,667	5,601	2,802	1,849	12,768	7,023						
Crabe nordique	946	1,250			1,229	27	182	4	375	1	269	1	634	3
Crabe épineux	8	8												
« Propellor crab »					1,738	192								
Coques					737	0								
Huître américaine	18,981	27,914	28,291	23,764	14,187	11,915	3,254	2,735	640	544			1,661	0
Couteau de l'Atlantique														
Pétoncle	35,305	61,297	18,595	25,395	26,435	35,633	33,832	45,533	42,553	61,023	34,734	58,720	46,297	1,182
Mye			58	256									2,044	3,591
Calmar														
Oursins	61,719	180,345	63,653	160,847	63,056	128,500	64,150	128,835	56,852	127,885	82,647	256,290	85,264	6,585
Crevette	2,044,848	3,145,858	1,141,667	1,306,012	613,705	566,931	89,372	83,661	220,785	236,313	10,665	10,337	132,744	140,227
Mactre de Stimpson					27,143	4,872								
Mactre d'Amérique														
Buccin									10	10				

**Tableau 5.23 Valeur des débarquements de pêcheries pour la zone unitaire 3Pn de l'Organisation de la pêche de l'Atlantique Nord-Ouest, 2004 à 2010**

Espèces	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)	Poids (kg)	Valeur débarq. (\$)
<b>Pélagique</b>														
Maquereau	29,499	29,499	81,688	81,688	76,863	76,863	51,581	51,581	5,928	5,928	5,024,020	4,935,831	4,222,271	4,286,451
Hareng	42,582	42,582	100,834	100,834	90,399	90,399	82,491	82,491	8,594	8,594	79,030	80,089	9,371	9,371
Anguille	6,294	6,294	3,207	3,207	2,985	2,985	2,569	2,569	2,462	2,462			1,251	1,251
Raie	15,600	6,859	8,561	4,798	6,824	4,576	9,927	6,598	10,034	7,227	7,610	3,929	5,644	2,806
Requin-taupo bleu			10	10	9	9	15	15	19	19	6	6	67	65
Requin-taupo commun			28	28	105	70					237	181	652	425
Requin mako	726	524	1,413	991	527	365	1,355	914	1,406	994	1,454	989	797	528
<b>Poissons de fond (démersal)</b>														
Plie canadienne	8,958	8,801	11,254	10,901	9,285	9,005	10,455	10,294	10,014	9,845	11,472	11,177	6,307	6,190
Flétan	28,959	22,772	22,007	17,312	17,280	13,614	29,600	23,135	42,944	33,752	61,204	48,673	46,277	36,082
Loup atlantique	9,437	8,657	19,038	9,065	4,710	4,242	5,312	4,811	8,983	8,265	13,655	12,701		
Poisson-chat	3	3	6	3										
Aiglefin	11	10	3	2			2	1	107	90	64	39	83	68
Morue	782,659	652,374	855,841	720,641	1,208,179	1,000,622	1,080,837	899,028	1,130,827	941,797	1,356,757	1,124,237	703,837	584,753
Brosme	383	283	69	57	90	33	83	61	299	220	123	84		
Flétan noir	717	758	1,137	1,126	1,487	1,428	1,173	1,121	953	893	1,235	1,202	427	838
Lompe	89,075	89,075	56,001	56,001	59,361	59,361	4,403	4,403	197	197				
Plie grise	7	10	3	3			1	0	6	0	1	0	31	3
Baudroie d'Amérique	221	207	334	274	101	48	59	45	272	228	43	36	202	118
Goberge	5,784	5,110	1,795	1,488	1,741	1,294	2,546	2,097	2,776	2,331	6,015	4,734	2,790	1,602
Sébaste	248,840	216,217	91,705	78,479	170,378	161,072	20,159	22,261	50,572	55,045	22,905	21,617	65,953	63,203
Merluche blanche	77,076	62,876	44,985	37,294	15,874	13,113	36,039	30,047	46,658	38,586	27,320	22,538	20,982	36,157
Plie rouge	1	1	7	6	121	110			36	33	3	3		
Limande à queue jaune			51	51	19	17							16	16
<b>Mollusques et crustacés</b>														
Homard	12,932	12,932	28,808	28,808	47,954	47,954	93,954	93,954	153,264	153,264	127,342	127,342	13,844	138,438
Crabe des neiges	1,461	1,461	520	520	2,066	2,066	2,987	2,987	1,325	1,325	649	703	1,039	957
Calmar	5	0												

Au cours de cette période, la majorité des prises des zones unitaires 4Ss et 4Tf de l'OPANO furent débarquées au Québec, celles des 4Rd et 3Pn furent débarquées à Terre-Neuve, et celles de la 4Vn en Nouvelle-Écosse. Au cours de cette période, il n'existe aucune donnée de débarquement sur les captures de poissons dans la région du Golfe pour les zones unitaires 4Rd et 3Pn de l'OPANO. Pour la totalité de la zone unitaire 4Ss de l'OPANO, les débarquements ont été dominés par le crevette, le homard, le crabe des neiges et le flétan noir en 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 et 2009 et par la crevette, le crabe des neiges, le homard, le flétan noir et le sébaste en 2010. Pour la totalité de la zone unitaire 4Tf de l'OPANO, les débarquements ont été dominés par le crabe des neiges le homard, et le hareng en 2004 et 2005, par le crabe des neiges, le homard, et le maquereau en 2006, par le homard, le crabe des neiges et le crabe commun en 2007, 2009 et 2010 et par le homard, le crabe des neiges et la morue en 2008. Pour la totalité de la zone unitaire 4Rd de l'OPANO, les débarquements ont été dominés par le maquereau, le hareng et la plie grise en 2004, par le maquereau le hareng et la morue en 2005, 2006 et 2009, par le maquereau, la plie grise et la morue en 2007, par le hareng, le maquereau et le capelan en 2008 et par le hareng, le maquereau et le homard en 2010. Pour la totalité de la zone unitaire 4Vn de l'OPANO, les débarquements ont été dominés par le sébaste, le homard, le crabe des neiges et le crabe commun à tous les ans entre 2004 et 2010 et de plus, par : le hareng, la morue, le flétan noir, la plie grise et la crevette en 2004; par le maquereau, le hareng, la morue, le flétan noir, la plie grise et la crevette en 2005, 2006 et 2008; par le maquereau, la morue, le flétan noir et la plie grise en 2007; et par la plis grise et la crevette en 2010. Pour la totalité de la zone unitaire 3Pn de l'OPANO, les débarquements ont été dominés par la morue, le sébaste et la lompe en 2004, par la morue, le hareng et le maquereau en 2005, par le morue, le sébaste et le hareng en 2006, par la morue, le homard et le hareng en 2007, par la morue, le homard et le sébaste en 2008, par le maquereau, la morue et le homard en 2009 et par le maquereau, la morue et le sébaste en 2010. Toutes les données sur les captures correspondent aux pêches durant la période avril à décembre de chaque année.

Les efforts de pêche dans les Divisions 4Ss, 4Tf, 4Rd, 4Vn et 3Pn de l'OPANO (soit les divisions entourant le PP 1105) sont présentés aux Figures 5.59 à 5.62 par espèces, géoréférencés par latitude et longitude. Prendre note que ce ne sont pas toutes les données sur les captures résumées aux Tableaux 5.19 à 5.23 qui incluent les coordonnées des emplacements de pêches, et donc, les figures sur la pêche commerciale peuvent ne pas illustrer la même information que celle indiquée dans les tableaux. Les espèces de poissons ayant un statut spécial dans le Golfe en raison d'un moratoire ou d'un statut de conservation de la population de poissons par le COSEPAC sont également indiquées dans les Figures 5.59 à 5.62, le cas échéant.

Comme le démontrent les Figures 5.59 à 5.62, il y a un effort minimal de pêche au sein et autour de la zone du projet. Aucun emplacement de captures de poissons ne fut enregistré dans le PP 1105. L'emplacement de captures le plus proche du projet est situé à un peu moins de 10 km au sud-ouest de PP 1105, et constitue un emplacement pour la capture du sébaste. Situés entre 10 et 12 km du PP 1105, deux emplacements de captures ont été enregistrés. L'un pour le sébaste, et l'autre pour la morue et la merluche blanche. Cependant, en général, l'effort de pêche dans les environs immédiats du projet peut être considéré comme faible.

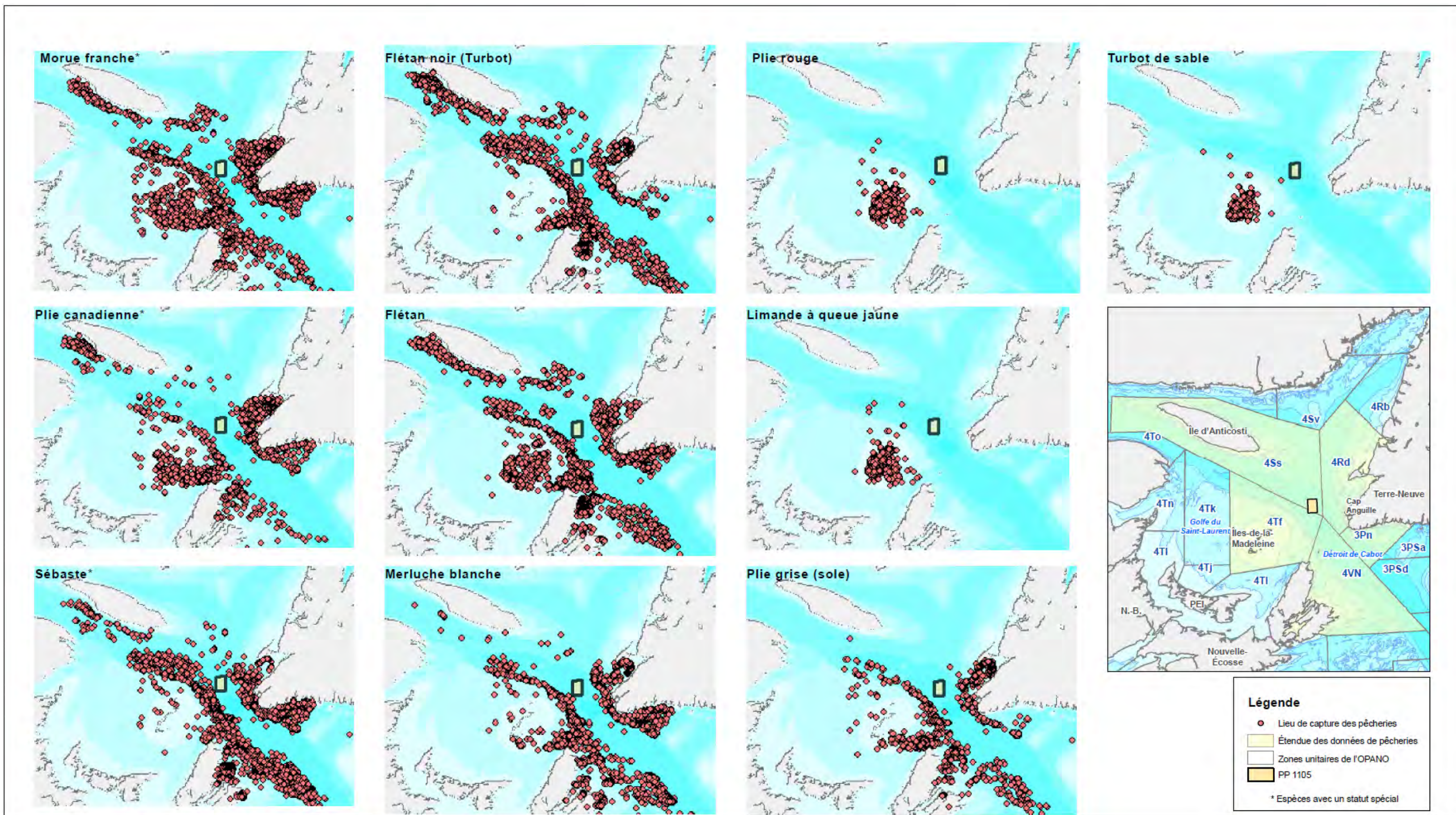


Figure 5.59 Effort de pêche des principales espèces de poisson de fond, 2004 à 2010

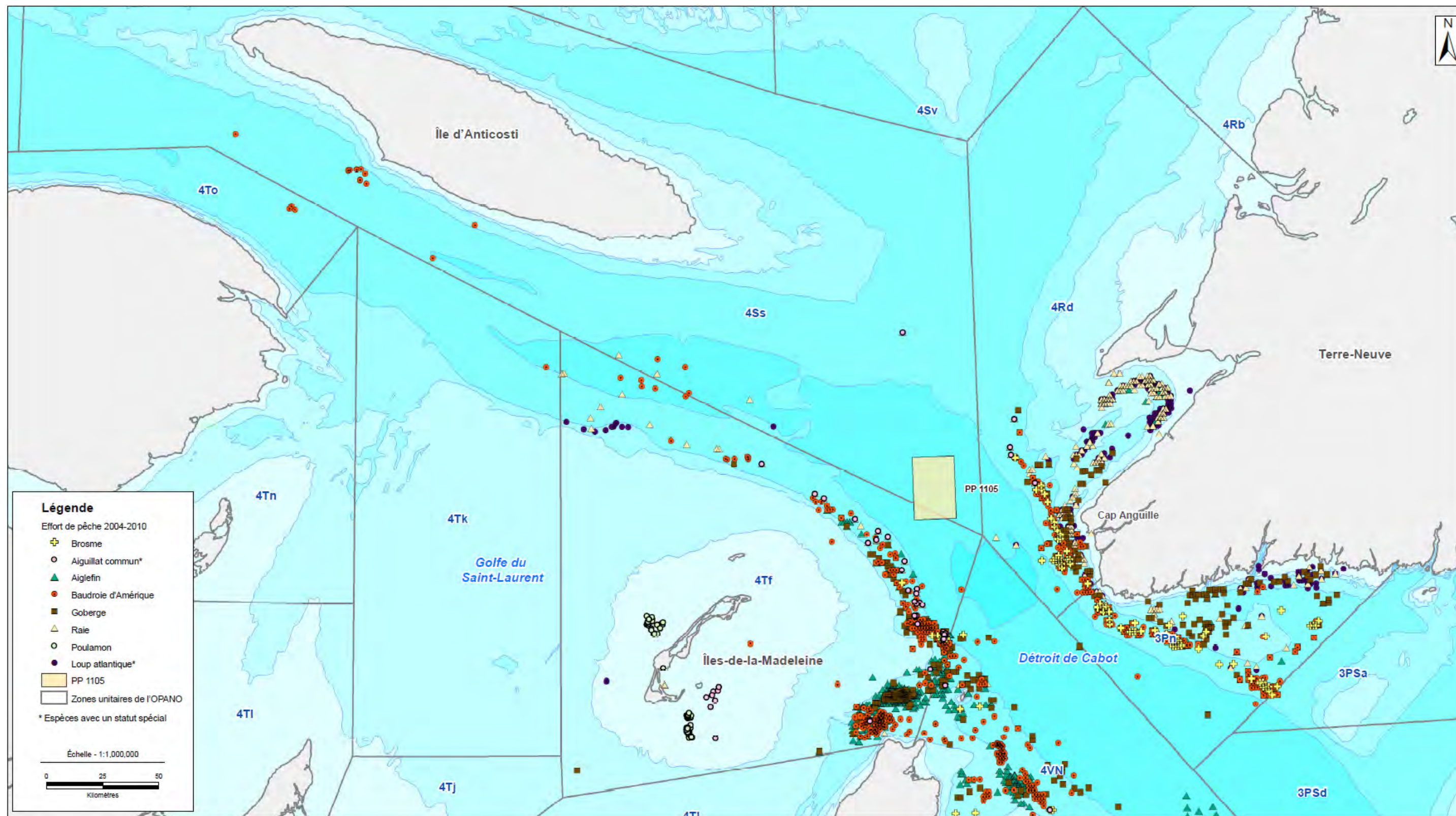


Figure 5.60 Effort de pêche des espèces supplémentaires de poisson de fond, 2004 à 2010

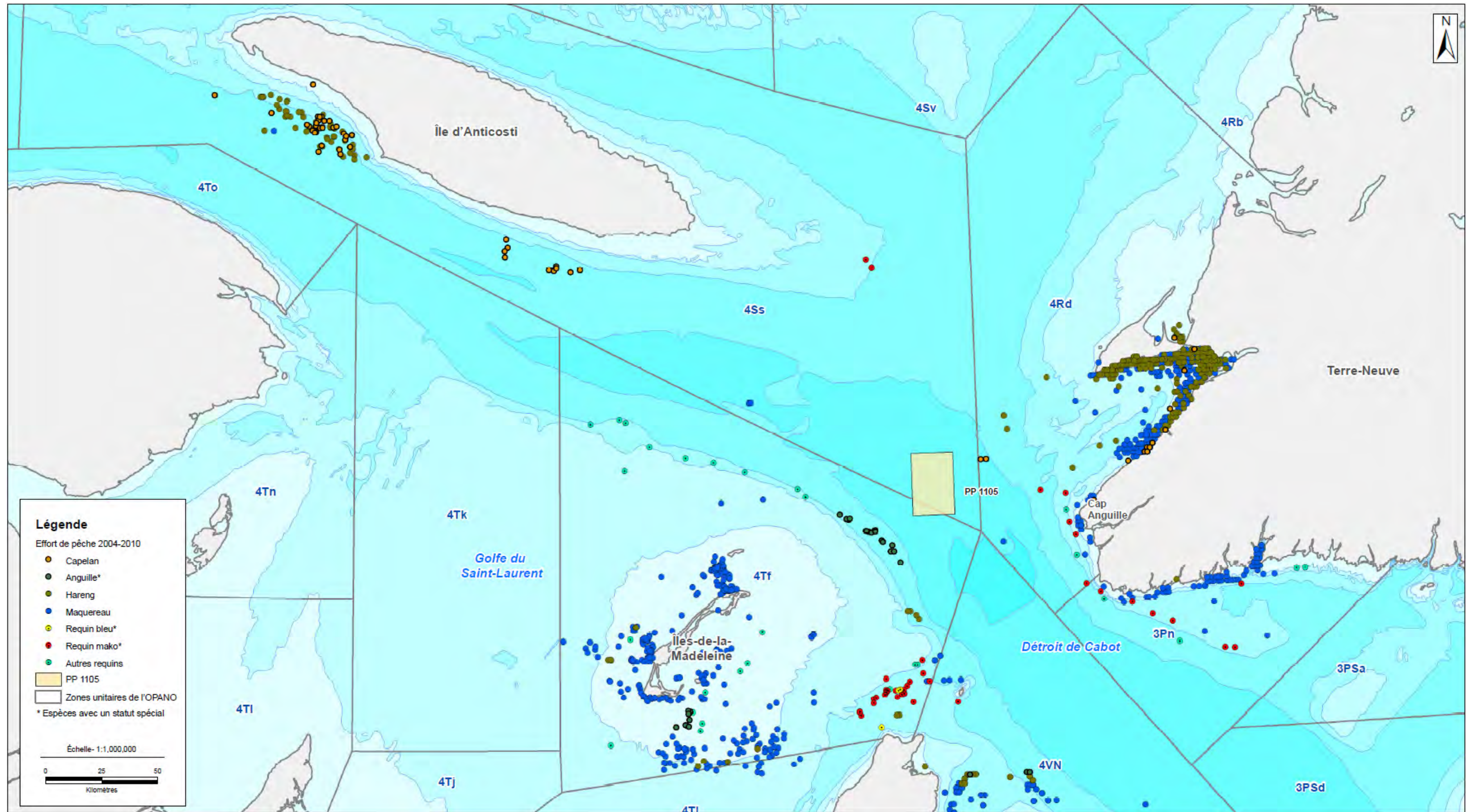


Figure 5.61 Effort de pêche des espèces pélagiques, 2004 à 2010



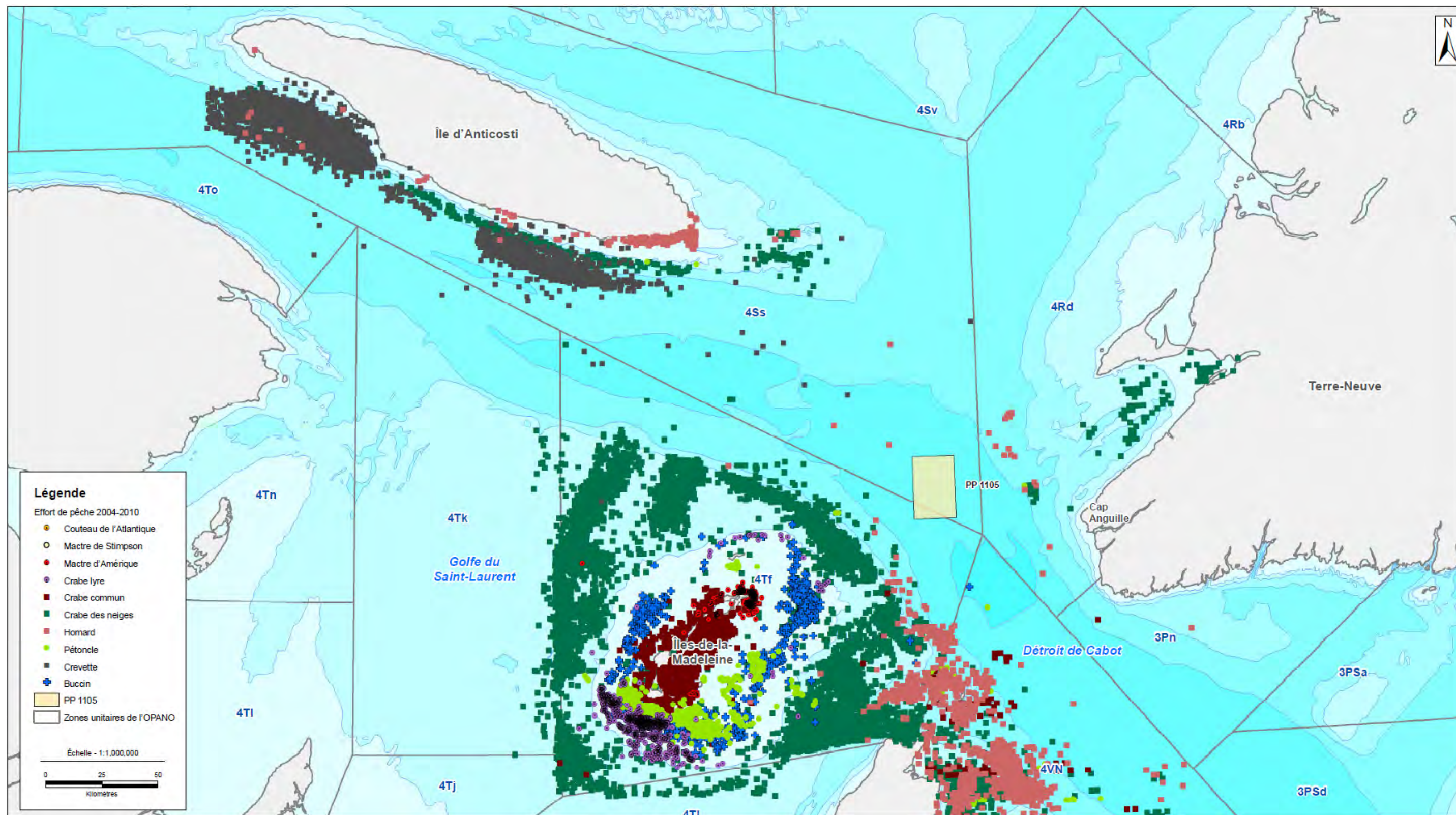


Figure 5.62 Effort de pêche des mollusques et crustacés, 2004 à 2010

### 5.8.1.2 Principales espèces commerciales de poissons et de mollusques et crustacés

Sur la base des données amassées et analysées sur le poids au débarquement pour les années 2004 à 2010 dans les zones unitaires 4Ss, 4Tf, 4Rd et 3Pn de l'OPANO (Tableaux 5.19 à 5.23), les principales espèces de poissons et de mollusques et crustacés commercialement pêchés aux alentours du PP 1105 (c.-à.-d. celles qui ont constitué les poids les plus élevés au débarquement), incluaient le maquereau, le hareng, la morue, le sébaste atlantique, la plie grise, le flétan noir, le homard, la crevette, le crabe des neiges et le crabe commun. Il existe actuellement seulement trois entreprises d'environ 60 détenteurs de permis qui participent à la pêche au sébaste. Il n'y pas de pêche autorisée au sébaste dans la zone unitaire 4Ss de l'OPANO et l'ordonnance de modification 2010-056 a mené à la fermeture de la pêche au sébaste du 15 juin au 31 décembre 2010 en ce qui concerne plusieurs types de navires dans les zones unitaires 4Tom 4Tn et 4Tk de l'OPANO (Therriault 2010, L. Légère, comm. Personnelle 2010); les limites de la fermeture pourraient déborder vers une partie du 4Tf. La saison de la pêche au crabe des neiges dans la zone 12F débute en avril/mai et se poursuit jusqu'au début de l'été (MPO, 2010g).

Les descriptions des espèces pour la majorité des espèces de poissons et de mollusques et crustacés listées ci-dessus sont fournies à la Section 5.4 et dans l'EES de l'ouest de Terre-Neuve 2005 (LGL 2005b), Sections 3.4.1 et 3.4.2.

### 5.8.1.3 Pêcheries historiques

Bien que l'effort de pêche de la morue franche aux alentours du projet soit faible (voir Figure 5.59), cette espèce a été surexploitée par le passé dans les eaux au large de l'ouest de Terre-Neuve. La pêche commerciale de la morue a débuté dans les années 1600 ou même avant. Selon le MPO, les débarquements de morue à Terre-Neuve entre les années 1600 et 1800 ont été de l'ordre de 100 000 à 400 000 tonnes annuellement. Dans les années 1950 à 1970, les débarquements de morue ont été d'environ 900 000 tonnes en moyenne et ont même déjà atteint 2 000 000 de tonnes. Au début des années 1970, tous les stocks de morue dans l'Atlantique Nord-Ouest ont été placés sous une réglementation sur les quotas (MPO, 2010o). De la fin des années 1980 au début des années 1990, les débarquements de morue ont commencé à décliner de manière significative et en 1993, un moratoire fut imposé sur la pêche à la morue. La pêche à la morue dans le sud du Golfe a été fermée de septembre 1993 à mai 1998, alors qu'elle a été rouverte, mais avec un total autorisé des captures (TAC) de 3 000 tonnes. Le TAC a été augmenté à 6 000 tonnes de 1999 à 2002. Mais en 2003, la pêche à la morue fut interdite à nouveau pour être rouverte en 2004 avec un TAC de 3 000 tonnes. En 2005 et 2006, le TAC était de 4 000 tonnes, et en 2007, 2008 et 2009 il était de 2 000 tonnes (Swain et al. 2009; MPO 2009r).

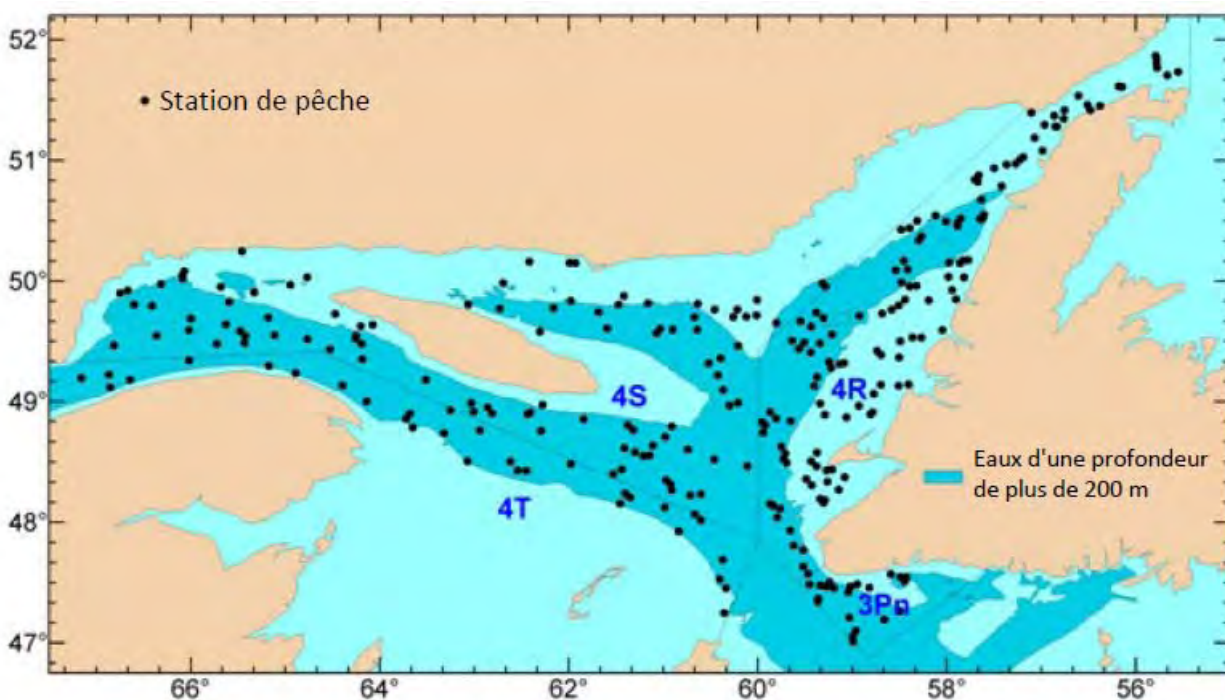
Durant la période de 1960 à 1994, la pêche commerciale de la merluche blanche a été historiquement considérée comme la troisième ou quatrième plus importante pêcherie de poissons de fond dans le sud du Golfe. Au cours de cette période, les valeurs de débarquement étaient en moyenne de 5 675 tonnes (MPO, 2005c). Cependant, un moratoire sur la pêche directe de la merluche blanche dans la zone unitaire 4T de l'OPANO a été décrété en 1995 en raison d'un déclin substantiel des valeurs de débarquement (MPO, 2005c). Les seuls

débarquements de merluche blanche provenant de cette zone unitaire étaient le résultat de prises accidentelles. En 2011, le moratoire sur la merluche blanche est toujours en vigueur (MPO, 2010p).

Les pêcheries historiques au large de l'ouest de Terre-Neuve et dans le Golfe ont été décrites en détail dans l'EES sur l'ouest de Terre-Neuve 2005 (LGL 2005b) à la Section 3.4.4.2 et dans la Modification de l'EES sur l'ouest de Terre-Neuve 2007 (LGL 2007) à la Section 3.3.2.1.

#### 5.8.1.4 Pêche sentinelle

Le Programme de pêche sentinelle par engin mobile (Observatoire global du Saint-Laurent, 2010) est appliqué selon un plan de relevés stratifiés aléatoires. Comme la répartition des espèces de poissons et d'invertébrés varie selon les profondeurs, on a divisé le nord du golfe en diverses strates pour mieux l'analyser. Les relevés sont généralement effectués à partir de 300 stations choisies au hasard au sein de ces strates. Toutes les strates sont échantillonnées afin de connaître la répartition des espèces à diverses profondeurs (Figure 5.63).



Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.63 Répartition des relevés stratifiés aléatoires effectués en juillet 2010**

Neuf chalutiers, cinq de Terre-Neuve-et-Labrador et quatre du Québec, ont effectué les relevés. À chaque station prédéterminée, les navires effectuaient un trait standard pendant 30 minutes à une vitesse de 2,5 noeuds. Les navires qui participaient aux relevés utilisaient un chalut Star 300 Balloon monté sur un bourrelet sauteur Rockhopper. Le maillage des chaluts était de 145 mm et la doublure de leur poche 40 mm.

Le 16e relevé annuel a été effectué dans le nord du golfe entre le 30 juin et le 19 juillet 2010. Au total, 280 stations ont été échantillonnées avec succès (Figure X.X), y compris 21 stations dans la sous-division 3Pn, 129 dans la division 4R (y compris 10 traits dans des profondeurs de 10 à 20 brasses), 100 dans la division 4S et 30 dans la division 4T; cela représente 93 % des objectifs d'échantillonnage.

Les données recueillies par ensemble d'informations incluaient la longueur, le poids, le sexe et le stade de maturité d'un certain nombre de poissons pour chaque espèce. On pouvait aussi dans certains cas prélever des échantillons d'otolithes, de foies, de gonades et d'estomacs. Des échantillons de poissons ont également été recueillis et congelés pour diverses études. Enfin, des données relatives à la température de l'eau et aux profondeurs de pêche ont été recueillies à l'aide de capteurs Vemco fixés aux chaluts.

Les prises de morue, sébaste, flétan noir (turbot) et de flétan de l'Atlantique faites lors des 280 traits fructueux des relevés de juillet 2010 sont présentées au Tableau 5.24.

**Tableau 5.24 Prises de morue, de sébaste, de flétan noir et de flétan de l'Atlantique pour les relevés de juillet 1995 à juillet 2010 (3Pn, 4RST)**

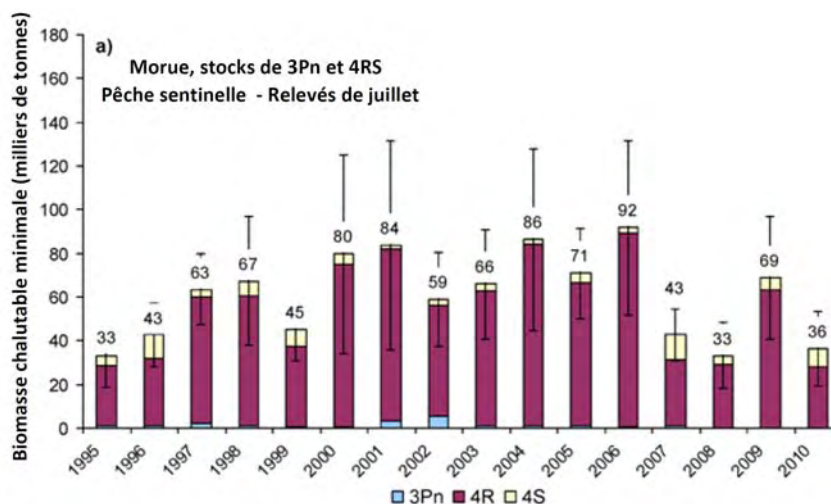
Année	Traits valides	Prises (kg)				Traits totaux	Prises totales (kg)				
		Morue	Sébaste	Turbot	Flétant		Morue	Sébaste	Turbot	Flétant	Autres
1995	311	6,477	11,457	649	84	326	6,598	11,662	675	84	4,716
1996	272	7,254	16,921	1,300	114	332	12,108	27,169	1,502	150	8,593
1997	285	8,642	12,358	1,206	27	313	11,271	13,582	1,397	80	5,848
1998	289	7,719	16,154	1,472	17	320	12,196	36,231	1,668	113	7,198
1999	294	5,487	12,623	1,703	42	335	19,396	17,177	2,079	129	4,031
2000	291	7,893	7,574	1,583	97	324	16,963	10,486	1,932	126	5,454
2001	275	10,238	7,603	1,342	120	317	16,476	14,421	1,814	208	4,194
2002	261	7,729	8,101	1,486	113	293	18,551	8,849	3,090	160	4,155
2003	296	13,741	6,400	1,693	44	326	14,040	6,616	3,512	72	3,590
2004	280	14,072	8,245	2,015	216	317	15,655	13,295	2,567	271	6,670
2005	285	9,662	6,785	2,977	226	303	10,023	7,802	3,649	402	8,652
2006	295	13,174	5,106	2,748	335	325	15,332	5,963	3,624	577	6,647
2007A	291	6,431	6,797	2,976	382	297	6,435	6,836	2,977	399	3,905
2008A	289	9,931	4,310	2,594	456	293	9,931	4,341	2,604	456	2,743
2009A	282	8,939	3,605	1,701	521	285	8,940	3,605	1,716	521	3,921
2010A	280	7,137	4,059	1,935	395	284	7,137	4,059	1,965	395	2,689

Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010  
A Aucun trait discrétionnaire

**Morue**

Les relevés réalisés en juillet au fil des ans dans les eaux d'une profondeur supérieure à 20 brasses (1 brasse = 1,8 m) (1995-2009) laissent croire qu'il y a eu une augmentation de la biomasse chalutable minimale pour la morue entre 1995 et 2001, suivie d'une période stable jusqu'à 2006 (Figure 5.64). Des diminutions importantes ont été observées en 2007 et 2008, suivies d'une augmentation en 2009. L'estimation de 36 478 tonnes en 2010 représente une

diminution marquée, amenant le niveau de l'indice proche des valeurs les plus faibles observées au cours de la série de relevés (33 000 tonnes en 1995 et en 2008).

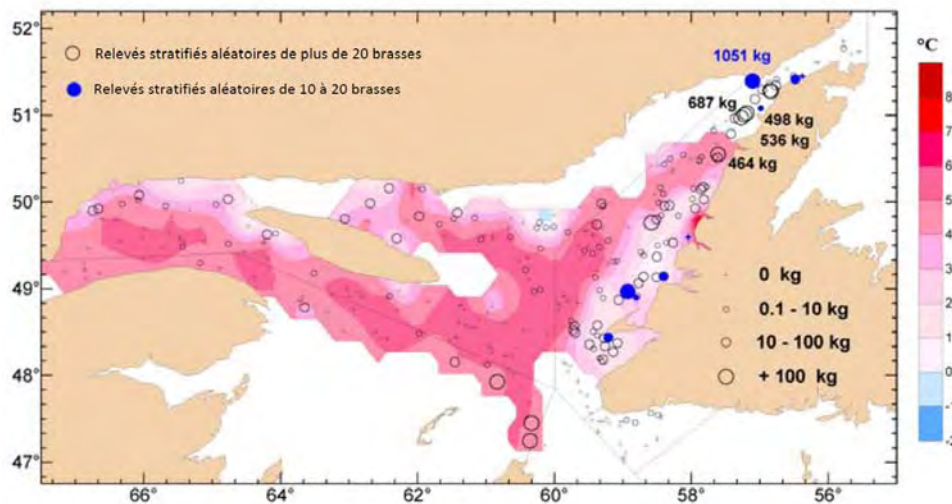


Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.64 Indices de la biomasse chalutable minimaux pour la morue (relevés de pêche sentinelle par engin mobile réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RS)**

Trois strates côtières présentant des profondeurs de 10 à 20 brasses ont été ajoutées en 2003 dans la division 4R. Ces strates ont été ajoutées pour examiner la morue à l'extérieur de la zone auparavant échantillonnée par les chalutiers lors des relevés de pêche sentinelle de juillet. Dix traits ont été effectués dans ces strates par quatre chalutiers lors des relevés de juillet 2010. Le poids des captures variait de 0 à 1051 kg selon un trait standard d'une durée de 30 minutes. Six des dix traits se sont déroulés pendant 30 minutes, les quatre autres ayant été interrompus prématurément en raison du mauvais fond marin. L'indice global de la biomasse (y compris les strates de 10 à 20 brasses) est de 45 323 tonnes pour 2010; cette valeur est la plus basse observée depuis le début de l'échantillonnage en 2003.

La distribution des prises montre que la morue se trouve principalement dans la division 4R le long de la côte ouest de Terre-Neuve (Figure 5.65). En 2010, la concentration de la morue était encore faible dans la division 4S et dans la sous-division 3Pn. Des 280 traits effectués dans le cadre des relevés de 2010, cinq se sont soldés par des prises de morue de plus de 400 kg et ceux-ci ont tous été effectués dans la division 4R. Une seule grosse prise a été réalisée dans les strates de 10 à 20 brasses. Les plus importantes prises réalisées dans la division 4S et la sous-division 3Pn étaient respectivement de 61 et 3 kg.

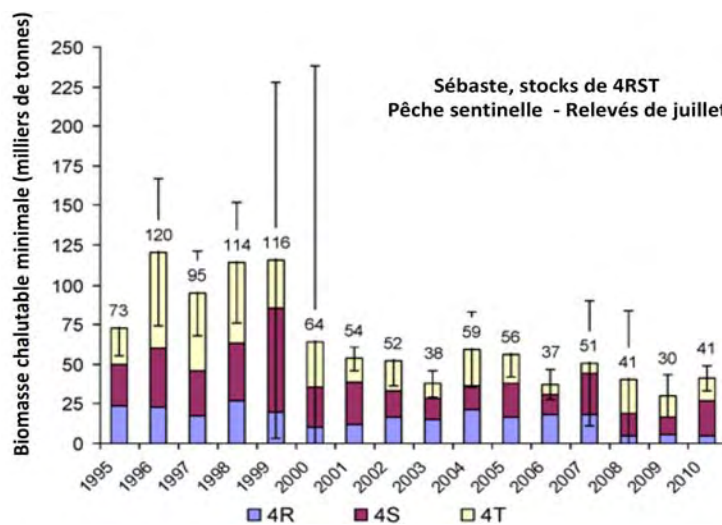


Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010  
 Note : Les prises de plus de 400 kg sont indiquées sur la carte.

**Figure 5.65** Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour la morue lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.

**Sébaste**

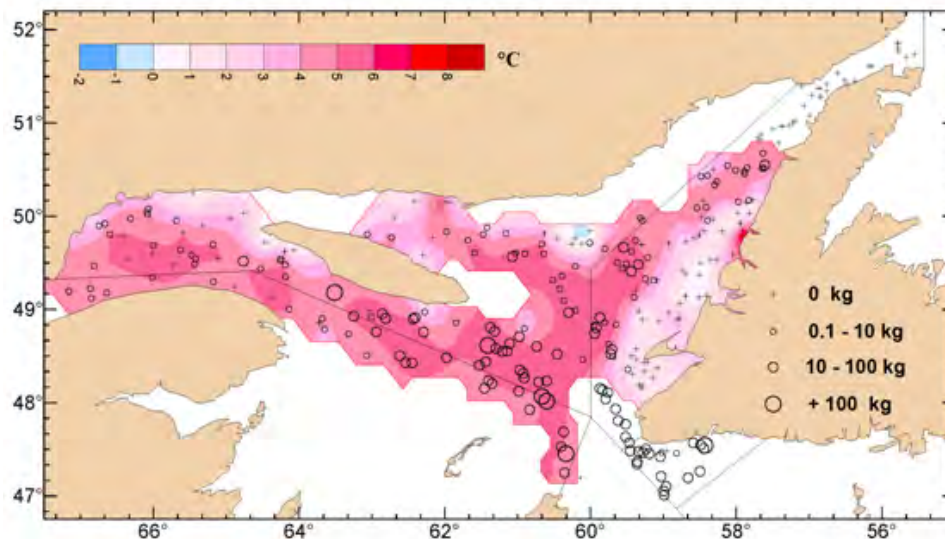
En ce qui concerne les stocks de sébaste de l'unité 1 (divisions 4RST), la série de relevés de pêche sentinelle de juillet (1995 à 2010) montre que leur biomasse chalutable minimale était plus élevée entre 1996 et 1999. Elle a ensuite diminué entre 2000 et 2009 (Figure 5.66). L'estimation de la biomasse chalutable minimale a augmenté en 2010 (principalement dans la division 4S), atteignant 41 283 tonnes. Celle-ci demeure toutefois parmi les plus faibles valeurs de la série.



Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.66** Indices de la biomasse chalutable minimaux pour le sébaste (relevés stratifiés aléatoires réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010 dans les divisions 4RST)

Les sébastes étaient concentrés en grande partie dans les chenaux de la région du nord du golfe (Figure 5.67). En juillet 2010, certaines concentrations de sébastes ont été observées dans la sous-division 3Pn. Cette zone n'est pas visée par le programme de gestion des stocks de sébastes de l'unité 1 (4RST) entre juin et décembre.

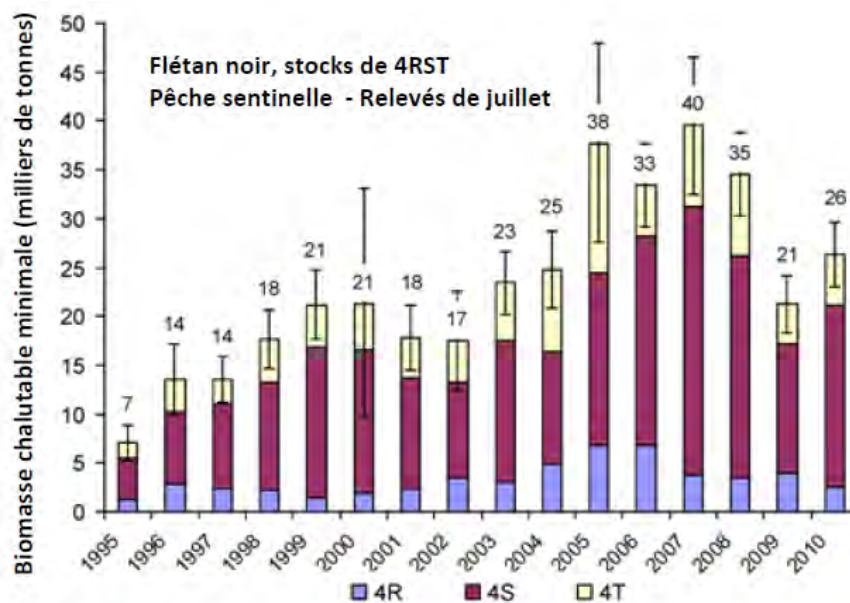


Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.67** Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour le sébaste lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.

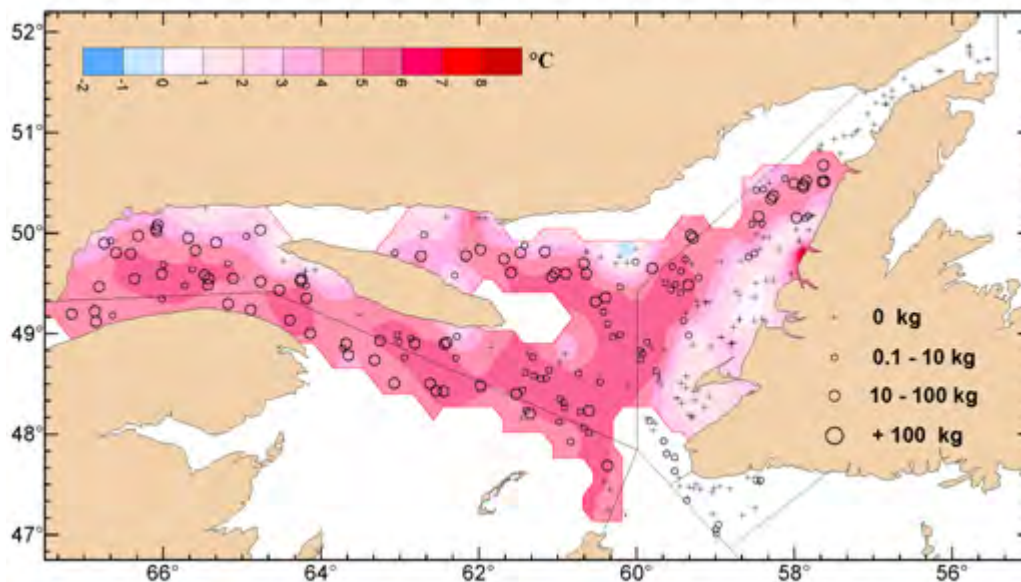
### Flétan noir

La série de relevés de pêche sentinelle de juillet (1995 à 2010) a démontré que la biomasse du turbot avait substantiellement augmentée de 1995 à 2005. Elle est demeurée relativement stable jusqu'en 2008, puis a chuté dramatiquement en 2009, pour ensuite augmenter à nouveau en 2010 (Figure 5.68). La valeur de 2010 se compare à celles observées en 2003 et 2004. Les turbots étaient concentrés essentiellement dans l'estuaire et dans le chenal Laurentien, autour de l'île d'Anticosti et dans la partie nord du chenal Esquiman (Figure 5.69). La distribution du turbot est globalement semblable à celles des années précédentes.



Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.68 Indices de la biomasse chalutable minimaux pour le flétan noir (relevés stratifiés aléatoires réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010)**



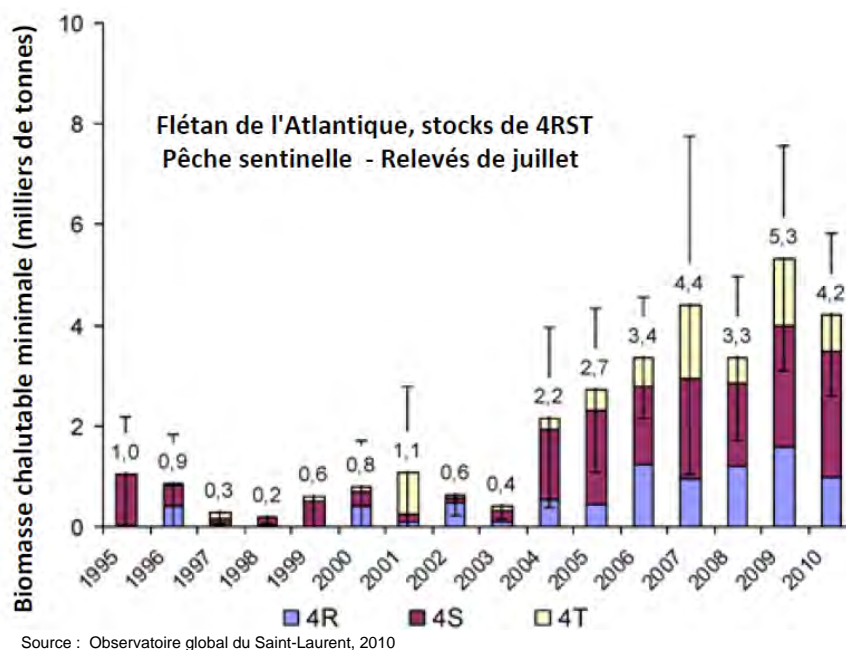
Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.69 Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour le flétan noir lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.**

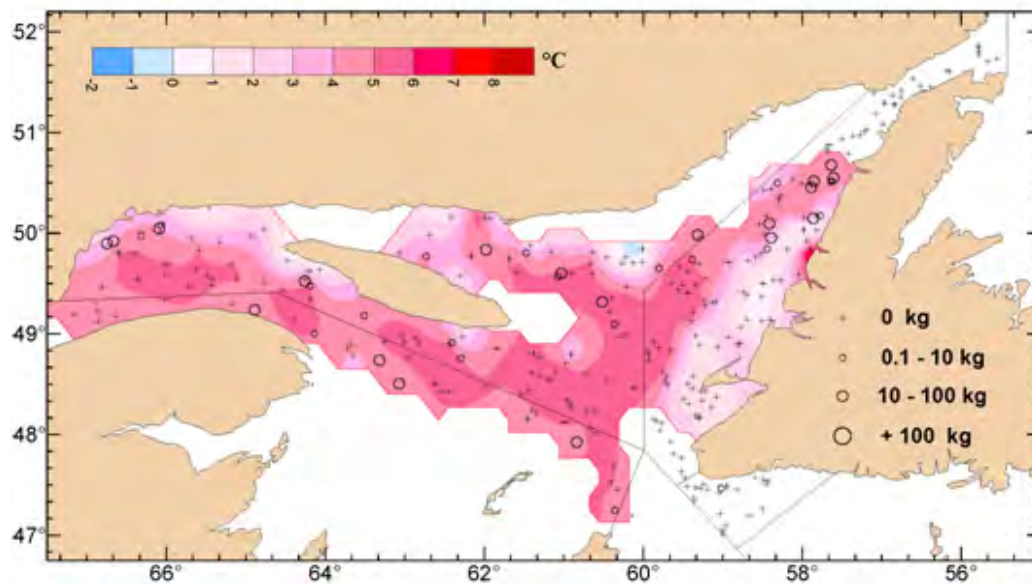


### Flétan de l'Atlantique

La série de relevés de pêche sentinelle de juillet (1995 à 2010) a démontré que la biomasse du flétan de l'Atlantique avait substantiellement augmentée entre 2004 et 2010 (Figure 5.70), laquelle avait été auparavant faible et stable de 1995 à 2003. La valeur enregistrée en 2010 s'apparente à celles observées en 2007. Les flétans de l'Atlantique étaient concentrés principalement dans le chenal Esquiman (Figure 5.71).



**Figure 5.70 Indices de biomasse chalutable minimaux pour le flétan de l'Atlantique (relevés stratifiés aléatoires réalisés aux mois de juillet 1995 à 2010)**



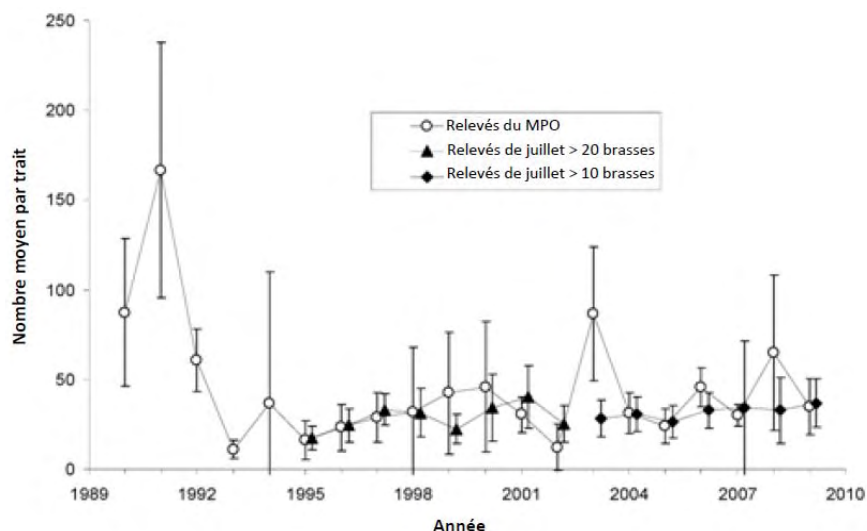
Source : Observatoire global du Saint-Laurent, 2010

**Figure 5.71** Températures au fond et taux de prise observés (kg/trait standard) pour le flétan de l'Atlantique lors des relevés stratifiés aléatoires de juillet 2010 dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RST.

#### 5.8.1.5 Données des relevés effectués par des navires de recherche

Les tendances observées pour les principales espèces capturées lors des relevés effectués par les navires de recherche du MPO dans le nord du golfe entre 1990 et 2008 indiquent que les concentrations de turbots, de flétans de l'Atlantique et de crevettes ont augmenté au cours des 10 dernières années et se situent à un seuil relativement élevé. Le sébaste est peu abondant en raison de la pêche intensive pratiquée au cours des années 80 et au début des années 90. L'indice d'abondance du hareng et du capelan semble être relativement raisonnable. Les simulations réalisées à l'aide des données sur l'abondance des espèces recueillies par les navires de recherche du MPO et des données sur leur régime alimentaire provenant de diverses sources laissent croire que la pêche intensive pratiquée au cours des années 80 et au début des années 90 a considérablement réduit le niveau trophique des gros poissons piscivores (p. ex., de la morue et du sébaste), les mammifères marins devenant ainsi les prédateurs dominants dans le nord du golfe au cours des années 2000 (MPO, 2010a).

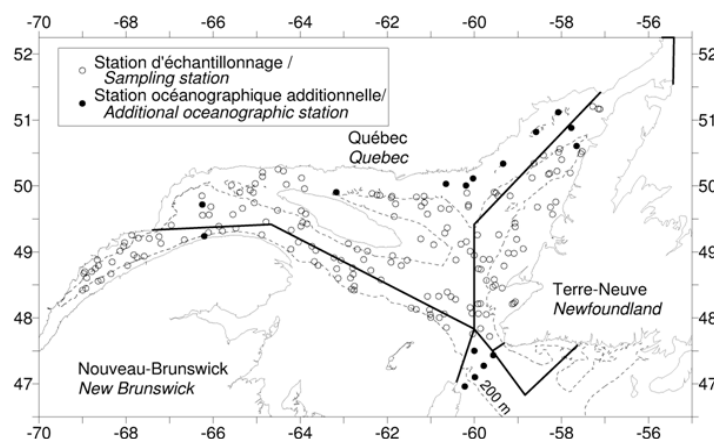
Le premier relevé de recherche du MPO a été effectué en 1990 à bord du CCGS Alfred Needler. Ceux-ci sont depuis 2004 effectués à bord du CCGS Teleost (MPO, 2010a). Selon les résultats des relevés du MPO, l'indice d'abondance de la morue a considérablement diminué entre 1991 et 1993. Il a ensuite augmenté jusqu'en 2000. Cette période de plus riche abondance correspond à la période du premier moratoire imposé de 1994 à 1996 (Figure 5.72). L'indice d'abondance a ensuite fluctué quelque peu de 2001 à 2009. Un indice faible anormal a été observé en 2002, suivi d'un indice élevé en 2003.



Source : MPO 2010a.

**Figure 5.72** Nombre moyen de captures par trait pour les relevés des mois d'août du MPO et les relevés de pêche sentinelle par engin mobile des mois de juillet.

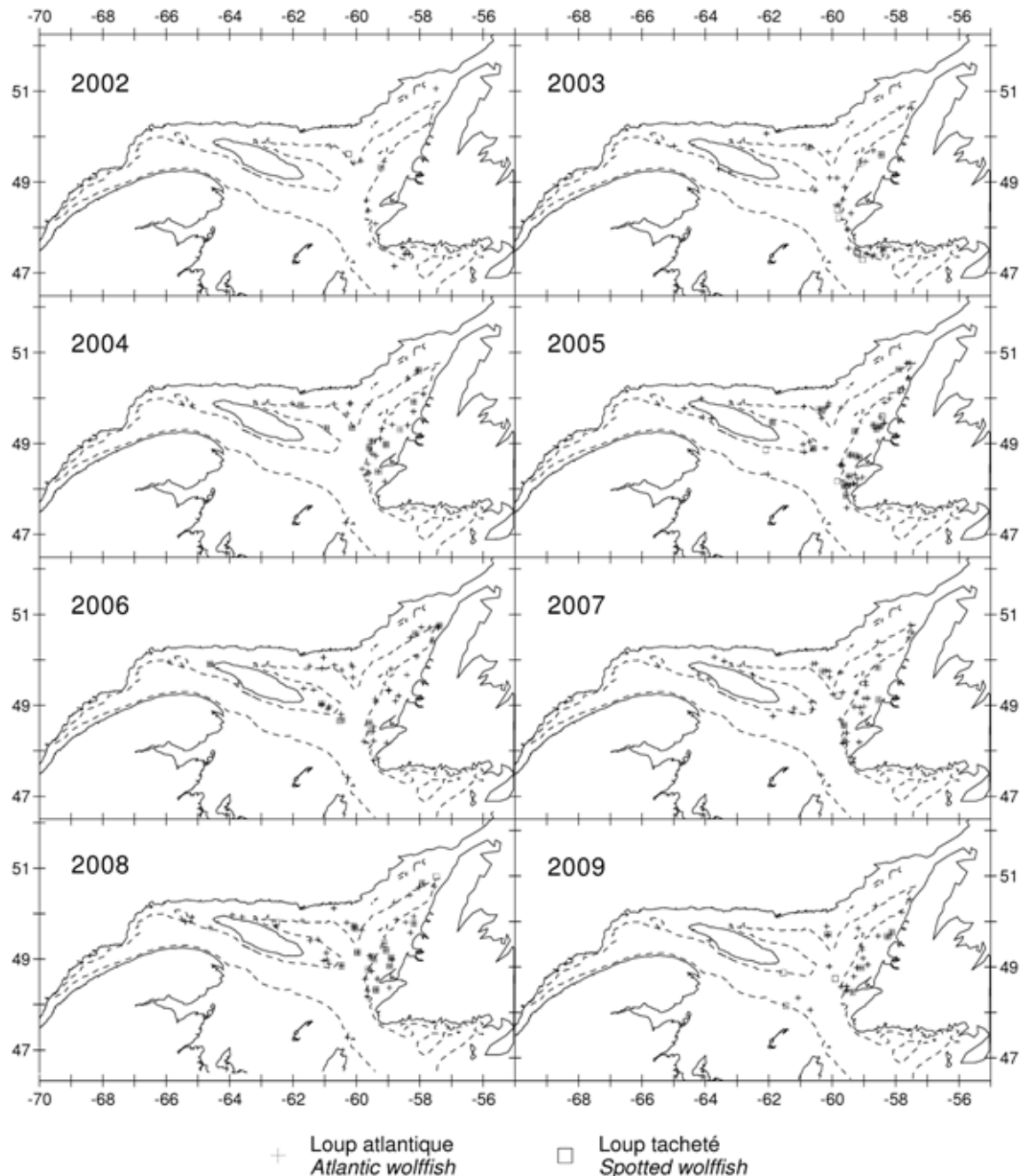
En 2009, le relevé annuel d'été visant à évaluer l'abondance et la distribution des poissons de fond et des crevettes dans le nord du golfe s'est déroulé du 31 juillet au 31 août à bord du CCGS Teleost (Bordages et al., 2010) (Figure 5.73). En 2009, les indices d'abondance et de la biomasse de nombreuses espèces ont diminué par rapport aux années précédentes. Les indices du sébaste, de l'aiguillat noir et de la merluche à longues nageoires sont parmi les valeurs les plus faibles. Les indices du flétan noir sont semblables à ceux du début des années 2000, ce qui correspond à une diminution d'environ 30 pour cent. Pendant ce temps, les indices d'autres espèces (morue, crevette nordique, flétan de l'Atlantique, raie épineuse, merluche blanche, plie canadienne, plie grise et crabe des neiges) relevés en 2009 s'apparentent aux moyennes observées entre 2004 et 2008. Ils sont toutefois inférieurs à ceux observés en 2008. La répartition géographique des prises enregistrées pour les différentes espèces en 2009 n'a pas changé par rapport aux sept années précédentes.



Source : Bordages et al. 2010

**Figure 5.73** Emplacements des stations d'échantillonnage pour les relevés de 2009

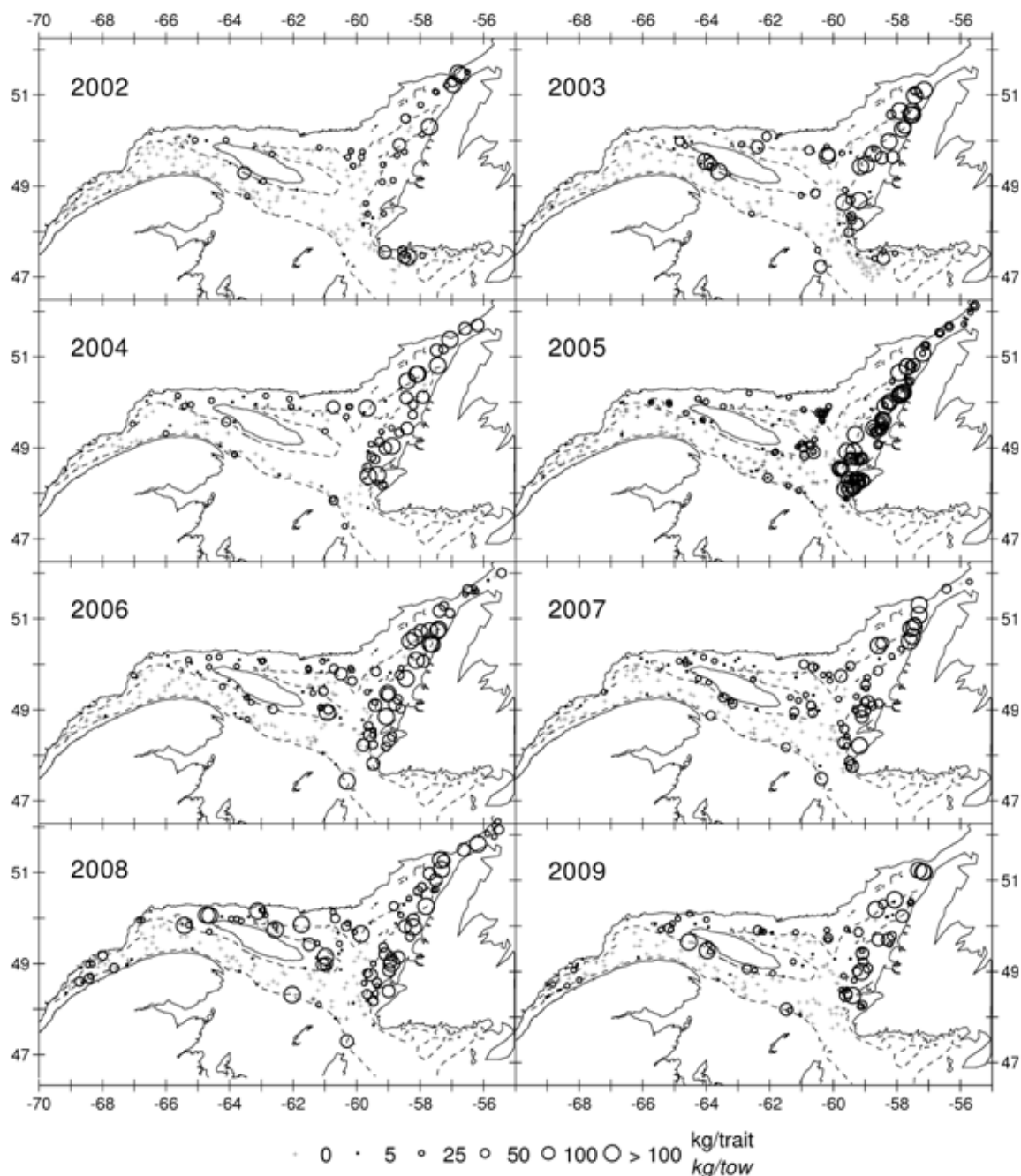
Les loups atlantique et tacheté, deux espèces visées par la LEP, ont été capturés en général à l'isobathe de 200 m au large à l'ouest de Terre-Neuve, sur la rive de Beauge, près de l'île d'Anticosti et dans le sud du chenal Laurentien (Figure 5.74). Le nombre de loups de mer capturés par trait variait de 1 à 20 individus (Bordages et al., 2010).



Source : Bordages et al. 2010

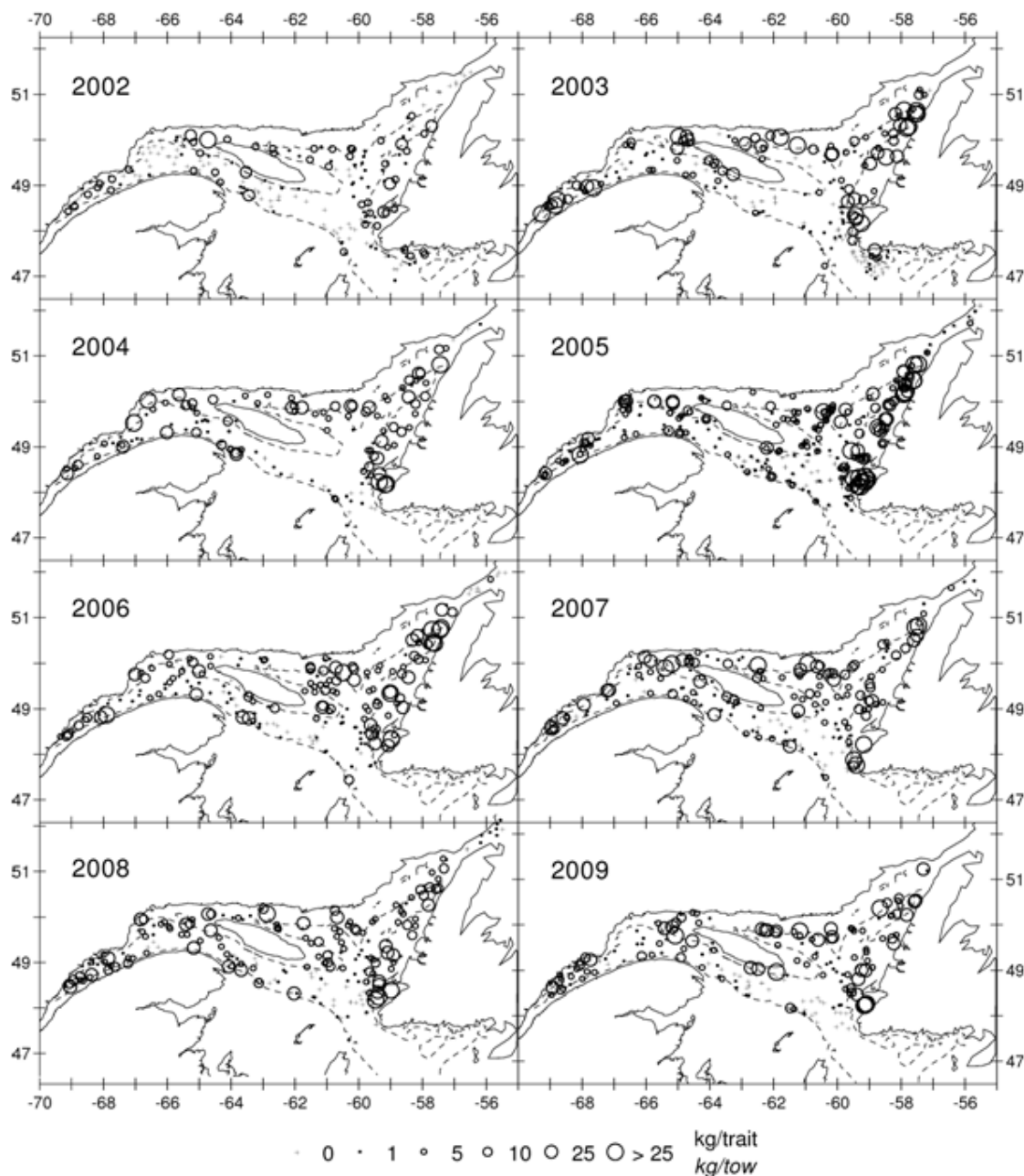
**Figure 5.74 Emplacements des prises de loups atlantiques et tachetés réalisées lors des relevés de 2002 à 2009**

Le nombre moyen de morues capturées par trait (espèce désignée par le COSEPAC) et leur poids moyen sont demeurés faibles, mais stables depuis la réouverture de la pêche en 1997 (Bordages et al., 2010). Les plus importantes prises de morues en 2009 (et les années précédentes) ont été surtout réalisées le long de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO) (Figure 5.75).



**Figure 5.75 Taux de prise de la morue (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

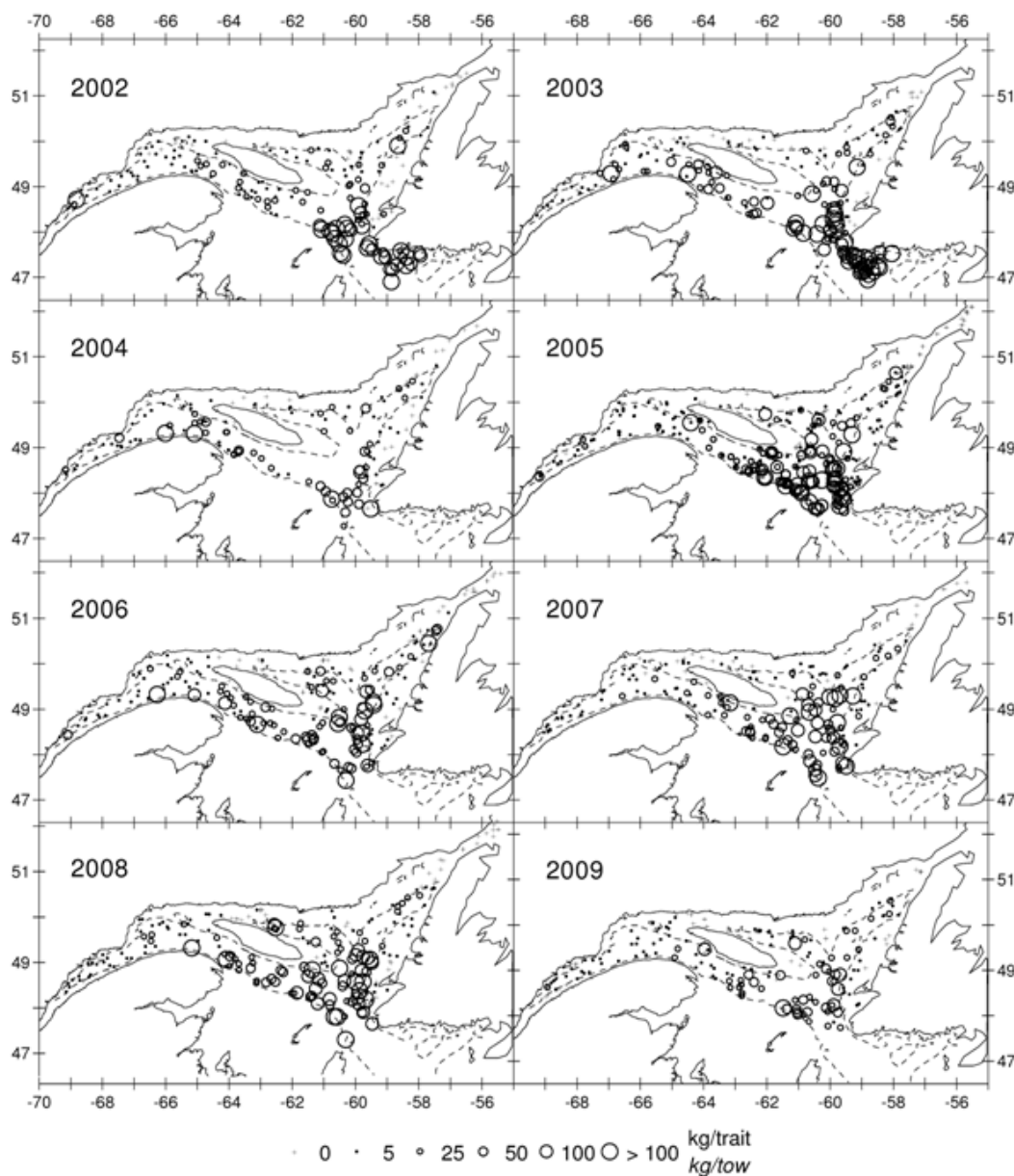
Le nombre moyen de plies canadiennes capturées (une espèce désignée par le COSEPAC) et leur poids moyen ont fluctué sans présenter de tendances importantes entre 1990 et 2003 (Bordages et al., 2010). Ces chiffres sont demeurés stables de 2004 à 2008, le nombre moyen de prises par trait augmentant légèrement en 2009 (Figure 5.76). On remarque que la taille des individus capturés diminue depuis 2007. La plie canadienne se retrouve partout dans l'estuaire et le golfe du Nord.



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.76 Taux de prise de la plie canadienne (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

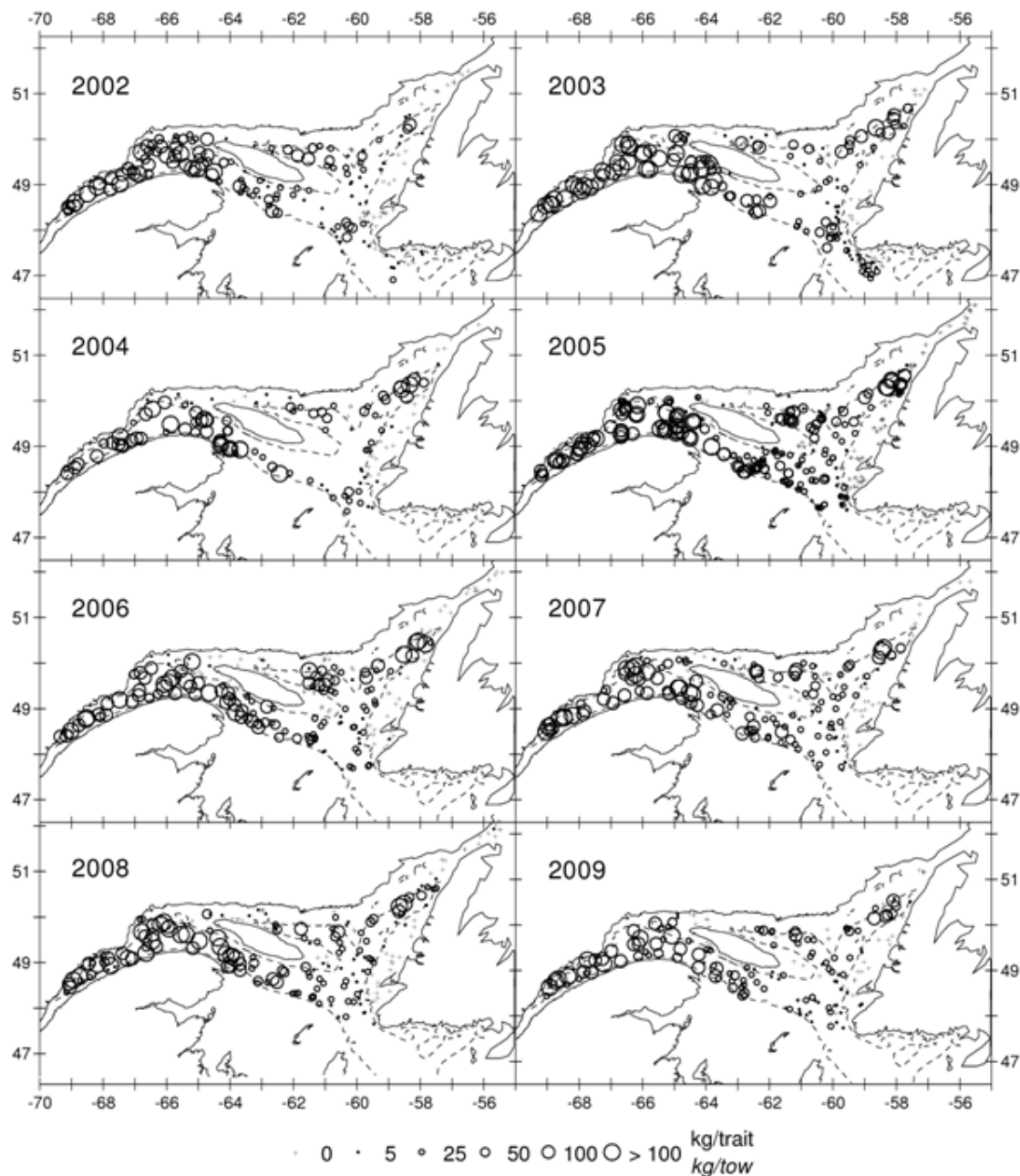
Le nombre moyen de sébastes capturés par trait (espèce désignée par le COSEPAC) et leur poids moyen ont chuté entre 1990 et 1996, après quoi les valeurs sont demeurées stables, mais faibles jusqu'en 2005. Ces valeurs ont ensuite augmenté en raison du bon recrutement de la classe d'âge de 2003 (Bordages et al., 2010). Les classes d'âge de 1988 et 2003 furent de bonnes classes annuelles dont on a observé les fruits de 1990 à 1992 et de 2005 à 2007. Elles ont par la suite régressé rapidement. Les principales concentrations de sébastes dans le golfe se retrouvent à l'entrée et au nord du détroit de Cabot et au sud de l'île d'Anticosti dans le chenal Laurentien (Figure 5.77).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.77 Taux de prise du sébaste (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

Le nombre moyen de flétans noirs capturés par trait et leur poids moyen ont révélé une tendance à la hausse dans les années 90. Il en va de même depuis le début des années 2000, mais cette augmentation est moins prononcée (Bordages et al., 2010). Les indices d'abondance et de la biomasse relevés en 2009 sont les plus bas des 10 dernières années. Les principales concentrations de flétans ont été observées surtout à l'ouest, au sud et au nord de l'île d'Anticosti et également dans le chenal Esquiman (Figure 5.78).

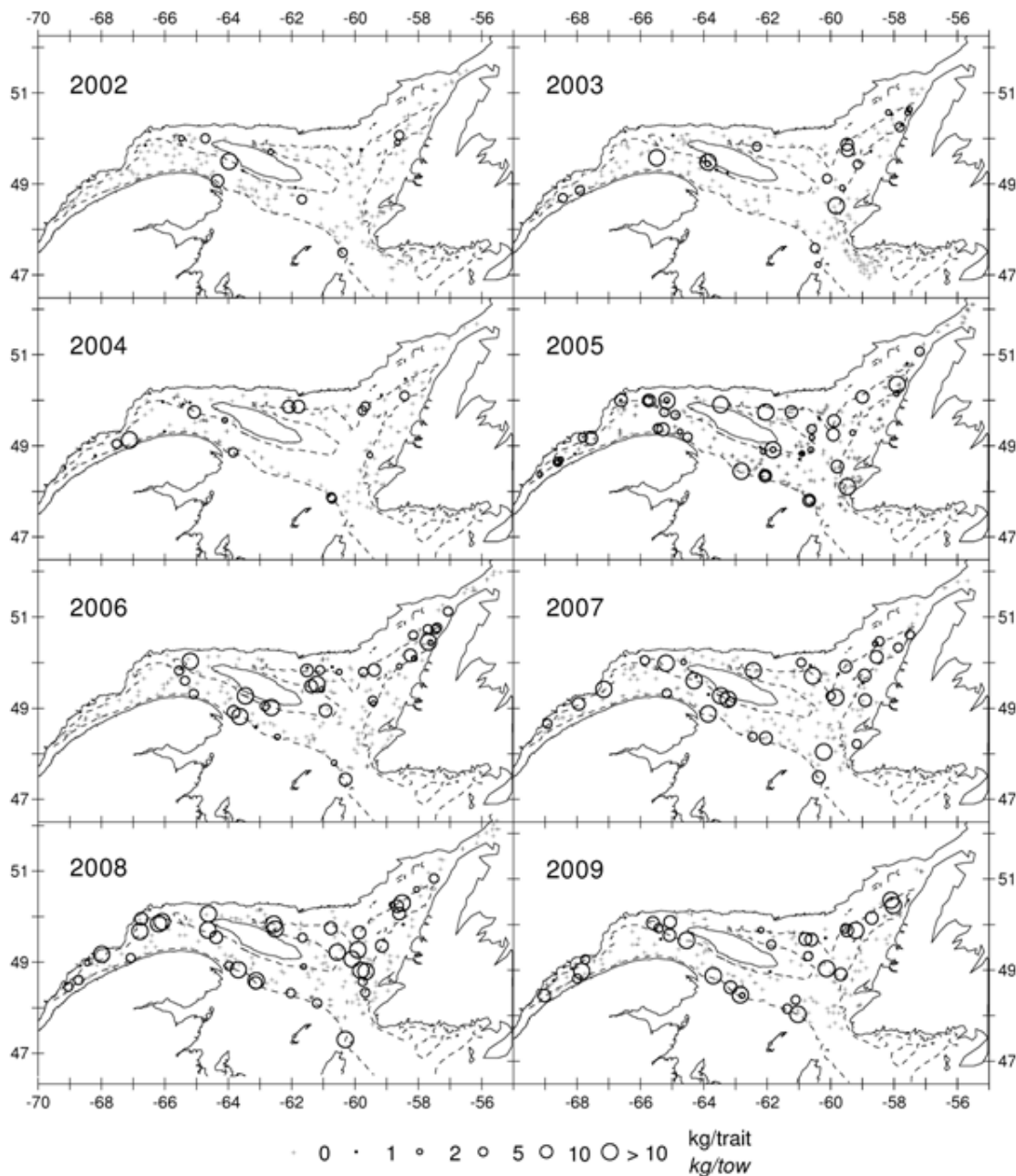


Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.78 Taux de prise du flétan noir (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**



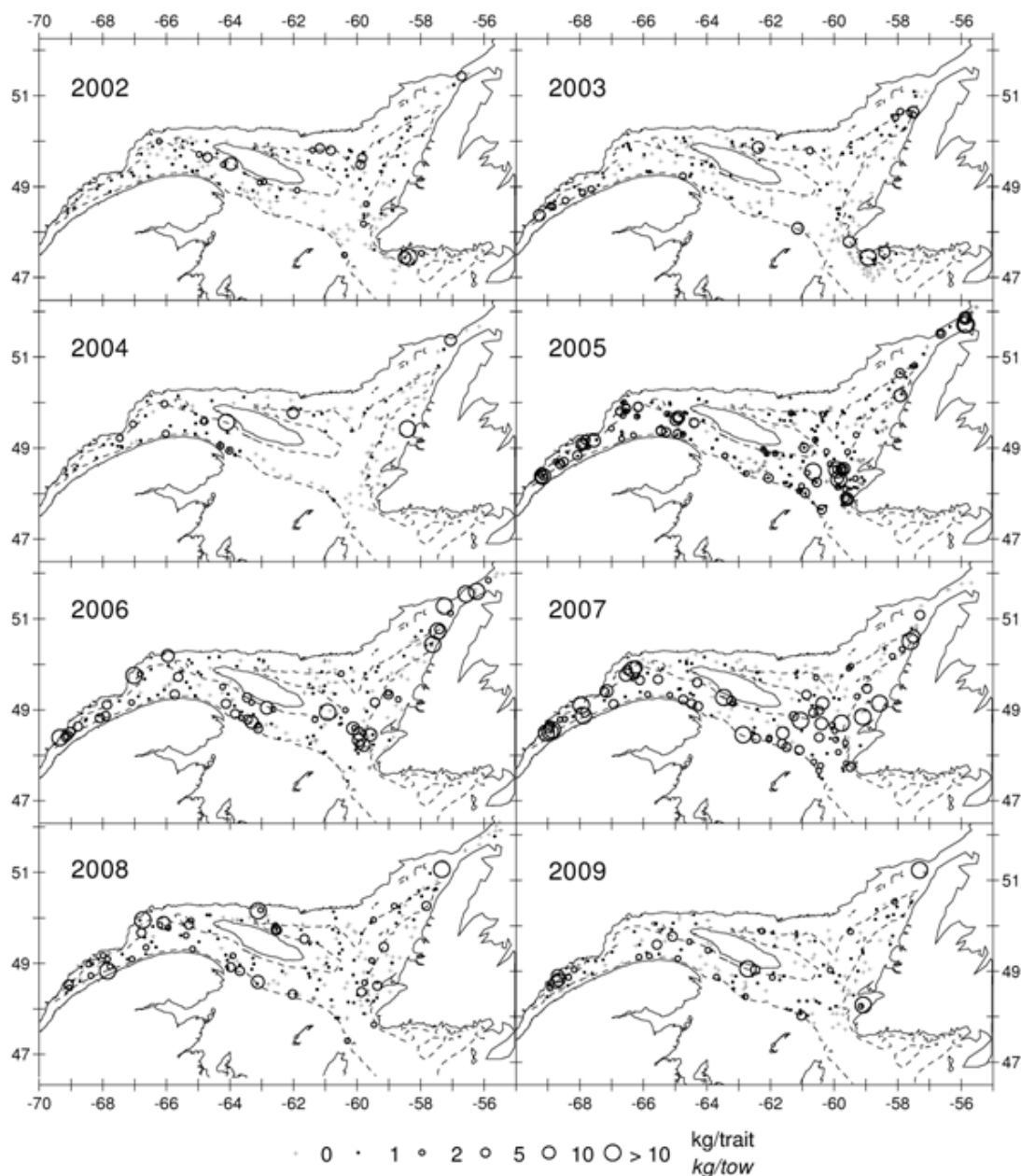
Le nombre moyen de flétans de l'Atlantique capturés par trait et leur poids moyen étaient relativement faibles au cours des années 90. Ces valeurs ont ensuite augmenté régulièrement jusqu'en 2008, pour ensuite diminuer de 33 % en 2009 (Bordages et al., 2010). Cependant, l'indice d'abondance du flétan de l'Atlantique était à son plus haut entre 2006 et 2009. Les prises les plus importantes ont été réalisées dans les régions du chenal, le long de l'isobathe de 200 m et dans les régions de l'estuaire et de Sept-Îles (Figure 5.79).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.79 Taux de prise du flétan de l'Atlantique (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

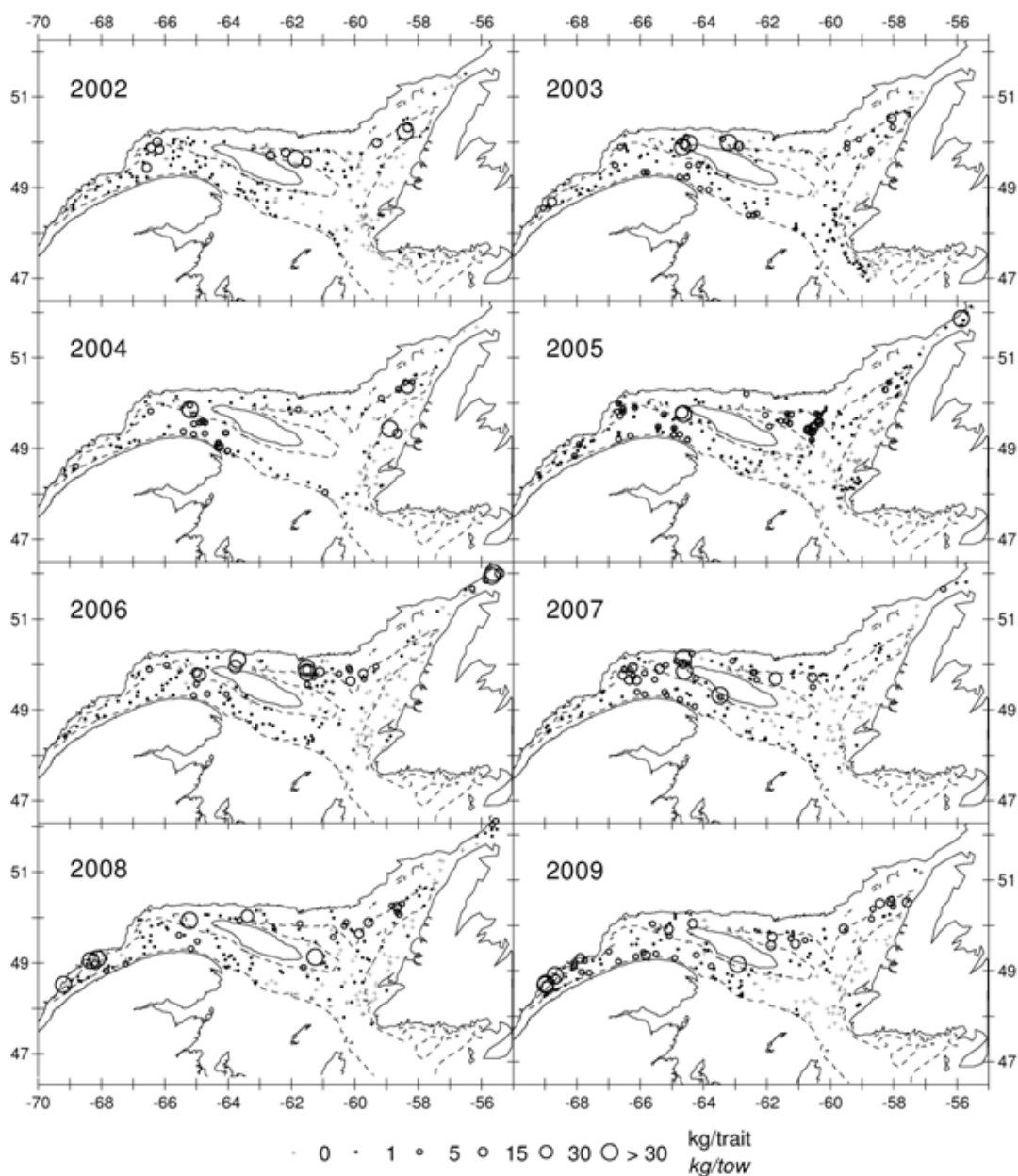
Les harengs capturés lors des relevés sont issus de deux stocks reproducteurs et se retrouvent dans toute la région (Bordages et al., 2010). Les taux de prise les plus élevés sont observés dans l'estuaire du Saint-Laurent, le long du chenal Laurentien, entre l'île d'Anticosti et Terre-Neuve, ainsi que dans le détroit de Belle Isle (Figure 5.80). Dans la division 4R, la probabilité de trouver du hareng variait entre 1990 et 1998 (21 à 41 %). Elle a ensuite augmenté jusqu'en 2001 (73 %), pour chuter à nouveau jusqu'en 2004 (26 %). Elle a atteint 50 % en 2007 et est demeurée stable depuis. Les variations de probabilité observées annuellement dans la division 4S étaient semblables à celles enregistrées dans la division 4R.



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.80 Taux de prise du hareng (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

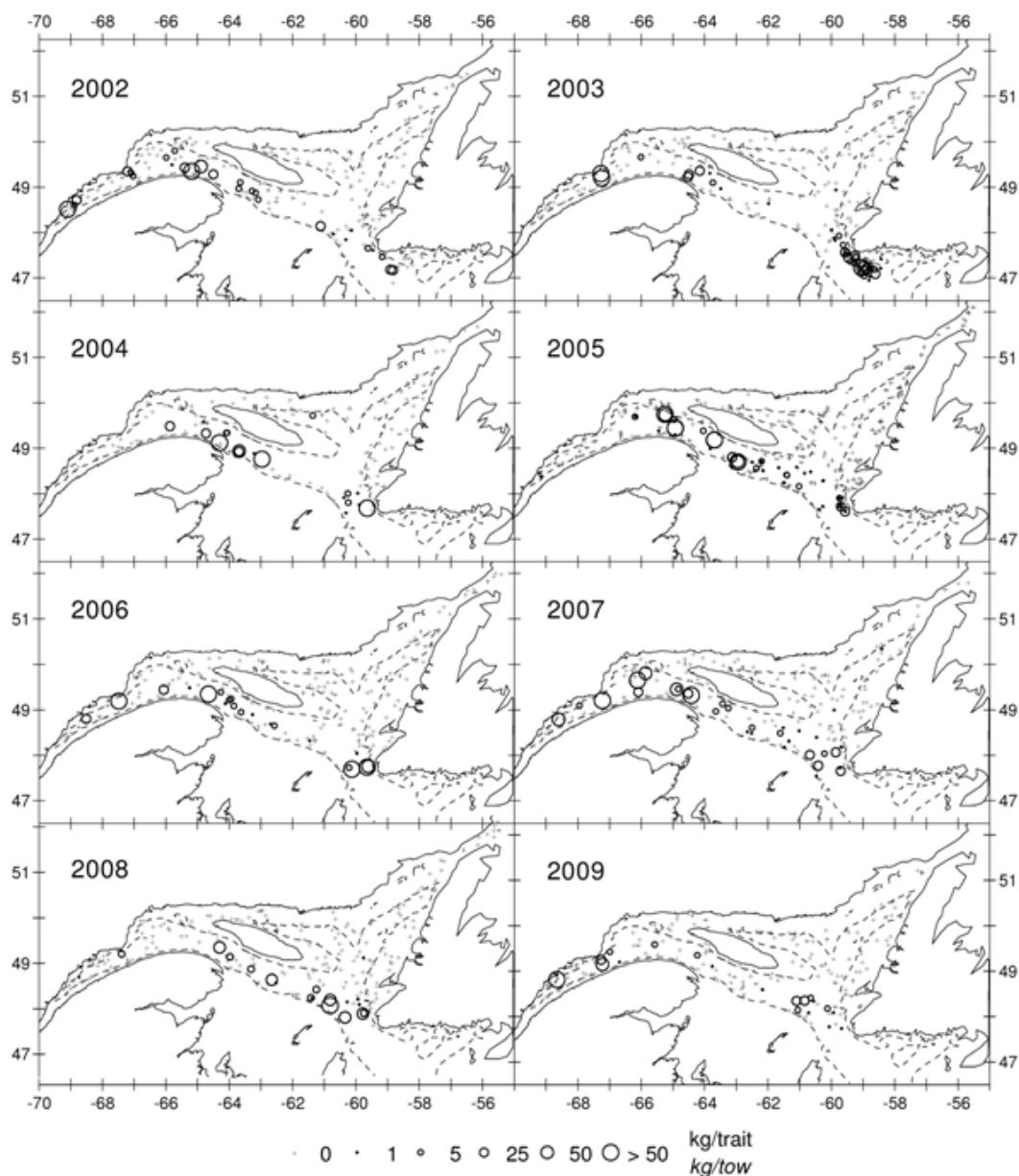
Les taux les plus élevés de prise de capelans ont été observés dans l'estuaire du Saint-Laurent, autour de l'île d'Anticosti et dans le détroit de Belle Isle (Figure 5.81). Les probabilités de prise ont fluctué considérablement depuis 1990, atteignant leur valeur la plus basse en 2006, soit 23 %, pour ensuite atteindre 51 % en 2008 et chuter à 42 % en 2009. Les probabilités de prise dans la division 4S varient moins, une tendance à la hausse ayant été observée entre 1990 et 2000, suivie d'un léger recul jusqu'en 2003. Elles sont demeurées entre 70 et 80 % depuis 2002 (Bordages et al., 2010).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.81 Taux de prise du capelan (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

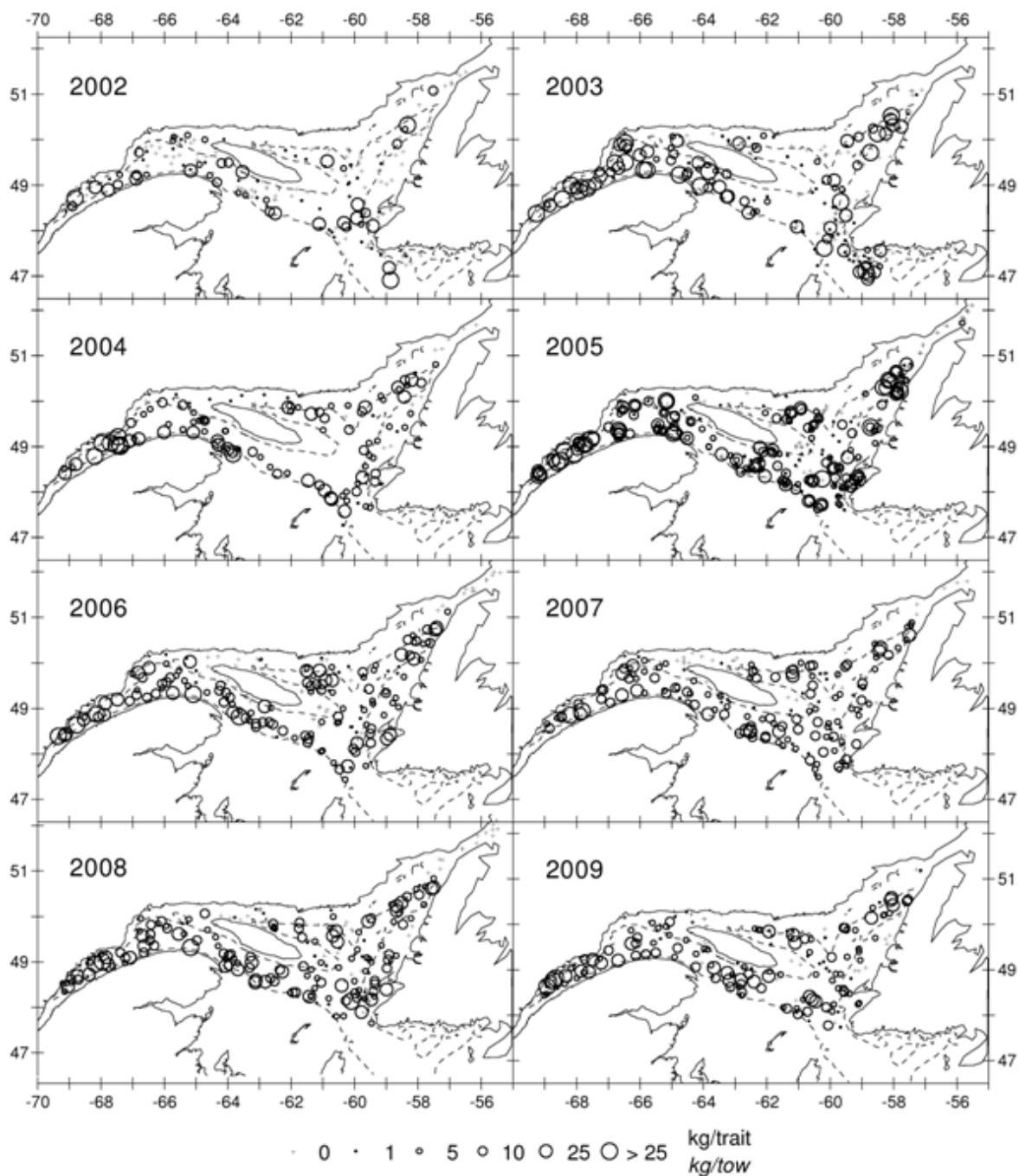
Le nombre moyen d'aiguillats noirs capturés par trait et leur poids moyen ont varié considérablement au fil des ans. Les grands intervalles de confiance sont souvent reliés à de fortes valeurs en raison de la nature grégaire de l'espèce et de sa distribution spatiale limitée (Figure 5.82). Les valeurs de 2009 sont parmi les plus basses de la série de données recueillies. Les plus grandes concentrations d'aiguillats noirs ont été observées dans la partie profonde en amont du chenal Laurentien et dans l'estuaire du Saint-Laurent entre 2002 et 2007. En 2009, les concentrations se limitaient à la zone du détroit de Cabot et à la partie sud du chenal Laurentien (Bordages et al., 2010).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.82 Taux de prise de l'aiguillat noir (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

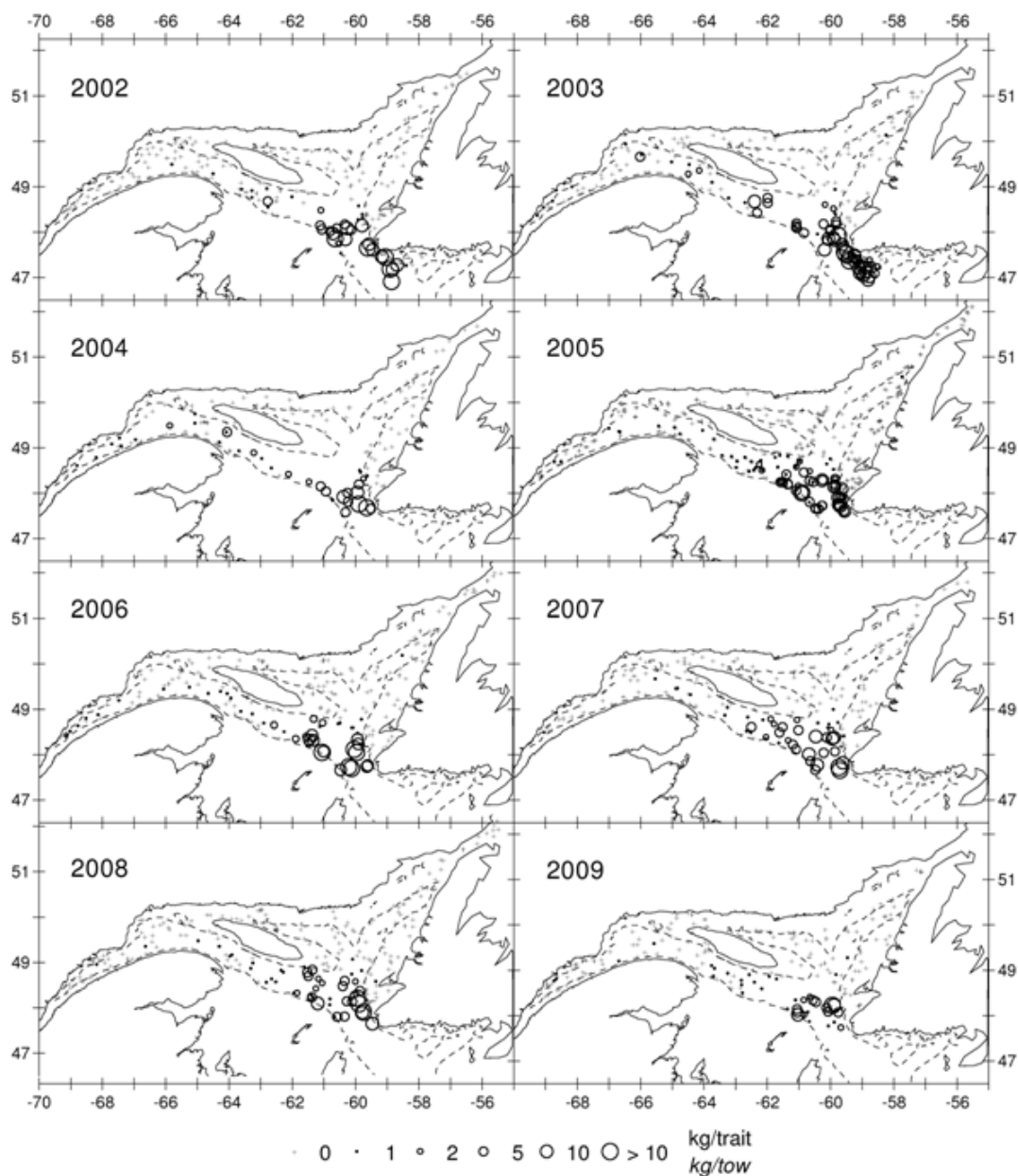
Le nombre moyen de raies épineuses capturées par trait et leur poids moyen ont fluctué entre 1990 et 2002. Le nombre moyen d'individus capturés a chuté depuis 2003, mais leur poids moyen est demeuré stable au cours de cette même période (Figure 5.83). On peut donc dire que la raie épineuse est moins abondante, mais de plus grande taille (Bordages et al., 2010).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.83 Taux de prise de la raie épineuse (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

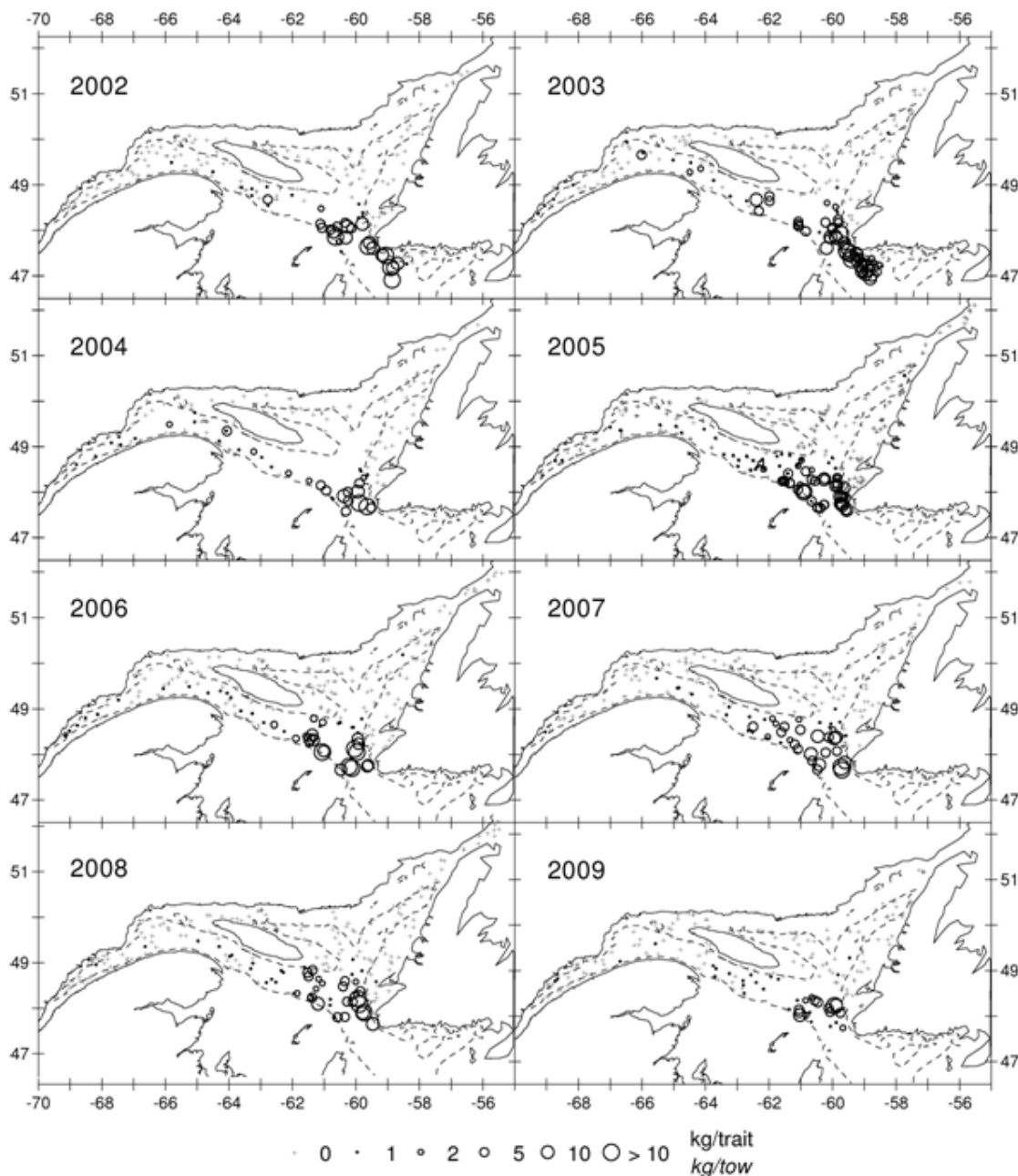
Le nombre moyen de merluches à longues nageoires capturées par trait et leur poids moyen ont considérablement diminué entre 1990 et 1993. Ces valeurs n'ont cessé de fluctuer depuis cette période (Bordages et al., 2010). Elles ont légèrement augmenté vers la fin des années 1990, pour ensuite chuter brusquement et demeurer relativement stables depuis 2003 (Figure 5.84). On retrouve la merluche à longues nageoires principalement dans la partie sud du golfe, les taux de prise les plus élevés ayant été observés dans le sud du chenal Laurentien, près du détroit de Cabot.



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.84 Taux de prise de la merluche à longues nageoires (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

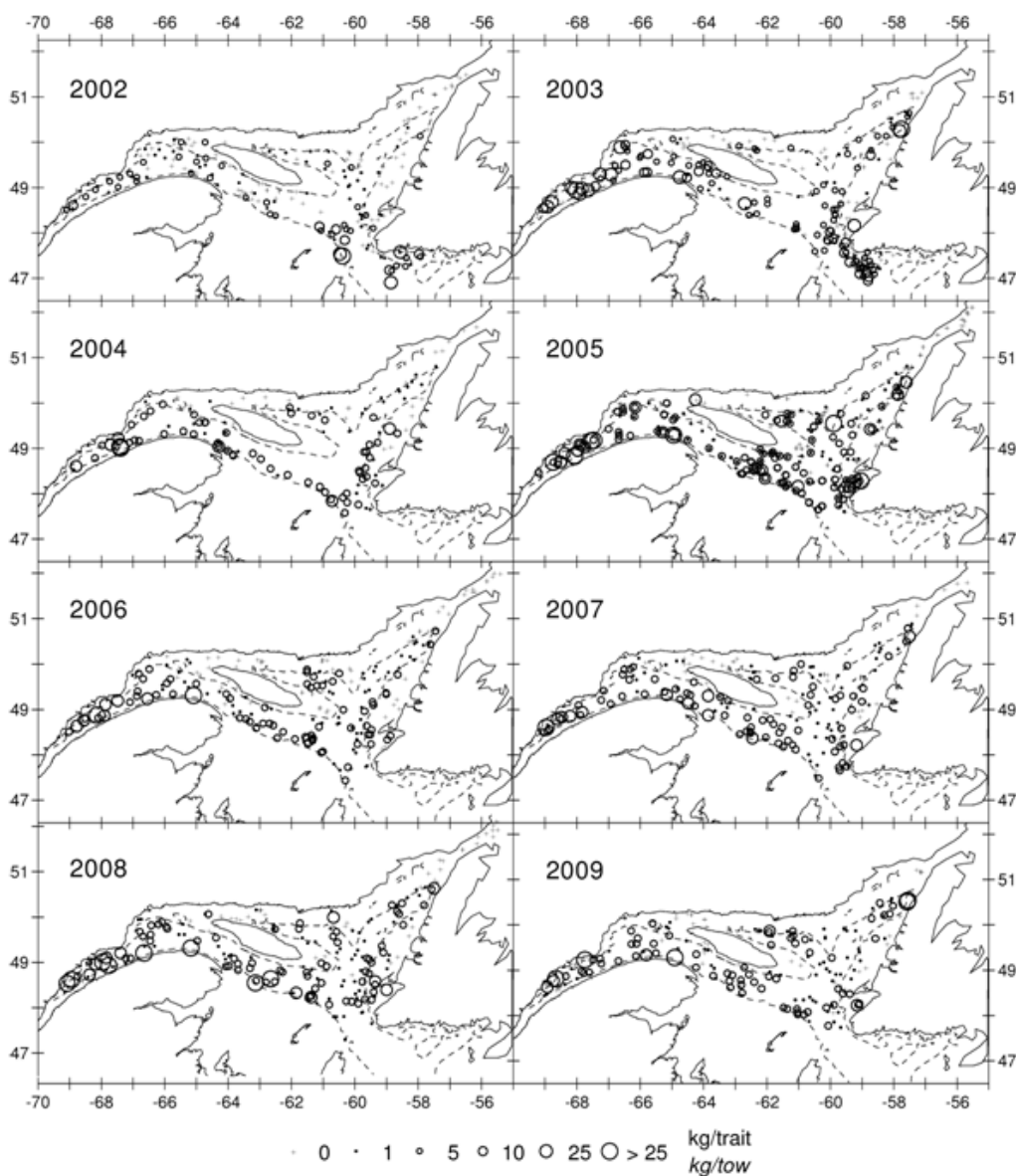
Le nombre de merluches blanches capturées par trait et leur poids moyen ont chuté dramatiquement entre 1990 et 1993. Ces valeurs n'ont cessé de fluctuer depuis (Bordages et al., 2010). Les indices enregistrés entre 2003 et 2009 sont parmi les plus bas de la série de relevés (Figure 5.85). Depuis 2003, on retrouve les plus fortes concentrations de merluches blanches le long de l'isobathe de 200 m dans le flanc sud du chenal Laurentien et au large de baie de Saint-Georges.



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.85 Taux de prise de la merluche blanche (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

Les concentrations de plies grises sont relativement homogènes dans le nord du golfe, le nombre d'individus capturés par trait et leur poids moyen ayant diminué entre 1990 et 1993. Ces valeurs sont demeurées stables jusqu'en 1999. Elles ont ensuite augmenté à deux reprises entre 2000 et 2003, pour finalement se stabiliser entre 2004 et 2009 (niveaux comparables à ceux observés entre 1994 et 1999). En 2009, ces valeurs étaient inférieures aux valeurs moyennes enregistrées entre 1990 et 2008. On retrouve les plus grandes concentrations de plies grises le long de la pente méridionale et de la tête du chenal Laurentien (Figure 5.86). En 2009, de bonnes prises ont été réalisées à la tête du chenal Esquiman, phénomène ayant rarement été observé (Bordages et al., 2010).

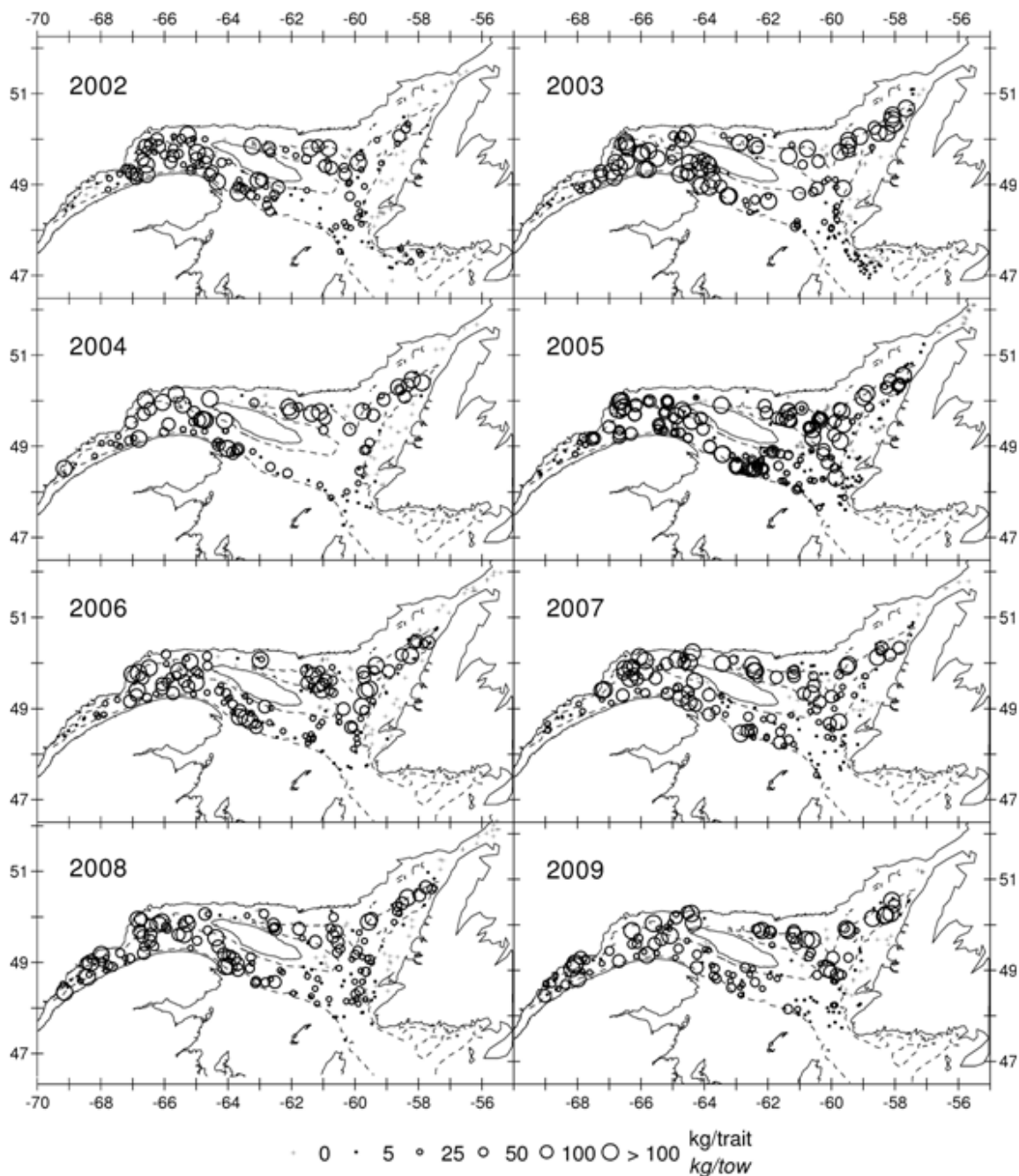


Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.86 Taux de prise de la plie grise (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**



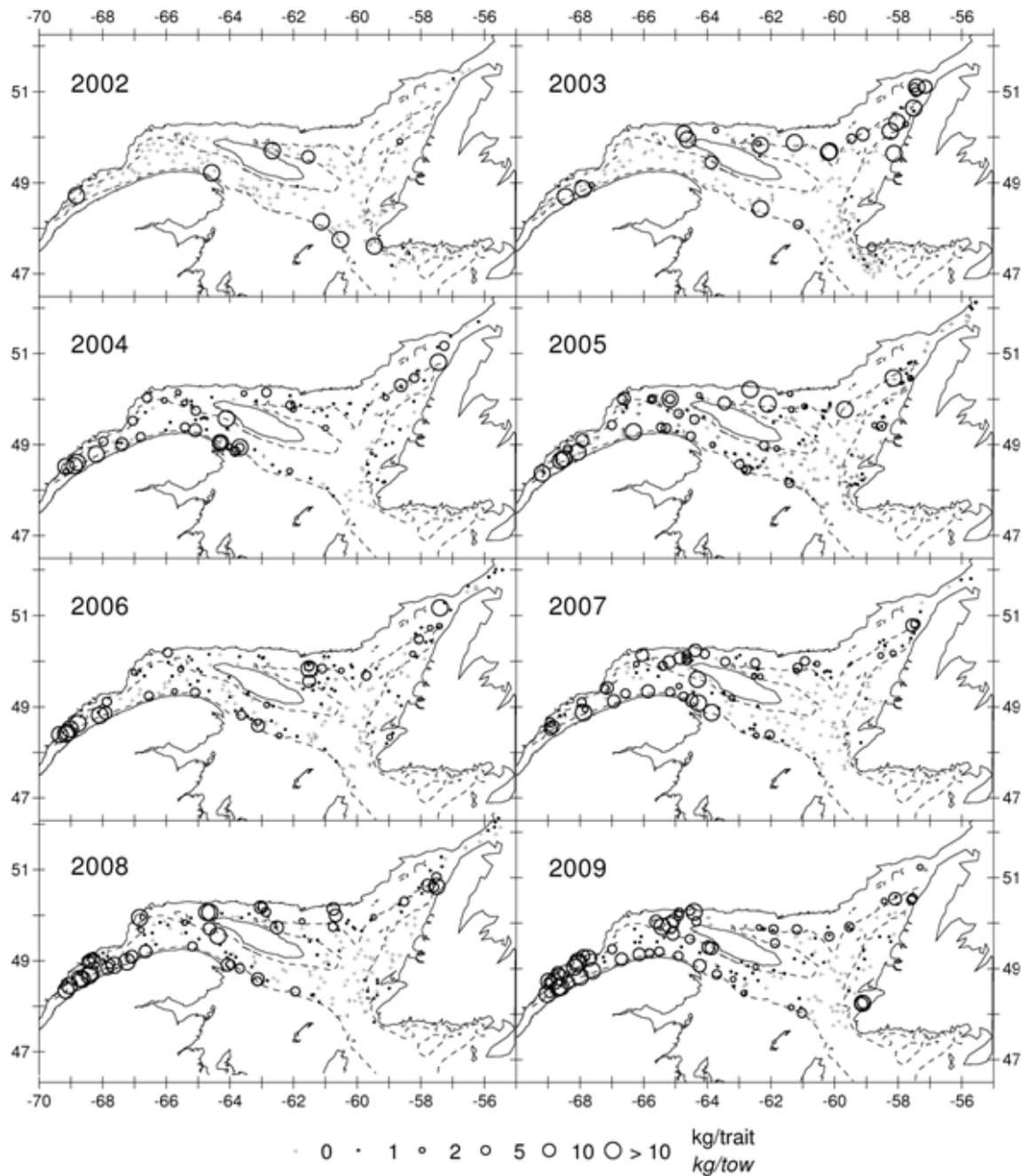
Le nombre de crevettes nordiques capturées par trait et leur poids moyen sont similaires aux valeurs observées entre 2006 et 2008. Ces valeurs sont toutefois inférieures à celles enregistrées en 2003, mais supérieures à celles datant d'avant l'année 2002 (Bordages et al., 2010). Les plus forts taux de prise ont été observés le long des chenaux et à l'ouest de l'île d'Anticosti (Figure 5.87).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.87 Taux de prise de la crevette nordique (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

Les données des relevés de recherche de 2009 indiquent que la biomasse du crabe des neiges est importante, mais stable (Figure 5.88). Les taux de prise enregistrés entre 2002 à 2009 révèlent que les concentrations de crabes des neiges sont faibles à des profondeurs supérieures à 200 m. Dans l'ensemble des stations, toutes les prises ont été réalisées à des profondeurs inférieures à 200 m (Bordages et al., 2010).



Source : Bordages et al. 2010  
 Note : Le symbole « + » correspond à zéro.

**Figure 5.88 Taux de prise du crabe des neiges (kg/trait) observés lors des relevés de 2002 à 2009**

## **5.8.2 Autres utilisateurs**

La pêche commerciale a longtemps été au centre de l'activité économique de l'ouest de Terre-Neuve et demeure la base économique de première importance pour plusieurs petites communautés. Le nombre de pêcheurs actifs dans la région est demeuré relativement stable de 2000 à 2007. Environ 1 100 pêcheurs pour la zone de pêche 13 (MPO 2011m). Ces 1 100 pêcheurs travaillent avec les 316 entreprises pour les pêcheurs commerciaux du noyau, non désignés et de loisirs dans la région de l'ouest de Terre-Neuve (en se basant sur le nombre de permis en 2006).

### **5.8.2.1 Pêches autochtones de Terre-Neuve**

En 1999, la Cour Suprême du Canada a rendu sa décision dans le cas Marshall, laquelle avalisait essentiellement que les traités signés en 1760 et 1761 par les communautés Mi'kmaq et Maliseet incluent un droit collectif de chasser, pêcher et exploiter des ressources naturelles afin de s'assurer une « subsistance convenable » (MPO 2011n; Gaudet and Leger 2011). En réponse à ce jugement, le MPO débuta la négociation d'ententes de pêche intérimaires afin de fournir aux communautés des Premières Nations l'opportunité de participer à la pêche commerciale (bien que certaines communautés détenaient déjà à ce moment des permis de pêche communautaires à des fins commerciales). Le nombre de permis détenu par les Premières Nations se divise en deux catégories : a) les permis de pêche communautaires qui accordent le droit de pêcher à des fins alimentaires, sociales et cérémonielles, et b) les permis de pêche communautaires à des fins commerciales, lesquels permettent aux pêcheurs autochtones de vendre leurs prises. La répartition des communautés autochtones dans le Golfe est illustrée à la Figure 5.89.

Le programme de transfert des allocations est un processus permettant le retrait volontaire des détenteurs de permis de pêches commerciales et la ré-allocation de ces permis aux groupes autochtones concernés. Le programme est donc conçu pour fournir des emplois et un revenu aux communautés autochtones tout en ne mettant pas davantage de pressions sur les ressources existantes (MPO 2011n).

Les principales espèces visées par les pêcheries autochtones dans le Golfe sont le crabe des neiges, le homard, le crabe commun, le gaspareau, le maquereau, la crevette et l'éperlan. En 2007, 22 millions de dollars en revenu furent générés par le biais du programme de permis de pêche communautaires à des fins commerciales dans la région du Golfe, et 15 millions \$ de revenu pour la région Québec-Maritime (MPO 2011n). Le crabe des neiges et le homard sont les espèces ayant le plus de valeur (Gaudet and Leger 2011).

Répartition des communautés/établissements autochtones dans le golfe du Saint-Laurent



Source : Alexander et al. 2010

**Figure 5.89 Emplacement des communautés autochtones dans la région du golfe du Saint-Laurent**

L'Association des autochtones du Labrador et de Terre-Neuve (Federation of Newfoundland Indians – FNI) est l'unique propriétaire d'une compagnie nommée Mi'kmaq Commercial Fisheries Inc. Au sein de la Division 4R de l'OPANO, la FNI détient cinq entreprises du noyau comportant des navires de moins de 39'11". Toutes les cinq possèdent un permis de pêche du poisson de fond, dont quatre détenant un permis pour le homard et trois possédant un quota de crabe. Il existe également des permis de pêche aux engins fixes en haute mer associés à trois de ces entreprises. L'une des entreprises détenues par la FNI détient un permis de pêche du poisson de fond présentement utilisé par un Autochtone (MPO 2011m).

Le programme autochtone de gestion des ressources aquatiques et océaniques fournit du financement aux groupes autochtones qualifiés afin de mettre sur pied des organismes de gestion des océans et des ressources aquatiques. Pour les groupes éligibles, le financement était disponible afin d'obtenir un accès aux opportunités de pêches commerciales (incluant les navires et les engins de pêche) et de développer la capacité des groupes à tirer avantage des occasions d'aquaculture. Un tel organisme a été mis sur pied pour l'ouest de Terre-Neuve lorsque la FNI et la bande de Conne River ont formé la Mi'kmaq Alsumk Mowimsikik Koqoey Association (MAMKA). La MAMKA détient quatre entreprises comportant des navires de moins de 39'11". Chacune de ces quatre entreprises détient un permis de pêche aux homards, et deux d'entre elles possèdent un quota de poisson de fond et de crabe des neiges. Il existe également des permis de pêche aux engins fixes en haute mer associés à trois de ces entreprises (MPO 201i).

Au cours du processus de consultation publique de l'EES sur l'ouest de Terre-Neuve (LGL 2005b), des groupes de Mi'kmaq du secteur ont réitéré l'exigence provinciale d'informer les groupes autochtones de toute question concernant le développement des terres. Historiquement, aux XVIe et XVIIe siècles, les Mi'kmaq ont créé un « domaine des Îles » dans le Golfe (Heritage NF 1997). Cependant, il n'y a pas de territoires de pêche autochtones actifs connus aux alentours du PP 1105. Il est probable que des permis de pêche commerciale soient émis à des Autochtones pêchant dans les zones unitaires 4Ss, 4Tf, 4Rd et 3Pn de l'OPANO, mais il n'y pas d'activités connues de pêche commerciale à l'intérieur du PP 1105 (voir les Figures 5.59 à 5.62). Ainsi, la seule interaction anticipée en relation avec le projet proviendrait de la circulation des navires de soutien.

### 5.8.2.2 Pêches récréatives

Les statistiques concernant les régions des Maritimes, du Golfe et de Terre-Neuve-et-Labrador suggèrent que la pêche récréative est en déclin depuis quelques années, bien que sa valeur pour les provinces a augmenté. De 2000 à 2006, les provinces maritimes ont expérimenté un déclin (23 pour cent) du nombre total de jours que les pêcheurs à la ligne pratiquent leur activité; cependant, les dépenses totales par jour associées à la pêche à la ligne ont augmenté de 22,9 pour cent en moyenne (Gaudet and Leger 2011). Pinfeld (2009) a étudié l'estimation de la participation des pêcheurs à la ligne et du revenu associé dans les Maritimes et au Québec (Tableau 5.25). Les espèces repêchées les plus communes incluent le saumon atlantique dans certaines zones (rivière Miramichi), le bar rayé, le brochet maillé, le gaspateau, la perchaude, l'esturgeon noir, les espèces de truite, les espèces d'alose, l'éperlan, l'anguille et la perche blanche. Il existe des réglementations fédérales et provinciales spécifiques régissant la pêche récréative, incluant l'attribution de permis, les limites de prises, des restrictions sur les engins de pêche, des limites de taille sur les prises, la saison de la pêche et la fermeture de certaines zones.

**Tableau 5.25 Estimation des jours de pêche de tous les pêcheurs à la ligne (résidents et visiteurs) pour Saltwater, Estimation des dépenses par jour et des dépenses totales par année (2005)**

Province	Nombre de jours de pêche	Dépenses par jour (\$)	Dépenses totales (\$000)
Québec	197,444	120	54,271
Nouvelle-Écosse	198,802	98	19,273
Nouveau-Brunswick	40,838	114	7,013
Île-du-Prince-Édouard	61,515	52	2,137

Source : D'après Pinfeld 2009

À Terre-Neuve-et-Labrador, la pêche récréative peut prendre place sur la côte ou à l'intérieur des terres. La pêche du saumon atlantique dans les eaux côtières se pratique sur la base de la remise à l'eau des prises et peut être pratiquée sans permis et à l'année. Les zones de pêche du saumon (ZPS) de l'ouest de Terre-Neuve sont la ZPS 13 (Cape Ray-Cape St. Gregory) et la ZPS 14A (Cape St. Gregory-Cape Bauld). Le plan pluriannuel de gestion du saumon atlantique (2007 – 2011) qui a été développé avec la collaboration des groupes concernés et des

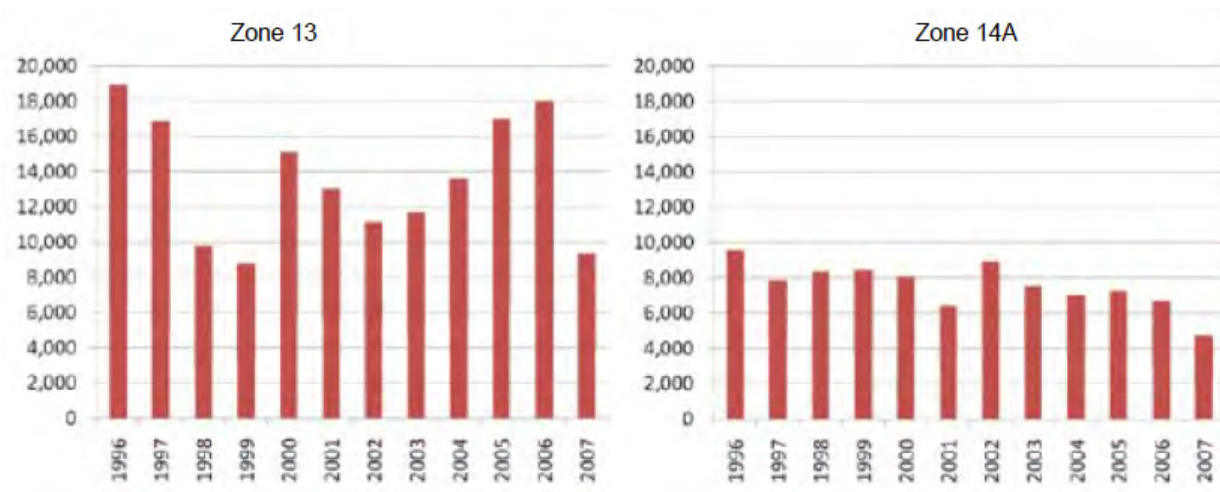
intervenants renferme les éléments des stratégies de gestion adaptative et de la classification des rivières.

Des 186 rivières à saumon réglementées à Terre-Neuve-et-Labrador, 43 se trouvent dans l'ouest de Terre-Neuve et dans la région sud du Labrador. Ces rivières offrent une grande variété d'opportunités pour la pêche à la ligne sur une population originelle. La zone côtière de la péninsule Great Northern est en tête de liste avec 22 rivières à saumon réglementées, alors que la zone côtière de baie Saint-Georges / Port-au-Port arrive bonne deuxième avec 14 rivières réglementées. Les données sur les prises dans les rivières à saumon en 2007 sont présentées par zone côtière au Tableau 5.26.

**Tableau 5.26 Données sur les prises dans les rivières à saumon pour les zones côtières de l'ouest de Terre-Neuve, 2007**

Rivière	Effort (jours-pêcheurs)	Prises	Captures par unités d'effort
Baie Saint-Georges / Port-au-Port			
Rivière Bear Cove	10	0	0.00
Rivière Little Codroy	151	31	0.21
Rivière Great Codroy	3,751	1,087	0.29
Rivière Highlands*	136	24	0.18
Ruisseau Crabbe's*	979	270	0.28
Ruisseau Middle Barachois*	135	44	0.33
Rivière Robinsons*	1,464	677	0.46
Rivière Fischell's*	610	269	0.44
Ruisseau Flat Bay*	1,927	662	0.34
Ruisseau Little Barachois*	302	99	0.33
Ruisseaux Southwest et Bottom*	2,448	734	0.30
Rivière Harry's*	2,792	730	0.26
Rivière Fox Island	109	39	0.36
Rivière Serpentine	849	315	0.37
Baie des Îles			
Ruisseau Cook's*	Pêche à la ligne interdite		
Rivière Humber*	13,102	4,362	0.33
Ruisseau Hughes	36	3	0.08
Ruisseau Goose Arm	47	6	0.13
Sud du Labrador			
Rivière Forteau	177	18	0.10
Rivière l'Anse au Loup	Pas de données		
Rivière Pinware	1,688	971	0.58
Source : MPO 2010			
* Rivières ayant en place des plans de gestion des bassins versants.			

Les données sur les prises de saumon atlantique pour la ZPS 13 et la ZPS 14A de 1996 à 2007 sont résumées à la Figure 5.90. Ces données dénotent un déclin dans le nombre de prises dans la région ouest de Terre-Neuve.



**Figure 5.90 Prises de saumon atlantique pour la ZPS 13 et la ZPS 14A de 1996 à 2007**

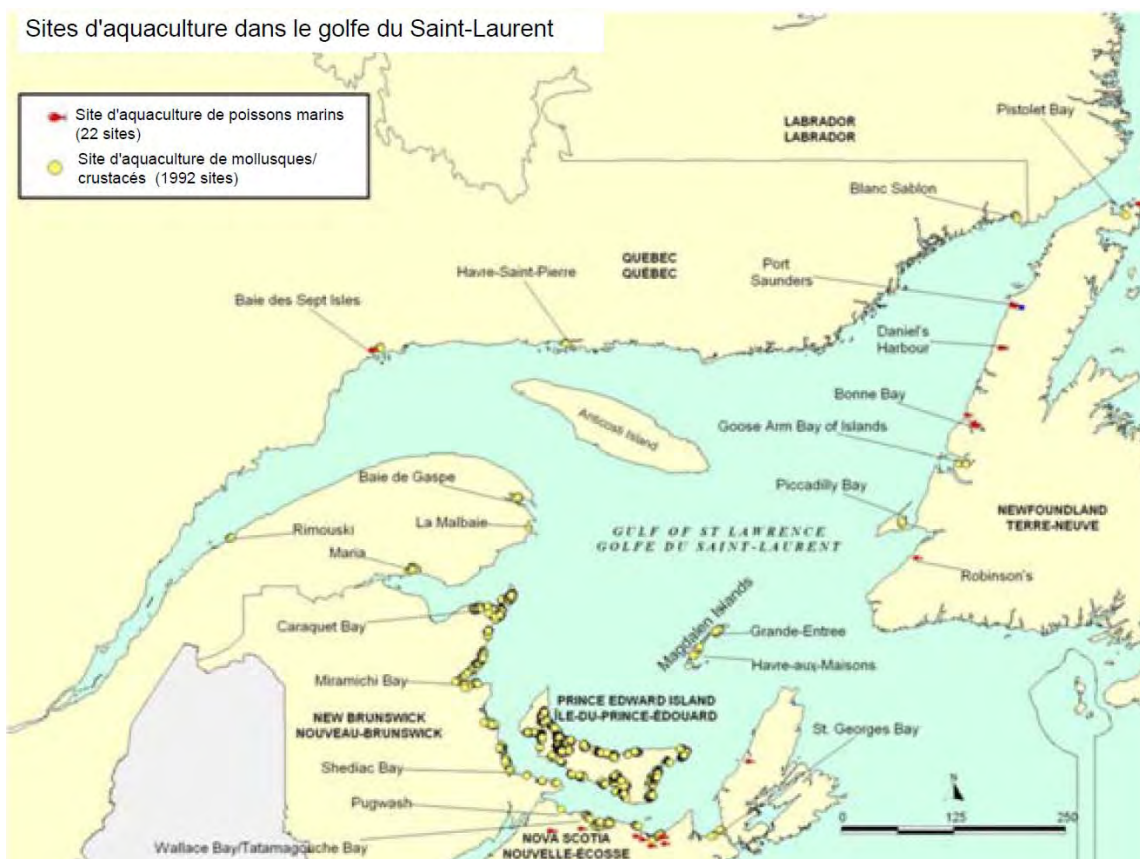
### 5.8.2.3 Aquaculture

L'aquaculture marine demeure une industrie importante à travers le Golfe, particulièrement depuis que le nombre de pêcheries commerciales est en déclin. L'aquaculture a expérimenté une croissance rapide dans l'est du Canada au cours des deux dernières décennies en réponse à une demande croissante pour les fruits de mer, à un déclin des stocks de poissons et à l'amélioration technologique des pratiques de la pisciculture. Il existe environ 1 741 (2010) sites actifs d'aquaculture au sein du Golfe (Tableau 5.27), dont la large majorité est concentrée à l'Île-du-Prince-Édouard et sur la côte du Nouveau-Brunswick donnant sur le Golfe (Figure 5.91). Au Nouveau-Brunswick, la plupart de ces sites sont situés entre la baie de Caraquet et la baie Miramichi, alors qu'en Nouvelle-Écosse, la majorité des sites se trouvent le long de la côte nord de Pugwash à St-Georges (Alexander et al. 2010). Les mollusques et crustacés comptent pour 99 pour cent de l'aquaculture dans le Golfe, les huîtres et les moules bleues étant les espèces les plus importantes, bien que les poissons marins soient habituellement ceux ayant le plus de valeurs (Alexander et al. 2010). La plupart des activités concernant les poissons marins (saumon atlantique / truite arc-en-ciel) dans le Golfe sont terrestres (écloseries / étangs de pêche-sur-place) et sont concentrées le long de la côte nord de la Nouvelle-Écosse, avec quelques viviers marins saisonniers répartis le long de l'ouest de Terre-Neuve (morue de l'Atlantique) et près de la baie des Sept-Îles (plie et hareng) sur la Côte-Nord (Québec). D'autres espèces qui commencent à prendre de l'importance sont le quahog nordique, les palourdes, le pétoncle et les oursins. La valeur totale de l'aquaculture dans le Golfe en 2001 était de 292 millions \$, dont plus de la moitié provient du saumon atlantique (199 millions \$) et la balance provenant de la truite (41,2 millions \$, la moule bleue (30,5 millions \$), les huîtres (9,5 millions \$) et la catégorie « Autres » (11,4 millions \$) (quahog nordique, pétoncle, palourdes, oursins, omble chevalier, morue de l'Atlantique, aiglefin) (Alexander et al. 2010; Gaudet and Leger 2011).

**Tableau 5.27 Sites actifs d'aquaculture de mollusques/crustacés et de poissons marins dans le golfe du Saint-Laurent**

Province	Mollusques et crustacés	Poissons marins	Total des sites
Nouveau-Brunswick (Golfe)	520	0	520
Nouvelle-Écosse (Golfe)	65	11	76
Île-du-Prince-Édouard	1,095	0	1,095
Québec (Golfe)	49	1	50
<b>TOTAL</b>	<b>1,677</b>	<b>10</b>	<b>1,741</b>

Source : Gaudet and Leger 2011, Alexander et al. 2010



Source : Alexander et al. 2010

**Figure 5.91 Répartition des sites d'aquacultures dans le golfe du Saint-Laurent (2003)**

Les principales espèces visées par la production en aquaculture à Terre-Neuve-et-Labrador sont le saumon atlantique, le saumon arc-en-ciel, la morue de l'Atlantique et les moules bleues. Dans l'ensemble, la région de l'ouest de Terre-Neuve, avec ses littoraux exposés à de forts vents et à de longues saisons des glaces, ne constitue pas une zone d'aquaculture aussi adéquate que d'autres zones de la province, particulièrement sur la côte sud. Cela est particulièrement le cas pour le saumon atlantique, qui ne croît pas bien dans des températures en deçà de 4°C.



Sept compagnies étaient enregistrées comme pratiquant l'aquaculture au sein de la région en 2008. Seulement une, Cold Ocean Salmon Inc. de Daniel's Harbour, utilise des éclosiers de saumon atlantique; la plupart des autres sont impliqués dans la production de mollusques et de crustacés. Il y a une éclosier d'anguille dans la Robinsons et un vivier de morue à Keppel Harbour. Les opérations du vivier de morue impliquent des morues post-frai qui sont capturées, conservées dans des sites de pisciculture établis et élever jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à être pêchées.

Il reste plusieurs conflits et inquiétudes associés à l'aquaculture au Canada, incluant : l'échappement de poissons d'élevage et potentiellement d'espèces envahissantes; la propagation de maladies et de parasites aux espèces sauvages; l'eutrophisation près des sites; l'utilisation de produits chimiques et d'antibiotiques; et l'étouffement des espèces benthiques. L'industrie est régie par des réglementations fédérales et provinciales. Un bail ou un permis est nécessaire pour opérer toute installation d'aquaculture. L'industrie de l'aquaculture devrait continuer à prendre de l'expansion et à être un contributeur économique majeur pour les communautés locales dans le Golfe, particulièrement alors que la demande en fruits de mer augmente et que la pisciculture de nouvelles espèces (holothurie, oursins, algues) se développe (Alexander et al. 2010).

#### 5.8.2.4 La chasse au phoque

La chasse au phoque commerciale au Canada atlantique remonte à plus de 200 ans. L'industrie a pris de l'expansion tout au long du 20<sup>e</sup> siècle, afin surtout de satisfaire à la demande pour la fourrure (Alexander et al. 2010). De nos jours, le nombre de chasseurs de phoque est grandement moindre, mais la chasse demeure une pratique culturelle et économique de valeur dans le Golfe et dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador (Tableau 5.28). Dans le Golfe, deux espèces sont chassées : le phoque du Groenland et le phoque gris. La chasse commerciale se déroule chaque année du 15 novembre au 14 juin, avec une majorité de la chasse se produisant entre mars et mai dans le Golfe, bien que la chasse au phoque soit également pratiquée le long de la côte nord du Québec en janvier et février. La valeur estimée des débarquements (basée sur les prix moyens payés aux chasseurs) des phoques du Groenland (Canada atlantique) en 2001 était de 5,5 millions \$; cependant, la valeur a grimpé à 21 millions \$ en 2002 en raison des conditions extrêmement favorables du marché. Dans les dernières années, des permis de chasse du phoque pour fins d'utilisation personnelle ont été délivrés aux résidents adjacents aux zones de chasse au phoque à Terre-Neuve-et-Labrador (sud de la latitude 53°N), sur la Côte-Nord du Québec, en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine (Alexander et al. 2010, Gaudet and Leger 2011).

**Tableau 5.28 Nombre de permis de chasse du phoque délivrés en 2007 pour la région du Golfe**

Province	Permis professionnels	Permis d'aides-chasseurs
Nouveau-Brunswick (Golfe)	2	5
Nouvelle-Écosse (Golfe)	21	21
Île-du-Prince-Édouard	23	15
TOTAL	46	41

Source : Unité de réglementation, MPO, Région du Golfe (Moncton)

La chasse au phoque a représenté une source importante de revenus pour les résidents de l'ouest de Terre-Neuve et de la région sud du Labrador durant une période l'année où les opportunités d'emploi sont extrêmement limitées. La majorité des phoques abattus dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador sont des phoques du Groenland ou des phoques à capuchon, bien que les phoques annelés et les phoques barbus soient également débarqués, tout comme de petits nombres de phoques communs et de phoques gris. Environ 70 pour cent de la chasse commerciale se déroule sur le Front (dans l'Atlantique nord-ouest au large de la côte nord-est de Terre-Neuve) alors qu'environ 30 pour cent se produit dans le Golfe. La majorité de la chasse au phoque se déroule de la fin mars, tout au long du mois d'avril, et peut s'étendre jusqu'en mai. En plus de la chasse au phoque commerciale, les résidents ont le droit de prendre jusqu'à six phoques pour consommation personnelle.

Le nombre de phoques abattus annuellement varie grandement d'une année à l'autre. Une combinaison de facteurs ont contribué aux résultats relativement faibles en 2010, plus notamment les mauvaises conditions glacières, qui ont rendu l'accès aux bancs de phoques extrêmement difficile dans certains secteurs, particulièrement dans le Golfe. Les fluctuations du prix du marché, la demande en fourrure, le dollar canadien et le commerce avec l'Union Européenne influencent grandement la quantité et la valeur des phoques chassés chaque année.

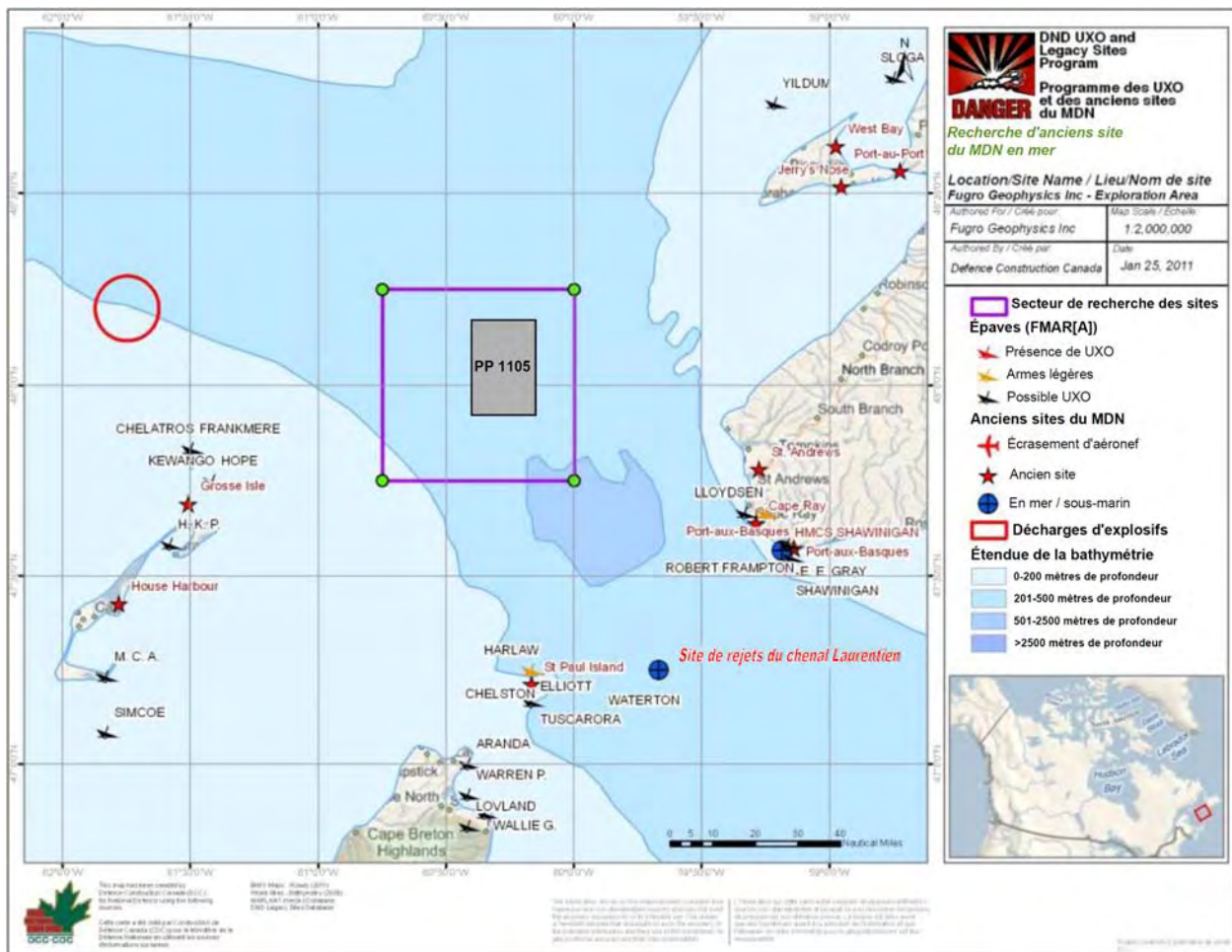
#### **5.8.2.5 La chasse d'oiseau**

Les espèces d'oiseaux chassées et leurs saisons de chasse respectives dans les zones côtières des oiseaux migrateurs considérés comme gibier de l'ouest de Terre-Neuve sont communiquées dans le guide provincial sur la chasse et le piégeage (Hunting and Trapping Guide) publié annuellement par le ministère de l'Environnement et de la Conservation de Terre-Neuve-et-Labrador. Les principaux groupes d'oiseaux chassés dans les zones côtières sont les canards de mer (eiders, macreuses et les hareldes), la marmette de Troïl, la marmette de Brünnich, les harles, l'oie et la bécassine. Il n'existe pas de saison de chasse de l'arlequin plongeur.

La marmette de Troïl et la marmette de Brünnich (appelées « turrs » par les habitants de la province) sont des oiseaux de mer qui ont été chassés à Terre-Neuve-et-Labrador depuis le début du peuplement humain de la région. Les résidents de la province sont les seules personnes en Amérique du Nord, mis à part les membres des Premières Nations, à pouvoir légalement chasser les « turrs » ou marmettes. La chasse à la marmette, traditionnellement pratiquée pour la nourriture, a été reconnue récemment comme une activité récréative. Il est généralement reconnu, et corroboré par des études menées par le Service canadien de la faune, que moins de personnes pratiquent la chasse à la marmette qu'il y a 30 ans – une tendance particulièrement évidente chez la nouvelle génération. La chasse à la marmette est toujours pratiquée dans les zones côtières de l'ouest de Terre-Neuve et du sud du Labrador. La saison de chasse de la marmette se déroule approximativement du début octobre à mi-mars, selon la zone. Les dates sont déterminées afin de prendre en considération les cycles migratoires des marmettes le long des côtes de la province.

**5.8.2.6 Les militaires emploient**

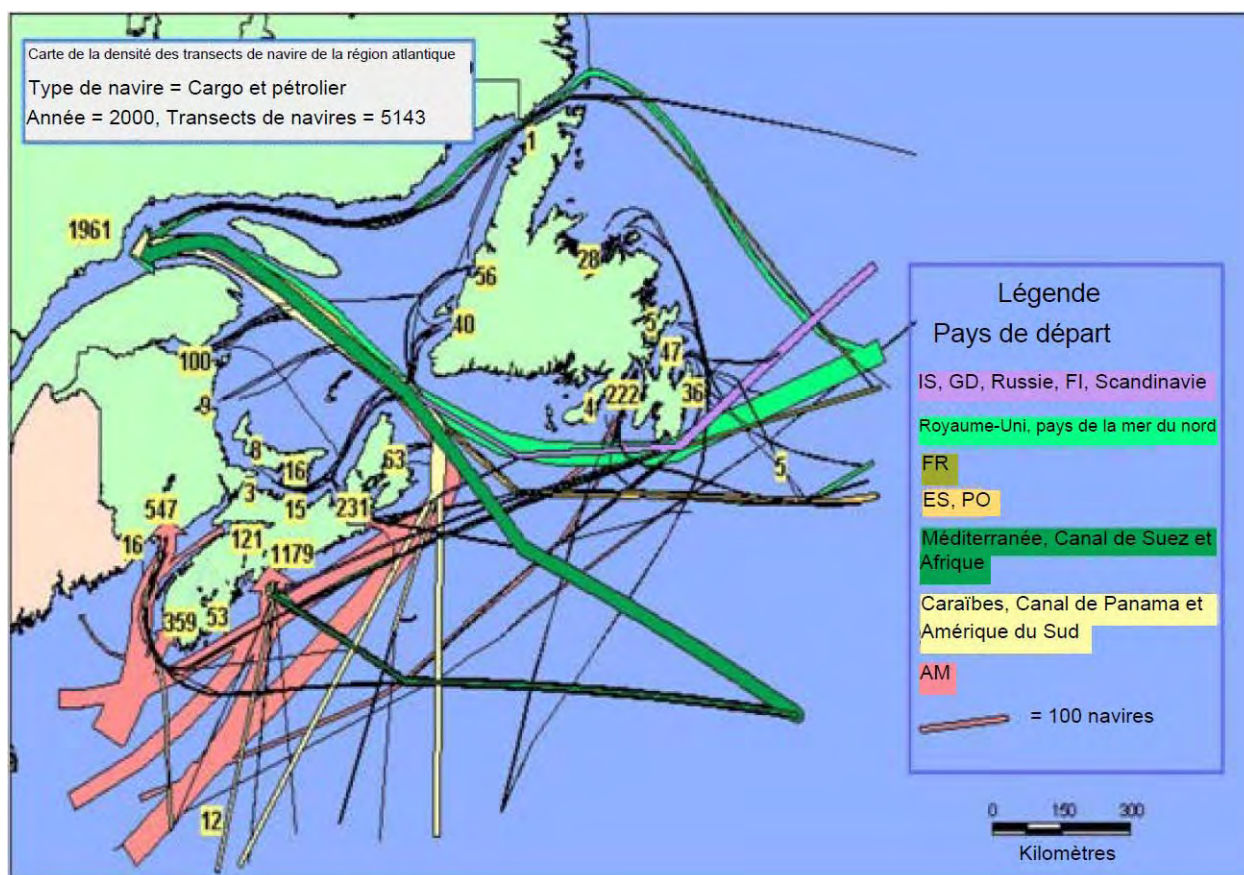
Il n'y a pas d'utilisation militaire connue du PP 1105 (voir Figure 5.92); cependant, il est probable que le MDN effectue des opérations aux alentours du projet, sans interférence avec les activités, au cours de la période 2012-2014 (C.L. Giffin, communications personnelles). Le MDN confirme également qu'il n'y a pas d'épaves dans le PP 1105 (C.L. Giffin, communications personnelles). Il n'y a pas de sites actifs de l'industrie pétrolière de prévus aux alentours du prospect de Old Harry. Même s'il y a plusieurs permis d'exploration dans les eaux côtières de l'ouest de Terre-Neuve, il n'y en a aucune dans la zone prometteuse de Old Harry autre que celles de Corridor Resources. Le transport maritime domine donc les autres utilisateurs potentiels de la zone du chenal Laurentien et toute discussion subséquente des autres utilisateurs traitera du trafic maritime.



**Figure 5.92 Anciens sites contenant des munitions non explosées du MDN et des épaves de navires**

### 5.8.2.7 Trafic maritime

La région du Golfe comporte l'une des voies maritimes majeures de la planète, et la majorité des navires entre et sort par le détroit de Cabot (ou le détroit de Belle-Île en été) qui fait le lien avec la voie maritime du Saint-Laurent (Figure 5.93). Le Golfe accommode environ 6 400 passages de navires commerciaux annuellement, soutenant le commerce et le transport domestique et international (Alexander et al. 2010). Plus de 40 ports à travers le Golfe accommodent le trafic maritime; cependant, Charlottetown (Î.-P.-É.) constitue le seul port majeur dans le Golfe. De plus, un certain nombre de lignes commerciales et majeures de traversiers sont disposées tout autour du Golfe incluant : North Sydney (N.-É.) à Port aux Basques (T.-N.-L.); St. Barbe (T.-N.-L.) à Blanc Sablon (QC); Caribou (N.-É.) à Wood Islands (Î.-P.-É.); Souris (Î.-P.-É.) à Cap aux Meules (QC); et au Québec, un certain nombre de caboteurs desservent les ports le long de la côte nord du Québec (Alexander et al. 2010, Gaudet and Leger 2011). La contamination des aires marines par l'élimination de l'eau de cale, de l'eau de ballast et des eaux usées, la sécurité maritime et le transport d'espèces étrangères et envahissantes constituent des problèmes potentiels et sont suivis de près par l'industrie du transport maritime.



Source : Geocentric Mapping Consulting 2002, dans Alexander et al. 2010  
 La largeur des flèches représente le décompte des navires dans le couloir de navigation (densité du trafic); la couleur indique les pays et continents d'origine. Les ports majeurs sont représentés par un nombre spécifique de transects entrants.

**Figure 5.93 Carte de la densité des transects de navires entrants en Atlantique : Cargaisons de pétroliers et de cargos entrants en 2000**

Le secteur du projet est près d'une importante route de navigation qui traverse l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et le Golfe au sud de l'île d'Anticosti (LGL 2005b). La densité du trafic dans ce secteur est de quatre à huit bateaux par jour, dont beaucoup sont des porte-conteneurs (LGL 2005b). Le MPO effectue des études d'évaluation des stocks et des activités de recherche dans l'environnement maritime qui peuvent être prévues en même temps que les activités du projet proposé. Le calendrier des avis scientifiques du MPO peut être consulté en ligne afin de déterminer si des activités prévues par le MPO pourraient entrer en conflit avec le projet. Cette ressource en ligne incluait les activités prévues jusqu'au mois de mai seulement au moment de la rédaction du présent rapport.

La circulation maritime dans le secteur du projet proposé doit être prise en considération. La principale trajectoire de navigation entre le détroit de Cabot et le fleuve Saint-Laurent est à proximité de l'emplacement du projet. La majorité des navires entrent dans le Golfe par le détroit de Cabot. Cependant, d'autres navires peuvent utiliser les routes de navigation en passant par le détroit de Canso et le détroit de Belle-Isle. Les principales routes de navigation allant du Golfe jusqu'à Montréal passent par les travaux proposés. Il y a d'autres routes de navigation à proximité du PP 1105, dont les routes entre les Maritimes et l'Europe, les Maritimes et les États-Unis et dans les provinces de l'Atlantique (Geocommons 2010).

#### **5.8.2.8 Tourisme et activités récréatives**

Le tourisme et les activités maritimes récréatives constituent une industrie en pleine expansion à travers le Golfe, incluant l'augmentation de l'activité des bateaux de croisière, les excursions en haute mer (observation des baleines et excursion nautique), la navigation de plaisance et l'utilisation à des fins récréatives des zones côtières (randonnée, plongée sous-marine, kayak). En raison du climat, la plupart des activités de tourisme et de loisirs aquatiques se déroulent du printemps à l'automne.

Charlottetown (Î.-P.-É.) est le seul port majeur du Golfe. La saison 2011 des bateaux de croisière s'est déroulée du 2 mai au 20 octobre 2011 et au cours de cette période, 41 navires, comportant un total de 67 298 passagers et 28 563 membres d'équipage (Charlottetown Harbour Authority Inc., date inconnue) ont fait leur entrée au port. En 2007, les dépenses moyennes étaient de 60,68\$ par passager et de 41,80\$ par membre d'équipage, ce qui a résulté en une estimation de 3,3 millions \$ et de 736 000 \$ des dépenses totales respectives des passagers et des membres d'équipage (Gaudet and Leger 2011). En raison de leur grande taille et de leur capacité, il est estimé que les bateaux de croisière modernes produisent 1,8 million de litres d'eaux usées par jour. Tout comme les autres grands navires océaniques, les bateaux de croisières ont le potentiel de transporter des espèces non indigènes et de contaminer les aires marines suite à l'élimination de leur eau de cale, leur eau de ballast et leurs eaux usées (Alexander et al. 2010).

Il existe un intérêt grandissant pour une panoplie de loisirs aquatiques, dont le kayak de mer, en particulier, qui croît en popularité chez les résidents aussi bien que chez les visiteurs. La voile est surtout pratiquée dans la baie des Îles et aussi, quoique à un degré moindre, dans la zone du parc national de Gros Morne. Le Bay of Islands Yacht Club (club de voile de la baie des Îles) est en opération depuis plusieurs années. Le front de mer de Norris Point et une nouvelle

auberge à Neddy's Harbour attirent les plaisanciers dans le secteur de baie Bonne. Le Humber Valley Rowing Club (club d'aviron de Humber Valley) utilise une section du littoral côtier près de Brakes' Cove à Humber Arm. La plongée en scaphandre en tant que sport est maintenant populaire à baie des Îles, dans la baie de Port-au-Port et à Port-aux-Choix. La navigation de plaisance se déroule à travers la majorité des zones littorales du Golfe et inclut le bateau à moteur, le voilier et les embarcations dirigées manuellement (canoës, kayaks et autres canots à rames). La navigation de plaisance a le potentiel d'avoir un impact négatif sur l'environnement marin en raison de la pollution, de même que les interactions avec les mammifères marins, les tortues de mer et les oiseaux marins.

Il y a également eu une recrudescence d'autres activités récréatives dans la région, dont la nage, le camping, la randonnée pédestre, l'observation des baleines et des oiseaux (MPO 2011a), ainsi que le développement de résidences secondaires (Alexander et al. 2010). Le MPO (MPO 2011e) rapporte que les voyages touristiques liés au secteur maritime sont demeurés stables dans la région Maritimes-Golfe entre 2000 et 2006, alors que les dépenses ont globalement diminué, sauf celles de l'Î.-P.-É., lesquelles ont augmenté de 3,6 pour cent de 2003 à 2006. Cependant, la région Québec-Golfe a connu des augmentations de l'ordre de 40 pour cent entre 2000 et 2006, grâce surtout à une incroyable croissance en Gaspésie.

L'impressionnant panoramique côtier de la région de l'ouest de Terre-Neuve et les abondantes occasions de pouvoir observer des baleines sont quelques-unes des attractions qui font de la région une destination populaire pour les amateurs de visites touristiques et de randonnées pédestres. Depuis des dizaines d'années, les communautés locales combinées ont injecté des centaines de milliers de dollars dans la construction et la signalisation des parcours du littoral de l'estuaire de Codroy Valley jusqu'au promontoire des détroits du Labrador. Un inventaire des parcours formerait vraisemblablement une importante base de données. L'un des deux meilleurs endroits de la province pour l'observation des oiseaux est l'estuaire de Codroy Valley et les terres humides de la municipalité de Stephenville Crossing.

Un réseau de sites historiques et de parcs nationaux, provinciaux, municipaux et privés, ainsi qu'un certain nombre d'aires de conservation existent au sein de la région du Golfe. Ces aires conservent et protègent un nombre important de zones écologiques et culturelles, mais par le fait même, plusieurs de ces aires attirent un très grand nombre de visiteurs. À l'heure actuelle, il existe sept parcs nationaux, sept sites historiques, 59 parcs provinciaux, 20 refuges d'oiseaux migrateurs, 13 réserves nationales de la faune et huit réserves écologiques (Alexander et al. 2010).

## 6.0 MÉTHODES D'ÉVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX

---

### 6.1 Vue d'ensemble

L'approche et les méthodes utilisées pour l'évaluation environnementale se basent largement sur l'expérience de l'équipe de l'étude lorsqu'elle a effectué des évaluations environnementales de projets similaires pour l'OCTNHE ainsi que sur sa compréhension de la LCEE. L'évaluation environnementale met principalement l'accent sur les CVE identifiées grâce à la portée des enjeux, tel que décrit à la section 6.2.

### 6.2 Portée des enjeux et sélection des composantes valorisées de l'écosystème

La portée du projet englobe les composantes et activités qui ont été considérées pour les besoins de l'évaluation environnementale. La portée du programme proposé de forage d'exploration comprend toutes les composantes et activités décrites à la Section 2.9.

L'exercice de portée des enjeux effectué en lien avec cette évaluation environnementale inclut ce qui suit :

- Le document d'orientation – version finale (annexe A), tel que produit par l'OCTNHE le 17 août 2011.
- Les commentaires des parties prenantes (incluant les agences de réglementation et le public) au sujet du document d'ébauche sur l'orientation (produit par l'OCTNHE le 25 février 2011).
- Consultation continue avec les organismes de réglementation concernés (incluant, mais sans s'y limiter, l'OCTNHE, le MPO, Environnement Canada et Transports Canada) et d'autres parties prenantes (incluant, mais sans s'y limiter, le FFAW, One Ocean, le Regroupement des pêcheurs professionnels des Îles (RPPIM), le Regroupement des palangriers et pétoncliers uniques madelinots (RPPUM), l'Association des pêcheurs propriétaires des Îles-de-la-Madeleine (APPIM) et l'Association of Inshore Fishermen of the Magdalen Islands).
- Une révision du document d'orientation du programme de géorisque de la zone prometteuse de Old Harry de 2010 à 2020 et des commentaires d'analyse sur la réglementation concernant l'évaluation environnementale (Stantec 2010).
- Une révision de l'information disponible sur les environnements biophysiques et socio-économiques existants de la région dans laquelle le programme se tiendra, et sur les autres évaluations environnementales entreprises en raison de projets similaires.
- Une analyse des réglementations et lignes de conduite pertinentes et reliées aux activités d'exploration en mer.
- Le jugement professionnel de l'équipe de l'étude.

Il est généralement reconnu qu'une évaluation environnementale doit mettre l'accent sur les composantes de l'environnement qui sont valorisées par la société et/ou qui peuvent servir d'indicateurs de changements environnementaux et qui sont de la plus haute importance quant

à la décision finale concernant l'acceptabilité environnementale d'une entreprise proposée. Ces composantes sont connues sous le nom de CVE et peuvent inclure des éléments biophysiques et socio-économiques.

En se basant sur les résultats de l'exercice de portée des enjeux décrits ci-dessus, incluant le document d'orientation – Version finale (annexe A), les CVE suivantes sont considérées dans cette évaluation environnementale :

- Les espèces en péril;
- Écosystème marin;
- Poissons de mer, mollusques et crustacés et leurs habitats
- Les oiseaux marins;
- Les mammifères marins et les tortues de mer;
- Les zones sensibles; et
- L'industrie de la pêche commerciale et les autres utilisateurs de la mer.

L'analyse raisonnée du choix de ces CVE est discutée ci-après :

- Espèces en péril : Il y a 15 espèces de poissons de mer, d'oiseaux marins, de poissons, de mammifères marins et de tortues de mer ayant un statut identifié en vertu de l'annexe 1 de la LEP et/ou 23 espèces désignées comme étant « en péril » par le COSEPAC qui pourraient être concernées dans la zone d'étude. Les espèces en péril sont collectivement considérées comme une CVE en raison de préoccupations de réglementation et en raison de leur statut protégé en vertu de la LEP.
- Écosystème marin : Un écosystème marin en santé supporte les communautés biologiques et les utilisations socio-économiques de l'environnement marin. L'écosystème marin inclut les communautés des eaux (plancton) et benthiques (coraux).
- Poissons de mer, mollusques et crustacés et leurs habitats : Les poissons et les habitats halieutiques sont considérés comme CVE dans cette évaluation en raison de l'importance biologique et commerciale de plusieurs espèces de poissons et de leurs habitats de reproduction, d'alimentation et de frayère au sein de la zone à l'étude. La pêche commerciale est une activité importante dans le Golfe. Les poissons et leur habitat sur lesquels l'industrie de la pêche dépend sont donc un élément important de l'évaluation environnementale des activités pouvant influencer l'environnement marin. De plus, les poissons et leur habitat sont une composante importante de l'écosystème marin. Les poissons et leur habitat sont évalués en tant qu'une seule et même CVE étant donné qu'ils sont clairement interdépendants. La considération des poissons et de l'habitat des poissons comme une seule CVE est conforme avec les pratiques courantes en évaluation environnementale et procure une approche basée sur l'écosystème de nature plus complète. Un certain nombre d'espèces de poissons de mer se retrouve à proximité de la zone d'étude. Les poissons et leurs habitats, dans le contexte de cette évaluation environnementale, incluent les poissons à nageoires, les mollusques, les invertébrés, le plancton, la colonne d'eau et les habitats benthiques lorsque pertinent à l'évaluation.
- Oiseaux marins : Le Golfe accueille une panoplie d'oiseaux de mer tout au long de l'année. Les oiseaux de mer sont une composante clé de l'écosystème, presque tout en haut de la chaîne alimentaire, et constituent une ressource importante pour le tourisme



et les activités de loisir, ainsi que pour les études d'ordre scientifique. Ils sont donc importants socialement, culturellement, économiquement, esthétiquement, écologiquement et scientifiquement. Les oiseaux marins sont considérés comme une CVE en raison de la réglementation et de la reconnaissance de leur statut protégé en vertu de la *Loi sur la convention des oiseaux migrateurs, 1994*.

- Mammifères marins et tortues de mer : Les baleines et les phoques sont des éléments clés des environnements biologiques et sociaux dans le Golfe; les tortues ne sont généralement présentes qu'occasionnellement. Il y a 18 espèces de mammifères marins et trois espèces de tortues de mer pouvant potentiellement être présentes à proximité de la zone d'étude. Les mammifères marins jouent un rôle important dans l'écosystème extra-côtier. Leur importance se manifeste par la protection par réglementation et les préoccupations des scientifiques et du public. Également, l'industrie de l'observation des baleines et la campagne annuelle de chasse aux phoques constituent des considérations économiques importantes, en raison des interactions des mammifères marins avec les pêcheries commerciales. Les tortues de mer sont des visiteurs occasionnels dans le Golfe et sur la côte ouest de Terre-Neuve et pourraient potentiellement être touchées par les activités du projet. Pour ces raisons, les mammifères marins et les tortues sont considérés comme une CVE. L'évaluation environnementale met l'accent sur les espèces de mammifères marins et de tortues qui peuvent vivre et/ou migrer dans la zone d'étude.
- Zones sensibles : Les zones sensibles sont souvent associées à des caractéristiques d'habitat marin uniques ou rares, à un habitat qui supporte des stades sensibles de la vie de ressources marines valorisées et/ou à un habitat essentiel pour des espèces en péril. Selon le document d'orientation (annexe A), les zones sensibles de la zone d'étude incluent n'importe laquelle des ZIEB identifiées dans le Golfe (certains considèrent le Golfe dans son ensemble comme une zone sensible). Ceci inclut la ZIEB de la franche sud du chenal Laurentien et la ZIEB de la côte ouest de Terre-Neuve. Le secteur du projet occupe en partie une zone de reproduction de sébaste potentielle (une espèce désignée par le COSEPAC) et le secteur d'étude occupe une zone d'extrusion larvaire de sébaste potentielle et une zone de reproduction de la morue (une espèce désignée par le COSEPAC). Les zones sensibles ont été sélectionnées comme une CVE en raison de leur importance en tant qu'habitat unique ou essentiel pour diverses espèces ou ensembles d'espèces. Les zones sensibles sont importantes socialement, culturellement, esthétiquement, écologiquement et scientifiquement. La pêche commerciale et autres utilisateurs : L'item « pêche commerciale et les autres utilisateurs » a été sélectionné comme une CVE puisqu'historiquement, la pêche a joué un rôle important dans le Golfe et a contribué à mieux définir le caractère unique des provinces de l'Atlantique. D'autres utilisateurs de la mer dans la région incluent le transport maritime, les relevés de recherche et les exercices d'ordre militaire et sont donc également considérés. La pêche commerciale demeure un composant intégrale de l'économie de Terre-Neuve-et-Labrador ainsi que pour les communautés du Golfe, et pour cette raison, est considérée comme une CVE.

Ces sept CVE représentent les composantes environnementales clés qui sont évaluées dans ce document. Cette évaluation environnementale procure des analyses détaillées des effets pour chacune de ces CVE.

### 6.3 Organisation de l'évaluation des effets environnementaux

Les étapes spécifiques impliquées dans cette évaluation pour chacune des CVE vont comme suit :

- déterminer les limites (voir Section 6.3.1);
- décrire les conditions existantes pour chacune des CVE dans l'environnement immédiat de la zone d'étude et au sein du Golfe en tant qu'entité (voir Chapitre 5);
- identifier les interactions potentielles entre les CVE et les composantes/activités du projet et faire ressortir les connaissances existantes concernant ces interactions potentielles (voir Section 7.1);
- mesures d'atténuations proposées (voir Sections 7.X.3);
- établir les critères pertinents permettant d'évaluer les effets environnementaux résiduels (voir Sections 7.X.1);
- évaluer les effets environnementaux et leurs mesures d'atténuation (voir Sections 7.X.2);
- évaluer les évènements accidentels (voir Chapitre 8);
- évaluer les effets environnementaux cumulatifs (voir Chapitre 9);
- fournir un résumé de l'évaluation des effets environnementaux (voir Sections 7.X.4 et Chapitre 10); et
- identifier la nécessité, s'il y a lieu, d'exigences en matière de suivi et de surveillance (voir Chapitre 11).

Chacune de ces étapes est décrite en détail dans les sections 6.3.1 à 6.3.10.

#### 6.3.1 Limites

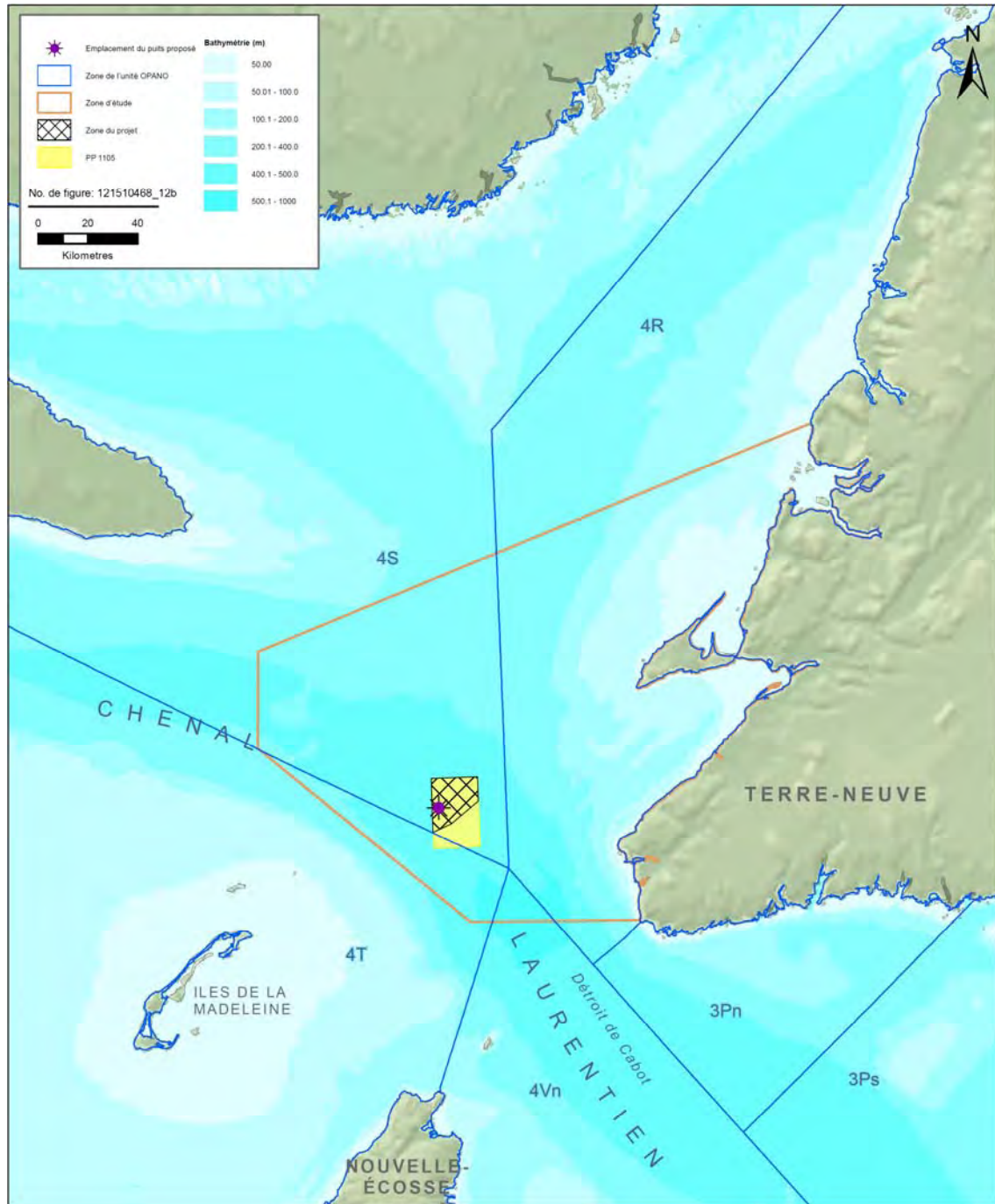
Les limites procurent la délimitation significative d'une évaluation environnementale. Les limites du projet sont décrites ci-dessous de manière générale, lors de l'analyse des effets de chacune des CVE. La détermination de la portée spatiale et temporelle de l'évaluation environnementale pour chacune des CVE inclut la considération des limites administratives, écologiques/socio-économiques et du projet.

Les limites du projet sont également présentées à la figure 6.1 et ont été classées comme suit :

- Zone du projet : Approximativement les deux tiers supérieurs de PP 1105; une zone d'environ 304 km<sup>2</sup> entre les coordonnées 48°10'59.740"N, 60°23'56.094"O (coin nord-ouest), 48°10'0.084"N, 60°8'57.480"O (coin nord-est), 48°04'45.681"N, 60°8'57.515"O (coin sud-est) et 47°58'22.285"N, 60°23'55.732"O (coin sud-ouest). Les coordonnées des puits proposés sont à l'intérieur des latitude 48°03'05.294" et longitude 60°23'39.385" (référence NAD83, coordonnées géographiques).
- Zone d'étude (il s'agit de la même que la zone touchée selon le document d'orientation) : La zone qui pourrait potentiellement être touchée par les activités du projet en dehors de la zone d'étude (ex. : dépôt de déblais de forage ou un évènement accidentel). La zone d'étude d'une superficie de 27,602 km<sup>2</sup> a été définie par les résultats (voir figure 2.7) de la modélisation (AMEC 2011) de l'étendue la plus éloignée des dépôts de déblais de forage et par les résultats (voir Figure 2.20) de la modélisation

(SL Ross 2011) de la trajectoire des déversements d'hydrocarbures. Prendre note que la zone est beaucoup plus large que les résultats modélisés; les zones côtières sont identifiées comme faisant partie de la zone d'étude seulement en raison des activités du navire et de l'hélicoptère d'approvisionnement. Les prévisions de l'évaluation environnementale seront basées sur cette zone.

- Zone régionale : le nord et le sud du golfe du Saint-Laurent.



**Figure 6.1 Limites du projet**

Les limites du projet sont définies par les étendues spatiales et temporelles des composantes et activités du projet et sont déterminées avant tout par les caractéristiques particulières du projet. Les limites spatiales du projet sont parfois définies par les « empreintes » du projet et peuvent varier entre les composantes et les activités du projet. Les limites temporelles du projet sont définies par le calendrier et la durée des activités du projet, tels que décrits à la section 2.5. Les limites administratives font référence aux dimensions spatiales et temporelles imposées à l'évaluation environnementale pour des raisons de nature politique, socio-culturelle ou économique. Les limites administratives peuvent inclure des éléments telle la manière dont les systèmes naturels et/ou socio-économiques sont gérés.

Les limites spatiales et administratives identifiées pour chacune des CVE de cette évaluation sont décrites au tableau 6.1. Les limites temporelles de chacune des CVE sont identiques et sont définies afin d'inclure les 20 à 50 jours nécessaires pour forer un puits d'exploration (entre 2013 et 2014) durant la période d'eaux libres (c.-à.-d. sans glace) du chenal Laurentien. Bien que la description de projet indique un date de début de forage autour du milieu 2012, cette date n'est plus du tout envisageable en raison de l'implantation du processus de révision indépendante par l'OCTNHE pour cette partie d'évaluation environnementale.

**Tableau 6.1 Limites du projet par composante valorisée de l'écosystème**

CVE	Limites spatiales	Limites administratives
Espèces en péril	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude.	Les espèces en péril sont protégées en vertu de la LEP, administrée par Environnement Canada, Parcs Canada et le MPO. La LEP a été rédigée afin de protéger les espèces en péril au Canada et leur habitat essentiel (tel que défini par la LEP); seules les espèces de l'annexe 1 de la LEP sont sujettes aux dispositions de permis et d'application de la Loi. Cependant, les espèces désignées en péril en vertu du COSEPAC sont également incluses dans cette CVE.
Écosystème marin	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude.	L'écosystème marin est protégé par la <i>Loi sur les océans du Canada</i>
Poissons de mer, mollusques et crustacés et leurs habitats	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude.	Les poissons de mer et leur habitat sont protégés par la législation fédérale. L'habitat des poissons est protégé en vertu de la Loi sur les pêches du Canada et la politique du MPO sur la gestion de l'habitat du poisson. Cette politique s'applique à tous les projets et activités dans ou près des eaux pouvant altérer ou détruire l'habitat du poisson par des moyens chimiques, physiques ou biologiques.
Oiseaux marins	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude.	Les oiseaux marins sont protégés au niveau fédéral en vertu de la Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs, laquelle est administrée par Environnement Canada.
Mammifères marins et tortues de mer	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude.	Les mammifères marins et les tortues de mer non en péril sont protégés par législation fédérale en vertu de la Loi sur les pêches.

CVE	Limites spatiales	Limites administratives
Zones sensibles	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude.	Ceci inclut la ZIEB de la franche sud du chenal Laurentien et la ZIEB de la côte ouest de Terre-Neuve. Le secteur du projet occupe en partie une zone de reproduction de sébaste potentielle (une espèce désignée par le COSEPAC) et le secteur d'étude occupe une zone d'extrusion larvaire de sébaste potentielle et une zone de reproduction de la morue (une espèce désignée par le COSEPAC).
La pêche commerciale et autres utilisateurs	Elles incluent la zone à l'intérieur et aux environs de la zone d'étude ainsi que les divisions 3Pn, 4RST et 4Vn de l'OPANO.	Le MPO gère les ressources halieutiques dans la zone est avant tout responsable des relevés scientifiques. Les relevés scientifiques effectués en dehors des responsabilités du MPO (ex. : des relevés d'ordre privé) relèvent de la responsabilité de la Garde côtière, de l'OCTNHE, du Québec et de l'OCNEHE. Les limites de la pêche commerciale ont également été définies par l'OPANO.

### 6.3.2 Conditions existantes

Les conditions existantes à proximité du projet (majoritairement à l'intérieur du Golfe, mais également dans l'Océan Atlantique Nord) seront décrites pour les espèces en péril, les poissons et leur habitat, les oiseaux marins, les mammifères marins et les tortues de mer, les zones sensibles ainsi que la pêche commerciale et autres utilisateurs.

### 6.3.3 Interactions potentielles et connaissances existantes

L'évaluation est centrée sur l'identification et l'évaluation des interactions potentielles entre les composantes et activités du programme ainsi que de chacune des CVE considérée. Comme première étape lors de l'analyse des effets, les interactions potentielles du programme/des CVE sont identifiées et discutées. Les connaissances existantes concernant ces interactions potentielles sont également passées en revue et résumées.

### 6.3.4 Atténuation

En se basant sur les interactions potentielles identifiées ci-dessus et sur les connaissances existantes en lien avec ces interactions, des mesures d'atténuation techniquement et économiquement réalisables visant à réduire ou éliminer les effets négatifs potentiels sont identifiées.

Lorsque possible, une approche proactive visant à atténuer les effets environnementaux potentiels a été utilisée en incorporant des considérations environnementales directement dans la conception et la planification du programme. Lorsque requises et réalisables, des mesures additionnelles sont identifiées au sein de l'évaluation environnementale afin d'atténuer davantage les effets négatifs potentiels. Ces mesures d'atténuation sont identifiées et discutées dans les sections appropriées portant sur l'analyse des effets. Les prévisions d'effets environnementaux résiduels sont effectuées en prenant en considération ces mesures d'atténuation.

### 6.3.5 Critères pertinents d'évaluation des effets environnementaux résiduels

L'évaluation de l'importance des effets environnementaux résiduels prévus est l'une des étapes clés d'une évaluation environnementale. Les effets environnementaux importants sont ces effets négatifs pour l'environnement qui occasionneront un changement altérant éventuellement le statut ou l'intégrité d'une CVE et la situera ainsi en deçà du niveau acceptable. Dans cette évaluation environnementale, les effets environnementaux sont évalués comme étant importants, et non importants ou positifs, en se basant sur les définitions de l'importance développées et utilisées pour chacune des CVE.

Les définitions des effets environnementaux négatifs importants intègrent des facteurs clés tels l'ampleur (c.-à.-d. la portion de la population de la CVE qui est touchée), les changements potentiels sur la distribution et l'abondance de la CVE, la durée de l'effet (c.-à.-d. le temps requis pour que la CVE revienne aux niveaux antérieurs au projet), la fréquence et l'étendue géographique. Elles incluent également d'autres considérations importantes telles les interrelations entre les populations et les espèces, ainsi que tout potentiel de changement sur l'intégrité générale des populations touchées. Pour chacune de ces CVE, un effet environnemental néfaste ne rencontrant pas les critères d'un effet environnemental important (défini par le promoteur en accord avec les lignes de conduite de la LCEE (Agence canadienne d'évaluation environnementale, 1994) et les pratiques acceptées / courantes) sera évalué comme non important. Un effet positif est un effet qui peut améliorer une population ou une activité d'utilisation des ressources.

### 6.3.6 Évaluation des effets environnementaux

Cette étape concerne l'évaluation des effets environnementaux potentiels en lien avec les composantes/activités du projet pour chacune des CVE considérée. Les effets environnementaux ont été analysés qualitativement en utilisant le jugement professionnel de l'équipe de l'étude et, lorsque possible, quantitativement en utilisant les connaissances existantes et les outils d'analyse appropriés.

L'évaluation des effets environnementaux prend en considération :

- l'interaction potentielle entre les activités du projet pour chacune des phases du projet et leurs effets environnementaux combinés avec ceux d'autres projets passés, actuels ou susceptibles d'être entamés dans le futur;
- les stratégies d'atténuation réalisables pour chacune des interactions, et
- Les critères d'évaluation de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale servant à déterminer l'importance (ACEE 1994) et tout autre critère d'évaluation établi par l'équipe de l'étude afin de caractériser plus avant la nature et l'étendue des effets environnementaux, lorsque nécessaire.

Les effets environnementaux sont classés en déterminant s'ils sont négatifs ou positifs. Le tout est précisé au Tableau 6.2 en utilisant l'encadré (« N ») ou (« P »).

**Tableau 6.2 Résumé de l'évaluation des effets environnementaux potentiels : CVE**

Composantes/activités du projet	Interactions potentielles / effets environnementaux (positif (P) ou négatif (N))	Atténuation	Résumé des effets environnementaux potentiels											
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique						
Présence de la plateforme de forage (incluant les zones de sécurité, les vols d'aéronefs, les signaux lumineux)														
Boues et déblais de forage														
Les évacuations de routine (ex. : système d'égouttement, eau de cale, eaux usées domestiques ou sanitaires)														
Appareils de soutien (navire et hélicoptère)														
Étude de PSV / bruit du forage														
Émissions atmosphériques régulières														
Abandon et suspension du puits														
Évènement accidentel (déversement d'hydrocarbures)														
<p><b>LÉGENDE :</b></p> <table border="0"> <tr> <td> <p><b>Ampleur</b>                      0 = Négligeable (presque pas d'effet)                      1 = effets faibles                      2 = effets modérés                      3 = effets élevés</p> </td> <td> <p><b>Fréquence</b>                      1 = &lt;11 événements/an                      2 = 11-50 événements/an                      3 = 51-100 événements/an                      4 = 101-200 événements/an                      5 = &gt;200 événements/an                      6 = continuel</p> </td> <td> <p><b>Réversibilité</b>                      R = Réversible                      I = Irréversible (fait référence aux populations)</p> </td> </tr> <tr> <td> <p><b>Étendue</b>                      1 = rayon de &lt;1 km                      2 = rayon de 1-10 km                      3 = rayon de 11-100 km                      4 = rayon de 101-1 000 km                      5 = rayon de 1 001-10 000 km                      6 = rayon de &gt; 10 000 km</p> </td> <td> <p><b>Durée</b>                      1 = &lt;1 mois                      2 = 1-12 mois                      3 = 13-36 mois                      4 = 37-72 mois                      5 = &gt;72 mois</p> </td> <td> <p><b>Contexte écologique et socio-économique</b>                      1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine                      2 = preuve d'activités négatives existantes                      3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</p> </td> </tr> </table> <p>n/a = Non applicable</p>									<p><b>Ampleur</b>                      0 = Négligeable (presque pas d'effet)                      1 = effets faibles                      2 = effets modérés                      3 = effets élevés</p>	<p><b>Fréquence</b>                      1 = &lt;11 événements/an                      2 = 11-50 événements/an                      3 = 51-100 événements/an                      4 = 101-200 événements/an                      5 = &gt;200 événements/an                      6 = continuel</p>	<p><b>Réversibilité</b>                      R = Réversible                      I = Irréversible (fait référence aux populations)</p>	<p><b>Étendue</b>                      1 = rayon de &lt;1 km                      2 = rayon de 1-10 km                      3 = rayon de 11-100 km                      4 = rayon de 101-1 000 km                      5 = rayon de 1 001-10 000 km                      6 = rayon de &gt; 10 000 km</p>	<p><b>Durée</b>                      1 = &lt;1 mois                      2 = 1-12 mois                      3 = 13-36 mois                      4 = 37-72 mois                      5 = &gt;72 mois</p>	<p><b>Contexte écologique et socio-économique</b>                      1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine                      2 = preuve d'activités négatives existantes                      3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</p>
<p><b>Ampleur</b>                      0 = Négligeable (presque pas d'effet)                      1 = effets faibles                      2 = effets modérés                      3 = effets élevés</p>	<p><b>Fréquence</b>                      1 = &lt;11 événements/an                      2 = 11-50 événements/an                      3 = 51-100 événements/an                      4 = 101-200 événements/an                      5 = &gt;200 événements/an                      6 = continuel</p>	<p><b>Réversibilité</b>                      R = Réversible                      I = Irréversible (fait référence aux populations)</p>												
<p><b>Étendue</b>                      1 = rayon de &lt;1 km                      2 = rayon de 1-10 km                      3 = rayon de 11-100 km                      4 = rayon de 101-1 000 km                      5 = rayon de 1 001-10 000 km                      6 = rayon de &gt; 10 000 km</p>	<p><b>Durée</b>                      1 = &lt;1 mois                      2 = 1-12 mois                      3 = 13-36 mois                      4 = 37-72 mois                      5 = &gt;72 mois</p>	<p><b>Contexte écologique et socio-économique</b>                      1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine                      2 = preuve d'activités négatives existantes                      3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</p>												

Les énumérations suivantes incluent certains des facteurs clés pouvant être considérés pour déterminer les effets environnementaux négatifs, en vertu des lignes de conduite de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE 1994) :

- perte d'espèces rares ou en voie de disparition;
- perte ou restriction d'habitat essentiel/productif;
- effets environnementaux négatifs sur la santé du biote;
- diminutions de la diversité biologique;
- fragmentation de l'habitat ou interruption des corridors de déplacement et des routes de migration;
- transformation des paysages naturels;
- déversement de produits chimiques persistants et/ou toxiques;
- perte, ou modification négative, de l'utilisation actuelle des terres et des ressources à des fins traditionnelles; et
- forclusion d'utilisation ou de production de ressources futures.

L'évaluation des effets environnementaux inclut également des tableaux-résumés pour chacune des CVE qui résument l'effet potentiel de chacune des composantes/activités du projet en utilisant les critères suivants (voir l'exemple au tableau 6.2) :

- Ampleur;
- étendue géographique;
- fréquence;
- durée;
- réversibilité; et
- Contexte écologique et socio-économique.

L'ampleur décrit la nature et le degré de l'effet environnemental prévu. En ce qui concerne, les CVE biophysiques (espèces en péril, poissons de mer et habitat des poissons, oiseaux marins, mammifères marins et tortues de mer), les indices d'ampleur ont été définis comme suit (les effets incluent la mortalité, les effets graves, mais non mortels ou l'exclusion en raison de la perturbation) :

- Faible : touche entre 0 et 10 pour cent des individus dans la zone d'étude;
- Modéré : touche entre 10 et 25 pour cent des individus dans la zone d'étude; et
- Élevés : touche plus de 25 pour cent des individus dans la zone d'étude.

L'étendue géographique fait référence à la zone où cet effet particulier se produira. La fréquence et la durée décrivent respectivement le nombre de fois qu'une perturbation se produira et la période que durera cette perturbation. Les valeurs quantitatives sont fournies pour l'étendue géographique, la fréquence et la durée (voir tableau 6.2).

La réversibilité fait référence à la capacité d'une CVE à revenir à un état égal ou amélioré une fois que l'activité est terminée (ex. : zone d'habitat remise en état est égale ou supérieure à ce qui avait été perdu). Les effets environnementaux prévus sont classés comme réversibles ou



irréversibles en se basant sur des recherches antérieures et/ou l'expérience. Le contexte écologique, socio-culturel et économique décrit le statut actuel de la CVE dans la zone touchée par le projet en raison de facteurs naturels ou d'activités humaines passés et/ou existants.

Ces critères sont utilisés afin de procurer une base commune servant à résumer les effets potentiels de chacune des activités de projet pour chacune des CVE.

Tel que décrit à la Section 2.5 (Calendrier du projet), il est prévu qu'un puits d'exploration soit foré par battage entre la 2013 et 2014, selon la complétion du processus de révision indépendante de l'OCTNHE, les approbations réglementaires et la disponibilité des appareils de forage. Cela prendra entre 20 et 50 jours pour forer ce puits, et le tout devra se produire en dehors de la saison des glaces.

Il est important de réaliser que le projet proposé concerne un seul puits d'exploration. Ainsi, certaines des discussions présentées dans ce rapport font référence à des effets environnementaux potentiels s'appliquant plus vraisemblablement à des programmes d'exploration et de production à grande échelle, étant donné que ce ne sont pas tous les documents de référence qui font la distinction entre la catégorie et l'échelle des programmes réalisés.

### **6.3.7 Évènements accidentels**

Cette section traite de l'évaluation des évènements accidentels potentiels résultant d'un déversement d'hydrocarbures, incluant les probabilités et la trajectoire, tels que modélisés par SL Ross (2011a).

### **6.3.8 Évaluation des effets environnementaux cumulatifs**

Les effets environnementaux individuels ne sont pas nécessairement mutuellement exclusifs l'un envers l'autre, mais peuvent s'accumuler et interagir et pour créer des effets environnementaux cumulatifs. Cette évaluation environnementale inclut la considération d'effets environnementaux cumulatifs pour chacune des CVE, suivant immédiatement la discussion de l'analyse des effets environnementaux.

Les effets environnementaux cumulatifs intra-projet (c.-à.-d. ceux issus de l'accumulation et/ou de l'interaction de chacun des effets environnementaux propres au projet) sont considérés comme partie prenante des analyses des effets environnementaux spécifiques au projet décrites ci-dessus (c.-à.-d. l'effet global de chacune des CVE du projet). Cette section met l'accent sur les effets environnementaux cumulatifs issus du forage d'un puits d'exploration en association avec d'autres activités et projets pertinents.

Les environnements naturels et humains régionaux ont été touchés par l'activité humaine passée et en cours. La description de l'environnement existant (de référence) reflète les effets de ces autres actions. L'évaluation des effets environnementaux cumulatifs prend en considération la nature et le degré du changement issu de ces conditions environnementales de référence comme résultante du programme proposé en association avec d'autres activités et projets en cours et planifiés.

Une étape importante dans la réalisation de l'évaluation des effets environnementaux cumulatifs est l'identification d'autres actions dont les effets environnementaux seront susceptibles d'agir en combinaison avec ceux du projet en cours d'analyse afin de créer des effets environnementaux cumulatifs. La LCEE stipule que seules les catégories suivantes de projets et d'activités soient considérées :

- Ceux qui sont certains (les projets et activités qui se dérouleront avec certitude ou ayant des chances élevées de se dérouler); et
- Ceux raisonnablement envisageables (les projets et activités qui pourraient se dérouler).

Le degré de certitude en vertu duquel le projet se déroulera doit ainsi être considéré (ACEE 2008). Par conséquent, les autres projets et activités considérés dans cette évaluation incluent ceux en cours ou susceptibles de se dérouler et ayant reçu les permis, autorisations, baux ou autres formes d'approbation. L'évaluation des effets cumulatifs considère les effets environnementaux cumulatifs du puits d'exploration unique proposé en association avec :

- le transport maritime;
- les activités de la pêche;
- les relevés de recherche;
- les exercices militaires; et
- les autres programmes d'exploration pétrolière et gazière (incluant les programmes sismiques et de géorisque).

Il y a un certain nombre de permis de prospection en mer à l'ouest de Terre-Neuve. Cependant, en raison de la distance entre l'emplacement de ces permis et l'emplacement du projet proposé, il est improbable que des projets potentiels dans ce secteur puissent interagir de manière cumulative avec le projet proposé et engendrer un effet environnemental négatif.

### **6.3.9 Résumé de l'évaluation des effets environnementaux résiduels**

Les indices d'importance des effets environnementaux résiduels prévus pour chacune des phases du projet et pour la totalité du projet sont fournis dans un tableau-résumé suivant l'analyse des effets environnementaux (voir l'exemple au tableau 6.3).

L'évaluation de l'importance des effets environnementaux résiduels prévus est basée sur la révision des documents pertinents et le jugement professionnel. Les indices sont fournis afin d'indiquer le niveau de confiance envers chaque prévision. Les indices de niveau de confiance fournissent une indication générale de la confiance sur laquelle chacune des prévisions des effets environnementaux a été effectuée en se basant sur le jugement professionnel et les effets provenant de projets similaires existants. L'éventualité de l'occurrence de tout effet négatif important prévu est également indiquée, en se basant sur la recherche scientifique antérieure et l'expérience.

**Tableau 6.3 Résumé des effets environnementaux résiduels : CVE**

Phase	Indice de l'effet environnemental résiduel <sup>A</sup>	Niveau de confiance	Probabilité d'occurrence (éventualité)
Installation / activités			NA <sup>B</sup>
Abandon et suspension du puits			NA
Évènement accidentel			NA
Effet environnemental cumulatif			NA
<p><b>CLÉ</b></p> <p>Indice des effets environnementaux résiduels :</p> <p>I = Effet environnemental négatif important  NI = Effet environnemental négatif non important</p> <p>Niveau de confiance envers l'indice :</p> <p>1= Faible niveau de confiance  2= Niveau modéré de confiance  3 = Niveau élevé de confiance</p> <p>Probabilité d'occurrence de l'effet environnemental important :</p> <p>1 = Faible probabilité d'occurrence  2 = Probabilité modérée d'occurrence  3 = Probabilité élevée d'occurrence</p>			
<p><sup>A</sup> Tel que déterminé en considération des critères établis en matière d'indice des effets environnementaux résiduels.</p> <p><sup>B</sup> Il n'est pas prévu que l'effet soit important, par conséquent l'indice de probabilité d'occurrence n'est pas requis en vertu de la LCEE.</p>			

Des lacunes dans les données en raison de nos connaissances scientifiques actuelles concernant les phénomènes biologiques, physiques et scientifiques peuvent et vont se produire. Les lacunes dans les données sont considérées lors de l'évaluation des effets environnementaux et influenceront le niveau de confiance appliquée à une évaluation particulière. Les moyens par lesquels les lacunes dans les données peuvent être incorporées dans l'évaluation sont : considérer l'effet que l'activité pourrait avoir sur l'environnement (tel que la durée, l'étendue, le caractère saisonnier, le vecteur), considérer le niveau ou le degré de l'effet sur l'environnement (légal, chronique, minimal, sans effet, à court terme, à long terme) et les connaissances scientifiques disponibles concernant les effets de l'activité (tels que : peut causer l'étouffement des espèces benthiques sur 500 m de déversement, peut résulter en une bioaccumulation potentielle de métaux à un niveau nocif dans un organisme, cause la mortalité due à une réponse toxique). Une fois que ces types d'information ont été considérés, le niveau de confiance de l'évaluation des effets environnementaux peut alors être attribué. Ultiment, l'attribution du niveau de confiance incorpore le jugement professionnel et l'expérience de l'évaluateur et provenant des entreprises similaires tout en considérant les lacunes dans les données.

**6.3.10 Programme de suivi et de surveillance**

La considération d'un programme de suivi est requise pour une étude préalable d'évaluation environnementale : L'objectif du programme de suivi est de :

- vérifier l'exactitude de l'évaluation environnementale; et
- déterminer l'efficacité des mesures d'atténuation.

Le suivi et la surveillance seront considérés lorsqu'il y a des interactions projet-CVE importantes, lorsqu'il y a un niveau élevé d'incertitude, là où des effets environnementaux importants sont prévus ou dans les zones particulièrement sensibles.

Les programmes de suivi et de surveillance devraient être bien définis et viser à permettre une utilisation efficace du temps et des ressources. Les programmes de suivi et de surveillance sont habituellement associés à des projets plus larges et d'une durée plus longue, mais ils sont tout de même considérés dans cette évaluation.

## 7.0 ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Cette section porte sur l'évaluation des impacts environnementaux que pourraient entraîner les activités courantes du projet sur les CVE précitées. Les événements non prévus ou accidentels ne constituent pas des activités courantes et ceux-ci sont traités au chapitre 8.

Cette section traite des impacts que pourraient entraîner les activités courantes reliées aux forages d'exploration sur les CVE. Les principaux impacts environnementaux potentiels reliés aux activités de forage d'exploration comprennent, sans toutefois s'y limiter :

- Toute perturbation que pourraient subir les animaux marins et qui serait provoquée par un son émis sous l'eau dans le cadre d'activités incluant l'établissement du profil sismique vertical.
- Déplacement ou étouffement du benthos par l'accumulation de boues ou de déblais de forage.
- Conflits avec les activités de pêches commerciales, particulièrement les navires à engins fixes, en raison de l'établissement de zones de sécurité, de la circulation de navires et des activités de forage.
- Présence d'oiseaux de mer sur les navires et plateformes de forage (pétrels).

Ces impacts sont décrits sommairement à la section 7.1. Une liste détaillée des interactions potentielles entre les activités du projet et les CVE identifiées, incluant les espèces en péril, est présentée au tableau 7.1. Les risques d'impacts résiduels sur chaque CVE sont évalués aux sections 7.2 à 7.8. Les impacts environnementaux associés aux événements accidentels sont traités au chapitre 8.

**Tableau 7.1 Interactions entre les activités courantes du projet et les composantes valorisées de l'écosystème**

Activités et ouvrages physiques reliés au projet	CVE								
	Espèces en péril			Écosystème marin	Poissons et habitat marin	Oiseaux marins	Mammifères marins et tortues de mer	Zones sensibles	Pêches commerciales
	Mammifères marins et tortues de mer	Oiseaux marins	Poissons de mer						
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Boues et déblais de forage			✓	✓	✓				
Rejets courants (eaux usées domestiques, eau de cale, eaux usées de pont)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Activités et ouvrages physiques reliés au projet	CVE								
	Espèces en péril			Écosystème marin	Poissons et habitat marin	Oiseaux marins	Mammifères marins et tortues de mer	Zones sensibles	Pêches commerciales
	Mammifères marins et tortues de mer	Oiseaux marins	Poissons de mer						
Navires de soutien et hélicoptère	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Bruits associés aux sondages du PSV et aux forages	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rejets atmosphériques courants		✓				✓			
Abandon et suspension du puits			✓	✓	✓	✓	✓		✓

## 7.1 Survol des interactions et impacts potentiels du projet

### 7.1.1 Présence de la plateforme de forage

Un appareil de forage semi-submersible ou un navire de forage pourrait être utilisé comme plateforme de forage dans le cadre du projet. La zone de sécurité proposée pourrait s'étendre jusqu'à 2 km de l'appareil de forage semi-submersible (c.-à-d., 50 m au-delà des points d'ancrage dans le cas d'un nouveau type d'appareil de forage semi-submersible utilisant une zone d'ancrage plus grande). La zone de sécurité maximale pour un appareil de forage semi-submersible ne devrait pas excéder 10 km<sup>2</sup>. Aucune autre personne que le personnel de l'OCTNLHE et le personnel opérationnel ne pourra pénétrer dans cette zone sans l'autorisation expresse du directeur des installations en mer. Un avis à la navigation concernant la zone de sécurité sera émis pour chaque puits d'exploration foré au cours du programme.

La plateforme de forage pourrait entraîner un effet de récif artificiel ou un effet d'évitement en raison du bruit généré par les activités de forage. Certains poissons pourraient être attirés par la plateforme de forage en raison de la présence de lumières ou de l'effet de récif artificiel qu'elle provoque. L'aménagement d'une plateforme de forage en mer peut créer un effet de récif artificiel et sa structure peut devenir le refuge de plusieurs espèces de poissons, mollusques et crustacés, surtout juvéniles. La création d'un effet de récif artificiel peut influencer sur l'abondance et la répartition de certaines espèces de poisson (à court terme) et du même coup entraîner des concentrations de sources de nourriture pouvant attirer les mammifères, tortues et oiseaux marins à proximité de la plateforme de forage. La zone d'interdiction de pêche (1 à 5 km<sup>2</sup>) peut aussi servir de refuge à certaines espèces de poissons, incluant les espèces pêchées commercialement.

Les concentrations de sources de nourriture générées par l'effet de récif artificiel pourraient aussi attirer des oiseaux marins à proximité de la plateforme de forage. Peu d'évaluations quantitatives existent quant à la relation qui subsiste entre les oiseaux de mer et les installations en mer, mais leur présence a souvent été mentionnée dans divers documents (Wiese et al. 2001). Les rejets d'eaux usées et de cuisine attirent les oiseaux de mer à proximité de tels

habitats artificiels, sensiblement de la même façon dont le feraient des points de rejet d'un égout (Wiese et al. 2001). Tasker et al. (1986) ont observé que la densité des oiseaux (oiseaux/km<sup>2</sup>) était sept fois plus importante dans un rayon de 500 m autour d'une plateforme que dans les régions environnantes. De même, les concentrations d'oiseaux de mer autour des plateformes des Grands Bancs étaient 19 à 38 fois plus élevées que dans les transects menant aux plateformes (Wiese et Montevecchi 1999).

L'appareil de forage émet un certain bruit continuellement au cours des opérations. Les mammifères marins évitent de fréquenter les zones bruyantes, particulièrement où il y a des variations soudaines de fréquence et d'intensité. Selon les circonstances, la réaction aux bruits varie selon les espèces et même à l'intérieur d'une même espèce. Le bruit peut influencer sur la direction et la vitesse de nage, le rythme respiratoire et la vocalisation (Richardson et col. 1995).

Au cours des activités d'exploration, les lumières des navires et des installations de forage pourraient également attirer les oiseaux de mer. Les oiseaux de mer s'orientent principalement à vue et la présence de lumières pourrait fausser leurs repères visuels (Wiese et al. 2001). Les oiseaux marins qui sont attirés par les installations en mer peuvent les heurter mortellement ou être désorientés par leurs systèmes d'éclairage. La bruine et le brouillard tendent à aggraver ce problème, car au cours de ces phénomènes, la lumière se réfracte en passant dans des milieux humides, ce qui augmente du même coup l'intensité de l'éclairage et attire davantage les oiseaux marins (Wiese et al. 2001). Les oiseaux attirés par les lumières des installations peuvent ainsi voler sans arrêt autour de celles-ci, ce qui leur fait dépenser inutilement de l'énergie et nuit à leur quête de nourriture ou à leurs habitudes de vie normales (Bourne 1979). De plus, des études réalisées à bord de navires en 1999 ont permis d'observer que des goélands marins attaquaient des océanites cul-blanc qui semblaient confus par les lumières des plateformes et des navires (Wiese et Montevecchi 2000). Les risques de prédation sont donc élevés chez certaines espèces. La période où les oiseaux risquent d'être le plus attirés par les installations est en septembre lorsqu'ils se dirigent vers les territoires d'hivernage en mer. Certains pétrels et d'autres Procellariiformes (oiseaux de mer à narines tubulaires) chassent et s'alimentent la nuit. Comme ils recherchent des proies luminescentes, ils sont plus susceptibles d'être attirés par les lumières des installations en mer (Imber 1975). Les jeunes oiseaux de l'année semblent plus susceptibles d'être attirés par la lumière que les adultes, bien que des recherches plus approfondies seraient requises pour le prouver hors de tout doute (LGL 2005b).

Le principal effet de l'attraction du poisson par la lumière et la modification du cycle lumière/obscurité (jour/nuit) qui peut modifier le comportement des poissons et des invertébrés dans la zone d'exploration. Ceci peut se traduire par un stress physiologique, car un cycle de lumière de 24 heures affecte le rythme circadien normal de telles espèces. Ce type de stress varie selon les espèces. Le paragraphe qui suit présente quelques exemples d'effets que peut entraîner un cycle de lumière de 24 heures sur certaines espèces.

La privation d'un cycle nocturne entraîne chez le poisson-zèbre un manque de stimulation et un déclin de sa capacité locomotrice le jour (Zhdanova et Reebbs 2006). Leonardi et Klempau (2003) ont démontré que l'application d'un cycle de lumière de 24 heures pendant 60 jours entraîne un accroissement du cortisol chez la truite pouvant perdurer jusqu'à deux mois suivant

un retour à des cycles de lumières normaux. Les changements observés chez les poissons vers la fin de la période d'éclairement de deux mois (augmentation des valeurs d'hématocrite et du nombre de globules rouges) peuvent être attribuables à un stress aigu ou à une stimulation de l'érythropoïèse causée par une exposition accrue à la lumière. Hemre et al. (2002) ont découvert qu'un cycle de lumière de 24 heures entraînait une anémie et retardait la maturation des gonades chez la morue.

Du brûlage de gaz à la torche pourrait avoir lieu sur de courtes périodes au cours des essais réalisés avec l'appareil de forage. Bien que le brûlage de gaz à la torche produise de la lumière qui pourrait attirer les oiseaux, la chaleur et le bruit générés par cette activité risquent en fait de les faire fuir de la zone. Les résultats d'études pour les plateformes des Grands Bancs ne traitent pas des effets du brûlage de gaz à la torche sur les oiseaux marins. Par contre, 52 océanites cul-blanc ont été récupérés et relâchés (aucune mortalité observée) lors d'activités de surveillance à bord du navire Terra Nova sur une période de trois semaines au cours de l'été de 1998 (Husky Oil 2000).

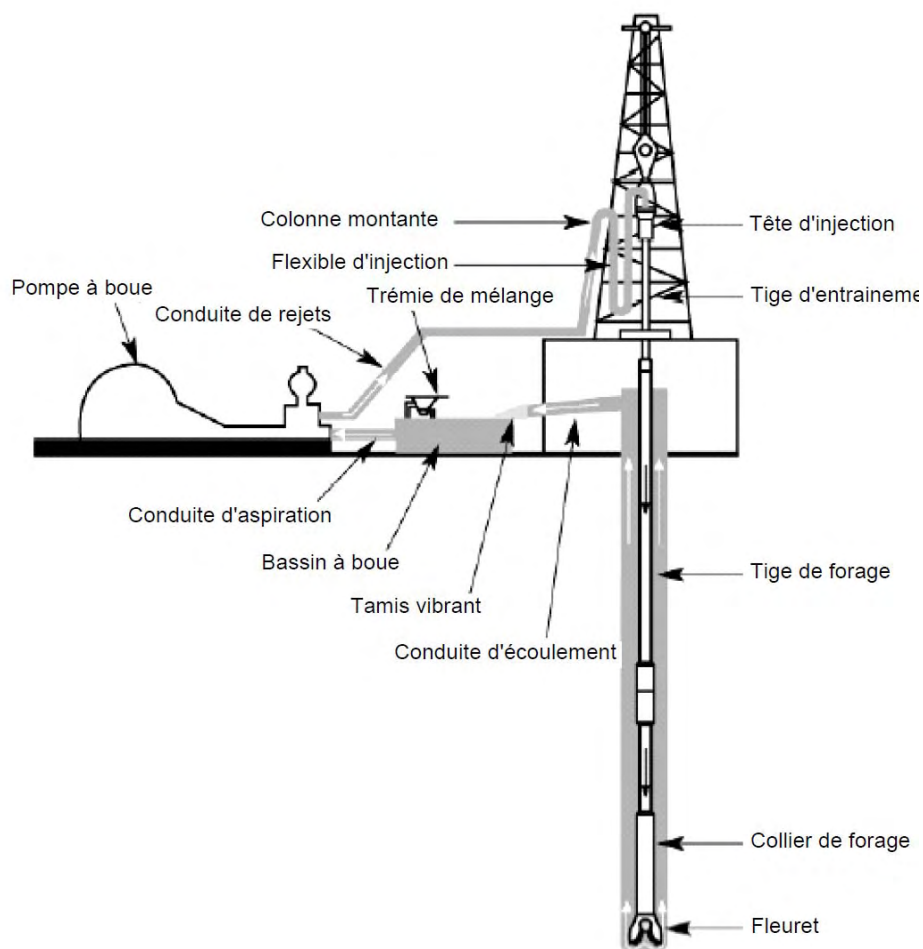
### **7.1.2 Boues et déblais de forage**

Le forage s'effectue par la rotation d'un fleuret relié à l'extrémité d'une tige de forage creuse, assemblage que l'on nomme « rame de forage ». La boue de forage est pompée à partir du bassin à boue à travers une tige d'entraînement et au centre de la tige de forage. Elle sort par les trous du fleuret, lubrifiant celui-ci et ramassant les déblais de forage. La rotation du fleuret au fond du puits brise la roche qui s'y trouve, augmentant ainsi sa profondeur. Le fluide qui sort du fleuret maintient en suspension les morceaux de roche concassée, appelés déblais de forage, et les transporte via l'espace annulaire jusqu'à la surface où ils sont retirés de la boue et rejetés. Le fluide (boue de forage) est habituellement recyclé en puits. Il passe à travers l'espace annulaire (espace compris entre la rame de forage et la paroi du puits) jusqu'à la goulotte de retour de boue, en passant à travers un tamis vibrant ou un autre dispositif de séparation, pour ensuite aboutir à nouveau dans le bassin à boue (Neff 2005).

Une grande variété de fluides a été utilisé pour le forage, y compris de l'eau, des boues, de l'huile, des liquides synthétiques organiques, de la saumure, des émulsions synthétiques, des embruns de pulvérisation et de l'écume (OGP 2003). La plupart des boues de forage modernes sont des mixtures de matières solides fines, de sels minéraux et de composés organiques mélangés à de l'eau ou un liquide organique. Deux types de boues de forage sont principalement utilisés de nos jours : les BBE et les BBPS (Neff et al. 2000; OGP 2003.).

Les boues de forage sont nécessaires pour acheminer les déblais de forage hors du trou et pour empêcher les fluides de formation de pénétrer dans le puits. Les déblais de forage sont des particules de roche broyée produites par l'action de la mèche pénétrant dans la terre (Neff et al. 1987). La taille des déblais de forage se situe entre 2 µm (calibre de l'argile) et >30 mm (gravier grossier) et ceux-ci ont une configuration angulaire. Leurs propriétés chimiques et minéralogiques sont identiques à celles des strates sédimentaires d'où elles proviennent.





Source: CAPP 2001a

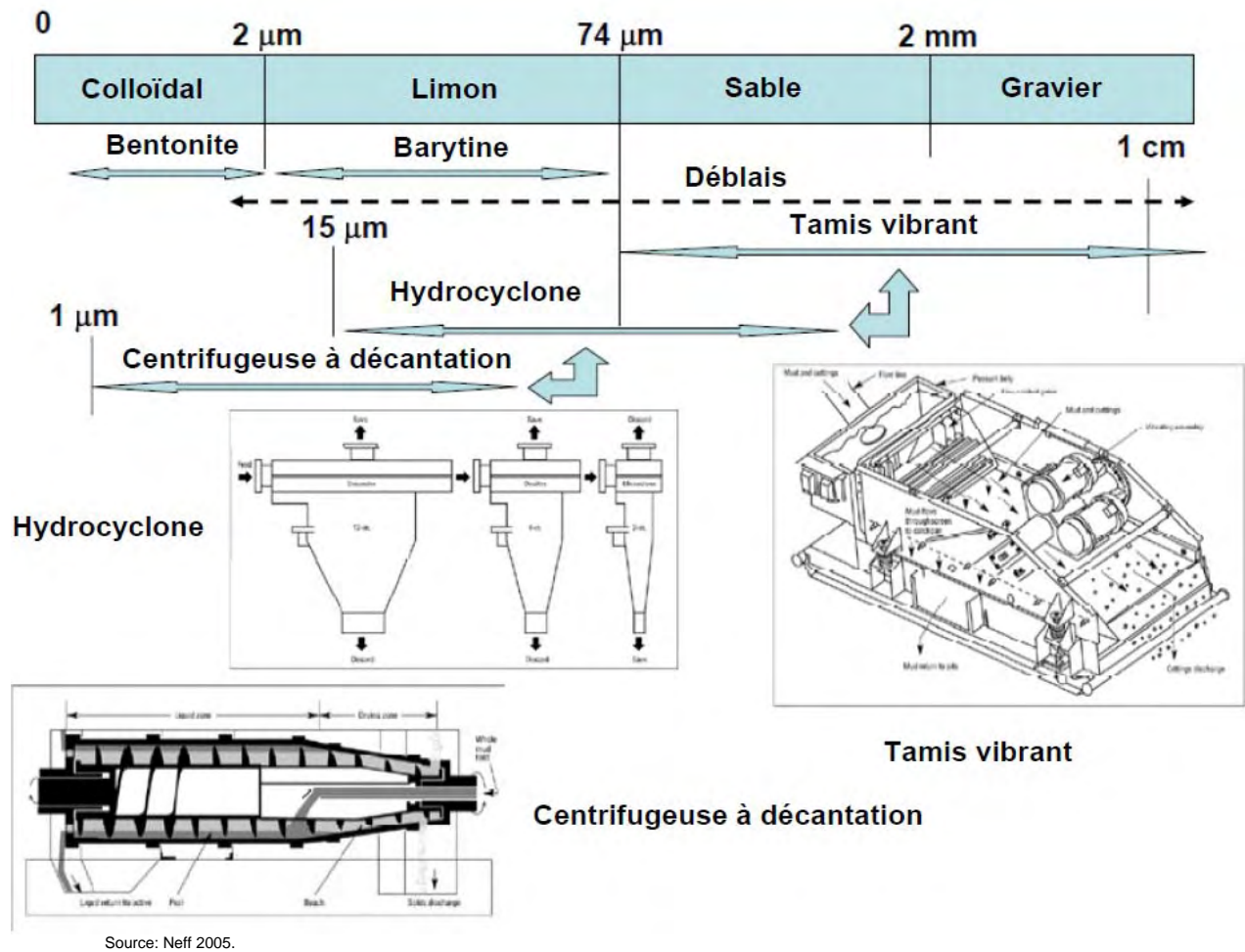
**Figure 7.1 Circuit de forage d'une plate-forme de forage en mer**

Lors du forage des sections supérieures du trou, la colonne montante n'est pas en place et la boue de forage et les déblais (ou sédiments) de la partie supérieure du trou sont rejetés dans le fond marin. Une fois que la colonne est en place, la boue et les déblais sont acheminés à la surface pour y être nettoyés et recyclés. Une fois à bord de l'appareil de forage, les déblais sont retirés de la boue selon un processus de séparation comprenant plusieurs étapes et sont ensuite rejetés (figure 7.2). La séparation des BBE et des déblais débute par le retrait des plus grosses particules à l'aide de tamis vibrants. Les matières solides qui passent à travers les tamis vibrants peuvent également être acheminées à des hydrocyclones et, parfois, à des centrifugeuses à décantation, où les particules plus fines sont retirées.

Une certaine quantité de boue demeure dans les déblais rejetés. Les déblais traités sont évacués par une goulotte juste en dessous de la surface de l'eau. La boue de forage et les déblais se dispersent dans la colonne d'eau et se déposent sur le plancher océanographique, les particules et déblais plus lourds se déposant près du puits et les particules fines plus loin de l'unité de forage.

Tous les forages réalisés dans les eaux de l'Est canadien sont effectués en utilisant soit des BBE ou des BBPS. Une description des propriétés physiques et chimiques des boues et déblais rejetés est présentée à la section 2.11.1. Le plan de forage ne prévoit pas l'utilisation de BBPS, mais il se peut que celles-ci soient utilisées pour surmonter certains défis techniques en toute sécurité.

La boue de forage est une solution constituée de solides et de matières dissoutes transportés en suspension. Il n'y a pas unanimité quant à savoir quel type de boue est le plus "écologique". Certains disent que les BBE sont plus écologiques parce qu'elles sont constituées principalement d'eau et qu'elles ne forment pas de « reflets » à la surface de l'eau, ce qui n'est pas le cas des BBPS sous certaines conditions. D'autre part, les BBPS ne se dispersent habituellement pas autant que les BBE et, par conséquent, s'accumulent plus près de l'emplacement du puits. Comparativement au BBPS, les BBE demeurent en suspension dans la colonne d'eau plus longtemps et ont donc plus de chance d'affecter les organismes filtreurs (Cranford et al. 2005).



**Figure 7.2 Séparation des fluides et déblais de forage**

Les déblais de forage contiennent, en plus de solides de formation, de petites quantités de liquides et d'éléments de boue de forage (Neff 2005). Les quantités de boues de forage qui demeurent dans les déblais varient en fonction de la taille des grains de la roche broyée dans les diverses strates. Les déblais du même calibre que l'argile sont plus difficiles à séparer que les déblais de taille plus grosse. Une décharge typique de déblais lors de forages réalisés à l'aide de BBE contient généralement 5 à 25 pour cent de matières solides après passage dans l'équipement de contrôle sur la plate-forme de forage. Les déblais provenant d'intervalles où l'on trouve des combustibles fossiles peuvent également contenir du pétrole brut ou des condensats de gaz.

La composition chimique des déblais de forage reflète la géochimie de la formation en cours de forage et la quantité d'ingrédients de boue de forage qui adhèrent aux déblais au moment de l'évacuation. Le baryum est plus abondant dans la boue de forage que les déblais et la plupart des métaux associés à ces derniers sont immobiles (Neff 2005). Les déblais produits au cours de forages réalisés avec des BBE peuvent contenir de petites quantités d'hydrocarbures pétroliers. Les hydrocarbures dans les déblais générés à l'aide de BBE peuvent provenir de fluides et de lubrifiants de mise en place ayant été ajoutés à la boue ou des strates géologiques forées.

#### **7.1.2.1 Boues de forage à base d'eau**

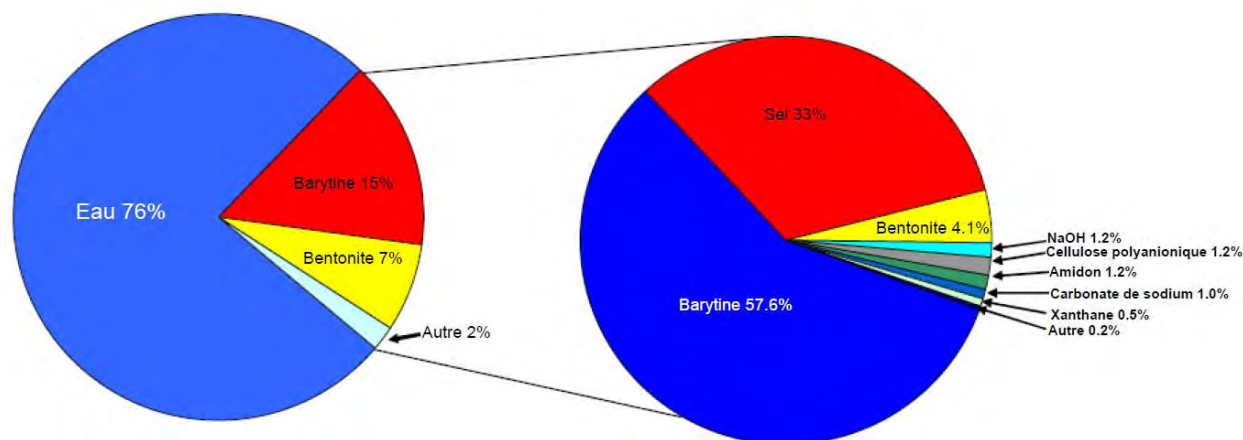
Le liquide porteur dans le cas des BBE est l'eau (soit salée ou douce). Les BBE sont généralement utilisées dans les premières sections de forage d'un puits. Elles sont essentiellement non toxiques et leur principale composante est l'eau de mer et leurs additifs primaires sont la bentonite (argile), la barytine et le chlorure de potassium. On y ajoute des produits chimiques (voir le tableau 7.2) comme de la soude caustique, du carbonate de sodium, des additifs d'indice de viscosité, des sels inorganiques, des agents de surface, des inhibiteurs de corrosion, des lubrifiants et des inhibiteurs de schiste pour contrôler les propriétés de la boue de forage et certains problèmes pouvant survenir lors des forages (Thomas 1984; GESAMP 1993; Neff 2005). Tous les constituants utilisés pour les forages ou les produits chimiques de production qui ont le potentiel d'atteindre l'environnement sont examinés conformément aux Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques (ONE et al. 1999). Ce dépistage sert à évaluer la toxicité potentielle de ces substances. Les produits chimiques réputés avoir une toxicité inacceptable sont ainsi remplacés. Le rejet des BBE et des déblais qui y sont associés est réglementé par l'OCTNLHE. Les BBE peuvent être rejetées sans traitement (ONE et al. 2010).

Les ingrédients les plus abondants (autres que l'eau) dans la plupart des BBE (Neff 2005) sont des alourdisseurs (barytine), des sels (en plusieurs catégories fonctionnelles) et des additifs d'indice de viscosité (bentonite) (Figure 7.3).

**Tableau 7.2 Catégories fonctionnelles des matériaux utilisés dans la boue à base d'eau, leurs fonctions et exemples de produits chimiques typiques dans chaque catégorie**

Catégorie fonctionnelle	Fonction	Produits chimiques typiques
Alourdisseurs	Augmente la densité (poids) de la boue, équilibre la pression de formation, prévient les éruptions incontrôlées	Barytine, hématite, calcite, ilménite
Additifs d'indice de viscosité	Augmente la viscosité de la boue pour que les déblais et les alourdisseurs soient en suspension dans la boue	Bentonite ou argile attapulgite, carboxyméthylcellulose et d'autres polymères
Diluants, agents dispersants et agents de stabilisation de la température	Disperse l'argile pour optimiser la viscosité et la force du gel de boue	Tanins, polyphosphates, lignite, ligrosulfonates
Floculants	Augmente la viscosité et la force du gel des argiles ou clarifie ou assèche les boues à faible teneur en solides	Sels inorganiques, hydroxyde de calcium, gypse, carbonate et bicarbonate de sodium, sodium tétrasodique, polymères à base d'acrylamide.
Réducteurs de filtrat	Diminue la perte de liquide à travers le gâteau de filtration sur la paroi du puits	Bentonite, lignite, Na-carboxyméthylcellulose, polyacrylate, amidon pré-gélatinisé
Alcalinité, régulateurs de pH	Optimise le pH et l'alcalinité de la boue et contrôle les propriétés de la boue	Chaux (CaO), soude caustique (NaOH), soude (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), bicarbonate de sodium (NaHCO <sub>3</sub> ) et d'autres acides et bases
Matériaux de circulation perdus	Colmate les fuites dans la paroi du puits, empêchant la perte de boue de forage	Coquilles de noix, matériaux naturels fibreux, solides inorganiques et autres solides insolubles inertes
Lubrifiants	Réduit le couple et le tirage sur la tige de forage	Huiles, liquides de synthèse, graphite, agents de surface, glycols, glycérine
Matériaux pour le contrôle du schiste	Contrôle l'hydratation des schistes qui cause le gonflement et la dispersion de ceux-ci et l'effondrement de la paroi du puits	Calcium soluble et sels de potassium et d'autres sels inorganiques et organiques tels que les glycols
Émulsifiants et agents de surface	Facilite la dispersion stable de liquides insolubles dans l'eau de la phase aqueuse de la boue	Détergents anioniques, cationiques ou non ioniques, savons, acides organiques et détergents à base d'eau
Bactéricides	Empêche la biodégradation des additifs organiques	Glutaraldéhyde et autres aldéhydes
Additifs antimousse	Réduit la formation de mousse dans la boue	Alcools, silicones, stéarate d'aluminium (C <sub>54</sub> H <sub>105</sub> AlO <sub>6</sub> ), alkylphosphates
Agents de dégagement de conduits	Empêche les conduits de coller à la paroi du puits ou sert à dégager les conduits coincés	Détergents, savons, huiles, agents de surface
Réducteurs de calcium	Contre les effets du calcium de l'eau de mer, du ciment, des anhydrites de formation et du gypse sur les propriétés de la boue	Carbonate et bicarbonate de sodium (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> et NaHCO <sub>3</sub> ), hydroxyde de sodium (NaOH), polyphosphates
Inhibiteurs de corrosion	Prévient la corrosion des tiges de forage par les acides de formation et les gaz acides	Amines, phosphates, mélanges spéciaux
Agents de stabilisation de la température	Stabilise la dispersion de la boue, les émulsions et les propriétés rhéologiques à haute température	Polymères acryliques ou sulfonés ou copolymères, lignite, lignosulfonate, tanins

Source: Boehm et al. 2001, Neff 2005.

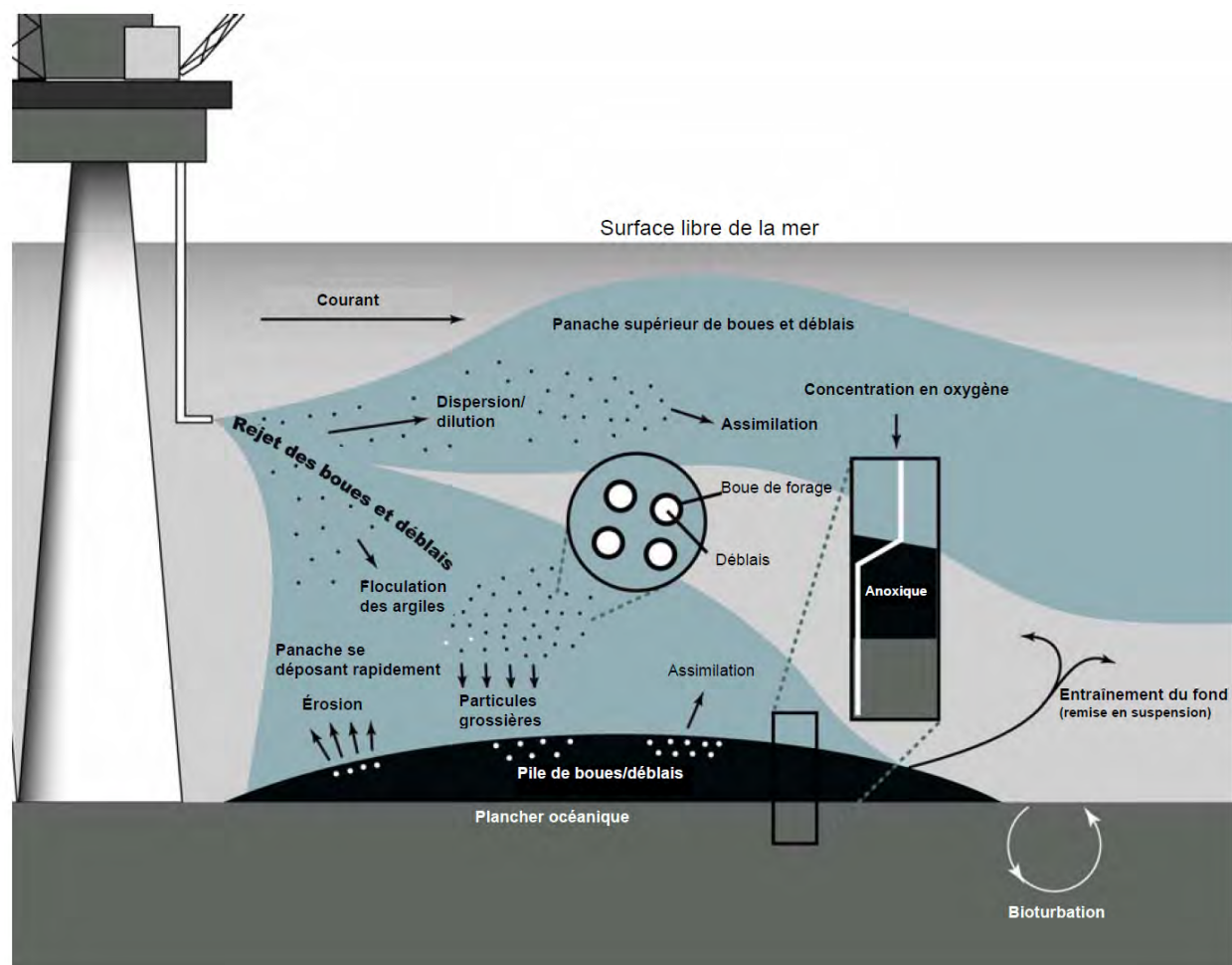


Source: Neff 2005.

**Figure 7.3 Composition d'une boue à base d'eau typique et de ses additifs**

Les BBE et déblais forment une boue de particules présentant un large éventail de tailles de grains et de densités. L'argile, le limon et la plupart des déblais solides présentent des densités d'environ 2,3 à 2,65 g/cm<sup>3</sup>; la barytine de la boue de forage a une densité d'environ 4,3 g/cm<sup>3</sup> (Nedwed 2004). Les limons et argiles, ainsi que la barytine de la boue de forage, ont un diamètre inférieur à environ 74 µm. Le diamètre des particules a une influence plus grande que la densité sur le taux de sédimentation des particules des BBE et des déblais. L'argile bentonite dans les BBE se floccule habituellement lors de sa dilution dans l'eau de mer (Muschenheim et Milligan, 1996; Curran et al. 2002). Le floculat d'argile est un agrégat lâche qui peut comprendre des particules de barytine. Ces agrégats se déposent plus rapidement que le limon et l'argile non flocculée (Neff 2005, 2010).

Un schéma conceptuel du rejet des BBE et déblais est présenté à la Figure 7.4 où l'on peut constater que les grosses particules associées aux boues de forage et au rejet des déblais (représentant environ 90 pour cent de la quantité de déblais rejetés) se déposent au fond près de la plate-forme de forage (Neff 2010). La quantité restante des solides de la boue composée de fines particules d'argile non flocculées (environ 10 pour cent des boues de forage et du rejet des déblais), avec une partie des composants solubles d'un panache de boue de forage dans la colonne d'eau, dérive avec les courants dominants loin de la plate-forme et se dilue rapidement dans les eaux réceptrices (Ayers et al. 19801, 1980b; Brandsma et al. 1980; Conseil national de recherches, 1983). Les fins solides associés au panache se déposent lentement sur une grande surface du plancher océanique.



Source: Neff 2005.

**Figure 7.4 Dispersion et devenir de la boue de forage à base d'eau après rejet**

En se basant sur les résultats de modélisation (AMEC 2011), les opérations de forage se traduiront par:

- 196 m<sup>3</sup> de déblais sur le plancher océanique;
- 211 m<sup>3</sup> de déblais à la surface;
- 1210 m<sup>3</sup> de BBE de diverses densités et compositions sur le plancher océanique; et
- 400 m<sup>3</sup> de BBE combinées avec 50 m<sup>3</sup> d'eau hypersaline à la surface.

Le rejet de déblais sur le plancher océanique devrait former un dépôt s'étendant jusqu'à 30 m du site de forage, les déblais les plus gros étant concentrés à proximité du puits. La grosseur moyenne des déblais sera d'environ 22 cm à environ 20 m du site de forage; la grosseur maximale sera d'environ 4,7 m. À 20-50 m du site de forage, la grosseur des déblais devrait être inférieure à 1 mm.

En ce qui a trait au rejet de déblais à la surface, les plus gros morceaux devraient rapidement retomber dans l'eau à proximité du forage pour y former un dépôt en raison de leur densité (grosseur minimale de 15 mm). À environ 100 m du forage, la grosseur moyenne des déblais devrait être d'environ 2 mm, sans excéder 6 mm. À 100-200 m du forage, la grosseur moyenne des déblais devrait être d'environ 0,5 à 1 mm, sans excéder 6 mm.

### **Résultats de la modélisation des colonnes d'eau**

Lorsque les rejets des déblais et les boues de forage sont déversés dans l'océan, les particules les plus larges et les solides floculés (ce qui représente environ 90 pour cent de la masse des solides de la boue) forment un panache qui se sédimente rapidement au fond. Le 10 pour cent restant des solides de la boue composée de fines particules d'argile non floculées, avec une partie des composants solubles de la boue qui forme un autre panache dans la colonne d'eau supérieure, dérive avec les courants dominants loin de la plate-forme et se dilue rapidement dans les eaux réceptrices. Dans les eaux océaniques bien mélangées, les boues de forage et les déblais sont dilués par 100 sur 10 m de rejets et par 1 000 après un temps de transport d'environ 10 minutes à une distance d'environ 100 m de la plateforme. En raison de la dilution rapide du panache des boues de forage et des déblais dans la colonne d'eau, il est peu probable qu'il se produise un impact néfaste sur les communautés des plantes et animaux des colonnes d'eau. Du moins, un tel impact n'a jamais été démontré (Neff 2005).

Dans le modèle de scénario du programme de forage d'exploration de Old Harry, où l'on a tenu compte d'une vitesse élevée de sédimentation, la taille finale du panache de BBE est d'environ 2 à 3 km de long et de moins de 1 km de large. En raison de cette vitesse de sédimentation élevée et de faibles courants de l'ordre de quelques cm/s, toutes les matières demeurent concentrées dans le premier mètre de la colonne d'eau (au dessus du fond marin). Les concentrations se situent entre 250 mg/l et 1 g/l. Les concentrations les plus élevées sont au centre du panache, deux ou trois ordres de grandeur supérieurs aux marges (voir Figure 2.8). Globalement, la chronologie relative aux concentrations moyennes de matières dans le panache indique que la concentration se stabilise autour de 250 mg/l après environ 20 à 25 jours sur les 30 jours que compte la modélisation (AMEC 2010).

Dans le scénario à faible vitesse de sédimentation, la taille finale du panache est d'environ 40 m de long et de quelques kilomètres de large (voir Figure 2.8). En raison de cette faible vitesse de sédimentation, le profil de concentration couvre une partie plus importante de la colonne d'eau et on retrouve des matières à 5 et 10 m au dessus du fond marin. Globalement, le panache est bien plus dilué que dans le scénario à vitesse élevée de sédimentation, mais les concentrations indiquent d'importantes variations de fréquence d'environ un ordre de grandeur. Au départ, les concentrations sont comprises entre 1 et 10 mg/l, avec une moyenne d'environ 3 mg/l. Après environ 15 jours, la concentration de matières dans le panache se stabilise à environ 1 mg/l en moyenne, et varie entre 0,3 mg/l et 2 mg/l. À 5 m au dessus du fond, les concentrations sont seulement entre 20 et 50 % plus élevées qu'à 10m. Les concentrations à 5 et 10 m sont d'environ 1 ordre de grandeur moins élevé qu'à 1 m et se stabilisent après 15 jours autour de 0,1 mg/l (AMEC 2010).

Les concentrations de sédiments au centre des panaches à la fin de chaque phase indiquent qu'ils ont subi des facteurs minimums de dilution compris entre 20 et 30 au cours des 30 minutes suivant l'heure du rejet, et des facteurs minimums de dilution compris entre 60 et 80 une heure après le rejet dans tous les scénarios. La réduction des concentrations en baryte et en argile occasionne une réduction supplémentaire des vitesses de sédimentation. Ils devraient donc atteindre la couche limite en l'espace de quelques jours (AMEC 2010).

La concentration en sédiments des panaches variait selon la dimension de ces derniers et la distance parcourue depuis leur point d'origine. Elle diminuait généralement à mesure de la dispersion du panache et de son advection horizontale. Les concentrations, dont la moyenne a été calculée à 1 m au dessus du fond marin, oscillaient entre environ 1 g/L dans le scénario à vitesse de sédimentation élevée à quelques kilomètres du site, à environ 1 mg/L dans le scénario à faible vitesse de sédimentation à quelques dizaines de kilomètres du site de forage. On a également remarqué que la concentration varie grandement (un ordre de grandeur ou plus) dans les panaches en raison des cycles de suspension-dépôt induits par les variations de la force des courants pendant le cycle des marées (AMEC 2010).

Bien que les volumes totaux de BBE et déblais rejetés dans l'océan durant le forage peuvent être élevés (de petites quantités substantielles sont rejetées durant le forage d'exploration), les effets sur l'environnement de la colonne d'eau sont minimes, puisque les rejets de petites quantités de matériels sont intermittents et se produisent durant les opérations de forage sur une période plus ou moins longue (de quelques mois à plusieurs mois). Plusieurs études sur le terrain ont démontré que les boues de forage rejetées dans l'océan sont diluées rapidement à des niveaux de concentration très faibles, habituellement entre 1 000 à 2 000 m en aval du courant à partir du lieu de rejet, et en moins d'une heure suivant ce rejet (Neff 2005). Les communautés des colonnes d'eau ne sont apparemment pas affectées par les boues de forage et les rejets de déblais, puisque les rejets sont intermittents et de courte durée durant le forage et que la dispersion et la dilution des composantes dissoutes et particulières des rejets sont rapides. Aldrege et al. (1986) n'ont pas pu détecter d'effets biologiques statistiquement importants des BBE et des produits chimiques de BBE sur les communautés de phytoplancton via le chenal Santa Barbara, en Californie.

La profondeur de la zone euphotique est variable, selon les conditions ambiantes et la quantité de particules en suspension dans l'eau; sa limite la plus basse correspond à la profondeur où 1 pour cent de la lumière de surface est toujours présente. Dans le Golfe, la zone euphotique inclut habituellement les premiers 20 à 30 m d'eau (SLGO 2011). Les particules de forage restantes (bartonite et baryum) dans le panache (AMEC 2010) seront piégées à des profondeurs d'environ 460 à 469 m (basées sur une profondeur de forage de 470 m) sous la surface et n'affecterons donc pas la production primaire.

Les particules en suspension peuvent interférer avec le comportement alimentaire du plancton et d'autres espèces friandes de particules en suspension. L'absorption de nourriture du *Temora longicornis* et du *Acartia clausi* s'est trouvée réduite d'environ 15 à 25 pour cent à la suite de l'addition de 10 mg d'argile à la communauté naturelle de phytoplancton (Dutz 2002, in Smit et al. 2006). L'argile interfère avec l'alimentation des copépodes par le biais de la formation d'agrégats, lesquels tombent dans le spectre de la taille de nourriture habituelle des copépodes



marins. Par conséquent, la ration de carbone quotidienne des diverses espèces de zooplancton s'est trouvée réduite. Cette réduction fut accompagnée par un effet prononcé de la sélectivité alimentaire des deux espèces, laquelle indique que le débit de matières organiques se modifie au contact de l'argile (Dutz 2002, in Smit et al. 2006). Paffenhöfer (1972) a constaté un taux de mortalité de 5 à 8 fois plus élevé aux stades sous-adultes du *Calanus helgolandicus*, ainsi qu'une croissance réduite et un comportement natatoire modifié, en raison d'une exposition à 0,6 à 6 mg/l de boue rouge, laquelle est constituée de très petites particules inorganiques.

L'activité de filtration du copépode estuarien *Eurytemora affinis* est affectée par les concentrations de matières particulaires en suspension d'environ 250 mg/l, alors que l'activité de filtration du *Acartia tonsa* est déjà réduite à une concentration de 100mg/l (Sherk et al. 1975).

En résumé, il existe très peu d'études portant sur les effets des boues de forage et des déblais sur les organismes présents dans les colonnes d'eau en raison de la dilution rapide du panache de boues de forages et de déblais dans la colonne d'eau et aussi parce que aucun effet, ou alors très peu, a été observé à ce jour. Il existe beaucoup plus d'études sur les effets des boues de forage et des déblais sur l'environnement benthique, en partie parce que 90 pour cent des rejets atteignent l'environnement benthique sur plusieurs centaines de mètres aux alentours du rejet initial. La modélisation des déblais rejetés par Old Harry a permis de constater que les particules les plus lourdes se sédimentent entre 30 et 500 m de leur rejet initial (AMEC 2010), selon le scénario modélisé.

#### **7.1.2.2 Biodisponibilité et accessibilité**

La biodisponibilité est la mesure dans laquelle un produit chimique peut être absorbé (bioaccumulation) par un organisme vivant par des processus actifs (biologiques) ou passifs (physiques ou chimiques) (Neff, 2002a). Ainsi, un produit chimique est biodisponible s'il peut se déplacer à travers ou s'il se lie à un revêtement de surface perméable (comme la peau, l'épithélium des branchies, la paroi intestinale, une membrane cellulaire) d'un organisme (Newman et Jagoe, 1994). La biodisponibilité des métaux dans les sédiments (piles de déblais) peut être divisée en deux composantes: l'accessibilité de l'environnement et sa biodisponibilité.

L'accessibilité de l'environnement est une mesure de la fraction de la substance chimique totale qui est sous une forme ou un endroit dans l'environnement accessible à la bioaccumulation par les organismes. Les organismes marins ne peuvent généralement pas accéder aux métaux de toutes les formes de déblais, car ceux-ci sont présents principalement sous forme d'inclusions insolubles dans la barytine, l'argile et les particules des déblais. Ces métaux solides ne sont pas bioaccessibles. Une petite partie du composant métallique peut être en solution dans l'eau interstitielle de la pile de déblais (Shimmiel et al. 2000). Si les organismes marins peuvent accéder à l'eau interstitielle des déblais, ou si cette eau se mélange dans la colonne d'eau par la perturbation de sédiments, une partie de ses métaux dissous et colloïdaux peuvent être biodisponibles et peuvent être bioaccumulés par les organismes marins (Neff 2005).

La biodisponibilité de l'environnement dépend de l'interaction entre un organisme marin et son environnement. L'exposition se produit à l'interface entre les milieux concernés (eau, sédiments

et nourriture) et les membranes biologiques perméables de l'organisme marin. La biodisponibilité de l'environnement est contrôlée par la quantité relative de l'épithélium perméable en contact avec l'environnement médiatique, la durée du contact et la forme physique de la substance chimique dans le milieu concerné. Les complexes métallo-organiques colloïdaux dissous et libre d'ions, et les composés de métaux organo-métalliques de faible poids moléculaire sont les formes de métaux les plus biodisponibles pour les organismes marins (Neff, 2002a). La fraction la plus biodisponible des métaux associés au BBE et aux déblais est celle dissoute dans l'eau interstitielle ou vaguement complexée avec des particules. La majorité des métaux associés aux BBE et aux déblais sont associés à des inclusions de sulfures dans la barytine et ne sont pas solubles dans les eaux marines interstitielles anoxiques des sédiments (Trefry et coll 1986; Neff, 2002a, 2002b). La distribution des métaux dans les différentes fractions géochimiques des sédiments de déblais dans la mer du Nord a révélé qu'environ 17 pour cent du plomb et 36 pour cent du nickel dans les déblais de la mer du Nord sont potentiellement biodisponibles (Westerlund et al. 2001, 2002).

### **Baryum et chrome**

Le métal le plus abondant dans la plupart des BBE est le baryum. Presque tout le baryum dans la boue de forage provient de la barytine ( $BaSO_4$ ) que l'on ajoute à la boue pour augmenter sa densité (Neff 2005). En utilisant le baryum comme traceur, la zone de détection pour les puits simples et multiples révèle que les niveaux de fond pour le baryum sont atteints à 1000 à 3000 m de la source de forage. La barytine dans les boues de forage et les sédiments a une faible solubilité dans l'eau de mer (à cause de la forte concentration naturelle de sulfate dans l'océan) et parce qu'elle est insoluble dans l'eau de mer, elle présente une faible biodisponibilité et toxicité pour les organismes marins (Neff 2005). L'étendue de la contamination du baryum a été confirmée par les programmes d'ESEE dans les Grands Bancs. Les rejets de déblais de forage à White Rose et Terra Nova sont un mélange de BBE et de BBPS, qui contiennent tous les deux du baryum comme traceurs. Les concentrations de fond de baryum ont été atteintes à Terra Nova entre 1000 à 2000 m de la source de forage (Suncor Energy 2010) et à l'intérieur de 2400 m à White Rose (Husky Energy 2009). Hibernia ne rejette exclusivement des BBE que depuis 2002 (avant le Q3 de 2002, un mélange de BBPS et de BBE y était rejeté). Les concentrations de baryum restent élevées jusqu'à 500 m du point de rejet d'Hibernia et les résultats enregistrés au-delà de 500 m sont comparables aux niveaux de base (Stantec 2009).

Les concentrations de baryum dissous dans l'eau interstitielle des piles de déblais dans la mer du Nord augmentent selon la profondeur dans la boue et l'accumulation de déblais (Shimmield et Breuer, 2000; Shimmield et al. 2000; Breuer et al. 2004). La solubilité de baryum dans l'eau de mer et les sédiments marins est contrôlée par la concentration de sulfate réactif, laquelle est élevée dans l'eau de mer (Neff, 2002a, 2002b). Les bactéries qui réduisent les sulfates dans les couches suboxiques des piles de déblais utilisent le sulfate dissous comme accepteur d'électrons pour la biodégradation des matières organiques et, au cours du processus, pour convertir le sulfate en sulfure (Neff 2005). Comme la concentration de sulfate dans l'eau des piles de déblais diminue, la barytine devient plus soluble, libérant de petites quantités de baryum dans les eaux interstitielles. Cette réaction semble être autolimitative, car la dissolution de la barytine entraîne une libération de sulfate.

Les concentrations élevées de barytine peuvent servir de source de sulfate réductible pour les bactéries qui réduisent les sulfates (Ulrich et al. 2003), libérant du baryum dissous dans l'eau interstitielle (Phillips et al. 2001). Une grande partie du baryum dans l'eau interstitielle se diffuse vers le haut jusqu'aux couches oxiques des sédiments ou dans la colonne d'eau sus-jacente, où il se précipite avec du sulfate dans la phase aqueuse oxygénée (Paytan et al. 2002). Ainsi, la barytine est très persistante dans les sédiments marins contenant des BBE et déblais. La plupart des autres métaux présents dans la barytine sont principalement associés à des sels insolubles de sulfure (Leuterman et al. 1997; Trefry 1998; Trefry et Smith 2003). Ces sulfures métalliques ont une très faible solubilité et mobilité, même dans des sédiments sulfurés et anoxiques où une certaine partie de la barytine se dissout (Shimmiel et Breuer, 2000; Trefry et Smith 2003).

Neff et al. (1989b), Leuterman et al. (1997) et Schaanning et al. (2002) ont mené des études sur la biodisponibilité de plusieurs métaux de différentes teneurs (pureté) de barytine dans des sédiments de boues de forage. Il y avait une certaine accumulation de petites quantités d'un ou de plusieurs métaux lourds (arsenic, cadmium, cuivre, plomb, mercure, nickel et zinc) pendant l'exposition chronique à des concentrations élevées de barytine contenant les concentrations les plus élevées de métaux. Il est probable que certains des métaux qui s'étaient apparemment bioaccumulés étaient toujours associés à de fines particules de barytine ou d'autres particules de sédiments dans les intestins et branchies examinées (Jenkins et al. 1989). Les invertébrés marins peuvent ingérer de fines particules via leurs cellules épithéliales par pinocytose. Les métaux qui y sont associés restent dans les particules et ne sont pas réellement assimilés par l'animal. Ces métaux absorbés sous forme de particules sont sur le plan toxicologique inertes (Nott et Nicolaidou 1989, 1990, 1993, 1994). Neff et al. (1989b) et Leuterman et al. (1997) ont conclu que les métaux associés à la barytine des boues de forage ont une faible biodisponibilité pour les organismes marins qui pourraient entrer en contact avec les rejets de forage.

Le chrome de la boue de forage provient principalement de lignosulfonates de chrome ou de ferrochrome ou de sels de chrome ajoutés intentionnellement à la boue pour le contrôle de la viscosité. La barytine et la bentonite peuvent également contenir des traces de chrome (Neff 2005). Le chrome dans les boues de forage, même lorsqu'ajouté sous forme de chromate, est dans un état trivalent et de valence chromique. Les sels de chrome trivalents ont une faible solubilité et une mobilité limitée dans l'environnement. Ils ont généralement une faible toxicité pour les plantes et les animaux (Neff 2005).

Neff et al. (1989b) ont réalisé une étude en mésocosme en exposant des homards et des limandes à queue jaune pendant près de 99 jours à des sédiments contenant des solides de BBE. En outre, certains des organismes examinés ont été nourris avec des vers polychètes qui avaient été exposés à des solides de BBE. Les concentrations de baryum et de chrome, les deux métaux les plus abondants dans la plupart des BBE, ont été mesurées à différents moments pendant l'étude. Les homards et limandes à queue jaune ont accumulé de petites quantités de baryum, mais pas de chrome. Les limandes à queue jaune exposées simultanément à de la nourriture et à des sédiments contenant des solides de BBE ont accumulé légèrement plus de baryum que celles exposées exclusivement aux BBE. Aucune espèce n'a accumulé du chrome à partir de la source de nourriture. On croit qu'une certaine partie du baryum apparemment bioaccumulé par les homards et les limandes à queue jaune

était présent sous forme de particules de barytine non assimilées dans le système digestif. Le chrome, provenant le plus souvent du lignosulfonate de chrome, était probablement dans un état de faible solubilité trivalente et n'était pas très biodisponible. Ces expériences montrent qu'il y avait très peu de transfert de chaîne alimentaire et aucune bioamplification de baryum et de chrome à partir des boues de forage dans les organismes marins.

Les résultats d'une étude URS conjointe (Dames et Moore et équipe TNO, 2002) ont donné des résultats similaires à ceux des études de Neff et al. (1989b, 1989c), Leuterman et al. (1997) et Schaanning et al. (2002), indiquant que les métaux associés aux ingrédients de la boue de forage et des déblais ont une faible biodisponibilité pour les animaux marins. Pendant l'exposition, les turbots ont été nourris avec des polychètes dans des réservoirs de mésocosme (URS 2002). Le facteur de bioamplification (FBM) a été estimé selon le rapport entre la concentration de métaux dans les tissus des turbots et la concentration de métaux dans la nourriture. Le FBM variait de <0,01 à 0,42, ce qui indique que la bioamplification n'avait pas lieu. Ces résultats confirment ceux de Neff et al. (1989b) démontrant qu'il y a peu de transfert trophique et aucune bioamplification des métaux à partir de la boue de forage et des déblais dans des environnements benthiques.

Il y a eu plusieurs enquêtes sur les concentrations de métaux dans les tissus des animaux marins vivant à proximité de plates-formes en mer (Neff et al. 2000; Neff, 1987a, 2002b). Ces enquêtes ont montré que les concentrations de métaux dans les tissus des organismes marins à proximité de plates-formes sont similaires aux concentrations dans les tissus d'espèces identiques ou similaires provenant de zones de référence. Ainsi, les métaux rejetés par les plates-formes via les boues et les déblais de forage sont dilués rapidement aux concentrations naturelles de fond ou se retrouvent sous des formes qui ne sont pas biodisponibles pour les animaux marins (Neff 2005).

Les concentrations de baryum et de chrome étaient légèrement plus élevées dans les sédiments près des opérations de forage exploratoire dans le banc Georges après forage (Neff et al. 1989a). Cependant, les concentrations de métaux dans les palourdes de mer (*Arctica islandica*) échantillonnées dans des sédiments de surface près des appareils de forage étaient normales en ce qui a trait aux mollusques bivalves (Phillips et al. 1987). Il n'y avait aucune corrélation entre les concentrations de baryum dans les sédiments et les tissus des bivalves.

Ainsi, tandis que le rejet de BBE peut augmenter la concentration de certains métaux dans les sédiments (baryum, arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc), ces augmentations sont généralement limitées dans un rayon de 250 à 500 m du site de forage. Parfois, ces augmentations peuvent être observées plus loin du site de forage selon les volumes de boue rejetés et les conditions environnementales qui prévalent. Les métaux les plus fréquemment présents dans les boues de forage à des concentrations nettement (100 fois) supérieures aux concentrations naturelles dans les sols et les sédiments sont le baryum, le chrome, le plomb et le zinc (Neff 2005). Très peu d'effets biologiques ont été associés à des augmentations de concentrations de métaux occasionnées par des rejets de forage (ACPP 2001b; Neff 2005).

## Hydrocarbures

Il y a peu d'informations disponibles concernant la biodisponibilité des composés organiques provenant de BBE. Payne et al. (1984) et Phillips et al. (1987) ont examiné les hydrocarbures saturés et aromatiques par fluorescence d'ultraviolet, chromatographie en phase gazeuse et détection à ionisation de flamme dans les sédiments, les palourdes de mer (*Arctica islandica*) et les limandes à queue jaune (*Paralichthys oblongus*) se trouvant à proximité de puits d'exploration dans le banc Georges au large des côtes de la Nouvelle-Angleterre. L'une des plates-formes exploratoires utilisait du diesel avec ses BBE pour aider à déloger les conduits coincés. Les BBE rejetées contenaient environ 100 litres d'hydrocarbures pétroliers. Les concentrations d'hydrocarbures saturés et aromatiques étaient faibles dans les sédiments, les palourdes et les poissons. Les sédiments à proximité des plates-formes contenaient moins de 1 µg/g d'hydrocarbures aromatiques totaux (principalement des HAP), ce qui correspond aux concentrations normales de fond dans cette région (Boehm et Farrington, 1985). Il n'y avait aucune preuve que les animaux marins avaient bioaccumulé des hydrocarbures.

Sjögren et al. (1989) ont mesuré les concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans le foie de morues de l'Atlantique vivant à proximité immédiate de plates-formes dans la mer du Nord où l'on rejetait des déblais de BBE et des boues de forage à base d'huile (BBH) et ont comparé les concentrations relevées par rapport à celles de morues recueillies à plus de 10 000 m des points de rejet. Les concentrations de HPT étaient similaires dans tous les foies de poissons, peu importe leur provenance. Cependant, les HAP et les concentrations de décahydronaphtalène étaient plus élevées dans le foie des poissons recueillis à proximité des plates-formes rejetant des BBE et de BBH. Le foie des poissons recueillis à proximité des plates-formes rejetant des BBE contenait des concentrations plus faibles de HAP et de décahydronaphtalène que le foie des poissons recueillis à proximité des plates-formes rejetant des BBH. Les concentrations d'alkylcyclohexane étaient similaires dans le foie des poissons recueillis à proximité des plates-formes de référence et de celles rejetant des BBE. Ces résultats indiquent que les HAP et le décahydronaphtalène (hydrocarbures saturés bicycliques), provenant probablement du pétrole, sont biodisponibles par l'accumulation de déblais contenant des BBE et BBH. Il est possible que certains des hydrocarbures (en particulier le décahydronaphtalène) aient pu être dérivés de l'eau produite et d'autres rejets provenant des plates-formes, car le décahydronaphtalène se retrouve en abondance dans plusieurs eaux produites dans la mer du Nord produit (Durell et al. 2005).

### 7.1.2.3 Toxicité des boues de forage à base d'eau

Plusieurs essais de toxicité en milieu marin ont été réalisées par la dispersion de particules de barytine en eau de mer. Les particules de barytine sont presque insolubles et sont essentiellement inertes sur le plan toxicologique pour les organismes marins. La plupart des essais biologiques sur des organismes marins ont produit des concentrations létales médianes supérieures à 7000 mg/l de barytine en suspension (Conseil national de recherches du Canada, 1983). Le baryum (barytine) est toxique pour les embryons du crabe (*Cancer anthonyi*) à des concentrations supérieures à 1000 mg/l (Macdonald et al. 1988). Cette concentration est 20 000 fois plus élevée que la solubilité aqueuse du baryum dans l'eau de mer. Par conséquent, les

effets négatifs sont probablement causés par les effets physiques des particules de barytine à grain fin.

Des études chroniques réalisées avec des crevettes (*Palaemonetes pugio*) et des substrats contenant de la barytine solide ont démontré que du baryum s'accumulait dans l'exosquelette, l'hépatopancréas et les tissus musculaires de celles-ci. L'ingestion de sels de barytine causait des dommages aux tissus épithéliaux de l'intestin. La barytine mélangée à des sédiments nuisait à la colonisation de plusieurs larves planctoniques de polychètes et de moules sur les sédiments, mais ne l'empêchait pas (Tagatz et Tobia, 1978). Aucun effet indésirable n'a été observé pour le ver polychète (*Mediomastus ambiseta*) quant à la production de matières fécales, la croissance et la production d'adultes vivant dans les sédiments couverts de barytine (Starczak et al. 1992). Tagatz et Tobia (1978) ont constaté que moins d'individus et d'espèces ont colonisé les sédiments couverts par une fine couche de barytine par rapport aux sédiments de contrôle.

Cranford et al. Cranford et al. (1999) ont exposé des pétoncles de mer juvéniles (*Placopecten magellanicus*) à des concentrations de solides de barytine en suspension de 0,5 et 2,5 mg/L (ppm) pendant 28 jours. Le taux de survie était le même à ces deux doses pour les pétoncles exposés et les pétoncles de contrôle. Toutefois, la croissance des gonades des pétoncles exposés à des concentrations de baryte était plus faible que celles des pétoncles de contrôle et à une dose plus élevée, le poids de leur glande digestive était significativement différent.

L'exposition aiguë et chronique des pétoncles à 100 mg/l de boue de forage à base d'eau n'a eu aucun effet significatif sur leur survie ou leur croissance (Cranford et al. 1998). Il est probable que les concentrations de baryte en suspension, d'argile ou de particules de boue de forage aient augmenté dans l'eau au cours des essais dynamiques de toxicité chronique. Ainsi, les pétoncles auraient été réellement exposés à de plus fortes concentrations de matières en suspension vers la fin des essais lorsque la plupart des effets ont été observés. Les effets de la barytine étaient similaires à ceux de l'argile bentonite et ont probablement été causés par des dommages physiques aux délicates membranes des branchies épithéliales et par l'interférence des particules en suspension sur le processus d'alimentation des mollusques. La recherche a démontré que les solides en suspension des BBE à des concentrations inférieures à 10 mg/l peuvent affecter l'alimentation des pétoncles de mer, ainsi que leur croissance et leur reproduction (Cranford et al. 2005).

Les palourdes (*Cerastoderma edule*) qui ont été exposées à 1 à 3 mm d'un mélange de boue contenant de la barytine pendant 12 jours ont souffert d'un rétrécissement et d'une coagulation de leurs cils. Dans certains cas extrêmes, la structure des branchies s'est désintégrée, probablement occasionnée par une obstruction ou abrasion causée par de fines particules de barytine. Le taux de mortalité était de 100 % après 12 jours (Barlow et Kingston 2001).

Les mysidacés (*Mysidopsis bahia*) ont été identifiés comme l'une des espèces les plus sensibles aux BBE (Neff et al. 1980). Les bioessais effectués par l'EPA des États-Unis (1985a, 1985b) avec la phase particulaire en suspension de huit BBE génériques et mysidacés (tableau 7.3) ont démontré des concentrations létales moyennes en 96 heures (CL50/96 h) allant de 3300 à 100 000 mg/l de BBE (Duke et al. 1984).

**Tableau 7.3 Concentrations létales moyennes en 96 heures obtenues lors d'essais de toxicité sur les mysidacés**

Type de boue de forage	CL50/96 h pour les mysidacés
Boue à base de polymères avec chlorure de potassium	3300
Boue à base d'eau de mer et de lignosulfonate	62 100
Boue à base de chaux	20 300
Boue non dispersée	>100 000
Boue d'amorçage à base d'eau de mer	>100 000
Gel à base d'eau de mer et d'eau douce	>100 000
Boue à base de lignosulfonate légèrement traitée	68 200
Boue à base d'eau douce et de lignosulfonate	30 000

#### 7.1.2.4 Études sur le terrain

En résumé, la plupart des études sur le terrain et en microcosme (Neff 2010) sur les effets des déblais de BBE (à partir d'études menées en mer du Nord, en mer de Barents, à proximité de l'île de Sakhaline, en mer de Beaufort) ont permis de faire les constatations suivantes :

- Il y a peu ou pas des effets à court terme sur les communautés de zooplancton;
- Les effets sur la macro et la mégafaune benthique des communautés sont minimes et limités à environ 100 m;
- Aucune preuve d'une bioaccumulation écologique significative de métaux et d'hydrocarbures pétroliers par les organismes marins vivant ou étant déployées dans des cages près des points de rejet de BBE;
- Aucune preuve d'effets toxiques associés aux constituants des BBE;
  - Les effets écologiques sont dus à des perturbations physiques de la colonne d'eau et de l'environnement benthique;
  - Les effets écologiques associés aux BBE sont similaires aux perturbations physiques associées à des processus naturels, comme l'érosion par la glace, les crues, tempêtes, etc.; et
  - Les communautés benthiques se rétablissent plus rapidement dans le cas de rejets de BBE que dans le cas de rejets de BBPS.

La plupart des études sur le terrain et en laboratoire réalisées à ce jour ont montré une faible toxicité aiguë et chronique pour les organismes marins. Ceci est dû principalement aux taux attendus et observés de dilution et de dispersion des boues de forage dans l'océan après leur rejet. Les effets des BBE se limitent principalement au fond de l'océan dans le voisinage immédiat du point de rejet et sur une courte distance et en aval de la source. La bioaccumulation des métaux par les fluides de forage est considérée comme faible et semble se limiter qu'au baryum et au chrome. Cela a été démontré par Daan et Mulder (1993, 1996) qui ont étudié les effets des rejets de BBE à partir d'une plateforme dans le secteur néerlandais de la mer du Nord où des enquêtes ont été effectuées deux mois et un an après l'achèvement d'un forage. Ces enquêtes n'ont révélé aucun effet négatif mesurable sur la communauté benthique, même aux stations situées à 25 m du point de rejet (les lieux examinés étant situés de 25 m à 5000 m en aval du point de rejet des BBE). Seules de petites quantités de solides de boue et

déblais ont été détectés dans les sédiments près de la plate-forme, ce qui laisse croire que les matières solides déchargées ont été transportées hors du site et diluées à des concentrations non détectables dans les deux mois suivant l'achèvement du forage.

Toutes les études précitées, ainsi que d'autres études (et les références citées dans les revues de synthèse comme Neff 2005, 2010), ont démontré que des effets significatifs sur les rejets de déchets de forage sur les écosystèmes benthiques surviennent uniquement lorsque de grandes quantités de solides s'accumulent au fond de la mer à proximité du site de rejet ou si les accumulations de solides associés à la pile de déblais contiennent une forte concentration de matière organique biodégradable. Les effets des piles de déblais sur les communautés biologiques vivant au fond de la mer sont principalement causés par un enfouissement et une hypoxie occasionnés par un enrichissement organique. Les effets toxiques, quand ils se produisent, sont probablement causés par le sulfure d'ammoniaque et des sous-produits d'enrichissement organique. Le rétablissement écologique des communautés benthiques se produit par le recrutement de nouveaux « habitants » provenant de larves planctoniques et par une immigration d'individus en provenance des sédiments adjacents non perturbés. Le rétablissement commence dès qu'il n'y a plus de rejet de déchets de forage et ce processus est déjà bien avancé à l'intérieur d'un an. Cependant, il peut être retardé jusqu'à ce que les concentrations de matière organique biodégradable diminuent par biodégradation microbienne au point où les couches de surface des sédiments deviennent anoxiques (Hartely et al., 2003).

#### **7.1.2.5 Boues de forage à base de pétrole synthétique**

Les BBPS comprennent les fluides composés d'hydrocarbures synthétiques (oléfines, paraffines et esters) (OGP 2003). Les BBPS contiennent souvent de la barytine, des argiles, des émulsifiants, de l'eau, du chlorure de calcium, du lignite et de la chaux. L'eau ou une saumure salée (contenant généralement du chlorure de calcium:  $\text{CaCl}_2$ ), à une concentration en volume de 10 à 50 pour cent, est dispersée dans la phase d'hydrocarbure pour former une émulsion d'eau en phase organique avec des gouttelettes d'eau inférieure à 1 m de diamètre (Hudgins 1991; Norwegian Oil Industry Association Working Group, 1996). Cette émulsion est stable en raison de la petite taille des gouttelettes d'eau et parce que des émulsifiants sont souvent utilisés pour la stabiliser. On l'appelle « émulsion inverse » parce que l'eau est dispersée dans la phase organique et que la formation organique qui entre en contact avec la boue de forage devient humide (Neff 2005).

Leur persistance est liée aux conditions physiques qui prévalent sur le plancher océanique (par exemple, remise en suspension, transport, vitesse du courant, caractéristiques des sédiments, etc.), au remaniement des sédiments par le biote et à la biodégradation des fluides de base. Les déblais de BBPS sont traités conformément aux exigences des LDTDZE avant leur rejet et sont soumis à l'approbation de l'OCTNLHE. Le rejet de BBPS entières est interdit. Par conséquent, seuls les déblais comportant des BBPS résiduelles après traitement sont évalués. Les BBPS pénètrent dans l'environnement aquatique sous une forme de couche revêtant les débris de roche. Elles sont rejetées à partir de plateformes de forage ou lors de déversements accidentels.



Lorsque des BBPS sont rejetées dans l'océan, elles ont tendance à s'agglutiner dans les grosses particules qui se déposent rapidement au fond de la mer (Brandsma 1996; Delvigne 1996), surtout si les déblais sont déplacés à proximité du fond marin près de plates-formes de forage fixes (Cordah 1998). Le but de cette manœuvre est de diminuer la surface du plancher océanique sur lequel s'accumulent les déblais et d'augmenter la quantité de déblais qui se déposent par unité de surface à proximité du site du puits.

Les BBPS à base d'ester se dispersent plus facilement que les BBPS oléfiniques. L'eau ne peut pénétrer facilement dans la masse oléophile des déblais, de sorte qu'ils ne se dispersent pas efficacement (Neff et al. 2000). Par conséquent, la plupart des BBPS se déposent rapidement et s'accumulent au fond de la mer à proximité des points de rejet des plateformes de forage. De plus, les déblais de BBPS demeurent plus près de l'emplacement du puits et ne se dispersent pas aussi largement que les déblais de BBE. Des études réalisées dans la mer du Nord, dans le golfe du Mexique, en Australie et en Irlande ont montré que les déblais de BBPS s'accumulent de façon très irrégulière dans les sédiments autour d'une plateforme de forage (Neff et al. 2000). Ainsi, aucune mortalité additionnelle (étouffement) ne devrait survenir chez les invertébrés benthiques sessiles à la suite du rejet de BBPS, car la zone aura été soumise à un étouffement causé par le dépôt de BBE.

La répartition des dépôts de déblais sera déterminée par les conditions suivantes sur chaque site :

- Quantités et taux de déblais rejetés;
- Configuration du rejet de déblais (c'est-à-dire, la profondeur de la conduite d'évacuation);
- Conditions océanographiques (par exemple, la vitesse du courant, densité de la colonne d'eau);
- Quantité totale et concentration des BBPS;
- Profondeur d'eau; et
- Vitesse de chute des particules et agrégats de déblais.

Comme les particules sont mouillées, les déblais ont tendance à se rassembler une fois qu'ils sont rejetés. Ces agrégats tombent plus rapidement que les particules des déblais de BBE qui se dispersent plus facilement. Le taux de dispersion inférieur et la vitesse de chute plus élevée des BBPS ont pour effet de produire, dans des conditions de rejet similaires, des dépôts moins vastes, mais plus denses que dans le cas de déblais de BBE (OPG 2003).

### **Biodisponibilité**

La biodisponibilité de substances chimiques organiques non polaires (non ionisables), comme les produits chimiques des BBPS, pour les organismes marins dépend de la forme physique et chimique des composés (Neff et al. 2000). Les produits chimiques organiques non polaires, comme les produits chimiques de base des BBPS, ont généralement une faible solubilité aqueuse et une forte solubilité dans les lipides des plantes et des animaux. Ils sont considérés comme des composés hydrophobes ou lipophiles. Le taux et l'étendue de la bioaccumulation

des composés hydrophobes par les organismes marins dépendent de l'affinité relative du produit chimique pour la phase aqueuse ambiante et la phase lipidique des tissus.

Les produits chimiques hydrophobes avec un log K<sub>ow</sub> inférieur à environ 3 à 3,5 peuvent s'accumuler rapidement, mais pas à de fortes concentrations dans les tissus des organismes marins, en particulier s'ils sont facilement biodégradables (ECETOC 1996). Les produits chimiques hydrophobes avec un log K<sub>ow</sub> supérieur à environ 6,5 à 7 ne sont pas facilement bioaccumulables dans l'eau, parce que leur solubilité dans l'eau et dans les phases lipidiques est très faible (Chessels et al. 1993).

Les valeurs log K<sub>ow</sub> de plusieurs produits chimiques des BBPS ont été mesurées ou estimées afin de prédire leur biodisponibilité pour les organismes marins. Les esters sont modérément solubles et ont un faible log K<sub>ow</sub>. Ils sont probablement biodisponibles, mais ils sont facilement biodégradables et sans doute ne sont pas bioaccumulables à des concentrations biologiquement significatives dans les tissus des animaux marins. Les enzymes du foie et de l'intestin impliqués dans le métabolisme des graisses chez les animaux marins peuvent hydrolyser les liaisons d'ester et convertir les alcools et les acides gras produits en nutriments organiques de faible poids moléculaire. Le transfert de la chaîne alimentaire n'est significatif que pour les produits chimiques hydrophobes avec un log K<sub>ow</sub> supérieur à environ 5 (Thomann, 1989). Par conséquent, les esters ne sont pas facilement bioaccumulés dans la nourriture. Leur bioamplification dans les chaînes alimentaires marines est donc improbable.

Les oléfines et paraffines de mêmes tailles que les produits chimiques des BBPS sont des chaînes linéaires relativement grandes qui ne traversent pas les membranes de manière efficace. Elles ont un log K<sub>ow</sub> élevé, la plupart du temps supérieur à 9, ce qui indique une très faible solubilité aqueuse et un faible potentiel de bioaccumulation. Il existe une relation inverse entre le log K<sub>ow</sub> et la solubilité aqueuse. Les types de BBPS utilisées pour l'exploration pétrolière et gazière en mer dans le Canada atlantique sont à base de paraffine et par conséquent, ont un faible potentiel bioaccumulatif.

Schaanning et al. (1996) ont ajouté des vers polychètes marins (*Hediste diversicolor*) dans des enceintes de simulation en fond marin contenant des sédiments contaminés par deux esters, une oléfine interne, une alpha-oléfine linéaire ou un produit chimique à base d'huile minérale. Les résultats de ces études ont conclu que les produits chimiques des BBPS ont une très faible biodisponibilité pour les organismes marins. Il y a peu ou aucun risque que ces produits chimiques soient bioaccumulables à des concentrations potentiellement nocives dans les tissus des animaux benthiques ou qu'ils soient transférés à travers les chaînes alimentaires marines des espèces halieutiques importantes (Neff et al. 2000).

Un problème potentiel associé au dépôt des BBPS traitées est le potentiel de risque accru de contamination des habitats marins en raison de l'augmentation des concentrations de métaux comme le baryum, l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc et des concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments. Les BBPS sont essentiellement non toxiques, ont le potentiel de se biodégrader relativement rapidement, nécessitent moins de boue (par rapport au BBE) pour une même profondeur de forage et ont tendance à moins se disperser que les BBE (LGL 2005e). Les taux spécifiques de biodégradation des BBPS sont

pour la plupart inconnus dans toutes les conditions environnementales, mais sont reconnus pour être liés à la nature du fluide de base, à la température, aux niveaux d'oxygène, aux types de bactéries présentes (aérobie ou anaérobie), aux espèces de bactéries présentes et à la forme, la masse et la topographie de la matière (OGP 2003; Roberts et Nguyen 2006). En général, la biodégradation devrait se produire plus rapidement dans des conditions aérobies que dans des conditions anaérobies (OGP 2003).

## Toxicité

Les BBPS se biodégradent plus rapidement, et en raison de leur coût élevé, elles sont généralement recyclées plutôt qu'évacuées dans l'environnement. Cependant, certaines BBPS atteignent l'océan via le rejet de déblais de forage. Les BBPS nettoyées contiennent habituellement environ 10 pour cent de produits chimiques synthétiques (Annis, 1997; Neff et al 2000). Les fluides à base synthétique (FBS) ont généralement une concentration totale en HAP de moins de 10 mg/kg (0,001 pour cent) et ne présentent pas d'effets toxiques aigus dans la plupart des essais de toxicité réalisés en milieu marin. La boue de forage (Paradrill-IA35) qui a été utilisée pour la plupart des opérations de forage dans les Grands Bancs est une BBPS ayant comme fluide de base du PureDrill IA-35, mélangé à des alourdisseurs, des agents mouillants, des émulsifiants et d'autres additifs. Le fluide de forage à base synthétique PureDrill IA-35 est classé comme un alcane synthétique de grande pureté constitué d'isoalcanes et de cycloalcanes (Bulletin technique de Petro-Canada). PureDrill IA-35 est un fluide propre, incolore et inodore que l'on peut manipuler en toute sécurité. Il a une teneur en aromatiques de 0,01 pour cent et une teneur en HAP de 0,001 ppm. Il n'est pas toxique pour les humains, les végétaux et la vie marine.

PureDrill IA-35 a fait l'objet d'une évaluation pour laquelle on a utilisé le *Offshore Chemical Management System*. Le fluide a été conçu pour répondre à diverses exigences en matière de production, de santé et d'environnement. L'huile de base PureDrill IA-35 est une composante d'un circuit complet de boues appelé ParaDrill qui a été classifié dans le Groupe E par le système de classification du *Offshore Chemical Notification System* (OCNS) utilisé au R.-U. La classification dans le Groupe E est la meilleure cote que l'on puisse obtenir en vertu du système de l'OCNS et elle est attribuée aux produits chimiques qui ont une toxicité relativement faible ou qui ne sont pas bioaccumulables ou facilement biodégradables.

Les données sur la toxicité pour le fluide PureDrill IA-35 vont comme suit :

- CL50/96h de >500 000 ppm pour la mysis;
- CL50/96h de >400 000 ppm pour la truite arc-en-ciel;
- CL50/10J de 2633 mg/l pour les amphipodes (*Corophium volutator*);
- CL50/20J de 50 000 mg/l pour les macoma;
- CI 50 (20 minutes) de >100 pour cent pour fertilisation des échinides (*Lytechinus pictus*); et
- CE 50 de >100 pour cent pour la bioluminescence bactérienne (test Microtox à l'aide de *Vibrio fischeri*).

Les études de toxicité menées par le MPO en utilisant la plie canadienne, la plie rouge (*Pleuronectes americanus*) et l'amphipode (*Rhepoxynius abronius*) sur des solides et déblais de forage à Hibernia (J. Payne, comm; Payne et al., 2001a, 2001b...) ont permis de faire les constatations suivantes :

- Pas de toxicité aiguë chez la plie canadienne juvénile exposée pendant 30 jours à des déblais comportant des concentrations d'hydrocarbures et se retrouvant entre 200 et 500 m des plates-formes en mer du Nord;
- Pas de toxicité aiguë chez les plies rouges adultes exposées à des déblais pendant 90 jours; et
- Dans une étude dose-réponse avec des amphipodes, la réaction toxique ne s'est produite qu'à une concentration d'hydrocarbures de 5000 ppm. Les boutures ont démontré un faible potentiel de toxicité aiguë et des extrapolations ont été réalisées pour déterminer la taille possible des zones toxiques qui pourraient se produire sur le terrain. Les extrapolations démontrent que les risques de toxicité sont très minimes à 1000 m ou moins de la plate-forme.

Plusieurs des produits chimiques des BBPS ont été testés à l'aide d'essais en colonne d'eau avec des mysidacés (tableau 7.4). Dans la plupart des cas, la toxicité des produits chimiques des BBPS diminue (CL50 augmente) lorsque leur poids moléculaire augmente. C'est sans doute parce que lorsque le poids moléculaire augmente, la solubilité aqueuse et la biodisponibilité de la plupart des produits chimiques organiques diminuent. La plupart des fluides des BBPS ou précurseurs respectent le critère de toxicité de 30 000 mg/l (comme indiqué au tableau 7.4). Les BBPS et leurs constituants présentent une faible toxicité aiguë globale lors d'essais en colonne d'eau et en phase solide réalisés avec une variété de plantes et d'animaux marins. Les CL50 sont presque toujours plus élevés (moins toxiques) que les critères d'acceptabilité (Neff et al. 2000).

**Tableau 7.4 Toxicité aiguë de la boue de forage à base de pétrole synthétique sur les mysidacés**

Produits chimiques de BBPS	Produits chimiques	CL50/96h (mg/l)
Poly(alpha-oléfine)	Polypropylène (MW 170)	10 800
	Polypropylène (MW 198)	30 000
	Dimère du décène (MW 290)	574 330
	Polypropylène (MW 310)	914 650
	Polypropylène (MW 320)	> 1,000 000
	Polypropylène (MW 400)	> 1,000 000
Oléfine interne	C <sub>14</sub> -C <sub>16</sub> IO	< 30 000
	C <sub>15</sub> -C <sub>18</sub> IO	119 658
	C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub> IO	321 000
Oxyde de diéthyle	Éther de dibutyle	> 10 000
	Oxyde de dihexyle	61 659
	Éther dioctylique	156 800
Ester	Laurate de méthyle	< 10 000
	Palmitate d'isopropyle	271 701
	Oléate d'isopropyle	52 319
	Alcools C <sub>10</sub> -C <sub>14</sub>	< 10 000
	Alcools C <sub>16</sub>	30 158

Alors que les organismes pélagiques et benthiques peuvent être affectés par les rejets de BBE, les organismes benthiques sont les plus susceptibles d'être affectés par les rejets des déblais de BBPS. Les effets des déblais de BBPS sur les organismes pélagiques sont censés être encore moins importants que ceux des BBE en raison de la faible toxicité des BBPS et du court temps d'exposition dû à une décantation rapide des flocons de déblais sortant de la colonne d'eau. Des études sur le terrain semblent indiquer que la plupart des effets des concentrations élevées de déblais de BBPS dans les sédiments sont causés par un enrichissement en éléments nutritifs et un appauvrissement en oxygène dans les sédiments contaminés, plutôt que par la toxicité directe des produits chimiques des BBPS (Neff et al. 2000).

Les effets biologiques des déblais de BBPS sur le benthos devraient être similaires ou plus importants que ceux des BBE. La quantité de BBPS rejetées dans l'océan par puits est bien moindre que dans le cas de BBE, parce que le fluide de forage en soi n'est pas rejeté et les déblais sont nettoyés avant leur sortie (Veil et Daly, 1999). Les déblais de BBPS peuvent avoir un impact sur les communautés benthiques en causant une anoxie dans les sédiments occasionnée par une biodégradation microbienne si leurs concentrations dans les sédiments sont assez élevées (Olsgård et Gray, 1995). Les déblais de BBE ne causent généralement pas l'anoxie des sédiments, car ils ne contiennent que de faibles concentrations de produits chimiques organiques biodégradables. Toutefois, elles ont un impact sur les communautés benthiques par enfouissement et étouffement, ou elles peuvent modifier la texture des sédiments, ce qui rend l'environnement local benthique plus ou moins approprié pour certaines espèces (Neff, 1987). Ainsi, les effets biologiques des rejets de BBPS sont susceptibles d'être plus importants que dans le cas des BBE dans le voisinage immédiat (moins de 50 à 100 m) des plateformes où les déblais sont susceptibles de s'accumuler à des concentrations élevées (Neff et al. 2000).

### **Études sur le terrain**

En 1994, 19 enquêtes de suivi ont été effectuées à proximité de plateformes qui rejetaient des BBPS en mer dans le secteur norvégien de la mer du Nord (Bakke et al. 1996). Huit de ces enquêtes visaient à observer les communautés benthiques à proximité de plateformes. De faibles concentrations de produits chimiques de BBPS ont été détectées dans les sédiments à 2 km du site du puits (plateforme Frøy). La faune benthique semblait normale et il n'y avait aucune preuve de perturbation causée par les activités de forage et les rejets. De l'ester a été détecté dans les sédiments provenant des quatre stations les plus proches du point de rejet (Plateforme Yme Gamma) et dans deux stations en aval de ce dernier à une distance de 500 m. Les concentrations étaient faibles. Des concentrations élevées de baryum ont été détectées dans la plupart des stations. La faune benthique était très diversifiée à travers la zone d'étude. Des effets mineurs ont été relevés à une distance de 500 m de la plateforme.

Des concentrations élevées de produits chimiques de BBPS ont été détectées dans les sédiments jusqu'à 2 km en aval de la plateforme Bragge (Bakke et al. 1996). Les concentrations de baryum avaient augmenté progressivement dans les sédiments de la zone depuis 1992. La communauté benthique à proximité de la plateforme avait une diversité réduite. Des effets de l'accumulation de fluide de forage sur le benthos ont été détectés à 1 km en aval du point de rejet et jusqu'à 250 m dans d'autres directions.

Les concentrations élevées de baryum étaient réparties uniformément dans les sédiments autour de la plateforme Tordis (Bakke et al. 1996). Les concentrations de produits chimiques des BBPS dans les sédiments étaient faibles, mais pouvaient être détectées à 2 km de la plateforme. Il y avait une structure de communautés benthiques dans les sédiments à travers le champ qui n'était pas là au moment de l'enquête de référence. Des perturbations sur la faune benthique ont été détectées dans trois stations et jusqu'à 500 m de la plateforme.

Les effets physiques et biologiques des rejets de BBPS ont été étudiés sur un site de forage à une profondeur d'eau de 39 m dans le golfe nord-ouest du Mexique (Candler et al. 1995). Des BBE ont été utilisées pour forer les premiers 1036 m du puits. Des BBPS (PAO) ont été utilisées pour forer les profondeurs subséquentes jusqu'à 2453 m. Trois enquêtes de terrain (9 jours, 8 mois et 24 mois après l'achèvement du rejet des déblais) ont été réalisées pour examiner le comportement des déblais rejetés sur le site. Les échantillons pour l'analyse des communautés benthiques ont été recueillis uniquement lors de l'enquête réalisée à 24 mois. Lors des trois enquêtes, des échantillons de sédiments ont été prélevés à 25, 50, 100, 200 et 2000 m le long de transects dans les quatre directions à partir du site du puits. Au total, 106 taxons d'invertébrés benthiques ont été identifiés dans les sédiments près du site de forage deux ans après l'achèvement du forage. La communauté benthique est similaire à celles que l'on retrouve dans les eaux peu profondes de l'ouest du golfe du Mexique. La communauté benthique apparemment n'a pas été affectée par les rejets de forage (deux ans après le forage) à toutes les stations à l'est et au nord de l'emplacement du puits et jusqu'à 50 m au sud et à l'ouest de ce dernier.

Les impacts des rejets de déblais de BBPS sur les écosystèmes benthiques en eaux profondes sont largement inconnus (Neff, 2000). La seule étude qui incluait des observations de la faune benthique près d'un site de rejet en eaux profondes fut celle réalisée sur la plateforme de Pompano II à une profondeur de 565 m d'eau (Fechhelm et al. 1999). Les sédiments pour l'analyse de la faune benthique ont été recueillis avec un véhicule télécommandé (ROV) à partir de stations situées à 25, 50 et 75 m au nord et 25, 50, 75 et 90 m au sud-ouest du point de rejet. Au total, 2100 animaux macrofaunes ont été recueillis; les polychètes étaient les plus abondants, suivis par les mollusques gastéropodes. L'abondance de la faune benthique est significativement plus élevée dans les sédiments le long du transect nord-est (plus fortes concentrations dans les sédiments de BBPS) que dans les sédiments le long du transect sud-ouest. La mégafaune benthique (surtout le poisson) a été comptée à partir de bandes vidéo filmées le long de chaque transect. La densité et le nombre de poissons démersaux observés le long des quatre transects étaient similaires. Les densités observées étaient plus élevées que dans d'autres lieux, à des profondeurs similaires dans le nord du golfe du Mexique. Les poissons peuvent avoir été attirés par le châssis d'ancrage de Pompano ou des sédiments perturbés. L'abondance de la faune benthique et des poissons démersaux ne semble pas avoir été affectée par le rejet de déblais de BBPS (Neff, 2000).

Des résultats similaires à ceux rapportés dans d'autres régions ont été obtenus lors d'études réalisées sur le chantier Fortescue (70 m de profondeur) dans le détroit de Bass au sud-est de l'Australie (Terrens al 1998). Alors que la plupart des forages ont été réalisés avec des BBE, les plus longues sections très inclinées de sept puits ont nécessité l'utilisation de BBPS. Le devenir de ces rejets a été surveillé dans le cadre de cinq enquêtes menées sur le fond marin entre

août 1995 (avant le rejet des BBPS) et août 1997 (11 mois après la fin des rejets). Les effets des fluides de forage et des rejets des boutures sur les communautés benthiques fauniques se limitaient à moins de 100 m de la plateforme. On pouvait observer un rétablissement évident dans les quatre mois après l'achèvement du forage. Pendant la période de rejet des déblais de BBPS, le nombre de nématodes et de crustacés a diminué et le nombre de polychètes a augmenté dans les sédiments situés à 100 m au sud-ouest de la plateforme. L'abondance totale de la faune benthique est demeurée pratiquement constante, mais sa diversité a diminué. Ces effets sont typiques d'un effet d'enrichissement organique (Pearson et Rosenberg, 1978). Dans les quatre mois après l'achèvement du forage, les paramètres biologiques benthiques étaient revenus aux conditions qui prévalaient avant le forage. Le rétablissement était attribuable à une combinaison de biodégradation de l'ester et des processus de dispersion en fonds marins dans la partie est du détroit de Bass.

Des études sur le terrain (OGP 2003) ont montré que pour les rejets de déblais de BBPS, les zones qui se sont rétablies le plus rapidement sont celles qui sont caractérisées par des conditions d'énergie plus élevée en fonds marins. Comme les déblais de BBPS ont tendance à se rassembler, leur remise en suspension requiert des vitesses de courant plus élevées que dans le cas des BBE. Les tests en laboratoire ont montré que la vitesse de courant critique nécessaire pour l'érosion des déblais de BBPS était de 36 m/s - pour des déblais présentant une teneur en huile de 5 pour cent (OGP 2003). On pourrait croire que les BBPS sont moins persistantes dans les zones où les dépôts sont plus minces, car cela conduit à un rétablissement plus rapide que dans les zones densément sédimentées. Par conséquent, il est important de tenir compte des facteurs qui régissent l'épaisseur des dépôts initiaux et le potentiel d'érosion dans l'évaluation du potentiel de rétablissement. L'épaisseur des dépôts initiaux dépendra du profil des courants et de la profondeur de l'eau. Des courants plus forts conduisent à une plus vaste dispersion avant dépôt, et une plus grande profondeur d'eau mènera généralement à de plus minces dépôts initiaux (OGP 2003).

Les effets sur la colonne d'eau (OPG 2003) occasionnés par les déblais de BBPS sont considérés comme limités pour les raisons suivantes :

- Faible solubilité du fluide de base des BBPS dans l'eau de mer;
- Faible dispersion et court temps de séjour dans la colonne d'eau en raison d'un taux de sédimentation rapide; et
- Les rejets de forage sont intermittents et transitoires.

Hurley et Ellis (2004) ont examiné 19 études pour évaluer les impacts environnementaux associés aux BBPS et ont constaté que la zone de détection et l'ampleur des effets biologiques étaient plus localisées que dans le cas des BBE. Les impacts biologiques sont généralement détectés à des distances de 50 à 500 m à partir des points de rejet, le rétablissement des communautés benthiques survenant dans l'année qui suit l'achèvement des forages. Alors que les effets biologiques des BBPS sont localisés, il existe une incertitude concernant leur processus de dégradation (elles peuvent produire des conditions anoxiques dans les sédiments). Des niveaux élevés de métaux ont été observés de 250 à 500 m du site de forage, et parfois plus loin, ceux-ci variant selon les conditions environnementales et le nombre de puits forés (Hurley et Ellis 2004). Des traces de boues de forage (barytine) ont été détectées à 5000

m de Terra Nova (18 puits de production) et à 8000 m d'Hibernia (32 puits de production) (Hurley et Ellis 2004), mais pas à des niveaux susceptibles d'avoir un impact biologique.

Les oiseaux marins exposés aux métaux de boue de forage pourraient subir des effets nocifs. Cependant, une étude de Gallagher et al. (1999) a révélé que des concentrations très élevées de métaux lourds étaient nécessaires pour produire une réaction physiologique aux canetons colverts (*Anus platyrhynchos*). Les concentrations nécessaires pour produire un tel effet physiologique étaient plus élevées que prévu sur un site en mer (Husky, 2000).

### 7.1.3 Rejets courants

Les LDTDZE (ONE et al. 2010) encouragent la réduction des déchets générés et des substances préoccupantes pour l'environnement. Tous les déchets solides ainsi que des produits chimiques excédentaires ou des produits chimiques dans des conteneurs endommagés seront ramenés à terre. Le transport des marchandises dangereuses et les règlements du SIMDUT régissent la manipulation, l'utilisation, le stockage, le transport et l'élimination des matières dangereuses. Tous les rejets courants associés au programme de forage d'exploration seront déchargés en conformité avec les LDTDZE (ONE et al. 2010). Les limites des rejets sont fondées sur les meilleures technologies disponibles et font l'objet de programmes d'amélioration continue. Lorsque cela est possible, l'utilisation de technologies pour réduire les limites de rejet à des taux inférieurs à ceux des LDTDZE (ONE et al. 2010) sera mise en œuvre.

Mobil (1985) estime que la décharge des eaux grises (douches, lave-vaisselle, drains de pont) associée à une plateforme de forage en mer pour environ 100 personnes serait de 40 m<sup>3</sup>/jour, tandis que la décharge d'eaux noires (eaux usées sanitaires) serait de 19 m<sup>3</sup>/jour. Cela représente une estimation juste de la décharge potentielle dans le cadre du projet, puisque le nombre de personnes œuvrant sur l'appareil forage devrait se situer entre 85 et 120. Les déchets sanitaires seront traités et rejetés conformément aux LDTDZE (ONE et al. 2010). Le rejet des eaux usées sera traité et testé conformément aux LDTDZE (ONE et al. 2010). La matière organique associée aux rejets se disperse rapidement dans un environnement océanique ouvert et est rapidement dégradée par les bactéries. Les effets de cette quantité relativement faible de matière organique et de nutriments sur l'environnement marin seront négligeables et peu importants.

D'autres fluides seront rejetés, comme le fluide BOP (mélange glycol-eau de faible toxicité) et d'autres fluides contenant des huiles provenant du drainage du pont et de l'eau de cale. Ceux-ci seront traités, recyclés ou déchargés sous la surface de l'eau. Tous les liquides traités seront conformes aux LDTDZE (ONE et al. 2010). Le forage nécessitera l'utilisation d'eau de mer, dont la majeure partie sera utilisée comme eau de refroidissement (non chlorée). Le volume d'entraînement sera faible et la zone des effets thermiques de petite taille. Par conséquent, les effets des rejets de ces fluides sur les oiseaux marins (y compris les espèces à Rick) seront négligeables. D'autres matières, incluant les fluides de forage, le drainage du pont et des eaux de cale, peuvent affecter négativement la santé des oiseaux marins en raison de la présence d'hydrocarbures résiduels. Toute eau évacuée huileuse sera conforme aux LDTDZE (ONE et al. 2010), de même que tout autre liquide ou solide réglementé rejeté de la plateforme de forage.



La présence de goélands attirés par les rejets d'eaux usées sanitaires et domestiques peut accroître les risques de prédation chez les oiseaux marins plus petits comme l'océanite cul-blanc.

Les ordures ménagères seront transportées à terre et n'entreront pas en contact avec les oiseaux marins. Toutefois, les déchets sanitaires et alimentaires seront macérés à une granulométrie de 6 mm ou moins, et rejetés à une profondeur d'environ 15 m. Les goélands peuvent être attirés par la zone de rejet, mais la petite quantité rejetée en dessous de la surface n'est pas susceptible d'entraîner une augmentation de leur population dans la région. La matière organique associée aux rejets se disperse rapidement dans un environnement océanique ouvert et est dégradée rapidement par les bactéries. Tout biocide utilisé sera filtré en conformité avec un système de gestion des produits chimiques approuvés et établis.

#### **7.1.4 Navires de ravitaillement**

Les navires de ravitaillement offriront un soutien dans le cadre des activités d'exploration, incluant le transport du personnel d'inspection et de maintenance. En plus de la circulation de navires, des hélicoptères joueront aussi un rôle essentiel dans le transport du personnel.

Cette section se concentre sur les effets autres que le bruit, qui est discuté en détail à la section 7.1.5.1. Les navires de soutien peuvent affecter les oiseaux marins par leurs rejets, leurs lumières, la présence physique de leur structure et le bruit qu'ils émettent. Les oiseaux marins sont habitués à l'activité des bateaux et certaines espèces comme la mouette et le fulmar boréal sont réellement attirées par les navires et souvent demeurent avec ceux-ci pendant des périodes prolongées (Wahl et Heinemann 1979; Brown, 1986; Montevecchi et al. 1999). Aucun effet direct sur les oiseaux marins n'est anticipé, car ces espèces sont très mobiles et peuvent éviter les bateaux en volant ou en plongeant. L'énergie dépensée lors de ces événements serait minime et n'aura aucun effet physiologique sur les oiseaux.

Des recherches ont démontré que les oiseaux réagissent plus fortement aux vols à basse altitude et les effets de ces réactions tendent à être de courte durée. Des survols en hélicoptère à 300 m d'altitude n'ont pas provoqué une réaction visible chez les canards de mer en mue dans la mer du Nord, tandis que des survols à 100 m d'altitude ont provoqué des réactions d'évitement à court terme (Ward et Sharp, 1974). Comme c'est le cas avec la circulation maritime, les oiseaux marins peuvent s'habituer à la circulation aérienne au fil du temps. La plus grande sensibilité à la circulation des hélicoptères se remarquerait à proximité de grandes colonies de nidification. Un hélicoptère qui passe près d'une colonie d'oiseaux marins peut semer la panique chez ceux-ci, ce qui peut être néfaste ou fatal pour les œufs et les jeunes oiseaux qui ne peuvent encore voler (ils peuvent être accidentellement poussés en bas de falaises ou être exposés aux intempéries ou à la prédation).

Les baleines à dents et les pinnipèdes sont rarement heurtés par les navires (Laist et al. 2001; Jensen et Silber 2003). Ces mammifères marins sont rapides et agiles, ce qui leur permet d'éviter les navires qui les approchent. En revanche, le mammifère marin le plus souvent heurté par des navires est la baleine à fanons (Laist et al. 2001; Jensen et Silber 2003). On pense que ces grands animaux qui se déplacent lentement sont souvent incapables de réagir assez

rapidement pour éviter les bateaux qui les approchent (Laist et al. 2001; Jensen et Silber 2003). Les porte-conteneurs grande vitesse sont considérés comme étant potentiellement l'une des plus grandes menaces pour les baleines bleues. Cependant, il semble que les collisions sérieuses (ou mortels) entre navires et baleines soient peu fréquents à des vitesses de moins de 25,9 km/h (14 nœuds) et très rares à des vitesses inférieures à 18,5 km/h (10 nœuds) (Laist et al. 2001). Les collisions entre les navires d'approvisionnement et les mammifères marins sont donc peu probables étant donné la direction prévisible et la lente vitesse de progression de ces navires (7,4 à 9,3 km/h - 4 à 5 nœuds). Cependant, comme mesure d'atténuation de précaution, tous les navires liés au projet seront limités à une vitesse maximale de 18,5 km/h (10 nœuds) dans la zone du projet (c'est à dire, pas en transit de / vers la zone du projet).

En ce qui concerne les tortues de mer, une étude sur les tortues vertes réalisée par Hazel et al. (2007) suggère que 60 pour cent des tortues observées (n = 1819) évitaient activement des navires voyageant à 3,7 km/h (2 nœuds), alors que seulement 22 pour cent évitaient des navires voyageant à des vitesses de 11,1 km/h (6 nœuds). Une telle étude n'a pas été faite pour les tortues luths, mais cette espèce est reconnue comme étant la plus rapide des reptiles lorsqu'effrayée avec une vitesse de progression de 35,2 km/h (19 nœuds) (McFarlan 1992). On peut donc penser qu'elle possède l'agilité nécessaire pour éviter toute collision.

Les sons émis sous l'eau peuvent affecter les espèces en péril de diverses manières selon l'intensité et la proximité de la source sonore, la durée d'exposition, le degré de sensibilité des animaux, les conditions environnementales et d'autres facteurs. Les mammifères marins et en particulier les espèces en péril sont généralement considérés comme le groupe le plus sensible aux sons émis sous l'eau. Les principales sources de bruit pour le projet proposé comprennent les bruits émis par les hélicoptères, les navires d'approvisionnement et de soutien, les machines et les appareils de forage, les propulseurs, les échosondeurs, les nappes de sismographes PSV et les explosifs (si utilisés).

## **7.1.5 Sources sonores sous-marines associées au forage d'exploration**

### **7.1.5.1 Sons associés au profilage sismique vertical (PSV)**

Les sondages du PSV, s'ils sont entrepris pour le forage du puits d'exploration, constitueront la source sonore la plus intense du projet. Le sondage PSV utilise un ensemble de manchons pneumatiques pour mieux définir une ressource pétrolière ou mieux localiser les puits de forage. Les ensembles PSV utilisés dans l'industrie pétrolière sont similaires à ceux employés lors de levés sismiques en 2-D et 2-D, mais sont généralement plus petits et présentent une intensité sonore plus faible. Les PSV sont généralement réalisés dans une petite zone et sur de courtes périodes (par exemple, quelques jours). Une étude de site typique (sondage du PSV) pourrait produire une pression acoustique de 230 dB re 1  $\mu$ Pa @ 1 m (Davis et al. 1998), avec une simple série de flûtes sismique. Les niveaux d'énergie émis dans le cadre d'un sondage du PSV seront nettement inférieurs à la source (760 po<sup>3</sup>) et légèrement inférieurs à la sortie (242 dB re 1  $\mu$ Pa @ 1 m) que dans le cas de programmes sismiques typiques en 2-D ou 2-D (de 3000 à 5000 po<sup>3</sup> avec canons à air à la source et environ 255 dB re 1  $\mu$ Pa @ t 1 m à la sortie).

Un appareil de forage semi-submersible (un type de plateforme de forage qui pourrait être utilisé pour le forage du puits d'exploration de Old Harry) produit un niveau sonore à large bande d'environ 154 dB re  $\mu\text{Pa}$  1 (Richardson et al. 1995). Les sons émis par un navire de forage se situent dans une plage entre 174 et 185 dB re  $1 \mu\text{Pa}$  (Richardson et al. 1995). Les navires de forage à positionnement dynamique sont généralement plus bruyants que les semi-submersibles (Richardson et al. 1995). Dans des conditions normales de bruit ambiant, le bruit de basse fréquence provenant d'une plateforme de forage pourrait être détectable à pas plus de 2 km près d'une rupture du plateau (Richardson et Malme 1993).

Le tableau 7.5 présente certains niveaux sonores rapportés dans le cadre d'activités de forage en mer.

**Tableau 7.5 Niveaux sonores ambiants du milieu naturel et des activités de forage**

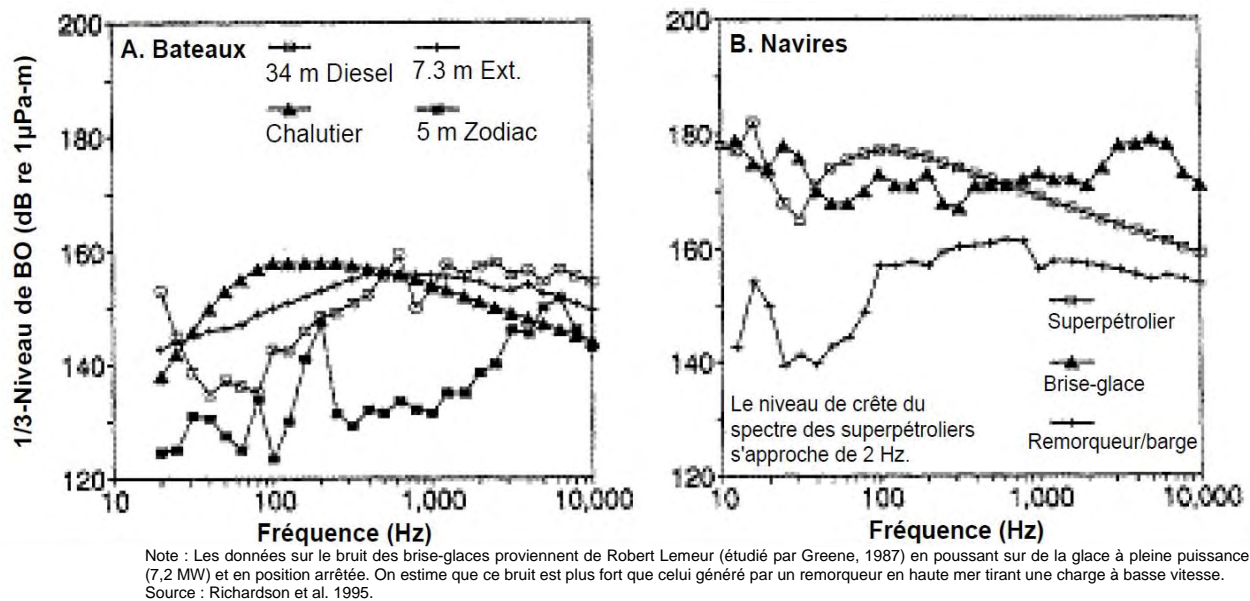
Source	Niveau du bruit (dB re $1\mu\text{Pa}$ )	Fréquence du bruit (Hz)	Notes
<b>Bruit ambiant</b>			
Mer calme	60	-	
Vagues/surf	102	100 à 700	
Rorqual commun	160 à 186	20	Le rorqual commun produit une série de pulsations sonores d'une durée de 1 à 5 secondes variant de 3 à 4 Hz à un niveau de 20 Hz.
<b>Bruit associé aux activités de forage</b>			
Plateformes de forage sur deux îles de gravier couvertes par les glaces	125	<200	Enregistré sous la glace marine; bruit à large bande décroissant jusqu'aux niveaux ambiants à moins de 1,5 km.
Plateformes de forage autoélévatrices	119 à 127	5	
Appareil de forage semi-submersible ancré	154	-	Le niveau sonore global à large bande n'excédait pas les niveaux ambiants au-delà d'environ 1 km; les niveaux perçus à 100 km seraient d'environ 114 dB re $1 \mu\text{Pa}$ .
Navires de forage ancrés	174-185	45 à 7 070	Le bruit devrait s'atténuer pour atteindre entre 115 à 120 dB à des distances de 1 à 10 km.
Navires d'approvisionnement	170-180	100	
<b>Autre bruit d'origine industrielle</b>			
chalutiers de pêche	158	À 100	
Navire de charge commercial	172	-	
Superpétrolier <i>Chevron London</i>	190	Tonalité dominante de 6,8 Hz	
Hélicoptère (Sikorsky @ 305 m au dessus de l'eau)	105	-	
Battage de pieux (distance de 1 km)	131 à 135	-	
Source: Richardson et al. 1997, dans Hurley et Ellis 2004; Lawson et al. 2000, dans Hurley et Ellis 2004; Thompson et al. 2000, dans Hurley et Ellis 2004.			

### 7.1.5.2 Sons associés aux navires de soutien

Les navires de soutien peuvent être caractérisés essentiellement comme des sources de bruit continu, un survol en hélicoptère étant considéré comme une source de bruit passagère en raison de l'angle limité de propagation du son dans la colonne d'eau. Les navires impliqués dans les opérations minières extracôtières couvrent un large éventail de tailles, de puissances et d'applications et, par conséquent, ils génèrent différents bruits sous l'eau. Les bruits émis par les navires et hélicoptères sont une combinaison de sons uniques et de sons à large bande, qui, dans le cas des navires, sont tributaires de leur taille, de leur conception et de leur vitesse (Richardson et al. 1995).

Le bruit des bateaux et navires est principalement attribuable à la cavitation et à la vibration des hélices, aux moteurs de propulsion (bruit transmis à travers la coque du navire) ou à d'autres machines. Le bruit provenant de ces sources peut être exacerbé par un mauvais fonctionnement de la machinerie. La cavitation est généralement la source de bruit dominante selon Ross (1976, dans Richardson et al. 1995). Le spectre des fréquences du bruit de cavitation a été observé comme étant un bruit de large bande constitué d'impulsions vives qui correspondent à la fréquence de rotation des hélices et au nombre de pales (Erbe et Farmer, 2000). Le bruit provenant des vieux moteurs diesel de vitesse moyenne à grande vitesse est suffisamment fort pour éventuellement « éclipser » le bruit de la cavitation (Ross, 1976). Les moteurs diesel modernes construits avec des bielles articulées (surtout présents dans des pétroliers, cargos et porte-conteneurs) sont à vitesse lente (250 rpm) et relativement silencieux, la cavitation étant la source de bruit dominante (Richardson et al. 1995).

En général, plus un navire est gros, plus il émet des bruits à basse fréquence et intenses. Une comparaison des bandes de tiers d'octave associées à la fois aux petits, moyens et grands navires est fournie à la Figure 7.5. Dans une opération impliquant des navires de diverses tailles, le bruit sera principalement occasionné par les navires de moyennes et grandes tailles. À une distance relativement proche, les petits bateaux avec des moteurs hors-bord, tels que les zodiacs, pourront également contribuer considérablement au niveau de bruits émis sous l'eau (Erbe 2002).



**Figure 7.5 Niveaux sonores sous-marins anticipés (1/3 octave) à 1 km pour a) Bateaux et b) Navires**

### 7.1.5.3 Effets biologiques

Si l'on examine les sons basés sur un effet hiérarchique, alors les sons les plus intenses dans le cadre du projet proposé seraient probablement associés à des sources sismiques utilisées lors des sondages du PSV, suivis des sons émis par la plate-forme de forage et ses opérations connexes et ceux des navires de soutien et des hélicoptères. La plupart des informations présentées sur le bruit dans les sections suivantes porteront sur des sources sismiques, car celles-ci sont susceptibles de produire les plus fortes réactions chez les récepteurs visés par le projet. Un sondage du PSV pourrait être entrepris dans le cadre du programme de forage d'exploration. Ce type de levé sismique produit un son d'intensité plus faible que ceux associés à des levés sismiques en 2-D ou 2-D.

### Les poissons

On en connaît peu sur les effets de ces bruits sur les poissons en raison de la rareté des données expérimentales. Une des préoccupations est que les sons anthropogéniques affectent la communication et la détection de la scène auditive. Les bruits d'origine anthropique présentent plusieurs autres effets potentiels (Popper et Hastings 2009). Le contraste entre les deux types de sons est souvent que l'exposition à des sources sonores intenses est relativement brève, car les sons sont émis dans une zone localisée et leurs sources sont souvent en mouvement. En revanche, les sons de longue durée, émis dans un port où il y a beaucoup d'activité, par exemple, sont omniprésents dans une grande région et ne peuvent pas facilement être évités.

Il existe plus de 50 familles de poissons qui produisent des sons (Myrberg 1980). Les sons émis par ces poissons sont normalement générés dans une plage de 50 à 3000 Hz. Les poissons utilisent généralement les sons pour communiquer entre eux, naviguer, détecter leurs proies et repérer leurs prédateurs. On croit que la transmission du son joue un rôle important pour des espèces comme la morue et l'aiglefin lors de l'accouplement. (Engen et Folstad 1999; Hawkins et Amorin, 2000). Les signaux sismiques sont typiquement dans la gamme de 10 à 200 Hz (Turnpenny et Nedwell 1994) et chevaucheront donc légèrement les signaux produits par les poissons. Cependant, le fait de détecter un signal ne signifie pas que le poisson aura une réaction mesurable pour celui-ci. La capacité auditive des poissons varie considérablement selon, tout comme les effets de l'exploration sismique. Les effets peuvent également varier au sein d'une même espèce, car les signaux sismiques ont un effet plus prononcé sur les plus gros poissons (Engås et al. 1996).

Le nombre limité d'études disponibles laisse croire que les sons d'origine anthropique, même à partir de sources de très haute intensité, pourraient n'avoir aucun effet dans certains cas sur les récepteurs. Dans d'autres cas, il pourrait entraîner de petites variations, parfois temporaires, dans leur comportement ou même leur mort. Tous les poissons étudiés à ce jour sont en mesure d'entendre des sons (Fay et Popper 2000; Kasumyan 2005; Popper et Fay 2010) et ils ont deux systèmes sensoriels pour la détection des mouvements de l'eau: l'oreille interne (il n'y a pas d'oreille externe ou moyenne) et le système latéral. L'oreille sert à détecter des sons à des centaines, voire des milliers de Hz (selon les espèces), tandis que le système latéral détecte les sons de basse fréquence (par exemple, 100 Hz), mais il est généralement considéré comme essentiellement un détecteur de mouvement (Slabbekoorn et al. 2010).

Les poissons munis de vessies natatoires et de couplages auditifs spécialisés dans l'oreille interne (par exemple, le hareng) sont très sensibles au niveau de pression sonore. Les poissons munis d'une vessie natatoire, mais sans couplage auditif spécialisé (par exemple, la morue et le sébaste) sont modérément sensibles, tandis que les poissons munis d'une vessie natatoire réduite ou absente (par exemple, le maquereau et la plie) sont peu sensibles (Fay, 1988). Fay (1988) a développé un seuil approximatif pour chacune de ces trois classifications de la sensibilité auditive. Le groupe hautement sensible a un seuil d'audibilité de moins de 80 dB re 1  $\mu$ Pa. Le seuil modérément sensible se situe entre 80 et 100 dB re 1  $\mu$ Pa et le seuil des poissons les moins sensibles se situe à 100 dB re 1  $\mu$ Pa. Ces seuils de sensibilité ont été obtenus dans des conditions de laboratoire silencieuses. On croit que les seuils de niveau de pression sonore pour les activités sismiques menées dans l'océan seront supérieurs à 40 dB. Une comparaison des espèces moyennement sensibles comme la morue, l'aiglefin, la goberge et le sébaste a permis d'établir qu'une réaction mesurable de comportement se produit entre 160 à 188 dB re 1  $\mu$ Pa (Turnpenny et Nedwell 1994). Les niveaux sonores à la source lors de levés sismiques excèdent généralement les niveaux de bruit qui provoquent une réaction chez les poissons, de sorte que la zone dans laquelle les poissons réagissent au bruit pourrait s'étendre sur plusieurs kilomètres en pleine mer. À titre comparatif, le bruit ambiant sous l'eau lors de mauvais temps est de l'ordre de 90 à 100 dB re 1  $\mu$ Pa. À titre d'exemple, les gros pétroliers peuvent produire un niveau de pression sonore à la source de 170 dB re 1  $\mu$ Pa @ 1 m.

Les poissons devraient réagir à un niveau de pression sonore de pointe typique de 250 à 255 dB re 1  $\mu$ Pa sur une distance de 3 à 10 km (Engås et al. 1996). Une réaction peut simplement signifier un changement de direction. La portée spatiale de la réaction chez les poissons variera considérablement avec les changements dans l'environnement physique dans lequel les sons sont émis. Dans un environnement donné, on a observé des changements dans la répartition des espèces à l'intérieur d'une zone de 74 x 74 km (40 x 40 miles nautiques) et de 250 à 280 m de profondeur pendant plus de cinq jours après l'achèvement des tirs, les poissons faisant plus de 60 cm étant affectés plus que les petits poissons (Engås et al. 1996).

La première fois que le son a été utilisé par les humains pour localiser des objets sous l'eau était peu après le naufrage du Titanic en 1912. Après cela, l'utilisation de sonars basse fréquence est devenue très répandue pour la navigation et la localisation de sous-marins et d'autres objets (Slabbekoorn et al. 2010). Les effets des sons émis par les sonars ont été étudiés par Popper et al. (2007) et Halversen et al. (2006) en y exposant plusieurs espèces différentes de poissons, dont la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et la barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*). Ces études ont été réalisées en utilisant un transducteur sonar et en exposant les poissons à des sons d'un niveau de pression sonore aussi élevé que 193 dB re  $\mu$ Pa 1 (RMS) en continu pendant un maximum de 216 secondes. Les résultats n'ont indiqué aucun cas de mortalité et aucun dommage aux tissus auditifs et non auditifs, mais ont démontré une élévation de seuil d'audibilité (TTS) chez les deux espèces. La perte auditive fut récupérée dans les 48 heures pour ce qui est de la barbue de rivière, et il n'y avait pas assez de données pour déterminer le seuil de récupération chez la truite arc-en-ciel. Les données pour les autres poissons de mer ont démontré que l'exposition à des bruits peu fort peut entraîner une élévation de seuil d'audibilité chez quelques espèces qui ont été étudiées, y compris les poissons rouges (*Carassius auratus*) et d'autres poissons présentant des capacités auditives (Scholik et Yan 2001, 2002; Amoser et Ladich 2003; Amoser et al 2004; Smith et al, 2004). Trois études où l'on a utilisé des sons d'intensité élevée ont également démontré que les individus avaient subi des dommages aux cellules ciliées sensorielles de leurs oreilles internes, les cellules responsables de transduire les signaux sonores en impulsions neurales (Hastings et al. 1996; McCauley et al. 2003).

Popper et al. (2005) ont exposé plusieurs espèces de poissons à de faibles tirs sismiques dans une rivière et n'ont trouvé aucun dommage aux cellules ciliées sensorielles de leurs oreilles (Song et al. 2008). Deux des trois espèces testées ont montré une certaine perte d'ouïe par rapport aux animaux témoins avec une récupération complète de l'ouïe dans les 18 à 24 heures après l'exposition.

Il y a eu plusieurs études qui ont examiné les effets de l'exposition au bruit à long terme sur les poissons (Scholik et Yan 2001, 2002; Amoser et Ladich 2003; Amoser et al. 2004; Smith et al. 2004, 2006; Wysocki et al. 2006). Ces études montrent que les poissons qui ont des spécialisations anatomiques qui les rendent plus aptes à détecter des niveaux inférieurs de pression sonore subissent une perte d'ouïe temporaire lorsqu'ils sont exposés à des niveaux accrus de bruit de fond pendant 24 heures ou plus, tandis que les poissons n'étant pas munis de ces spécialisations peuvent ne pas subir de perte auditive. Smith et al. (2004) ont étudié la perte d'ouïe chez les poissons en exposant des individus pendant plus de 20 jours à un bruit à large bande de 170 dB re 1  $\mu$ Pa (RMS). Ils ont constaté une perte d'ouïe importante chez le

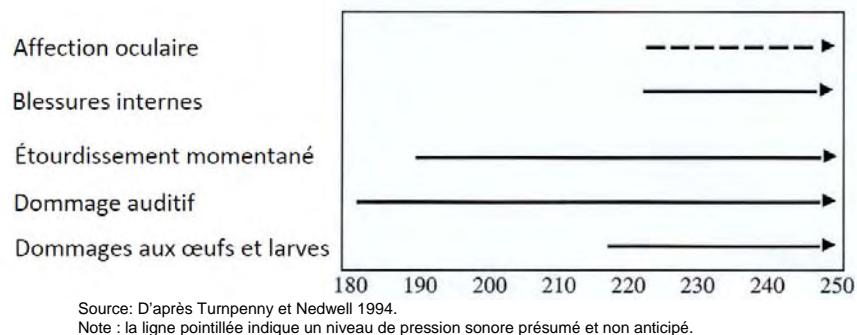
poisson rouge, une espèce spécialisée pour détecter les basses fréquences, mais aucune perte chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), une espèce non spécialisée. Des résultats similaires furent rapportés dans d'autres études. Les résultats de ces études suggèrent que le taux de perte auditive qui survient chez les poissons pourrait être en corrélation avec le niveau de pression acoustique du bruit par rapport au seuil d'audibilité des poissons.

On a observé des poissons qui se rassemblaient, se mettaient à l'abri ou cherchaient de la nourriture à des endroits où les niveaux sonores étaient artificiellement élevés. Il existe de nombreuses observations anecdotiques quant à la présence de poissons sous des ponts bruyants ou à proximité de navires bruyants, ce qui indique que les effets indésirables ne sont pas nécessairement manifestes et évidents. Les observations anecdotiques ne permettent toutefois pas de déterminer si les poissons subissent des conséquences négatives liées au bruit (Slabbekoorn et al. 2010). Plusieurs études sur des poissons en captivité ont montré une augmentation de la sécrétion de cortisol, l'hormone du stress pendant l'exposition à un bruit blanc ou un bruit de bateau simulé (Smith et al. 2004; Wysocki et al. 2006, 2007.). D'autres études récentes sur les indicateurs potentiels de stress chez les poissons en captivité indiquent que le bruit augmente la fréquence cardiaque (Graham Cooke et 2008) et la motilité accrue liée à plusieurs paramètres sanguins (Buscaino et al. 2010). La productivité des populations dans les zones bruyantes pourrait non seulement être affectée par une baisse du nombre et de la qualité des individus, mais pourrait également diminuer en raison de déficiences reproductives. On a déjà observé des cas d'interruption réelle de frai chez le gardon (*Rutilus rutilus*) et le rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*) occasionnée par l'approche rapide d'un bateau à moteur (Boussard, 1981). Ces études laissent croire que le son d'origine anthropique pourrait être un facteur de stress dans les plans d'eau naturels.

La réaction des poissons au bruit pourrait n'entraîner aucun changement manifeste dans leur comportement. Dans certains cas, les sons pourraient provoquer une réaction de sursaut sans réel changement de comportement (Wardle et al. 2001). Dans d'autres cas, les poissons pourraient s'affoler pendant la durée du bruit ou tout simplement quitter les lieux pendant de courtes ou longues périodes (Slotte et al. 2004).

Kosheleva (1992) n'a observé aucun effet physiologique évident chez les poissons se trouvant au-delà de 1 m d'une source de 220 à 240 dB re 1µPa. Hastings (1990) rapporte que le seuil létal pour les poissons débute à 229 dB, en notant un étourdissement momentané dans la plage de 192 à 198 dB. Turnpenny et Nedwell (1994) ont déduit que la cécité peut être provoquée chez les poissons exposés aux explosions de manchons pneumatiques de l'ordre de 214 dB. Un résumé des blessures causées aux poissons par l'exposition à diverses pressions sonores est présenté à la figure 7.6. Les dommages auditifs débutent à 180 dB, l'étourdissement momentané à 192 dB et les blessures internes à 220 dB.





**Figure 7.6** Seuil de niveau de pression sonore occasionnant des blessures aux poissons

Un impact sonore spécifique qui pourrait potentiellement conduire à une efficacité de reproduction plus faible pour les poissons est de masquage des sons communicatifs. Plus de 800 espèces sont connues pour produire des sons et les sons qu'elles produisent sont des signaux à large bande (plus grande énergie <500 Hz). Les variations distinctes dans les caractéristiques spectrales et temporelles peuvent être liées à des espèces, des populations et le genre (Slabbekoorn et al. 2010.), ce qui laisse croire, selon les variations acoustiques, que le son peut servir de support d'information dans la communication acoustique chez les poissons (Tavolga 1971; Ladich 2004; Myrberg, 1981).

Les poissons sont connus pour produire des sons dans les frayères (Saucier et Baltz 1993; Aalbers 2008) et lors d'interactions de séduction (Myrberg et al. 1986; McKibben et Bass, 1998). Les sons pourraient servir à rassembler des individus lors de la reproduction, contribuant peut-être aussi à la synchronisation de la libération des gamètes mâles et femelles (Myrberg et Lugli 2006). De récentes données expérimentales ont montré sans équivoque que les sons peuvent modifier les décisions quant au choix du partenaire chez les poissons. Les femelles *Pundamilia nyererei*, devant un choix de partenaires identiques, semblent préférer interagir avec les mâles émettant des sons conspécifiques (Verzijden et al. 2010). Le son influence également sur les préférences sexuelles chez la morue de l'Atlantique (Rowe et al. 2008).

Le masquage conduisant à une réduction de la distance de détection peut potentiellement nuire aux accouplements. En ce moment, il y a un manque de preuves empiriques démontrant cet effet chez les poissons. Il est non seulement essentiel d'évaluer les niveaux de seuil de signal-bruit pour connaître les impacts du bruit anthropique sur la détection et la reconnaissance des sons pertinents, mais l'on doit aussi connaître l'ampleur potentielle de l'impact d'un tel masquage dans des conditions naturelles (Slabbekoorn et al. 2010).

L'ouïe et la localisation des sons peuvent également être utilisées pour la localiser des proies et éviter des prédateurs. Bien que les requins et d'autres poissons cartilagineux aient une sensibilité auditive relativement faible par rapport aux autres poissons, ils ont été vus à proximité de sources sonores irrégulières émises par impulsions, ce qui pourrait indiquer la présence de proies faciles (Myrberg 2001). Les poissons qui s'alimentent en surface peuvent localiser précisément leurs proies en écoutant les vagues de surface produites lorsque les

proies entrent en contact avec l'eau (Hoin-Radkovsky et al. 1984). Les *Aulonocara* sont même capables de percevoir le bruit de leur proie dans les sédiments immergés (Konings 2001). Chez d'autres espèces, il y a corrélation entre la perception de bandes passantes larges et l'évitement des prédateurs. Les harengs (*Clupeidae*) du genre *Alosa* genre sont capables de détecter des ultrasons (jusqu'à 180 kHz), ce qui pourrait permettre la détection et l'évitement de l'écho-localisation des baleines (Popper et al. 2004; Dokseater et al. 2009). Alors que les données manquent chez les poissons, on croit que les effets de masquage anthropiques sur les relations prédateur-proie pourraient être généralisés (Slabbekoorn et al. 2010).

Slabbekoorn et al. (2010) notent que le son est important pour les poissons et que la hausse des niveaux de bruit artificiel sous l'eau peut avoir des conséquences négatives pour les individus ainsi que les populations. Ils notent également que le sonar, l'empilage et les explosions attirent généralement l'attention. Il est raisonnable de soutenir que le plus grand impact sur les poissons proviendra de sons moins intenses qui sont de plus longue durée et qui peuvent affecter des écosystèmes entiers.

## **Plancton**

Les espèces planctoniques et œufs de poissons et invertébrés se retrouvant dans le voisinage immédiat des manchons pneumatiques sont probablement les plus vulnérables aux activités sismiques, simplement parce qu'ils ne peuvent pas s'en éloigner. Plusieurs études ont conclu que les dommages physiques directs sur les œufs et larves sont causés par des pressions sonores dépassant 220 dB re 1  $\mu$ Pa (voir tableau 7.6). Des preuves démontrent que ces dommages physiques se limitent à quelques mètres des manchons pneumatiques (Gausland 1992). Les études sur les effets de l'exposition sismique sur les œufs et les larves de poissons (par exemple, Kostyuchenko 1973; Dalen et Knutsen 1987; Holliday et al. 1987; Matishov 1992; Booman et al. 1996; Dalen et al. 1996) ont démontré que les effets semblaient être minimes et que les taux de mortalité n'étaient pas significativement différents que ceux des contrôles expérimentaux. En règle générale, toute mortalité observée chez les larves a eu lieu à 0,5 à 3 m de la source. Par exemple, certaines lésions tissulaires rétinienne ont été observées chez les larves de morue exposée à 1 m d'un manchon pneumatique (Matishov 1992). Une étude a conclu qu'il y avait un potentiel d'effets pathologiques sur les œufs et les larves à 5 m de la source (Kostyuchenko 1973). L'application d'un modèle mathématique, selon un scénario de la pire éventualité, pour étudier les effets de l'énergie sismique sur les œufs et les larves de poissons a démontré que les taux de mortalité causée par l'exposition aux séismes sont si faibles par rapport au taux de mortalité naturelle, que l'impact de l'activité sismique sur le recrutement d'un stock de poissons serait négligeable (Saetre et Ona, 1996).

## **Mollusques et crustacés**

Aucune structure physique n'a été découverte chez les invertébrés aquatiques qui sont stimulés par la composante du niveau de pression sonore. Toutefois, les vibrations (p. ex., les troubles mécaniques de l'eau) sont également caractéristiques des ondes sonores. Plutôt que d'être sensibles à la pression, les invertébrés aquatiques semblent être plus sensibles à la composante vibratoire du son (Breithaupt 2002). Les statocystes peuvent être un moyen de détection de vibrations chez les invertébrés aquatiques.

**Tableau 7.6 Observations des étapes du cycle de vie d'espèces exposées à une activité sismique (distance rapprochée)**

Organisme	Cycle de vie	Distance d'exposition (m)	Niveau d'exposition estimé (dB re 1 µPa)	Réaction observée	Référence
Goberge	Œuf	0.75	242	Certains cas de mortalité différée	Booman et al. 1996
Morue	Larves	5	220	Mortalité immédiate	Booman et al. 1996
	Alevin	1.3	234	Mortalité immédiate	
	Larves âgées de 5 jours	1	250	Délamination de la rétine	Matishov 1992
	Œufs	1 à 10	202 à 220	Aucun signe de blessure	Dalen et Knutsen 1987
Plie ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	Œufs et larves	1	220	Taux de mortalité élevé (non spécifié)	Kosheleva 1992
		2	214	No effect	
Anchois ( <i>Engraulis mordax</i> )	Œufs	Inconnue	223	Taux de mortalité de 8,2 %	Holiday et al., dans Turnpenny et Nedwell 1994
	Larves âgées de 2 jours	3	238	Rupture de la vessie gazeuse	
Rouget doré ( <i>Mullus surmuletus</i> )	Œufs	1	230	7.8 % des œufs endommagés	Kostyuchenko 1973
		10	210	Aucune blessure	
Poissons Diverses espèces	Œufs	0.5	236	17 % des individus morts en 24 h	Kostyuchenko 1973
		10	210	2,1 % des individus morts en 24 h	
Crabe dormeur ( <i>Cancer magister</i> )	Larves	1	231	Aucun effet observé sur la mue ou la survie à long terme	Pearson et al. 1994

Un nombre limité d'études ont été menées sur la sensibilité de certaines espèces d'invertébrés aux sons sous-marins. Les données disponibles suggèrent qu'ils sont capables de détecter des vibrations, mais ils ne semblent pas être capables de détecter des fluctuations de pression. De nombreux invertébrés sont capables de produire un son, y compris les bernacles, amphipodes, crevettes, crabes et homards (Au et Banques 1998; Tolstoganova 2002). Les invertébrés produisent généralement un son en grattant ou en frottant les diverses parties de leur corps, bien qu'ils produisent aussi des sons à l'aide d'autres moyens. Les sons émis par les invertébrés marins peuvent être associés à un comportement territorial, à l'accouplement, à la parade nuptiale, et à l'agression.

Les capacités de détection acoustique chez les crustacés décapodes sont les mieux comprises et les plus étudiées chez les invertébrés. Les crustacés semblent être plus sensibles aux sons de basses fréquences (par exemple, 10 000 Hz) (Budelmann 1992; Popper et al. 2001). Une étude menée par Lovell et al. (2005) laisse croire que les crevettes (*Palaemon serratus*) sont plus sensibles aux sons de basses fréquences que ce que l'on croyait auparavant. Lovell et al. (2006) ont démontré que les crevettes roses sont capables de détecter une tonalité de 500 Hz indépendamment de la taille de leur corps et du nombre et de la taille relative des cellules

ciliées statocystes. Des études sur les homards américains suggèrent que ces crustacés sont plus sensibles aux sons de fréquences plus élevées que ce que l'on croyait auparavant (Pye et Watson III 2004).

Peu d'études ont évalué les effets potentiels de l'exposition au bruit sismique sur les invertébrés. Une étude pilote a été réalisée avec des crabes des neiges en captivité (*Chionoecetes opilio*) dans des conditions expérimentales contrôlées. Celle-ci consistait à exposer des mâles adultes, des femelles porteuses d'œufs et des œufs fécondés à diverses pressions sonores (191 à 221 dB re 1 µPa0-p) et à divers niveaux d'énergie sonore (de 130 à 187 dB re 1 µPa2 • s) (Christian et al. 2003, 2004). Aucune mortalité n'a été observée chez les crabes adultes 12 mois après l'exposition précitée. Cependant, une différence significative dans le taux de développement a été notée entre les œufs fécondés/embryons exposés et non exposés. La masse d'œufs exposée à l'énergie sismique était moins développée que celle non exposée. Il est à noter que les deux masses d'œufs provenaient de la même femelle et par conséquent, l'étude ne comprend pas de mesure de variabilité naturelle (Christian et al. 2003, 2004). Les indicateurs de stress dans l'hémolymphe des crabes des neiges mâles adultes ont été suivis à divers intervalles immédiatement après leur exposition aux sons sismiques (Christian et al. 2003, 2004). Aucune différence significative aiguë ou chronique n'a été observée entre les individus exposés et non exposés pour lesquels des indicateurs de stress différents ont été mesurés (par exemple, protéines, enzymes, compte du type de cellule).

Les macroinvertébrés benthiques sont moins susceptibles de subir les effets de l'activité sismique, car peu d'invertébrés sont munis de vessies gazeuses et les espèces benthiques sont généralement à plus de 20 m de la source sismique. La résilience de divers macroinvertébrés a été mise à l'épreuve en les exposant à courte distance à un manchon pneumatique actif (tableau 7.7). Le taux de blessures subies par les macroinvertébrés en raison de l'activité d'un levé sismique devrait être inférieur à celui indiqué pour les organismes planctoniques et les poissons. Les homards sont similaires aux crabes en ce qui a trait à leur résistance à l'activité sismique, car les décapodes ne sont pas munis de vessies gazeuses qui les rendent sensibles aux changements de pression. Les taux de mortalité et le développement des larves de stade II chez le crabe dormeur exposées à une simple charge séismique ont été comparés avec ceux des larves non exposées. Aucune différence statistiquement significative entre les larves exposées et non exposées n'a été observée quant à leur survie immédiate et à long terme, leur mue, même pour les larves exposées à 1 m de la source sismique (Pearson et al. 1994).

**Tableau 7.7 Observations des macroinvertébrés exposés à une activité séismique (distance rapprochée)**

Organisme	Distance d'exposition (m)	Niveau d'exposition estimé (dB re 1 µPa)	Réaction observée	Référence
Pétoncle d'Islande ( <i>Acequipecten irradians</i> )	2	217	Séparation occasionnelle des coquilles	Matishov 1992
Oursins ( <i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> )	2	217	15 % des épines se sont détachées	Matishov 1992
Moule ( <i>Mytilus edulis</i> )	0.5	229	Aucun effet détectable en 30 jours	Kosheleva 1992

Organisme	Distance d'exposition (m)	Niveau d'exposition estimé (dB re 1 $\mu$ Pa)	Réaction observée	Référence
Bigorneau ( <i>Littorina</i> spp.)	0.5	229	Aucun effet détectable en 30 jours	Kosheleva 1992
Crustacées ( <i>Gammarus locusta</i> )	0.5	229	Aucun effet détectable en 30 jours	Kosheleva 1992
Crevette brune ( <i>Cragnon cragnon</i> )	1	190	Aucune mortalité	Webb et Kempf 1992

Une étude collaborative a été menée dans le sud du Golfe afin d'étudier les effets de l'exposition au bruit occasionnés par des levés sismiques commerciaux sur des crabes des neiges femelles (MPO, 2004d). Cette étude présentait des problèmes de conception qui a faussé l'interprétation de certains résultats (Chadwick 2004). Des individus en cage ont été placés sur le fond de l'océan à un endroit dans la zone d'étude et à un autre endroit en dehors de la zone d'étude. Le niveau de pression sonore maximal perçue était d'environ 195 dB re 1  $\mu$ Pa0-p. Les crabes ont été exposés pendant 132 heures lors des levés, ce qui équivaut à des milliers de tirs sismiques de différents niveaux de pression sonore. Les individus ont été récupérés et transférés dans des laboratoires aux fins d'analyse. Aucune blessure aiguë, chronique, mortelle ou non mortelle n'a été observée chez les crabes femelles ou les embryons de crabe. Le MPO (MPO, 2004d) a signalé que certains individus avaient été aux prises à court terme avec des branchies, antennules et statocystes souillés, que certains présentaient des ecchymoses au niveau de l'hépatopancréas et des ovaires et que d'autres souffraient d'un détachement de la membrane externe de l'ovocyte.

Payne et al. (2007) ont mené une étude pilote sur les effets des bruits sismiques sur le homard (*Homarus americanus*) afin d'évaluer plusieurs paramètres physiologiques chez les animaux subissant une « faible » exposition d'environ 202 dB crête à crête et une « forte » exposition d'environ 227 dB crête à crête. Les paramètres incluaient le taux de survie du homard, sa consommation de nourriture, le taux de renouvellement et les protéines, les enzymes et le calcium sériques. Une étude histopathologique limitée a également été menée. Les observations ont été relevées sur une période de quelques jours à plusieurs mois.

L'exposition du homard à un haut et faible niveau sonore sismique n'a eu aucun effet sur la mortalité différée ou aucun dommage sur les systèmes mécano-sensorielles liés à l'équilibre et à la posture, tel qu'évalué par les taux de renouvellement (Payne et al. 2007). Il n'y avait aucune preuve de perte de pattes ou d'autres appendices. Des effets non létaux ont été observés à l'égard de l'alimentation et des propriétés biochimiques du sérum, certains effets étant parfois observés quelques semaines à plusieurs mois après l'exposition. Un changement histochimique a également été noté dans l'hépatopancréas d'animaux préalablement exposés à un bruit sismique (quatre mois avant), ce qui peut être liée à un « stress » d'organes. Bien que ces études initiales fussent de nature exploratoire, les scientifiques indiquent la nécessité de mener des études approfondies pour mieux déterminer les impacts des levés sismiques sur le homard (Payne et al. 2007).

Price (2007) a constaté que les moules bleues (*Mytilus edulis*) réagissaient à une tonalité pure continue de 10 kHz en observant une diminution de leur respiration. Les petites moules ne

semblaient réagir qu'après avoir été exposées pendant 30 minutes, tandis que les grandes moules réagissaient après 10 min d'exposition. Le taux de consommation d'oxygène avait tendance à diminuer davantage chez les moules plus grosses.

### **Oiseaux marins**

Les oiseaux ont de bonnes capacités auditives dans les airs (Fay, 1988), mais leurs capacités auditives sous l'eau demeurent inconnues et peu de renseignements sont disponibles sur le sujet. Les études sur les effets des canons à air et d'autres sons associés à des activités pétrolières et gazières menées au large des côtes sur les oiseaux marins sont extrêmement limitées. Le manque de données relatives aux oiseaux de mer et aux activités sismiques (ainsi qu'aux sons associés aux autres activités pétrolières et gazières en mer) peut être attribuable à la rareté des données ou au fait qu'il y a peu de preuves que des problèmes se produisent (Davis et al., 1998).

Le bruit généré par les manchons pneumatiques est axé vers le bas sous la surface de l'eau et les niveaux sonores propagés immédiatement à la surface ou tout juste sous la surface sont probablement inférieurs aux niveaux émis plus profondément dans l'eau (LGL, 2002). Au-dessus de l'eau, le son s'apparente à un coup de feu étouffé qui devrait avoir peu ou pas d'effet sur les oiseaux en vol ou qui se reposent sur l'eau. Il est possible que les oiseaux sur l'eau soient surpris par ce type bruit à une courte distance. Cependant, la présence de navires et d'autres structures pétrolières devrait dissuader les oiseaux de s'approcher de ces zones (CAMPUT 2005).

Les observations faites au cours d'un programme sismique dans la région du détroit de Davis n'ont montré aucune évidence de mortalité ou d'effets distributionnels sur les oiseaux marins (Stemp, 1985). Parsons (en Stemp 1985) a signalé que des puffins ont été observées la tête sous l'eau à moins de 30 m de sources sismiques (explosifs) et que ceux-ci n'ont pas réagi aux tirs. De même, des observateurs compétents ont signalé que des guillemots, fulmars et mouettes n'avaient pas subi d'effets néfastes lors de relevés sismiques dans la mer du Nord (Turnpenny et Nedwell, 1994). Evans et al. (1993) ont noté qu'il n'y avait aucune raison de croire que les oiseaux de mer étaient attirés ou repoussés par les essais sismiques menés en mer d'Irlande.

La plupart des espèces d'oiseaux marins qui fréquentent régulièrement la zone d'étude se nourrissent à moins de 1 m de la surface de l'océan, et cela comprend les membres des *Procellariidae*, *Hydrobatidae*, *Phalaropadinae* et les laridés. Les seuls oiseaux marins qui passent beaucoup de temps submergés dans l'eau sont les alcidés (mergule nain, marmette commune, guillemot de Brünnich, petit pingouin, guillemot à miroir et macareux). Les alcidés se procurent leur nourriture en plongeant sous l'eau et en propulsant leur corps rapidement dans l'eau à l'aide de leurs ailes. Tous sont capables d'atteindre des profondeurs considérables et de demeurer sous l'eau pendant des périodes prolongées (Gaston et Jones, 1998). Les guillemots plongent régulièrement jusqu'à une profondeur maximale de 100 m et peuvent demeurer sous l'eau jusqu'à 202 secondes (Gaston et Jones, 1998). Les effets des bruits sismiques sur les alcidés sont inconnus, mais ceux-ci n'utilisent probablement pas les sons pour se procurer leur nourriture. Cependant, toutes les six espèces sont assez vocales dans les aires de

reproduction, ce qui indique peut-être que leurs capacités auditives sont importantes dans cette partie du cycle de vie.

Une étude des effets des relevés sismiques sur des hareldes en mue dans la mer de Beaufort n'a démontré aucun effet sur leur comportement lorsqu'ils plongeaient; les auteurs ont toutefois indiqué qu'ils n'avaient pas la capacité de détecter les perturbations subtiles de tels effets (Lacroix et al., 2003). Le fou de Bassan peut plonger jusqu'à une profondeur de 10 m, mais il ne demeure sous l'eau que quelques secondes, ce qui diminue ses chances d'être perturbé par des bruits émis sous l'eau.

### **Mammifères marins**

Les mammifères marins se fient beaucoup aux sons sous-marins pour communiquer entre eux et obtenir des informations sur leur environnement. Les études montrent également que les mammifères marins entendent et réagissent à de nombreux sons artificiels, y compris les sons émis lors de l'exploration sismique (Richardson et al. 1995; Gordon et al. 2004; Nowacek et al. 2007; Tyack 2008). Les mammifères marins dépendent grandement des sons pour détecter leurs prédateurs ou leurs proies et les baleines à dents les utilisent pour l'écholocation.

Les capacités auditives de certains cétacés à dents ont été étudiées en détail (Richardson et al. 1995; Au et al. 2000), la sensibilité auditive de plusieurs espèces ayant été déterminé en fonction de la fréquence. Les baleines à dents de petite et moyenne taille qui ont été étudiées montrent que leur sensibilité auditive est relativement faible à des fréquences inférieures à 1 kHz et qu'elle est extrêmement bonne à plusieurs kHz.

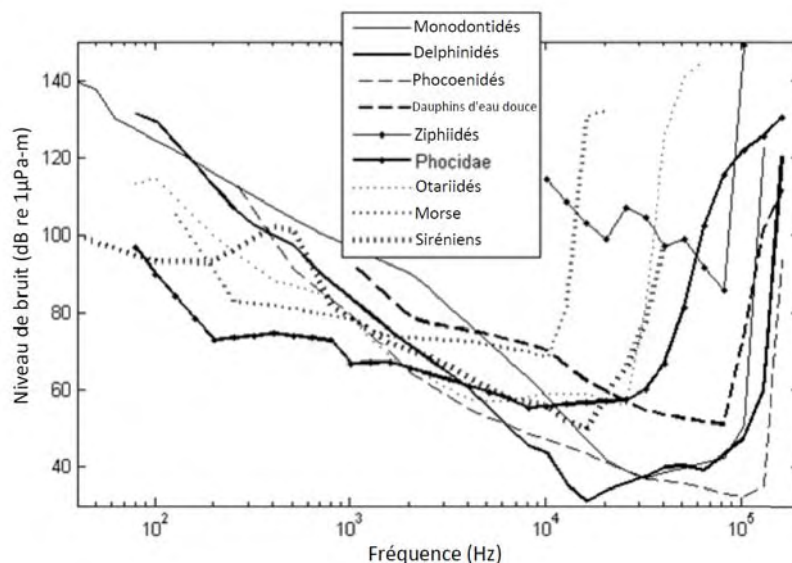
Il existe très peu de données sur les seuils d'audibilité absolus de la plupart des baleines à dents, comme le grand cachalot et la baleine à bec. Cook et al. (2006) ont constaté que la baleine de Gervais à bec juvénile présentait des potentiels évoqués auditifs allant de 5 kHz à 80 kHz (la gamme de fréquences testées), la meilleure sensibilité se situant entre 40 à 80 kHz. La baleine à bec de Gervais adulte avait une fréquence supérieure de coupure similaire de 80 à 90 kHz (Finneran et al. 2009).

La plupart des espèces de baleines à dents ont été classées comme appartenant au groupe des fréquences moyennes (FM), et les odontocètes de ce groupe présentent collectivement une capacité auditive fonctionnelle d'environ 150 Hz à 160 kHz (Southall et al. 2007). Les marsouins, les dauphins d'eau douce et les espèces appartenant aux genres *Cephalorhynchus* et *Kogia* sont classés comme appartenant au groupe des hautes fréquences (HF), ceux-ci présentant une capacité auditive fonctionnelle d'environ 200 Hz à 180 kHz (Southall et al. 2007).

En raison de pertes de propagation, les niveaux sonores diminuent en fonction de la distance. La perception d'un bruit est limitée par la courbe d'audibilité des animaux (audiogramme) et le niveau de bruit ambiant. Un audiogramme est un graphique montrant les seuils d'audibilité de sons purs en fonction de la fréquence. Les audiogrammes ont été mesurés pour seulement environ 20 espèces de mammifères marins et seulement quelques individus. D'un point de vue individuel, la variabilité des audiogrammes demeure inconnue. Le seuil rapporté se veut une

quantité statistique (par exemple, selon la méthode utilisée, le niveau auquel le son a été entendu 50 pour cent du temps).

Les audiogrammes des familles de mammifères marins sont présentés à la Figure 7.7. Les audiogrammes ci-dessous ont été assemblés et interpolés pour les fréquences centrales de bandes de tiers d'octave entre 40 Hz et 200 kHz. Pour chaque famille, le seuil le plus bas de toutes les espèces et tous individus a été tracé à chaque fréquence. Le calcul des niveaux de bande de tiers d'octave (couramment utilisé pour l'évaluation des impacts sur les mammifères marins) constitue un moyen pratique pour pondérer les audiogrammes individuels et lisser les audiogrammes des différentes espèces (Figure 7.7).



**Figure 7.7 Audiogrammes relatifs aux sons émis sous l'eau pour les mammifères marins**

Aucune mesure directe n'existe quant aux audiogrammes sous-marins de la loutre de mer, du cachalot et de la baleine à fanons. On peut croire que les fréquences auxquelles ils sont le plus sensibles correspondent aux fréquences de leurs appels. D'autres indicateurs de la sensibilité auditive de ces mammifères proviennent d'expériences d'exposition contrôlée visant à déterminer leurs réactions à divers sons. L'étude anatomique des oreilles de baleines laisse croire que leur sensibilité auditive se situe entre 10 Hz et 30 kHz (Ketten 2000). Bien que les capacités auditives des baleines à fanons (mysticètes) n'aient pas été étudiées directement, des preuves comportementales et anatomiques indiquent qu'elles peuvent bien percevoir des fréquences inférieures à 1 kHz (Richardson et al. 1995; Ketten 2000). On a constaté que certaines baleines à fanons réagissaient aux bouées acoustiques actives émettant des sons jusqu'à 28 kHz, mais pas aux bouées ou aux sonars émettant des sons de plus de 36 kHz (Watkins, 1986). On a aussi constaté que les baleines à fanons émettaient des sons à des fréquences pouvant atteindre 8 kHz et les baleines à bosse plus de 24 kHz (Au et al. 2006). Frankel (2005) a noté que les baleines grises réagissaient aux fréquences de 21 à 25 kHz émises par un sonar.



L'anatomie de l'oreille interne de la baleine à fanons indique qu'elle peut être bien adaptée pour la détection de sons de basse fréquence (Ketten 1991, 1992, 1994, 2000; Parks et al. 2007b). Toutefois, les rorquals à bosse et les petits rorquals (Berta et al. 2009) peuvent avoir une certaine sensibilité auditive aux fréquences supérieures à 22 kHz. Les baleines à fanons présentent collectivement une capacité auditive fonctionnelle qui semble se situer à l'intérieur d'une plage de 7 Hz à 22 kHz et on les considère comme le groupe des basses fréquences (BF) (Southall et al. 2007). Les niveaux sonores absolus qu'elles peuvent détecter en deçà de 1 kHz sont probablement limités par l'augmentation des niveaux de bruit naturel ambiant à des fréquences décroissantes (Clark et Ellison 2004). Les niveaux sonores ambiants sont plus élevés dans les basses fréquences que dans les fréquences de hauteur moyenne. À des fréquences inférieures à 1 kHz, les niveaux naturels ambiants tendent à augmenter lorsque la fréquence diminue.

Les systèmes auditifs des baleines à fanons semblent être plus sensibles aux sons de basse fréquence que ceux des petites baleines à dents. Par conséquent, les baleines à fanons sont susceptibles d'entendre des impulsions de canon à air sur de plus grandes distances que les petites baleines à dents et, à de courtes distances, elles pourraient aussi percevoir ces impulsions plus intensément. Toutefois, des baleines à fanons ont souvent été aperçues dans des régions où l'on pratiquait des levés sismiques et celles-ci n'ont démontré aucune réaction manifeste aux sons produits.

Le domaine des fréquences audibles des pinnipèdes dans l'eau se situe apparemment entre 75 Hz à 75 kHz (Southall et al. 2007), bien que certaines espèces, en particulier les phoques à oreilles, n'aient pas un aussi vaste champ d'audibilité (Richardson et al. 1995). Comparativement aux baleines à dents, les pinnipèdes ont tendance à être plus sensibles aux basses fréquences, leur haute fréquence de coupure est inférieure et ils sont moins sensibles à la fréquence qu'ils perçoivent le mieux.

Certains des phoques phocidés sont plus sensibles aux basses fréquences ( $\leq 1$  kHz) que les baleines à dents. En deçà de 30 à 50 kHz, le seuil auditif de la plupart des espèces de pinnipèdes examinées est essentiellement plat à environ 1 kHz et varie entre 60 et 85 dB re 1  $\mu$ Pa. Les mesures relatives aux phoques communs indiquent qu'en deçà de 1 kHz, leur seuil d'audibilité, sous des conditions ambiantes calmes, se détériore progressivement à mesure que la fréquence diminue (environ 75 dB re 1  $\mu$ Pa à 125 Hz) (Kastelein et al. 2009). Quant aux otaries, leur haute fréquence de coupure est plus faible que celle des phocinidés et leur sensibilité aux basses fréquences (par exemple, 100 Hz) est inférieure à celle des phoques.

Le bruit ambiant sous l'eau et les sons anthropomorphes peuvent empêcher un animal de détecter un autre son à travers un processus connu sous le nom de « masquage ». Le masquage se veut l'obscurcissement d'un son d'intérêt par des sons brouilleurs, généralement de fréquences similaires (Richardson et al. 1995). Les sons émis sous l'eau réduisent par le masquage la distance de communication efficace d'un mammifère marin si la fréquence de la source s'apparente à celle qu'il utilise et si le bruit anthropique est présent pendant une période de temps significative (Richardson et al. 1995). Le masquage peut être occasionné par des sons naturels (vents forts, fortes pluies, etc.) ou des sons anthropiques (hélice de navire, etc.).

La mer est un milieu naturellement bruyant et même en l'absence de sons anthropiques, ses bruits parasites naturels peuvent masquer de faibles signaux provenant de sources éloignées. Les signaux pouvant être masqués sont ceux qu'utilisent les animaux pour s'orienter (écholocalisation), pour communiquer entre eux, pour repérer leurs proies et prédateurs, etc. Si les fréquences utilisées par les espèces et les sons émis sous l'eau ne se chevauchent pas, ou se chevauchent à peine, les communications ne devraient pas être perturbées.

Tous les mammifères marins émettent des sons qui sont produits intérieurement. D'autres sons, qui peuvent aussi jouer un rôle social ou communicatif, sont générés quand un animal heurte un objet ou entre en contact avec la surface de l'eau. Les sons émis par les baleines à dents (par exemple, les dauphins, les globicéphales et le cachalot) sont générés dans le système nasal, pas le larynx. Ils peuvent être classés en trois catégories: les sifflets tonals, les rafales d'impulsions et les clics d'écholocalisation. Les sons des sifflets et rafales d'impulsions ont une fonction sociale. Certaines baleines à dents ne sifflent pas (par exemple, *Phocoenidés*, *Cephalorhynchus sp.* *Kogia sp.*, *Physeter macrocephalus*). La fréquence fondamentale des sifflets se situe en dessous de 20 à 30 kHz. Les sifflets peuvent être classés selon la forme de leur fréquence fondamentale en fonction du temps: fréquence constante, ascendante, descendante, concave (colline), convexe (vallée), sinusoïdale. Les rafales d'impulsions sont des séries d'impulsions à large bande ayant une énergie ultrasonique substantielle. Les clics d'écholocalisation sont à large bande et principalement dans la plage ultrasonique. Les niveaux d'émission et les intervalles des rafales d'impulsions sont inférieurs à ceux des clics d'écholocalisation. Tous deux émettent des impulsions sonores très étroites.

Les baleines à dents (par exemple, les dauphins, les globicéphales et les cachalots) communiquent en utilisant deux types de sons: 1) signaux continus à bande étroite et modulés en fréquence qui durent de plusieurs dixièmes de seconde à plusieurs secondes et dont la gamme de fréquences s'étend de 2 à 25 kHz (Tyack et Clark 2000); et 2) Séries de clics à large bande dont les fréquences maximales varient de plusieurs dizaines de kilohertz à plus de 100 kHz (Norris et Evans 1966; Au 1980). Elles sont constituées de quelques clics ou de centaines de clics et sont utilisées pour la communication, l'orientation et la détection d'objets (Au 1993). Le spectre des basses fréquences des sons industriels ne chevauchera généralement pas les hautes fréquences qu'utilisent les baleines à dents pour s'orienter (écholocalisation). Le sonar à balayage latéral émet des impulsions sonores dans des faisceaux étroits à 105 et 390 kHz. L'échosondeur émet des impulsions à 24 , 200 et 240 kHz. L'impulsion de 105 kHz émise par le sonar à balayage latéral et celle de 24 kHz émise par l'échosondeur sont susceptibles d'être perçues par les baleines à dents, mais aucun masquage significatif ne devrait se produire en raison du fait que les impulsions sont courtes et que leurs largeurs de bande sont étroites.

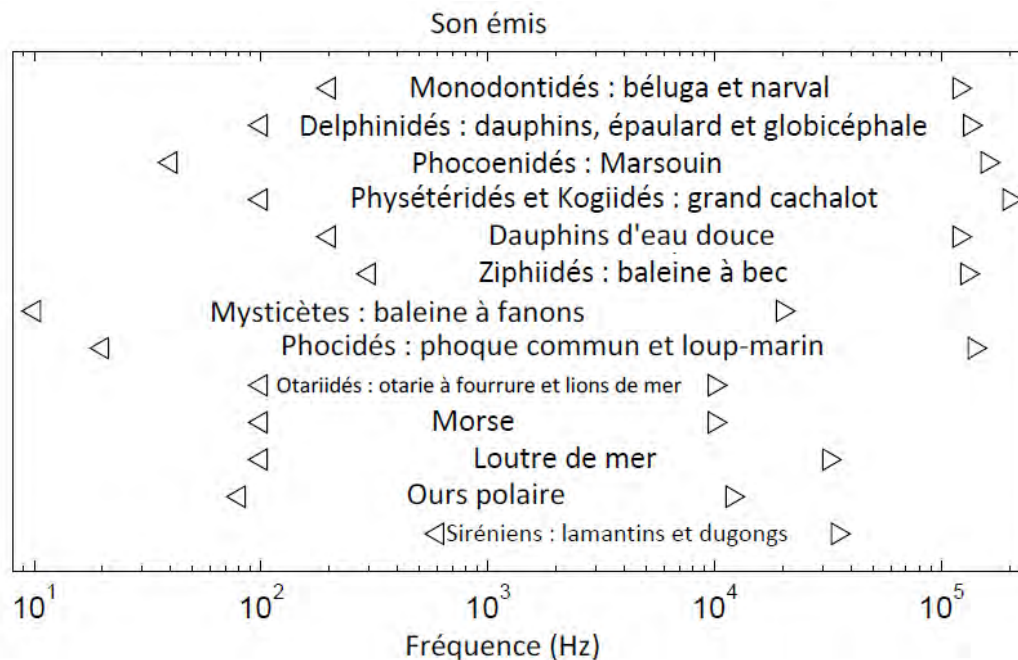
Le mécanisme de production sonore des baleines à fanons (par exemple, le petit rorqual, le rorqual à bosse et le rorqual commun) n'est pas clair. Les sons peuvent être classés en appels et en chants. Les appels ont été classés en appels simples (basse fréquence de 1 kHz, bande étroite, fréquence et amplitude modulées), appels complexes (haut débit, de 500 à 5 000 Hz, fréquence et amplitude modulées), grondements et coups (durée de 0,1 s, de 100 à 1 000 Hz) et en clics et impulsions (courte durée de 2 ms, de 3 à 30 kHz) (Clark, 1990). Les chants enregistrés provenaient de la baleine à bosse, de la baleine boréale, du rorqual bleu et du

rorqual commun. Le chant de la baleine à bosse peut être décomposé en thèmes qui sont constitués de répétitions de phrases constituées de différents agencements (énergie pouvant atteindre 30 kHz). Les baleines à fanons communiquent en utilisant des sons de basse fréquence (généralement compris entre 25 Hz et 4 kHz [Richardson et al. 1995; Erbe 2002]) qui se propagent sur de longues distances. La durée de ces sons varie entre 50 ms, dans le cas de bruits sourds émis par un petit rorqual (Winn et Perkins 1976; Thompson et al. 1979), et 36 s, dans le cas de gémissements produits par une baleine bleue (Cummings et Thompson, 1971).

Les pinnipèdes émettent des sons dans l'air et sous l'eau, lesquels sont souvent décrits par des onomatopées : grognement, bourdonnement, jappement, rugissement, gémissement, grincement, clics (Richardson et al. 1995; UA et Hastings 2008).

Les bandes de fréquences de sons émis par les mammifères marins (y compris l'écholocation) sont illustrées à la Figure 7.8.

Les animaux marins contribuent également au niveau de bruit ambiant naturel. Les appels d'une baleine bleue ont été enregistrés sur une distance de 600 km (Stafford et al. 1998). Un appel de cachalot peut être aussi fort que 232 dB re 1µPa à 1 m (rms) (Møhl et al. 2003) et une espèce de crevettes a été enregistrée à 185 à 188 dB re 1µPa à 1 m (UA et banques, 1998). Dans les zones où le bruit de fond naturel est relativement élevé, comme à proximité d'une rupture de plateau, les bruits anthropiques peuvent être masqués et devenir moins perceptibles. Les bruits anthropiques ne peuvent être détectés par les mammifères marins une fois que ceux-ci chutent sous les niveaux de bruit ambiant. Compte tenu de cela et du fait que la réaction des mammifères variera selon les espèces et les individus, la zone d'influence potentielle du bruit sur les mammifères marins est très variable.



**Figure 7.8 Bandes de fréquence des sons émis par les mammifères marins**

Les mammifères marins évoluent dans un environnement qui contient une variété de sons naturels et où se produit un certain masquage. Ainsi, les mammifères marins ont développé des systèmes et comportements pour réduire ces effets de masquage (NRC 2003). Comme on en sait peu sur la façon dont une interruption temporaire de détection sonore affecte les mammifères (Richardson et al. 1995), il est très difficile d'évaluer les effets environnementaux s'y rattachant. En général, les effets du bruit naturel et des bruits anthropiques sont moins graves lorsqu'ils sont intermittents que continus (CNRC, 2003). Le niveau de masquage peut être considérablement réduit si le bruit d'origine anthropique provient d'une direction différente de la vocalisation de mammifères (NRC 2003). Bien que les mammifères marins puissent modifier leur comportement pour réduire les effets du masquage, les efforts physiologiques liés à ces changements de comportement ne peuvent être estimés pour le moment (NRC 2003).

L'énergie acoustique des pulsations sonores produites par les canons sismiques et les sondeurs de vase se confond avec les fréquences utilisées par les baleines à fanons. La durée et la discontinuité de ces courtes émissions ne devraient pas interférer avec les appels des baleines à fanons. Les signaux de sonar et de sondeurs de balayage latéral ne chevauchent pas les fréquences prédominantes des appels de baleines à fanons, ce qui limite aussi les effets de masquage. On a observé plusieurs espèces de baleines qui répondaient aux impulsions sismiques, y compris la baleine boréale (Richardson et al. 1986), le rorqual bleu et le rorqual commun (McDonald et al., 1995).

Le spectre de basse fréquence du bruit industriel ne se superposera pas avec les hautes fréquences d'écholocation qu'utilisent les bélugas, les dauphins ou les globicéphales. Parce que les émissions des profileurs sismiques et des sondeurs de vase sont intermittentes et de faible fréquence, les effets de masquage s'y rattachant devraient être négligeables pour les baleines à dents. Cependant, Madsen et al. (2002) ont déclaré que des cachalots au large de la Norvège du Nord continuaient d'émettre des appels en présence d'ondes sismiques. Bowles et al. (1994) a signalé que les cachalots cessaient d'émettre des appels lorsqu'ils étaient exposés à des impulsions sismiques provenant d'un navire lointain. Quelques impulsions émises par des sonars à balayage latéral et des échosondeurs peuvent être entendues par la baleine à dents, mais les effets de masquage sont improbables en raison que ces impulsions sont courtes et étroites.

Les sons anthropiques sont susceptibles de perturber le comportement des mammifères ou d'interférer avec leurs principales fonctions (Richardson et al. 1995 ; CNRC 2003). La zone de réaction comportementale est plus petite que la zone d'audibilité. Richardson et al. (1995) ont signalé que les mammifères marins ne réagissent généralement pas ouvertement aux sons synthétiques à peine audibles. Les indicateurs de « perturbations » comprennent les changements de direction et de vitesse de nage, la durée de plongée et d'émersion, le rythme respiratoire, les réactions d'attraction ou d'évitement et les changements de comportement acoustique. Les mammifères marins tolèrent généralement davantage les sources sonores fixes que les sources qui se déplacent. Cela semble particulièrement vrai pour les phoques qui aiment rejoindre les navires stationnaires ou les plateformes fixes (LGL et al., 2000). On a aussi observé des dauphins et d'autres espèces de baleines à dents qui approchaient des plateformes de forage en haute mer (Richardson et al. 1995).

Les données disponibles sur les réactions des mammifères marins aux sons de canons à air (comme d'autres bruits anthropiques, y compris ceux associés aux forages) se limitent à quelques espèces et contextes (Richardson et al. 1995; Gordon et al. 2004; Nowacek et al. 2007; Southall et al. 2007). Les réactions comportementales des mammifères marins au bruit sont difficiles à prévoir en l'absence de données spécifiques sur les lieux et les contextes des observations. Les réactions aux sons dépendraient des espèces, de leur maturité, de leur expérience, de leurs activités de leur état reproductif, du moment de la journée, ainsi que d'autres facteurs (Richardson et al. 1995 ; Wartzok et al. 2004; Southall et al. 2007; Weilgart 2007). Les données et les études résumées ci-dessous donnent un bref aperçu des effets du bruit sur les mammifères marins. Comme il est mentionné précédemment, la majorité de l'information scientifique connue sur les effets du bruit sur les mammifères marins est basée sur les ondes sismiques, qui ont été le principal objectif des études de recherche. Dans le cadre d'un programme de forage, les activités sismiques constitueraient probablement la plus importante source sonore. Les autres sources sonores produiraient des niveaux de bruit inférieurs à ceux des sources sismiques. Les mammifères marins pourraient réagir de la même façon à ces sources, mais à l'intérieur d'une zone d'influence plus petite.

Les réactions comportementales des mammifères marins au bruit sont très variables et dépendent d'un ensemble de facteurs internes et externes (NRC 2003). Les facteurs internes incluent :

- la sensibilité auditive de chaque individu, les types d'activité, les états émotionnel et comportemental et la durée d'exposition;
- les expositions antérieures au bruit qui ont pu mener à une accoutumance ou une sensibilisation;
- la tolérance au bruit de chaque individu,
- les facteurs démographiques comme l'âge, le genre et la présence de descendance.

Les facteurs externes incluent :

- les caractéristiques non acoustique de la source sonore, comme si elle est fixe ou si elle se déplace;
- les facteurs environnementaux qui influent sur la transmission du son;
- les caractéristiques de l'habitat, comme s'il s'agit d'un endroit clos;
- l'emplacement, comme la proximité d'un rivage.

Les réactions comportementales des mammifères marins, comme se déplacer sur une courte distance en réaction aux sons, ne devraient pas avoir d'impact sur les individus, et encore moins sur les populations. Toutefois, si une source sonore chasse des mammifères marins d'une importante zone d'alimentation ou de reproduction pour une période prolongée, il y aura des impacts sur les populations et les individus et ceux-ci pourraient être significatifs (Lusseau et Bejder, 2007; Weilgart 2007). Certaines études ont démontré que certains mammifères marins qui n'évitaient pas de façon évidente les bruits ou ne présentaient pas de changements comportementaux pouvaient tout de même en être affectés indirectement (Brodie, 1981. Richardson et al. 1995; Romano et al. 2004; Weilgart 2007; Wright et al. 2009). Certaines recherches laissent croire que les animaux en mauvaise condition ou dans un état de stress

peuvent ne pas réagir aussi fortement aux perturbations anthropiques que les animaux en meilleure condition (p. ex., Beale et Monaghan 2004).

Les baleines à fanons ont tendance à éviter les sources sonores intenses. Les zones d'évitement varient selon les espèces, les emplacements, les activités des baleines et les conditions océanographiques qui affectent la propagation du son (Richardson et al. 1995; Gordon et al. 2004). Les baleines à fanons, comme le rorqual commun et le rorqual bleu, ont quitté leur route migratoire habituelle ou ont interrompu leur repas lorsqu'exposées à de fortes pulsations sonores d'air comprimé (Malme et al. 1984, 1985, 1988; Richardson et al. 1986, 1995, 1999; Ljungblad et al. 1988; Richardson et Malme, 1993; McCauley et al. 1998, 2000a, 2000b; Miller et al. 2005; Gordon et al. 2004; Moulton et Miller, 2005; Pierre et Tasker 2006. Johnson et al. 2007; Nowacek et al. 2007; Weir 2008a). On a étudié les réactions aux navires des baleines à fanons, baleines grises, baleines à bosse et baleines boréales. Les réactions variaient, certains individus s'approchant des sources, d'autres s'en éloignant. En général, les baleines à fanons tendent à modifier leur comportement en réaction au bruit intense et variable de navires (Watkins, 1986; La plage et Weinrich, 1989). Les changements comportementaux comprennent les changements de parcours, les changements dans les habitudes d'émersion et la respiration et des gestes physiques comme des claquements de queue sur l'eau, etc. (Wyrick 1954; SEDD et Macfarlane 1987; Pierre et al. 1992).

Peu de renseignements sont disponibles quant aux réactions des baleines à dents aux impulsions sonores. Il y a relativement peu d'études similaires et plus approfondies que celles portant sur la baleine à fanons et résumées précédemment. Les sons produits par les canons à air sismiques se situent dans la gamme de fréquences où les baleines à dents sont très sensibles. Cependant, ces sons sont de haute intensité et les niveaux perçus peuvent parfois demeurer au-dessus du seuil auditif de ces baleines sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres (Richardson et Würsig 1997). Selon la littérature examinée dans Richardson et al. (1995), il est évident que la plupart des petites et moyennes baleines à dents (marsouins) qui ont été exposées de façon prolongée ou répétée à des sons sous-marins soient peu susceptibles de se déplacer pour les éviter, à moins que le niveau global perçu soit d'au moins 140 dB re 1  $\mu$ Pa. On a observé des dauphins qui étaient attirés par les sons d'un navire sismique et de ses engins connexes, certains se laissant porter par la vague d'étrave du navire, même lorsque plusieurs canons sismiques effectuaient des tirs à proximité (Moulton et Miller 2005). Toutefois, les petites baleines à dents ont tendance à se diriger à l'écart ou à se tenir loin des navires lorsque des tirs sismiques sont effectués à proximité de ceux-ci (Stone, 2003; Moulton et Miller, 2005; Holst et al. 2006; Stone et Tasker 2006; Weir, 2008a; Richardson et al. 2009). La zone d'évitement semble restreinte, de l'ordre de 1 km ou moins, certains individus ne démontrant aucun signe d'évitement apparent. Les réactions des baleines à dents aux bateaux varient selon les espèces et à l'intérieur d'une même espèce. Certains individus évitent les navires, certains les approchent, alors que d'autres se laissent porter par leur vague d'étrave (Baird et Stacey, 1991a, 1991b; Stacey et Baird 1991; Mullin et al., 1994a, 1994b).

Très peu d'informations existent sur les réactions des pinnipèdes aux sons provenant de l'exploration sismique en eau libre (Richardson et al. 1995). La surveillance visuelle à partir de navires sismiques a montré que souvent les pinnipèdes n'évitent pas les zones où se trouve à quelques centaines de mètres un ensemble sismologique actif (Harris et al. 2001). Toutefois, la

recherche de télémétrie de Thompson et al. (1998) laisse croire que les réactions peuvent être plus fortes que celles constatées à partir des études visuelles. Selon des preuves anecdotiques, les pinnipèdes semblent montrer peu de réactions à des navires dans les eaux libres (Richardson et al. 1995). Cependant, rares sont les études qui décrivent les réactions des pinnipèdes à la circulation maritime.

Moulton et Holst (2010) ont résumé les résultats d'études de suivi sur des mammifères marins pour huit programmes sismiques menés au large de l'Est du Canada de 2003 à 2008. Les observations faites sur les mammifères marins ont été enregistrées sur une période de 9180 heures à partir de navires sismiques. Au cours de ces levés sismiques, on a constaté que les mysticètes évitaient de façon localisée les ensembles sismologiques actifs. Ces observations taux étaient significativement inférieures au cours des opérations avec un ensemble sismologique complet. Ces observations plus rares laissent croire que certaines baleines à fanons évitent le navire de source de plusieurs kilomètres. On a également observé des mysticètes qui se tenaient significativement plus à l'écart de la source lors de période de tirs sismiques. En moyenne, on a constaté que les baleines à fanons se tenaient à environ 200 m de plus à l'écart du navire pendant les opérations sismiques. Les mysticètes se tenaient également plus à l'écart du navire lors de périodes similaires. Les delphinidés se tiennent aussi à l'écart lors de périodes de tirs sismiques (à environ 200 m), mais il n'y avait pas de différence significative entre les taux d'observation relevés lors des périodes de tirs et des périodes silencieuses. Pour les grandes baleines à dents comme les cachalots et les baleines à bec, le taux d'observation et les distances étaient similaires dans les périodes où les ensembles sismologiques sont actifs par rapport aux périodes silencieuses.

Les réactions comportementales des baleines à fanons aux impulsions sismiques ont été documentées, mais les niveaux d'impulsion nécessaires pour provoquer ces réactions sont généralement bien au-dessus du niveau minimum détectable (Richardson et al. 1986; 1995; 1999). En outre, les baleines à fanons ont souvent été vues à des distances où des bruits sismiques seraient audibles et ne démontraient pourtant aucune réaction évidente à ces sons (OCTLHE 2005). On en sait peu sur la façon dont une interruption temporaire de détection sonore affecte les mammifères (Richardson et al. 1995). En général, cependant, l'impact des bruits naturels et artificiels est moins grave quand il est intermittent plutôt que continu (NRC, 2003).

On en sait peu au sujet du potentiel des sons produits au cours des enquêtes sur les géorisques en ce qui a trait aux changements du seuil d'audibilité ou à d'autres effets chez les mammifères marins. Les données suggèrent que si ces effets se produisent, ils ne se produisent qu'à proximité des sources sonores. Ainsi, les espèces qui évitent le bruit, y compris la plupart des baleines à fanons, certains cétacés à dents et certains pinnipèdes, ne subiraient probablement pas de changement de seuil d'audibilité ou d'autres effets physiques (OCTNLHE 2005).

### **Tortues de mer**

On sait très peu sur l'importance des capacités auditives des tortues marines. Certains croient que le son peut jouer un rôle dans leur orientation, mais des études récentes laissent croire que

les nouveau-nés et les tortues de mer juvéniles utilisent des repères visuels et magnétiques et les vagues pour s'orienter (Lohmann et Lohmann, 1998; Lohmann et Al 2001). Les tortues de mer sont susceptibles d'éviter les bruits sous-marins (McCauley et al. 2000a, 2000b). L'évitement peut réduire le risque d'effets physiologiques de l'exposition sonore. Les tortues de mer ne sont pas réputées utiliser l'ouïe pour détecter leur proie ou s'orienter lorsqu'elles nagent. Par conséquent, le masquage est peu susceptible d'être un enjeu important pour celles-ci.

Les informations disponibles indiquent que les tortues entendent une gamme de basses fréquences (100 Hz à 500 Hz [site Web du Bureau de Recherche Navale 2002]; 100 à 700 Hz [ministère de l'Environnement de l'Australie 2003]). Elles se comparent donc plus aux phoques qu'aux autres mammifères marins. La perception auditive des tortues de mer se fait par la combinaison d'une conduction osseuse et d'eau plutôt que d'une conduction aérienne (Lenhardt 1982; Lenhardt et Harkins, 1983). Des descriptions détaillées de l'anatomie de l'oreille des tortues de mer sont fournies dans les études de Ridgway et al. (1969), Lenhardt et al. (1985), et Bartol et Musick (2003). Les tortues de mer n'ont pas d'oreilles externes, mais leur oreille moyenne est bien adaptée comme composante périphérique d'un système de conduction osseuse. Le tympan est désavantageusement épais comme récepteur aérien, mais favorise la perception des basses fréquences par conduction osseuse (Lenhardt et al. 1985; Bartol et Al 1999; Bartol et Musick 2003). Lorsque le tympan se relâche, les vibrations sont transmises jusqu'au saccule (al Lenhardt et al. 1985). La configuration de l'oreille des tortues de mer comprend des dépôts de graisse et des os qui leur permettent d'entendre des sons de basse fréquence lorsqu'elles sont sous l'eau. Elles sont relativement insensibles aux sons émis hors de l'eau. Les vibrations sonores peuvent également passer à travers les os de la carapace pour atteindre l'oreille moyenne.

Les données disponibles limitées indiquent que la gamme de fréquences à laquelle les tortues de mer sont sensibles s'étend de 200 à 700 Hz. La sensibilité se détériore à mesure que l'on s'éloigne de cette gamme de fréquences.

O'Hara et Wilcox (1990) ont testé les réactions de tortues caouannes aux canons à air dans une zone de 300 x 45 m dans un canal en Floride d'une profondeur de 10 m. La source sonore se composait d'un canon à air de 10 pouces et de deux « poppers » de 0,8 p fonctionnant à 2000 psi avec une profondeur de canon de 2 m pour des périodes prolongées de 20 à 36 heures. Les tortues ont maintenu une distance de sécurité d'environ 30 m lorsqu'elles étaient exposées aux impulsions des tirs toutes les 15 ou 7,5 secondes. Certaines tortues sont même demeurées au bas de l'enceinte lorsqu'exposées à ces mêmes impulsions de tirs.

Lenhardt (2002) a exposé des tortues caouannes alors qu'elles se trouvaient au fond de cuves de rétention, à une profondeur de 1 m, à des tonalités de 35 à 1000 Hz. Les tortues exposées ont sursauté (contractions du cou) en réaction à ces tonalités. Les seuils les plus bas étaient dans l'intervalle de 400 à 500 Hz (106 dB SPL re 1 micropascal) et les seuils dans la gamme de 100 à 200 Hz étaient d'environ 124 dB (Lenhardt 2002). Des tortues ont plongé sous l'eau en réaction à une tonalité de 30 Hz et 164 dB. Lenhardt (2002) pense que l'exposition des tortues de mer aux canons à air à des profondeurs d'eau inférieures à 10 m peut entraîner une exposition à une plus grande énergie dans les basses fréquences avec des effets biologiques inconnus.



Moein et al. (1994) ont étudié le comportement d'évitement et les réactions physiologiques des tortues caouannes exposées à des tirs de canon à air. Les tortues ont été examinées dans une enceinte filetée d'environ 18 x 61 m (3,6 m de profondeur), où se trouvait un canon à air de taille non spécifiée à chaque extrémité. Seul un canon à air était utilisé à la fois à raison d'un tir tous les cinq à six secondes. L'air comprimé a été initialement déchargé lorsque les tortues étaient près du centre de l'enceinte et les réactions et mouvements ultérieurs des tortues ont été documentés. Les tortues ont d'abord eu une réaction d'évitement lors de premiers tirs à une distance moyenne de 24 m, mais cette réaction a rapidement diminué au fil du temps, ce qui laisse croire que les tortues s'accoutumaient au bruit.

Les données sur le comportement des tortues marines au cours d'opérations de tirs sismiques ont également été recueillies dans le cadre de programmes de suivi et de mesures d'atténuation axés sur les mammifères marins et les tortues de mer touchés par diverses opérations sismiques dans le monde entier. Les résultats laissent croire que certaines tortues de mer présentent des changements comportementaux ou des réactions d'évitement dans une zone de superficie inconnue à proximité de navires sismiques. Toutefois, l'évitement des navires sismiques est si limité et localisé qu'on peut apercevoir des tortues marines lorsqu'à bord de ceux-ci.

Weir (2007) a étudié le comportement des tortues de mer près d'opérations de prospection sismique au large de l'Angola en Afrique de l'Ouest. Au total, 240 tortues de mer ont été observées sur une période de 676 heures de surveillance à bord d'un navire. Des ensembles sismologiques de 5085 et 3147 po<sup>3</sup> de volume total ont été utilisés à différents moments au cours du programme sismique. Les tortues de mer avaient tendance à se tenir plus près de la source lors des périodes d'activités non sismique et les taux d'observation lors de ces mêmes périodes étaient deux fois plus élevés (Weir 2007). Il n'y avait pas de différence significative quant à la distance médiane des observations de tortues par rapport aux ensembles sismologiques pendant les périodes d'activité non sismique et sismique, les moyennes étant respectivement de 743 m et 779 m.

Selon des études expérimentales (principalement) et des observations de terrain, les tortues de mer réagissent généralement à bruit sismique (son le plus fort qui devrait être associé à un programme de forage exploratoire) en sursautant, ce qui les incite à augmenter leur vitesse de nage ou à s'éloigner de la source sonore. Le manque de données ne permet pas de prédire clairement les réactions des tortues de mer aux bruits sismiques et aux autres sons liés aux forages d'exploration. Les renseignements disponibles laissent croire que des effets localisés sur leur comportement et leur distribution devraient se produire lors des opérations sismiques, y compris des réactions aux navires sismiques, aux canons à air, et aux engins connexes (McCauley 1994; Pendoley 1997; Weir 2007).

### **Pêches commerciales**

Collins et al. (2002) ont examiné les effets potentiels du bruit sismique sur les captures de poissons pendant et après deux programmes de levés sismiques indépendants menés dans une région côtière de la baie Saint-Georges et Port au Port dans l'ouest de Terre-Neuve. Bien que n'étant pas statistiquement concluantes, leurs analyses suggèrent qu'il n'y a pas d'effets

observables sur l'ensemble des captures de poissons, y compris le crabe des neiges, pendant les sondages sismiques ou dans les années ultérieures. Cela indique que le comportement des poissons n'a pas été affecté de façon mesurable. La conclusion générale de Turnpenny et Nedwell (1994) est que l'activité sismique a une faible incidence sur le comportement des poissons dans les régions côtières, en eau peu profonde, car le bruit s'atténue plus rapidement.

Des études récentes utilisant un certain nombre de méthodes pour estimer la répartition des poissons dans les zones de pêche en haute mer ont montré une diminution de l'abondance des gadidés au cours des levés sismiques (Løkkeborg et Soldal 1993; Engås et al. 1996). Les zones apparemment affectées s'étendent jusqu'à 33 km du centre de la source, mais la réduction de capture la plus marquée s'est produite dans la zone de tir sismique (Engås et al. 1996). Dalen et Raknes (1985, en Engås et al. 1996) ont suggéré qu'il se peut que la morue nage en profondeur et demeure immobile pendant les perturbations et Løkkeborg et Soldal (1993) ont suggéré que ce changement de comportement pourrait expliquer l'augmentation de leurs captures dans les chaluts à goberges pendant l'activité sismique. Pearson et al. (1992) ont démontré que les prises de poissons de roche avaient diminué, principalement parce que les bancs évoluaient plus en profondeur.

McCauley et al. (2000a, 2000b) ont indiqué que de nombreuses espèces de poissons et de calmars réagissaient aux tirs sismiques en augmentant leur vitesse de nage, en resserrant leurs bancs et en se dirigeant vers le plancher océanique à des niveaux sonores de 156 à 168 dB re 1 m. Une impulsion de niveau de 156 dB re 1 m peut être perçue jusqu'à 3 à 5 km d'une source de levé sismique 2-D (2678  $\text{po}^3$ , 100 à 120 m d'eau). C'est donc à cette distance que les poissons commencent à augmenter leur vitesse de nage. Les comportements d'évitement commencent à être perçus à des distances de 1 à 2 km d'une source sismique. Dans les eaux de moins de 50 m de profondeur, la zone affectée correspond à 0,01 pour cent de la superficie touchée par l'activité sismique eaux profondes (Turnpenny et Nedwell 1994).

Davis et al. (1998) ont démontré que la plupart des bancs de poissons ne présentent un comportement d'évitement que pour éviter les navires qui les approchent. Les bancs traversés par des navires peuvent se déplacer latéralement ou en profondeur pour éviter ces derniers. Les réactions observées indiquent que les bancs de poissons sont très variables et dépendent des espèces, du cycle de vie, du comportement des individus, du moment de la journée, des habitudes alimentaires des individus et de la propagation du son dans un contexte particulier. Les déplacements en profondeur semblent être une réaction courante aux tirs sismiques, en particulier chez les espèces démersales ou benthiques (voir Davis et al. 1998). L'activité sismique réduit aussi la densité des espèces démersales à plusieurs kilomètres de la source, jusqu'à 250 m de profondeur (Engås et al. 1996).

Des études réalisées dans le cadre d'évaluations sur les populations et les taux de capture des poissons commercialement importants ont démontré que le bruit des bateaux avait un effet sur leur comportement de fuite. Le hareng atlantique et la morue se déplaçaient horizontalement et verticalement loin de navires (Vabo et al. 2002; Handegard et al. 2003), vraisemblablement en réponse du bruit qu'ils généraient. D'autres effets ont été observés sur le thon rouge dans de grands enclos océaniques. En présence de bruit de navire, les bancs de thons étaient moins

cohérents que lorsque le bruit n'était pas présent et des individus nageaient souvent indépendamment vers la surface ou en profondeur (Sarà et al. 2007).

Des études ont relevé une réaction de sursaut à des sons perçus aussi bas que 160 dB, mais ce niveau sonore ne semble pas susciter une baisse des captures (Pearson et al. 1987, 1992; Skalski et al. 1992). Les bases de la diminution des captures ne sont pas claires, et il convient de noter que dans la plupart des cas, il n'y avait pas d'observation visuelle réelle du comportement des poissons pendant l'exposition à des canons à air.

Engås et al. (1996) et Engås et Løkkeborg (2002) ont examiné les effets d'une exploration sismique sur le succès des captures de l'aiglefin et de la morue de l'Atlantique. Ils ont constaté une baisse significative du taux de capture de la filière pendant et après l'étude sismique. Les taux de capture ne sont pas revenus à la normale pendant au moins cinq jours après la fin de l'étude sismique. Plus récemment, on a observé des merlans bleus et harengs norvégiens lors d'une opération sismique menée simultanément à la période de frai du printemps. Ceux-ci fuyaient la source sismique et ne revenaient que lorsque les impulsions avaient cessé (Slotte et al. 2004).

Les résultats souvent contradictoires de ces études démontrent l'insuffisance des données scientifiques et le manque général de compréhension de l'ouïe des poissons. Ils peuvent toutefois représenter les diverses différences des effets du bruit sur les poissons qui possèdent une ouïe spécialisée par rapport à ceux qui possèdent une ouïe normale ou moyenne. Des preuves laissent croire que les sons associés aux navires de recherche et de pêche peuvent altérer les résultats des diverses études (Mitson 1995; Handegard et al., 2003; Mitson et Knudsen, 2003), tandis que d'autres données laissent croire que ces effets ne sont pas significatifs (Ona et al. 2007; De Robertis et al. 2008). Par conséquent, l'étude des réactions des poissons à bord d'un navire pourrait fausser les données et pourrait ne pas refléter les vrais comportements des espèces en milieu naturel.

Comme les crevettes, le crabe et le homard ne sont pas munis de vessie gazeuse, ceux-ci devraient être moins sensibles au bruit. Il est peu probable que d'importants déplacements de macroinvertébrés surviennent en réaction à des bruits (et Turnpenny Nedwell 1994). Christian et al. (2003) n'ont signalé aucune diminution drastique des taux de capture du crabe des neiges au cours d'une pêche expérimentale commerciale menée avant et après la tenue d'activités sismiques. Ces études étaient toutefois limitées.

#### **7.1.6 Émissions atmosphériques**

L'appareil de forage produira des émissions atmosphériques lors du forage d'exploration. Cependant, les équipements seront conçus pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'émissions et des plans d'entretien régulier garantiront leur bon fonctionnement. La présence de forts vents dans la zone du projet augmente la capacité de déplacement des émissions atmosphériques. Les effets sur l'environnement et la qualité de l'air devraient être négligeables au-delà de la zone d'interdiction de pêche.

### 7.1.7 Abandon et suspension du puits

Tous les puits seront éventuellement abandonnés après l'achèvement du programme forage, des activités d'essais de puits et de la production. Les procédures d'abandon du puits seront conformes aux pratiques standards de l'industrie et aux directives de l'OCTNLHE.

Le processus typique d'abandon de puits consiste à placer des bouchons en ciment et des bouchons mécaniques à des profondeurs stratégiques dans le puits pour séparer et sceller de façon permanente les zones de pressions et d'âges différents. Ce processus isole ces zones les unes des autres et empêche tout liquide sous la surface (y compris le pétrole, le gaz naturel et la saumure) de s'échapper du puits de forage.

Pour ce projet, selon l'information préliminaire obtenue au cours du forage, il est possible que le puits d'exploration soit suspendu pour être rouvert ultérieurement. Le puits de forage serait alors cimenté mécaniquement en dessous du plancher océanique à l'aide de bouchons de ciment conformément aux *Lignes directrices sur le forage et la production* (OCTNLHE et OCNEHE 2011). Un bouchon approprié serait installé afin de protéger le raccord de la tête de puits pour une éventuelle réutilisation.

La tête d'un puits en mer abandonné peut être retirée ou dans certains cas, laissée en place suivant l'approbation des autorités compétentes. Si on la retire, la tête de puits et son équipement connexe doivent être coupés à au moins 1 m SPO. Cette opération est habituellement effectuée à l'aide des couteaux mécaniques de l'appareil de forage. Toutefois, il y a des cas qui nécessitent une coupe sous l'eau à l'aide de charges explosives creuses. On utilise cette option seulement dans les cas où le retrait mécanique a échoué. Il s'agit là d'une exigence pour laquelle les exploitants ont une autorisation de l'OCTNHE avant d'utiliser les charges formées. Si l'obtention d'une approbation permet de laisser une tête de puits en place, plusieurs facteurs doivent être pris en considération, comme l'occurrence et le type de pêche dans la zone, de même que la profondeur d'eau à l'endroit où se trouve la tête de puits.

Les effets typiques associés à l'abandon et à la suspension d'un puits comprennent les bruits (section 7.1.5.3) et les perturbations physiques qui se produisent au fond dans les environs immédiats de la tête de puits.

## 7.2 Espèces en péril

Les espèces en péril sont considérées comme une CVE dans cette évaluation environnementale, car certains oiseaux, poissons, mammifères marins et tortues qui risquent de fréquenter la zone d'étude sont considérés comme des espèces en péril en vertu de la LEP. L'annexe 1 de la LEP constitue la liste officielle des espèces sauvages et végétales en péril au Canada. Elle protège légalement les espèces classées comme disparues, en voie de disparition, menacées ou préoccupantes. Une fois qu'une espèce est inscrite à l'annexe 1 de la LEP, des mesures sont mises en œuvre pour la protéger, préserver son habitat essentiel et favoriser son rétablissement. L'article 32 de la LEP interdit de tuer, de capturer et de détruire les habitats essentiels des espèces inscrites à l'annexe 1 comme étant disparues, en voie de

disparition ou menacées. Les espèces désignées par le COSEPAC, mais ne faisant pas partie de la liste la LEP sont également prises en compte dans cette CVE.

Les interactions possibles entre les espèces en péril et les activités courantes du projet comprennent :

- les effets environnementaux associés à la présence de la plateforme de forage et des lumières dont elle est munie;
- les effets environnementaux associés au rejet des boues et déblais de forage;
- les effets environnementaux associés au rejet des déchets et des eaux usées;
- les effets environnementaux du bruit généré par les activités de forage courantes (y compris les navires de soutien et le PSV);
- les effets occasionnés par des collisions avec des navires;

Les effets des événements accidentels sont évalués au chapitre 8. Les effets environnementaux cumulatifs en lien avec d'autres projets ou activités sont évalués au chapitre 9.

### **7.2.1 Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels**

Un effet résiduel néfaste important sur les espèces en péril est un effet :

- qui met en péril la réalisation des objectifs de population autosuffisante ou les objectifs de rétablissement;
- qui n'est pas conforme aux dispositions applicables des évaluations des dommages permis;
- qui entraîne une perte permanente de l'habitat essentiel tel que défini dans un plan de redressement ou une stratégie d'action;
- pour lequel un permis pour dommages fortuits ne serait vraisemblablement pas délivré.

Vu la nature sensible des espèces en péril, les effets résiduels négatifs sur celles-ci peuvent être considérés comme significatifs.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

### **7.2.2 Évaluation des impacts**

Les interactions primaires entre les espèces en péril et les activités courantes du projet seront associées aux déblais de forage et aux bruits provenant de la plateforme de forage et des sondages du PSV. Plusieurs activités se limitent à la zone du projet. Elles auront donc un effet que sur les espèces susceptibles de fréquenter la zone du PP 1105. Les espèces qui fréquentent les régions proche du rivage dans la zone d'étude ne seront affectées que par le passage de navire et d'hélicoptères. Ces distinctions sont identifiées et caractérisées ci-dessous.

### **7.2.2.1 Présence de la plateforme de forage**

#### **Espèces de poissons de mer en péril**

Les profondeurs d'eau à l'emplacement du puits sont d'environ 470 m, ce qui influe sur les espèces de poissons de mer susceptibles de fréquenter la zone du projet. Les espèces qui sont très ou moyennement susceptibles de fréquenter la zone du projet comprennent le loup de mer, la morue, le sébaste, la plie canadienne et le thon rouge de l'Atlantique. Les autres espèces de poissons de mer identifiés dans les tableaux 5.1 et 5.2 sont considérées comme étant peu susceptibles de fréquenter la zone d'étude. Celles-ci comprennent la raie tachetée, le grenadier de roche, le requin-taube commun, le requin blanc, le saumon atlantique, le requin-taube bleu, le bar rayé, le brosme, le grenadier Roughead, l'aiguillat, le requin bleu, le requin-pèlerin, et l'anguille d'Amérique. La présence de ces espèces dans la zone du projet ou la zone d'étude serait un phénomène plus transitoire et peu fréquent.

Comme le loup de mer, la morue et la plie sont des espèces benthiques, ils ne sont pas censés être attirés à la surface par un éclairage accru occasionné par les lumières de la plate-forme et des navires ou les fusées éclairantes. Le sébaste est aussi une espèce benthique qui se nourrit d'espèces pélagiques ou bathypélagiques. Il s'élève vers la surface la nuit pour se nourrir et pourrait donc être attiré par les lumières de la plateforme. D'autres espèces ayant un faible potentiel d'occurrence dans la zone du projet pourraient aussi parfois être attirées par l'éclairage de la plateforme ou à cause de l'effet de récif artificiel.

Des renseignements relatifs aux effets de la présence de la plateforme de forage, de la zone de sécurité, des lumières et du torchage sont présentés à la section 7.4.1, y compris les renseignements qui se rapportent aux espèces de poissons de mer en péril. Les individus attirés par la plateforme pourraient trouver un refuge temporaire en raison de l'établissement de la zone d'interdiction de pêche (ZIP). Comme la plate-forme serait en place pendant 25 à 50 jours, les effets précités seraient localisés, de courte durée et réversibles. Aucun effet résiduel négatif résiduel n'est anticipé.

#### **Espèces d'oiseaux marins en péril**

La mouette blanche n'est pas susceptible de visiter la zone du projet, sauf si la banquise s'étend dans la zone du projet. En raison de la séquence des activités du projet (par exemple, le forage se produirait pendant les périodes libres de glace) et du peu de chance que la mouette blanche fréquente la zone du projet, on peut croire que les lumières des navires et de la plateforme ne constitueront pas un problème pour cette espèce en péril. Tous les autres oiseaux marins considérés dans cette CVE devraient fréquenter les régions côtières de la zone d'étude et ne devraient donc pas être perturbés par la présence de la plateforme de forage.

#### **Mammifères marins et tortues de mer en péril**

Les interactions possibles entre la plateforme et les mammifères marins et tortues de mer en péril seront limitées. La lumière artificielle pourrait attirer les proies des mammifères marins et des espèces de tortues marines en péril et entraîner un effet environnemental positif sur

l'utilisation de leur habitat. Cependant, les émissions sonores associées aux sondages du PSV et le bruit des activités de forage entraîneraient des comportements d'évitement ou le déplacement temporaire de ces espèces, annulant du même coup toute possibilité d'effet positif. La zone du projet ne représente aucun habitat connu essentiel à la survie d'une espèce susceptible de fréquenter la région. La MODU ne devrait pas entrer en collision avec les mammifères marins et les tortues de mer, car ceux-ci sont en mesure d'éviter les structures fixes de cette taille (les risques de collision avec des navires sont évalués séparément ci-dessous à la Section 7.2.2.4). Les effets environnementaux résiduels néfastes ne devraient pas être significatifs.

### **7.2.2.2 Boues et déblais de forage**

#### **Espèces de poissons de mer en péril**

Les principaux effets des rejets de BBPS et BBE sur les espèces de poissons de mer en péril se traduiront par des perturbations physiques près du site de forage. La contamination des poissons ou de leurs proies est peu préoccupante en raison de l'étendue spatiale des dépôts rejetés et de leurs effets potentiels. Les effets potentiels sur espèces de poissons de mer en péril comprennent l'évitement de la zone des dépôts de décharge et l'étouffement des proies potentielles des espèces marines en péril. L'effet d'étouffement est un effet localisé qui est limité en général à 100 m ou moins de la plate-forme de forage (plus d'informations sur l'étouffement sont fournies à la section 7.1.2). La zone du projet ne représente pas un habitat important pour ces espèces à l'exception du sébaste (en outre évaluée à la Section 7.7) et donc, l'évitement temporaire de l'emplacement du puits n'entraînerait pas d'effets significatifs.

#### **Espèces d'oiseaux marins en péril**

Aucune interaction n'est anticipée entre les boues et déblais de forage et les espèces d'oiseaux marins en péril. Tel que mentionné ci-dessus, la mouette blanche est la seule espèce qui peut se produire dans la zone du projet et cet événement rare ne chevauchera les activités du projet que temporairement. Les effets associés aux boues et déblais de forage sont principalement liés à l'environnement benthique et peu susceptibles de contaminer la nourriture des oiseaux marins.

#### **Mammifères marins et tortues de mer en péril**

Le rejet de boues et déblais de forage n'est pas censé interagir directement avec les espèces de mammifères marins, car ceux-ci éviteront probablement les zones qui y sont associées. Toute possibilité d'effet indirect sur ces espèces surviendrait à la suite d'un impact sur leur approvisionnement en nourriture, qui est également peu probable puisque l'élimination des déchets de forage sur le fond marin sera localisée à proximité de la plate-forme. Les baleines à fanons et les baleines noires et bleues se nourrissent de planctons et de petits poissons se rassemblant en bancs, comme le capelan, dans la colonne d'eau, lesquels ne seront pas affectés par le rejet de déchets de forage. De même, le marsouin commun se nourrit principalement de poissons en bancs dans la colonne d'eau.

Comme dans le cas des espèces de mammifères menacées, les tortues de mer ne seront probablement pas affectées par le déversement de boues et de déblais de forage parce qu'elles éviteront la zone immédiate et parce qu'elles se nourrissent principalement de méduses. Les effets environnementaux résiduels ne devraient pas être significatifs.

### **7.2.2.3 Rejets courants**

#### **Espèces de poissons de mer en péril**

Des renseignements relatifs aux effets des rejets courants sont présentés à la section 7.1.3 et ceux-ci se rapportent aux poissons de mer, y compris les espèces en péril. Les rejets courants seront d'une durée et fréquence limitées durant la période de forage et seront conformes aux règlements applicables. Tout rejet ayant un potentiel de toxicité pour le milieu marin est réglementé et surveillé, de sorte que le risque de contamination du biote est limité. La matière organique associée aux rejets se dispersera rapidement dans un environnement océanique ouvert et sera dégradée par les bactéries. Les effets de cette quantité relativement faible de déchets et d'eaux usées sur les espèces de poissons de mer en péril pendant une période limitée ne sont pas considérés comme significatifs.

#### **Espèces d'oiseaux marins en péril**

Bien que les mouettes peuvent être attirées par les rejets d'eaux usées sanitaires et alimentaires, le potentiel d'interaction entre les rejets courants et les espèces d'oiseaux marins en péril se limiterait encore une fois à la mouette blanche. Cette interaction est considérée comme peu probable étant donné la rareté de la présence de cette espèce dans la zone du projet. Si la Mouette blanche interagit avec les rejets courants, l'effet négatif résiduel ne devrait pas être significatif. L'eau de refroidissement devrait avoir peu d'effets sur les oiseaux marins, car elle sera utilisée à de faibles concentrations dans un endroit restreint et se dilue facilement. Les concentrations d'hydrocarbures associées aux rejets courants ne forment généralement pas de nappe de surface. Ces rejets seront conformes aux LDTDZE et aux dispositions de l'annexe I de la *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL 73/78). Les déchets générés dans le cadre du projet (incluant les déchets recyclables) seront limités en raison de la durée du programme de forage et seront transportés à terre aux fins d'élimination ou de recyclage.

#### **Mammifères marins et tortues de mer en péril**

Les mammifères marins et tortues de mer en péril ne devraient pas être directement ou indirectement touchés par les rejets de déchets de la plateforme parce qu'ils sont susceptibles d'éviter celle-ci en raison du bruit qu'elle génère. Tout contact avec les rejets de la plateforme de forage sera probablement de courte durée. Tous les rejets de forage respecteront les LDTDZE qui ont été établies pour protéger l'environnement. Les rejets de la plateforme de forage devraient être temporaires, non bioaccumulables, non toxiques et devraient se diluer facilement dans l'océan ouvert. Ainsi, les effets résiduels négatifs des déchets et des eaux usées provenant des activités courantes du projet sur les mammifères marins et les tortues de mer en péril ne devraient pas être significatifs.



#### **7.2.2.4 Navires d'approvisionnement**

##### **Espèces de poissons de mer en péril**

Les interactions potentielles entre les navires de soutien et cette CVE sont principalement liées au bruit généré par les navires. Les effets des lumières navire seraient similaires à ceux de la plate-forme de forage, lesquels sont évalués à la section 7.4.2.1. La plupart des ouvrages disponibles indiquent que les effets du bruit sur les poissons sont transitoires et que s'ils sont éphémères et se produisent à l'extérieur d'une période critique, ils ne devraient vraisemblablement pas se traduire par des effets biologiques ou physiques. Dans la plupart des cas, il semble que les effets du bruit sur le comportement des poissons devraient occasionner des effets négligeables sur les individus et populations. Des renseignements concernant les effets du bruit sur les poissons de mer sont présentés en détail à la Section 7.1.5.3. Les effets du bruit sur les espèces de poissons de mer en péril sont évalués de manière plus approfondie à la section 7.2.2.5. Comme la circulation maritime serait une source de bruit moins intense que les sondages du PSV, ses effets seraient également moindres. Tous les navires seront conformes aux dispositions de l'annexe I de la *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL 73/78) et de la *Loi sur la marine marchande* du Canada. L'effet résiduel sur l'environnement associé à l'augmentation légère et à court terme de la circulation maritime dans la zone d'étude ne devrait pas être significatif.

##### **Espèces d'oiseaux marins en péril**

Comme des navires de ravitaillement et hélicoptères circuleront entre la zone du projet et Terre-Neuve, il se peut que ceux-ci interagissent avec les espèces d'oiseaux marins en péril qui fréquentent la zone d'étude (tous les navires de soutien qui proviendront de Saint-Jean, T.-N.-L., emprunteront la voie maritime reconnue passant par le chenal Laurentien). Ceux-ci comprennent les espèces suivantes protégées en vertu de la LEP: mouette blanche, pluvier siffleur; garrot d'Islande et arlequin plongeur. Certaines espèces inscrites dans la liste de la LEP (p. ex., courlis esquimau et sterne de Dougall) sont considérées comme peu susceptibles de fréquenter la zone d'étude de sorte qu'il est peu probable qu'elles interagissent avec les navires de ravitaillement ou les hélicoptères de passage dans la région.

Les oiseaux marins devraient s'accoutumer à l'activité maritime et aucun effet direct sur ces derniers n'est anticipé, car ils sont très mobiles et peuvent éviter les navires en les contournant ou en plongeant. L'énergie dépensée durant ces événements serait minime et n'a aucun effet physiologique sur ces oiseaux.

En ce qui a trait au passage d'hélicoptères, des recherches ont démontré que les oiseaux marins réagissent plus fortement aux vols à basse altitude et que les effets de ces réactions ont tendance à être de courte durée. Les passages d'hélicoptères à 300 m d'altitude n'ont pas entraîné de réaction visible chez les canards de mer en mue dans la mer du Nord, tandis que les passages à 100 m d'altitude ont donné lieu à des réactions d'évitement à court terme (Ward et Sharp, 1974). Les hélicoptères utilisés dans le cadre du projet tenteront d'éviter les régions peuplées de grandes colonies et voleront dans la mesure du possible à un minimum de 600 m au-dessus de la surface de mer, limitant ainsi toute perturbation potentielle. Les oiseaux marins

pourraient subir des perturbations lors du décollage et de l'atterrissage d'hélicoptères sur la plateforme. Cependant, ces perturbations se limiteraient à la mouette blanche qui ne devrait probablement pas fréquenter la zone pendant la durée du projet.

Les navires d'approvisionnement provenant de Terre-Neuve suivront les voies maritimes établies et respecteront les règlements applicables en matière de prévention de la pollution. L'accroissement de la circulation maritime en raison du projet sera minime et de courte durée. Les effets négatifs résiduels liés au passage de navires et d'hélicoptères sur les oiseaux marins en péril ne devraient pas être significatifs.

### **Mammifères marins et tortues de mer en péril**

Comme il en est question à la Section 7.1.4, les baleines à dents et les pinnipèdes sont rarement heurtés par des navires, car ils sont agiles et rapides, ce qui leur permet de les éviter facilement. Le mammifère marin le plus souvent heurté par des navires est la baleine à fanons qui se déplace lentement et est souvent incapable de réagir assez rapidement pour éviter les bateaux qui l'approchent, plus particulièrement les navires voyageant à plus de 14 nœuds. Si un mammifère se retrouve sur le chemin d'un navire, le conducteur fera tout ce qui est en son pouvoir éviter celui-ci s'il ne se déplace pas de lui-même à l'approche du navire. Comme les navires liés au projet circuleront dans la zone à de faibles vitesses et qu'ils tenteront d'éviter les zones densément peuplées de mammifères marins, le risque de collision avec ceux-ci est faible.

Il y a peu de renseignements concernant les effets potentiels de la circulation maritime sur les tortues marines. Comme il en est question à la Section 7.1.4, certaines études laissent croire que quelques tortues de mer présentent des changements comportementaux ou des réactions d'évitement dans une zone de superficie inconnue lorsqu'elles se trouvent à proximité d'un navire sismique. Toutefois, l'évitement des navires d'approvisionnement est si limité et localisé qu'on peut apercevoir des tortues marines lorsqu'à bord de ceux-ci. Par conséquent, l'effet potentiel le plus important sur les tortues de mer sera l'évitement temporaire d'une zone en raison de bruits et son étendue spatiale sera peu importante.

Le bruit occasionné par le passage d'hélicoptères peut inciter certaines espèces marines à plonger sous l'eau. On a observé des petits rorquals qui ont changé de direction ou qui ont plongé sous l'eau en réaction au passage d'hélicoptères volant à une altitude de 230 m (Leatherwood et al. 1982). Les phoques peuvent aussi plonger sous l'eau en réaction au passage d'hélicoptères à basse altitude. Cependant, l'effet est temporaire.

Étant donné la nature temporaire et réversible des perturbations, effets comportementaux et mesures d'atténuation en place pour éviter toute possibilité de collision, les effets environnementaux occasionnés par le passage de navires et d'hélicoptères sur les mammifères marins et les tortues de mer devraient être non significatifs.

### **7.2.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Si l'on examine les sons en se basant sur un effet hiérarchique, alors les sons les plus intenses associées à l'entreprise proposée proviendraient probablement de sources sismiques utilisées lors de sondage du PSV, suivis des sons émis par la plate-forme de forage et ses opérations connexes et ceux des navires de soutien et des hélicoptères. La plupart des informations présentées sur le bruit dans les sections suivantes porteront sur des sources sismiques, car celles-ci sont susceptibles de produire les plus fortes réactions chez les récepteurs visés par le projet. Les renseignements relatifs aux sons sont basés sur des levés sismiques typiques en 2-D ou 3-D et non sur les sons de plus faibles intensités associés aux sondages du PSV. Espèces de poissons de mer en péril.

#### **Espèces de poissons de mer en péril**

Les bruits susceptibles d'être générés par les activités du projet (y compris les forages et sondages du PSV) et les effets biologiques s'y rattachant sont présentés en détail à la Section 7.1.5. Plus précisément, des renseignements concernant les effets biologiques du bruit sur les poissons sont présentés à la section 7.1.5.3 et ceux-ci se rapportent aussi aux espèces en péril. Tous les renseignements pertinents concernant les espèces en péril qui risquent de fréquenter la zone du projet ont été inclus ci-dessous.

Le *Programme de rétablissement du loup à tête large et du loup tacheté et sur le plan de gestion du loup atlantique au Canada* (Kulka et al. 2007) aborde spécifiquement les effets potentiels de l'activité sismique (pas les sondages du PSV en particulier) sur le loup de mer. Bien que le rapport conclut que l'effet de l'activité sismique doit être quantifié à l'égard du loup de mer et de leur habitat et que l'on en connaît peu concernant les effets possibles sur les espèces du loup de mer à tout stade de leur histoire de vie, il est admis qu'il n'y a pas de cas documentés de mortalité de toute espèce de poisson ayant subi une exposition au bruit sismique dans des conditions d'exploitation sur le terrain (MPO, 2004e). Kulka et al. (2007) spéculent qu'il est possible que les adultes qui gardent les nids quittent la zone de perturbation au détriment des masses d'œufs, quoiqu'il n'y ait pas d'information pour confirmer les effets potentiels pour le loup. Aucun rapport ne précise si l'une des deux espèces se reproduit dans la zone du projet. Une étude menée par le MPO (MPO, 2004e) a déterminé que les activités d'exploration pétrolière et gazière sont considérées comme ayant des effets négligeables sur la capacité du loup à tête large et du loup tacheté de survivre et de se rétablir.

La morue de l'Atlantique pourrait également fréquenter la zone du projet. Comparativement à d'autres espèces, la morue est considérée comme une espèce ayant une sensibilité auditive modérée. Un changement comportemental est anticipé à des pressions sonores de 160 à 188 dB re  $\mu\text{Pa}$  1 (Turnpenny et Nedwell 1994), lesquelles pourraient survenir lors des activités du projet. Auquel cas, on peut s'attendre à ce que cette espèce fuit la zone immédiate temporairement. Le MPO (MPO, 2004a) a conclu que certains poissons exposés à des bruits sismiques sont susceptibles de présenter une réaction de sursaut, de modifier leurs trajectoires de nage et de se répartir différemment dans l'eau. Toutefois, ces effets devraient être à court terme et peu importants, sauf lorsque l'activité de reproduction des poissons peut être affectée. Le risque le plus important associé au bruit s'appliquerait aussi aux œufs et larves de morue et

les près de la surface. Aucun effet mesurable du bruit sur la morue n'est anticipé en raison de la faible probabilité de chevauchement spatial et temporel entre les sondages du PSV qui durent de deux à trois jours et la présence d'œufs et de larves de morue près de la source.

En raison de sa longue durée de vie, de son taux de croissance lent et de sa maturité tardive, le sébaste est considéré comme ayant une faible capacité de rétablissement, les principales menaces qui le guettent étant la pêche dirigée et des prises accessoires (COSEPAC 2010b).

Sarà et al. (2007) ont étudié la réaction au bruit du thon rouge en Méditerranée à bord de navires. Ils ont étudié la réaction de poissons en semi-captivité aux sons générés par des traversiers, des hydroptères, des petits bateaux et de gros transbordeurs de passagers et voitures. Les auteurs ont rapporté qu'en réaction aux navires qui les approchent, les thons avaient changé de direction et avaient accru leurs déplacements verticaux vers la surface ou en profondeur, les bancs présentant une structure non concentrée et un comportement natatoire mal coordonné. Les hydroptères semblaient avoir une réaction similaire, mais sur des périodes plus courtes. Comme les bancs jouent un rôle important chez les thons lors de leur migration de frai, toute altération à leur comportement pourrait les désorienter alors qu'ils se rendent vers leurs aires de reproduction et d'alimentation. Iversen (1967, dans Sarà et al. 2007) a examiné l'albacore (*Thunnus albacares*) et a déterminé que sa plus grande sensibilité auditive se situe entre 200 et 800 Hz, où les seuils variait en moyenne de 89 à 100 dB re 1  $\mu$ Pa. Cette preuve concorde avec celle de la grande majorité des poissons étudiés à ce jour, qui semblent avoir percevoir une gamme de fréquences relativement étroite (Popper, 2000).

Le bruit d'un ensemble sismologique utilisé dans les sondages du PSV ou les enquêtes des géoristiques peut causer la mort d'œufs ou de larves de poissons sur des dizaines de mètres, si ceux-ci se trouvent à proximité de la source. Des effets physiques sur les poissons peuvent se produire à quelques centaines de mètres de la source d'impulsion, mais aucune mortalité de poissons n'est anticipée. Les poissons auront probablement une réaction de sursaut et fuiront temporairement la zone à quelques kilomètres. En raison des limites spatiales des mortalités et des éventuels effets physiques et en raison de la nature temporaire des effets comportementaux, le bruit n'est pas considéré comme un effet environnemental significatif pour les espèces en péril.

### **Espèces d'oiseaux marins en péril**

La Mouette blanche n'est pas susceptible de visiter la zone du projet, sauf si la banquise s'étend dans la zone du projet. Les risques de dommages à l'ouïe chez la mouette blanche occasionnés par les sondages du PSV sont faibles, car cette espèce ne passe pas beaucoup de temps sous l'eau et ne devrait pas se tenir à proximité des ensembles sismologiques. Il est également peu probable que la mouette blanche se nourrisse sous la surface de l'eau en même temps que des flûtes sismiques sont activées. Les effets négatifs résiduels liés au bruit sur les oiseaux marins en péril ne devraient pas être significatifs.

## **Mammifères marins et tortues de mer en péril**

En général, les espèces de mammifères marins en péril ne devraient pas éviter la zone du projet sur de longues périodes, car les activités de forage seront menées sur une période de 20 à 50 jours. Les activités du projet peuvent provoquer une réaction de sursaut chez les mammifères, provoquant augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire ou un changement dans d'orientation, mais ces réactions ne sont pas considérées comme étant biologiquement critiques (Erbe 2000). Si les espèces de mammifères marins en péril trouvent de la nourriture dans la zone du projet, il se peut qu'ils tolèrent le bruit le temps de se nourrir (Wartzok et al. 2004), pour ensuite fuir la zone du projet.

L'étendue spatiale de tels comportements d'évitement chez le rorqual à bosse et le petit rorqual peut s'étendre de 0,5 à 1 km. Le rorqual à bosse n'a eu aucune réaction d'évitement lorsqu'exposé à des simulations de bruits de semi-submersibles et de plateforme de forage (Malme et al. Br 1985). Les baleines reconnues pour présenter des comportements d'évitement sur de longues distances, comme la baleine boréale, ne devraient pas fréquenter la zone du projet. Dans des conditions normales de bruit ambiant, le bruit de basse fréquence provenant d'une plateforme de forage pourrait être détectable à pas plus de 2 km près d'une rupture du plateau (Richardson et Malme 1993). Les effets du bruit sur les mammifères marins sont donc considérés comme très réversibles, une fois que la source sera retirée, les mammifères marins devraient retourner dans la région (Davis et al. 1987).

Il est probable que les changements comportementaux occasionnés par une MODU chez les baleines fanons, les baleines à dents, les pinnipèdes et les tortues de mer (y compris les espèces en péril) soient temporaires. Les sondages proposés seront de courte durée et se produiront sur une zone relativement restreinte dans les limites de la zone du projet. Ainsi, la perturbation de la circulation maritime devrait être faible.

L'évitement de la zone du projet par les tortues de mer en raison du bruit ne devrait pas entraîner d'effets biologiques néfastes étant donné que la zone n'est pas réputée abriter des méduses, qui sont leurs principales proies. Les méduses sont transitoires, leurs répartitions changeant chaque année et même à l'intérieur d'une même année. Il n'y a donc aucune raison de s'attendre à ce que des méduses fréquentent la zone du projet ou toute autre région du Golfe. Par ailleurs, la zone du projet n'est pas une aire de nidification ou d'éclosion.

Dans l'ensemble, les effets résiduels négatifs du projet liés au bruit du forage, des navires et des sondages du PSV ne devraient pas entraîner d'effets importants sur l'environnement.

### **7.2.2.6 Émissions atmosphériques**

L'appareil de forage produira des émissions atmosphériques lors du forage d'exploration qui pourraient interagir avec les espèces d'oiseaux marins en péril qui sont présentes dans la zone du projet (c'est à dire, la mouette blanche). Tous les équipements seront conçus pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'émissions et des plans d'entretien régulier garantiront leur bon fonctionnement. La présence de forts vents dans la zone du projet augmente la capacité de déplacement des émissions atmosphériques. Les effets sur

l'environnement et la qualité de l'air devraient être négligeables au-delà de la zone d'interdiction de pêche. Par conséquent, les effets des émissions atmosphériques sur les espèces d'oiseaux marins en péril ne devraient pas être significatifs.

#### **7.2.2.7 Abandon et suspension du puits**

Les bruits émis lors de l'abandon ou de la suspension du puits seront similaires à ceux émis lors des activités de forage et seraient temporaires et localisés. La modification permanente de l'habitat se limiterait à la zone immédiate de la tête de puits. Aucun effet néfaste pour l'environnement et les espèces en péril n'est anticipé dans le cadre de cette activité.

#### **7.2.3 Mesures d'atténuation**

En se basant sur les interactions potentielles précitées et sur les connaissances acquises à ce jour, des mesures d'atténuation techniquement et économiquement réalisables visant à réduire ou éliminer les effets négatifs potentiels sur les espèces en péril ont été identifiées :

- Le navire sera surveillé pour repérer les espèces en péril qui s'y échouent;
- Retenir les services d'observateurs qualifiés pour surveiller les activités de sondage du PSV;
- Respecter toutes les normes pertinentes applicables en matière d'atténuation, comme le précisent les *Lignes directrices du Programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique (C-NLOPB 2011a)* (y compris l'*Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin*), lors des activités de sondage du PSV;
- Utiliser des boues de forage à base d'eau dans la mesure du possible;
- Utilisation et traitement de BBPS ou de produits chimiques peu ou non toxiques conformément aux LDTDZE;
- Tous les rejets d'eaux usées seront conformes aux LDTDZE et les opérations maritimes respecteront la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution* et la *Loi sur la marine marchande* du Canada;
- Les déchets solides seront transportés à terre et recyclés dans la mesure du possible;
- Tous les équipements seront conçus pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'émissions et des plans d'entretien régulier garantiront leur bon fonctionnement.

#### **7.2.4 Impacts environnementaux résiduels**

Le tableau 7.8 présente le résumé des effets environnementaux potentiels sur les espèces en péril. En se basant sur les connaissances acquises à ce jour concernant les effets des activités de forage d'exploration et étant donné les mesures d'atténuation qui seront mises en œuvre, les activités courantes du projet ne devraient occasionner que des effets mineurs sur l'environnement et les espèces en péril. Comme il n'y aura aucune violation des interdictions précisées aux sections 32 à 36 de la LEP, les effets environnementaux négatifs résiduels du projet sur les espèces en péril ne devraient pas être significatifs.

**Tableau 7.8 Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur les espèces en péril**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels											
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique						
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	Effets comportementaux (N) Effet de récif artificiel, plus de nourriture et de refuges (P) Attraction/naufage (N)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	2	6	2	R	1						
Boues et déblais de forage	Perte d'habitats (N) Contamination (N)	Utiliser des BBE, si possible; Traiter les boues rejetées Respecter les LDTDZE	1	1	6	4	R	1						
Rejets courants (eaux usées domestiques, eau de cale, eaux usées de pont)	Enrichissement en matières nutritives (P ou N) Contamination (N)	Transporter les déchets solides à terre; Respecter les règlements antipollution de la MARPOL de 73/78 Respecter les LDTDZE	1	1	6	2	R	1						
Navires de soutien et hélicoptère	Attraction/évitement (N) Collision entraînant des blessures ou la mort (N)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	2	6	2	R	1						
Bruits associés aux sondages du PSV et aux forages	Mortalité (œufs et larves) (N) Effets physiologiques et comportementaux (N); Évitement (N)	Adhésion à l' <i>Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin</i>	1	1	6	1	R	1						
Rejets atmosphériques courants	Évitement (N)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	1	6	2	R	1						
Abandon et suspension du puits	Effets comportementaux (N)		1	1	1	1	R	1						
<p>CLÉ :</p> <table border="0"> <tr> <td>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</td> <td>Fréquence 1 = &lt;11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = &gt;200 événements/an 6 = continuel</td> <td>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</td> </tr> <tr> <td>Étendue des impacts 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</td> <td>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</td> <td>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</td> </tr> </table> <p>n/a = Non applicable</p>									Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = >200 événements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)	Étendue des impacts 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes
Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = >200 événements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)												
Étendue des impacts 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes												

### 7.3 Écosystèmes marins

Un écosystème marin sain soutient les communautés biologiques et les utilisations socio-économiques du milieu marin. L'écosystème marin comprend l'eau (y compris le plancton) et les communautés benthiques (y compris les coraux). Il est identifié comme une CVE, car les effets de l'écosystème marin peuvent à leur tour avoir un effet sur les composantes d'autres espèces marines, y compris les poissons et l'habitat marin, les mammifères marins et oiseaux marins. Il a également été identifié dans le document d'orientation du projet (OCTNLHE 2011); Cette évaluation se concentre en particulier sur les effets potentiels du projet sur les coraux et le plancton. L'évaluation des effets du projet sur les espèces de poissons pélagiques et benthiques est présentée à la section 7.4. Comme il en est question à la section 5.3.3, les plumes de mer sont présentes, mais pas courantes dans la zone du projet; les coraux et éponges d'eau profonde ne devraient pas être présent dans celle-ci.

Les forêts de varech ont également été identifiées dans le document d'orientation (OCTNLHE 2011) comme une composante importante des écosystèmes marins. Les forêts de varech occupent des régions proches du rivage et les seuls effets liés aux activités courantes du projet avec lesquels elles pourraient interagir seraient la circulation maritime en provenance et en direction du site du projet aux fins d'approvisionnement. Les navires d'approvisionnement suivront les voies maritimes établies et respecteront la *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution* de la *Loi sur la marine marchande* du Canada; par conséquent, toutes les interactions courantes entre les navires d'approvisionnement et les forêts de varech seraient limitées et n'ont pas été évaluées davantage.

Cette section porte sur l'évaluation des effets potentiels des activités courantes du projet sur l'écosystème marin. Les effets des événements accidentels sont évalués au chapitre 8. Les effets environnementaux cumulatifs en lien avec d'autres projets ou activités sont évalués au chapitre 9.

#### 7.3.1 Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels

Un impact environnemental néfaste important se rapporte à un effet qui touche l'écosystème physiquement, chimiquement ou biologiquement dans une portée suffisante pour provoquer une baisse de l'abondance et/ou des changements en matière d'abondance et/ou de distribution supérieurs à ce que le remplacement naturel (reproduction et immigration) engendre, ou qui touche n'importe quelle population ou espèce, ou n'importe quelle population ou espèce qui en dépend; le retour au remplacement naturel précédent nécessitera plusieurs générations.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.



## 7.3.2 Évaluation des impacts

### 7.3.2.1 Présence d'une plateforme

Le fond marin subira des perturbations physiques lors des activités de forage (forage d'un puits dans le plancher océanique, mise en place et retrait d'une plaque de forage, mise en place et retrait d'ancrages, etc.). Les effets peuvent inclure l'étouffement direct d'espèce, une augmentation de la turbidité, des perturbations physiques et de concentrations élevées de métaux sur le fond marin et dans la colonne d'eau. Les perturbations physiques que subira le substrat mou devraient entraîner des changements temporaires dans l'abondance des espèces ou leur composition. L'endofaune de ces habitats devrait rapidement se repeupler ou se recoloniser et les changements devraient se situer à l'intérieur de la variabilité naturelle du régime des perturbations naturelles (c.-à-d., transport de sédiments durant les tempêtes violentes).

Les coraux d'eau profonde sont sensibles aux dommages physiques et aux réductions corrélatives de leurs populations dans plusieurs régions à travers l'activité humaine comme le chalutage de fond (Dayton et al. Br 2002). La très longue période de croissance des grands coraux soulève certaines préoccupations. Comme il est en question ci-dessus, la zone du projet abrite des plumes de mer et celles-ci peuvent être sensibles aux activités anthropiques (Commission OSPAR 2010). La menace la plus sérieuse se veut la dégradation de l'habitat par les perturbations physiques qu'occasionne le chalutage de fond. Les grandes espèces à croissance lente telles que les plumes de mer sont particulièrement vulnérables aux perturbations de chalutage, tandis que les individus et espèces de petite taille présentent un taux de mortalité plus faible (Dinmore et al. 2003).

L'empreinte directe du forage exploratoire ou de production de pétrole et de gaz naturel pourrait endommager ou détruire les coraux et éponges d'eau froide, si elle se situe au-dessus ou à proximité de ces communautés. Des dommages physiques sous forme de rupture et de délogement des organismes et des substrats durs ou de broyage des coraux et éponges d'eau froide peuvent être occasionnés par les ancres des navires de soutien et de transport et les ancres des unités de forage semi-submersible et de la plate-forme (Cimberg et al. 1981, Raimondi et al 1997; Freiwald et al., 2004; Lophelia, 2010).

Selon une revue de la vidéo des fonds marins prise sur le site de Old Harry dans le cadre d'une enquête sur les géorisques (voir Section 5.4.1), la perturbation physique des coraux à la suite de la mise en place de la plate-forme sera minime. En raison d'une perturbation potentielle faible et du fait qu'à part de petits nombres de plumes de mer, la zone n'abrite pas de coraux, les effets résiduels ne seront pas significatifs.

La présence de lumières sur la plateforme peut également affecter le plancton. Plusieurs espèces planctoniques sont phototaxiques; elles flottent près de la surface de l'eau le jour et se reposent dans les eaux profondes la nuit. Toute lumière reflétant sur l'eau la nuit peut attirer le necton qui a la capacité de nager activement. Cet effet serait localisé et temporaire et est réversible (une fois la période de forage terminée).

### **7.3.2.2 Boues et déblais de forage**

Comme il en est question à la section 7.1.2, les effets des BBPS et BBE et des déblais s'y rattachant ont fait l'objet de plusieurs études. Bien que le rejet de BBE puisse augmenter les concentrations de métaux dans les sédiments, ces augmentations se limitent généralement à un rayon de 250 à 500 m du site de forage et peu d'effets biologiques y ont été associés (ACPP 2001b; Neff 2005). La plupart des microcosmes et des études sur le terrain (Neff 2010) portant sur les effets des déblais de BBE ont démontré que celles-ci n'avaient aucun ou peu d'effets à court terme sur les communautés de zooplanctons et très peu d'effets sur la faune benthique (les effets étant généralement limitées à moins de 100 m).

En comparant les rejets de BBE et BBPS, les effets des rejets des BBPS se limitent aux organismes benthiques. Les effets sur la colonne d'eau (OPG 2003) occasionnés par les BBPS sont considérés comme négligeables en raison de la faible solubilité du fluide de base de BBPS dans l'eau de mer, de sa faible dispersion dans la colonne d'eau, du court temps de séjour attribuable à son taux rapide de sédimentation et du fait que les rejets de forage sont intermittents et passagers. Les effets biologiques des déblais de BBPS sur le benthos devraient être similaires ou plus importants que ceux des BBE.

Des coraux et d'autres hydrozoaires, ainsi que des éponges, sont sensibles à des concentrations élevées de sédiments en suspension (Moore, 1977). Les BBE et déblais qui se déposent pourraient entraîner à court terme des concentrations élevées de matières particulaires en suspension près du fond océanique et pourraient avoir un impact sur les organismes qui se nourrissent de particules (par exemple, les coraux, les éponges et les anémones). Bien que l'on sache que des plateformes pétrolières ou d'autres installations similaires en mer peuvent causer une variété d'effets et de perturbations, la Commission OSPAR (2010) a étudié les menaces qui pèsent sur les plumes de mer dans la mer du Nord et a déterminé que le risque d'altération ou de perte d'habitat était faible. La remise en suspension des fines particules de boue par le chalutage de fond et les modifications sédimentaires qui en résultent constituent la principale menace. Les effets sur les plumes de mer à la suite du forage de ce projet se limiteraient probablement à un rayon de 500 m du site de forage.

Vu la nature à court terme et localisée des effets anticipés, les effets résiduels des boues et déblais de forage sur l'écosystème marin ne devraient pas être significatifs.

### **7.3.2.3 Rejets courants**

Tous les rejets de routine associés au programme de forage d'exploration seront déchargés en conformité avec les LDTDZE (ONE et al. 2010), incluant les eaux usées et sanitaires. La matière organique associée aux rejets se dispersera rapidement dans un environnement océanique ouvert et sera dégradée rapidement par les bactéries. Les effets de cette quantité relativement faible de matière organique et de nutriments sur l'environnement marin seront négligeables et ne seront pas significatifs. Le forage nécessitera l'utilisation d'eau de mer, dont la majeure partie sera utilisée comme eau de refroidissement (non chlorée). Le volume d'entraînement sera faible et la zone des effets thermiques de petite taille. Tout rejet ayant un

potentiel de toxicité pour le milieu marin est réglementé et surveillé, de sorte que le risque de contamination du biote est limité.

#### **7.3.2.4 Navires de soutien**

Les aspects de l'écosystème marin en cours d'évaluation dans le cadre de cette CVE interagiront très peu avec les navires de soutien et les hélicoptères. Cette interaction n'est donc pas évaluée davantage.

#### **7.3.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Des renseignements concernant les effets biologiques des bruits sur le plancton et les organismes benthiques sont présentés à la Section 7.1.5.3.

L'évaluation environnementale réalisée par le US Minerals Management Service dans le cadre d'un programme d'exploration géophysique dans le golfe du Mexique soutient la conclusion qu'il n'existe aucune preuve documentée d'un impact mesurable sur les communautés benthiques occasionné par des sondages du profil sismique vertical, par des flûtes sismiques ou de mesures de télédétection (MMS, 2004a). Les impulsions émises dans le cadre de sondages du profil sismique vertical peuvent causer la mort de planctons et ichtyoplanctons se trouvant près de la source, mais les échelles spatiales (mètres) et temporelles (deux à trois jours par puits) devraient faire en sorte que les effets environnementaux résiduels ne seront pas significatifs.

#### **7.3.2.6 Émissions atmosphériques**

Les émissions atmosphériques ne devraient pas interagir avec cette CVE, ni l'affecter. Par conséquent, ce point n'est pas évalué davantage.

#### **7.3.2.7 Abandon et suspension du puits**

Pendant l'abandon ou la suspension du puits, toute perturbation physique pour le fond marin se limiterait aux zones ayant déjà été perturbées lors du forage. La région immédiate de la tête du puits sera altérée de façon permanente. Les bruits seraient temporaires et localisés.

### **7.3.3 Mesures d'atténuation**

Les mesures suivantes sont techniquement et économiquement réalisables et visent à réduire ou à éliminer les effets négatifs potentiels du projet sur les écosystèmes marins :

- Utiliser des boues de forage à base d'eau dans la mesure du possible;
- Utilisation et traitement de BBPS ou de produits chimiques peu ou non toxiques conformément aux LDTDZE;
- Tous les rejets d'eaux usées seront conformes aux LDTDZE et les opérations maritimes respecteront la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution* et la *Loi sur la marine marchande* du Canada;
- Les déchets solides seront transportés à terre et recyclés dans la mesure du possible;

- Adhésion à l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin; et
- Inspection et entretien appropriés des équipements afin de minimiser les rejets et émission atmosphériques.

### 7.3.4 Impacts environnementaux résiduels

Le tableau 7.9 présente le résumé des effets environnementaux potentiels sur l'écosystème marin. Vu la nature à court terme, réversible et localisée des effets anticipés, les effets environnementaux résiduels sur l'écosystème marin ne devraient pas être significatifs. Un changement irréversible devrait survenir dans l'habitat benthique situé dans la région immédiate de la tête du puits, mais cet effet sera localisé.

**Tableau 7.9 Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur l'écosystème marin**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels					
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique
Présence d'une plateforme	Perturbations physiques (N)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	1	6	2	R	1
Boues et déblais de forage	Étouffement, contamination (N)	Utiliser des boues de forage à base d'eau, si possible; utiliser des boues ou des produits chimiques peu ou non toxiques et traiter les déblais de BBPS conformément aux LDTDZE	1	1	6	3	R	1
Rejets courants (eaux usées domestiques, eau de cale, eaux usées de pont)	Enrichissement en matières nutritives, contamination (N)	Acheminer les déchets solides sur la côte; respecter les règlements antipollution des LDTDZE	1	1	6	2	R	1
Bruits associés aux sondages du PSV et aux forages	Mortalité (N)	Adhésion à l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin	1	1	6	1	R	1
Abandon et suspension du puits	Perturbations physiques (N)	Abandon du puits selon les pratiques standards de l'industrie et conformément aux directives de l'OCTNLHE	1	1	1	1	R	1
<p><b>CLÉ :</b></p> <p>Contexte de l'ampleur            0 = négligeable (pratiquement pas d'effet)            1 = effets faibles            2 = effets modérés            3 = effets élevés</p> <p>Étendue            1 = rayon de &lt;1 km            2 = rayon de 1-10 km            3 = rayon de 11-100 km            4 = rayon de 101-1 000 km            5 = rayon de 1 001-10 000 km            6 = rayon de &gt; 10 000 km</p> <p>Fréquence            1 = &lt;11 évènements/an            2 = 11-50 évènements/an            3 = 51-100 évènements/an            4 = 101-200 évènements/an            5 = &gt;200 évènements/an            6 = continuel</p> <p>Durée            1 = &lt;1 mois            2 = 1-12 mois            3 = 13-36 mois            4 = 37-72 mois            5 = &gt;72 mois</p> <p>Réversibilité            R = Réversible            I = Irréversible (fait référence aux populations)</p> <p>Contexte écologique et socio-économique            1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine            2 = preuve d'activités négatives existantes            3 = Beaucoup d'activités négatives existantes            n/a = Non applicable</p>								

## 7.4 Poissons de mer, mollusques et crustacés et habitat marin

L'habitat marin comprend les caractéristiques physiques (substrat, température de l'eau en profondeur, etc.), chimiques (éléments nutritifs, etc.) et biologiques (invertébrés benthiques, plantes marines, etc.) de l'environnement qui sont nécessaires aux cycles de vie des poissons de mer (frais, nourriture, hivernage, migration, etc.). Plusieurs espèces commerciales de poissons et de crustacés fréquentent des aires de frai, d'alimentation et de croissance dans le Golfe. Les effets environnementaux des activités courantes du projet sur les poissons et l'habitat marin occasionnés par le forage d'exploration sont évalués dans cette section. Les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin sont considérés comme une CVE en raison de leur potentiel d'interaction directe avec le projet. Plus précisément, ils ont été identifiés comme une CVE pour les raisons suivantes :

- Exigences réglementaires spécifiques de la *Loi sur les pêches*;
- Interaction directe entre l'habitat marin et les activités courantes du projet;
- Importance du rôle que joue l'habitat marin d'un point de vue commercial, écologique et touristique.

L'évaluation des impacts environnementaux se concentre sur les aspects pertinents aux poissons, mollusques et crustacés et à l'habitat marin. Les interactions possibles avec les activités courantes du projet comprennent :

- Effets environnementaux associés à la présence de la plateforme de forage et des lumières dont elle est munie.
- effets environnementaux associés au rejet des boues et déblais de forage;
- effets environnementaux associés au rejet des déchets et des eaux usées;
- les effets environnementaux du bruit généré par les activités de forage courantes (y compris les navires de soutien et le PSV).

Une liste détaillée des interactions potentielles entre les activités du projet et les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin est présentée au tableau 7.1. Cette section porte sur l'évaluation des effets potentiels des activités courantes du projet sur cette CVE. Les espèces de poissons de mer inscrites en vertu de la SARA ou considérées comme à risque par le COSEPAC sont évaluées comme des CVE/espèces en péril (article 7.2). Les effets des événements accidentels sont évalués au chapitre 8. Les effets environnementaux cumulatifs en lien avec d'autres projets ou activités sont évalués au chapitre 9.

### 7.4.1 Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels

Un impact environnemental résiduel néfaste important se rapporte à un effet qui touche l'ensemble de la population ou des espèces dans une portée suffisante pour provoquer une baisse de l'abondance et/ou des changements en matière d'abondance et/ou de distribution supérieurs à ce que le remplacement naturel (reproduction et immigration) engendre, ou qui touche n'importe quelle population ou espèce, ou n'importe quelle population ou espèce en dépend; le retour au remplacement naturel précédent nécessitera plusieurs générations.

Un effet environnemental résiduel néfaste important sur l'habitat marin marin entraînera une perte nette non atténuée ou non compensée de l'habitat marin comme l'exige le DPP de la *Loi sur les pêches*.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

Un impact positif est défini comme un effet qui entraîne une augmentation mesurable de la population des poissons de mer et des mollusques et crustacés et améliore la qualité de leur habitat.

## **7.4.2 Évaluation des impacts**

### **7.4.2.1 Présence d'une plateforme**

Des renseignements relatifs aux effets de la présence de la plateforme de forage, de la zone de sécurité, des lumières et du torchage sont présentés à la section 7.4.1, y compris les renseignements qui se rapportent aux poissons de mer, mollusques et crustacés et à l'habitat marin. L'aménagement d'une plateforme de forage en mer peut créer un effet de récif artificiel et sa structure peut devenir le refuge de plusieurs espèces de poissons, mollusques et crustacés, surtout juvéniles. À court terme, cela peut influencer sur l'abondance et la répartition de certaines espèces de poisson et du même coup entraîner des concentrations de sources de nourriture pouvant attirer les mammifères, tortues et oiseaux marins à proximité de la plateforme de forage. La zone d'interdiction de pêche peut aussi servir de refuge à certaines espèces de poissons, incluant les espèces pêchées commercialement.

Certaines observations laissent croire que le reflet des lumières à la surface de l'eau peut attirer certaines espèces de poissons, y compris les espèces pélagiques migratrices. Cela pourrait rendre les espèces plus vulnérables à la prédation par les mammifères et les oiseaux marins qui pourraient également être attirés par les lumières des navires. Des études menées sur la côte du Pacifique ont permis d'observer qu'il y avait des changements de répartition chez les harengs et lançons juvéniles la nuit dans des zones éclairées artificiellement (Nightingale et Simenstad 2002). Les prédateurs de ces espèces ont peut-être été attirés par la hausse des populations juvéniles à ces endroits (Nightingale et Simenstad 2002).

Comme la plate-forme serait en place pendant 25 à 50 jours, les effets précités seraient localisés, de courte durée et réversibles. Aucun effet résiduel négatif résiduel n'est anticipé.

### **7.4.2.2 Boues et déblais de forage**

Des renseignements relatifs aux effets des boues et déblais de forage sont présentés en détail à la section 7.1.2, y compris la toxicité des BBE et BBPS et les résultats d'études de terrain menées sur le devenir des boues et déblais de forage dans l'environnement. Comme il en est question à la section 7.1.2.4, des études de terrain n'ont pas pu établir la preuve d'une bioaccumulation écologique significative de métaux et d'hydrocarbures pétroliers par les organismes marins résidant ou déployées dans des cages près des décharges de BBE. De plus, il n'existe aucune preuve de toxicité associée aux constituants des BBE. Les effets

écologiques sont dus à des perturbations physiques dans la colonne d'eau et le milieu benthique (réaction de sursaut et d'évitement chez les espèces benthiques mobiles, étouffement des organismes sessiles, etc.). Les effets des rejets de BBPS sont réputés se limiter à l'environnement benthique. Par conséquent, des renseignements supplémentaires sur les effets des boues et déblais de forage sur les mollusques et crustacés sont présentés ci-dessous.

Le dépôt de BBE et BBPS peut causer l'étouffement physique d'organismes benthiques. Le dépôt initial de déblais peut également avoir un impact sur les organismes de fond en modifiant la répartition des différentes tailles de sédiments sur le substrat (OGP 2003). Comme les BBPS sont des composés organiques biodégradables, leur présence dans les déblais peut accroître la demande en oxygène dans les sédiments. L'enrichissement organique des sédiments peut conduire à des conditions anoxiques ou anaérobies à mesure que la matière organique se biodégrade. Les conditions anoxiques peuvent également survenir par un enfouissement de matière organique occasionné par la redistribution des sédiments. Si l'anoxie est induite, les organismes benthiques qui ont besoin d'oxygène pour survivre ne seront pas en mesure de rivaliser avec les bactéries. Par conséquent, la biodégradation rapide des BBPS peut mener indirectement à la toxicité des sédiments (OGP 2003). Par ailleurs, si la concentration de sulfure d'hydrogène devient élevée dans les sédiments, celle-ci peut également affecter les populations benthiques. En raison de ces facteurs, les populations benthiques se trouvant dans les sédiments altérés pourraient être perturbées jusqu'à ce que les BBPS se dégradent suffisamment pour atténuer l'enrichissement organique et que les organismes soient capables de recoloniser les sédiments.

Un certain nombre d'études de terrain et de surveillance ont été menées afin d'évaluer les taux de dégradation des BBPS et le taux de rétablissement du benthos (Jensen et al. 1999; Neff et al. 2000; OGP 2003; Roberts et Nguyen 2006). Les fluides à base d'ester se biodégradent généralement rapidement et le benthos est pratiquement entièrement récupéré en 11 mois. Des études sur les fluides à base d'oléfine ont été menées sous une grande variété de conditions. Celles-ci ont produit des résultats variables, mais la dégradation et le rétablissement benthique peut prendre de plusieurs mois à plusieurs années selon plusieurs facteurs. En général, le benthos peut prendre jusqu'à trois à cinq ans pour se rétablir complètement après le rejet de BBPS (Neff et al. 2000).

Le dépôt des déblais de forage sur les fonds marins présente un risque d'enfouissement temporaire de la faune benthique (Daan et Mulder, 1993). L'effet de l'enfouissement dépend principalement de la mobilité des organismes dans la matrice de sédiments et la vitesse de sédimentation des particules. Les organismes sédentaires qui ont des capacités motrices nulles ou très limitées, comme le pouce-pied et la moule, sont très sensibles. D'autres espèces ayant une capacité motrice limitée, comme certaines espèces de bivalves, peuvent éventuellement souffrir de faibles concentrations d'oxygène dans les sédiments (Essink 1999). La plupart des espèces présentes dans les sédiments boueux ou les sédiments dynamiques sont bien adaptées aux changements de leur substrat. Surtout les espèces terrassières qui ne subissent guère d'effet (Bijkerk 1988, dans Kjeilen-Eilertsen et al. 2004).

Bien que des changements dans la densité et la diversité benthiques occasionnés par les boues de forage aient été détectés dans les 1000 m des sites de forage, la plupart de ces effets se produisent à des distances de 50 à 500 m et sont de courte durée (Hurley et Ellis 2004). Les additifs utilisés avec les BBE sont sélectionnés conformément aux *Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques* (ONE et al. 2009), pour ainsi s'assurer qu'ils ne posent pas de risque pour l'environnement. Les métaux retrouvés dans les déblais de BBPS ne provoquent pas d'effet biologique (ACPP, 2001a; Hurley et d'Ellis 2004).

Des recherches indiquent que les organismes sessiles sont susceptibles d'être étouffés dans les zones où les déblais font plus de 1 cm d'épaisseur (Bakke et al. 1989). Comme la plupart des espèces benthiques sessiles ont des temps de génération courts, les communautés benthiques devraient se rétablir dans l'année qui suit le forage (Hurley et Ellis 2004; Neff 2005). L'épifaune sessile, comme les bryozoaires, pouces-pieds, ophiures et oursins, sera étouffé à différentes profondeurs. L'endofaune, comme la plupart des polychètes, amphipodes et palourdes, emprunte des espèces et l'on peut s'attendre à ce qu'elle refasse surface depuis un revêtement de plusieurs centimètres de profondeur.

L'empreinte directe du forage exploratoire ou de production de pétrole et de gaz naturel pourrait endommager ou détruire les coraux et éponges d'eau froide, si elle se situe au-dessus ou à proximité de ces communautés. Des dommages physiques sous forme de rupture et de délogement des organismes et des substrats durs ou de broyage des coraux et éponges d'eau froide peuvent être occasionnés par les ancres des navires de soutien et de transport et les ancrages des unités de forage semi-submersible et de la plate-forme (Cimberg et al. 1981, Raimondi et al 1997; Freiwald et al., 2004; Lophelia, 2010) Les rejets de déblais et boues de forage et de produits chimiques pourraient étouffer, induire un stress ou endommager physiquement les coraux et leurs habitants (Freiwald et al. 2004; Lophelia 2010).

Tous les déblais et boues de forage rejetés près de coraux ou d'éponges d'eau froide pourraient endommager ces organismes en les ensevelissant ou en les étouffant ou par l'augmentation du niveau de sédiments en suspension dans les eaux entourant un site de forage. On a observé des sédiments et cristaux de barytine relativement grossiers piégés dans des polypes coralliens à environ 500 m vers en aval d'un site de forage à Træna Deep (Lepland et Mortensen 2008). Les coraux utilisent un certain nombre de mécanismes pour enlever les sédiments : mouvements ciliaires, production de mucus, expansion de tissus, mouvements de tentacules et ingestion de sédiments (Stafford-Smith et Ormond 1992; Riegl, 1995). Ce sont tous des mécanismes énergivores et ceux-ci peuvent ultimement nuire à des processus tels que la croissance, la reproduction et la résistance aux maladies (Krone et Biggs 1980; Dallmeyer et al 1982; Riegl et Direction 1995).

Plusieurs études de terrain et en laboratoire ont été menées sur les effets possibles de la sédimentation et de la boue dans les coraux de forage. La majorité de ces études portait sur l'exposition de sédiments et la plupart des espèces étudiées étaient des coraux tropicaux. Il y a eu relativement peu d'études publiées sur les coraux d'eau froide, comme *Lophelia pertusa* (Gass, 2006 ; Gass et Roberts 2006. Lepland et Mortensen 2008. La mortalité chez le polype et la production accrue de mucus et de sécrétions semblent être les effets et réactions les plus signalés.



Des résultats d'études en laboratoire ont démontré une perte de poids dans les tissus somatiques et reproducteurs chez le pétoncle de mer lorsqu'il est exposé au fluide ParaDrill IA (type de BBPS généralement utilisé pour les programmes de forage sur de grands bancs) à des concentrations de 1,5 mg/L. Cependant, les effets ont été renversés et ont cessé après l'exposition et peu d'effets ont été notés à des concentrations inférieures (Armsworthy et al., 2005). Les auteurs ont également conclu que les fines particules de bentonite et barite trouvées dans la boue de forage sont probablement la cause principale des effets sur la croissance des tissus du pétoncle. Hamoutene et al. (2004) ont exposé des homards à des BBPS SBM (IPAR) pendant une période de 20 jours et ont conclu que les effets potentiels étaient nuls ou très faibles.

Le plan de forage ne prévoit pas l'utilisation de BBPS, mais il se peut que celles-ci soient utilisées pour surmonter certains défis techniques en toute sécurité. Le principal effet des BBE sera l'étouffement du benthos près du site de forage. Les effets varieront allant d'une réaction de sursaut (éviter de la zone de dépôt) pour les poissons benthiques, mollusques et crustacés mobiles jusqu'à l'étouffement d'invertébrés sessiles. Les effets seront centrés à 500 m du site de forage et si l'on utilise des BBPS, l'environnement benthique devrait se rétablir en trois ou cinq ans. Aucun effet résiduel important n'est anticipé.

#### **7.4.2.3 Rejets courants**

Les effets liés aux rejets courants sont traités à la Section 7.1.3. La fréquence et la durée des rejets courants seront limitées au cours de la période de forage et ceux-ci seront gérés conformément à la réglementation applicable. Tout rejet ayant un potentiel de toxicité pour le milieu marin est réglementé et surveillé, de sorte que le risque de contamination du biote est limité. La matière organique associée aux rejets se dispersera rapidement dans un environnement océanique ouvert et sera dégradée par les bactéries. Les effets de cette quantité relativement faible de déchets et d'eaux usées sur les poissons de mer, mollusques et crustacés et l'habitat marin pendant une période limitée ne sont pas considérés comme significatifs.

#### **7.4.2.4 Navires de soutien**

Les interactions potentielles entre les navires de soutien et cette CVE sont principalement liées au bruit généré par les navires. Celles-ci sont revues en détail dans la Section 7.4.2.5. Les effets des lumières navire seraient similaires à ceux de la plate-forme de forage, lesquels sont évalués à la section 7.4.2.1.

#### **7.4.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Les bruits susceptibles d'être générés par les activités du projet (y compris les forages et sondages du PSV) et les effets biologiques s'y rattachant sont présentés en détail à la Section 7.1.5. Des renseignements concernant les effets biologiques des bruits sur les poissons de mer et les mollusques et crustacés et les organismes benthiques sont présentés à la Section 7.1.5.3.

La plupart des ouvrages disponibles indiquent que les effets du bruit sur les poissons sont transitoires et que s'ils sont éphémères et se produisent à l'extérieur d'une période critique, ils ne devraient vraisemblablement pas se traduire par des effets biologiques ou physiques. Dans la plupart des cas, il semble que les effets du bruit sur le comportement des poissons devraient occasionner des effets négligeables sur les individus et populations.

Le bruit d'un ensemble sismologique utilisé dans les sondages du PSV ou les enquêtes des géoriskes peut causer la mort d'œufs ou de larves de poissons ou de mollusques et crustacés sur des dizaines de mètres, si ceux-ci se trouvent à proximité de la source. Des effets physiques sur les poissons peuvent se produire à quelques centaines de mètres de la source d'impulsion, mais aucune mortalité de poissons, mollusques ou crustacés n'est anticipée. Les poissons auront probablement une réaction de sursaut et fuiront temporairement la zone à quelques kilomètres.

Le projet comprend d'autres sources de bruit moins importantes qui se manifesteront toutes durant une période limitée. Celles-ci pourraient se chevaucher. En raison des limites spatiales des mortalités et des éventuels effets physiques et en raison de la nature temporaire des effets comportementaux, le bruit n'est pas considéré comme un effet environnemental significatif pour les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin.

#### **7.4.2.6 Émissions atmosphériques**

Les interactions potentielles entre les émissions atmosphériques et les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin seront limitées et une évaluation plus poussée n'est donc pas justifiée.

#### **7.4.2.7 Abandon et suspension du puits**

Pendant l'abandon ou la suspension du puits, toute perturbation physique pour le fond marin se limiterait aux zones ayant déjà été perturbées lors du forage. Les bruits seraient temporaires et localisés. Aucun effet néfaste significatif n'est anticipé sur les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin. La modification permanente de l'habitat se limiterait à la zone immédiate de la tête de puits.

### **7.4.3 Mesures d'atténuation**

En se basant sur les interactions potentielles précitées et sur les connaissances acquises à ce jour, des mesures d'atténuation techniquement et économiquement réalisables visant à réduire ou éliminer les effets négatifs potentiels sur les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin ont été identifiées :

- Utiliser des boues de forage à base d'eau dans la mesure du possible;
- Utilisation et traitement de BBPS ou de produits chimiques peu ou non toxiques conformément aux LDTDZE;
- Tous les rejets d'eaux usées seront conformes aux LDTDZE et les opérations maritimes respecteront la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les

navires (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution et la Loi sur la marine marchande* du Canada;

- Les déchets solides seront transportés à terre et recyclés dans la mesure du possible;
- Adhésion à *l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin*;
- Inspection et entretien appropriés des équipements afin de minimiser les rejets et émission atmosphériques.

#### 7.4.4 Impacts environnementaux résiduels

L'évaluation des effets environnementaux potentiels sur les poissons de mer, les mollusques et crustacés et l'habitat marin se concentre sur les composantes clés du projet, y compris la présence de MODU et de navires de soutien, les boues et déblais de forage, les rejets marins de routine et les bruits associés aux activités du projet. Une considération clé spécifique au projet pour l'évaluation des effets est la courte durée des activités proposées (soit 20 à 50 jours). Vu la nature à court terme, réversible et localisée des effets anticipés, les effets environnementaux résiduels sur les poissons de mer, mollusques et crustacés et l'habitat marin ne devraient pas être significatifs. Un changement irréversible devrait survenir dans l'habitat marin situé dans la région immédiate de la tête du puits, mais cet effet sera localisé. Le tableau 7.10 présente le résumé des effets environnementaux potentiels sur les poissons de mer, mollusques et crustacés et l'habitat marin.

**Tableau 7.10 Résumé de l'évaluation des effets environnementaux potentiels sur les poissons et l'habitat marin**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels					
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	Effets comportementaux (N) Effet de récif artificiel, plus de nourriture et de refuges (P)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	2	6	2	R	1
Boues et déblais de forage	Mortalité directement causée par étouffement (N) Perte d'habitats (N) Contamination (N)	Utiliser des BBE, si possible; Traiter les boues rejetées Respecter les LDTDZE	1	1	6	4	R	1
Rejets courants (eaux usées domestiques, eau de cale, eaux usées de pont)	Enrichissement en matières nutritives (P ou N) Contamination (N)	Acheminer les déchets solides sur la côte; Respecter les règlements antipollution de la MARPOL de 73/78 Respecter les LDTDZE	1	1	6	2	R	1
Navires de soutien et hélicoptère	Attraction/évitement des poissons (N)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	2	6	2	R	1
Sondage du PSV/bruit associé aux forages	Mortalité (œufs et larves) (N) Effets comportementaux et	Adhésion à <i>l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin</i> du MPO	1	1	6	1	R	1

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels											
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique						
Abandon et suspension du puits	physiologiques (N) Évitement (N)		1	1	1	1	R	1						
<p>CLÉ :</p> <table border="0"> <tr> <td>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</td> <td>Fréquence 1 = &lt;11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = &gt;200 évènements/an 6 = continuel</td> <td>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</td> </tr> <tr> <td>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</td> <td>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</td> <td>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes  n/a = Non applicable</td> </tr> </table>									Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = >200 évènements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)	Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes  n/a = Non applicable
Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = >200 évènements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)												
Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes  n/a = Non applicable												

### 7.5 Oiseaux marins

Les oiseaux marins sont considérés comme une CVE parce que les interactions potentielles avec les activités du projet pourraient influencer sur leur habitat, leur comportement, leur succès de reproduction et leur rôle écologique. Les oiseaux marins sont protégés au niveau fédéral en vertu de la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrants*, laquelle est administrée par Environnement Canada. Les oiseaux marins sont également considérés comme une CVE en raison de préoccupations réglementaires (OCTNLHE 2011) et parce qu'ils sont sensibles aux hydrocarbures rejetés dans les milieux marins. Les familles d'oiseaux suivantes fréquentent la zone d'étude et pourraient potentiellement en subir les effets : *Procellariidae* (fulmar boréal et puffin), *Hydrobaridae* (cul-blanc), *Sulidae* (fou de Bassan), *Phalaropadinae* (phalarope), *Laridés* (goéland, sterne, mouette, labbe) et *Alcidae* (mergule nain, guillemot, pingouin, macareux).

Les oiseaux marins pélagiques passent en particulier la majeure partie de leur vie sur l'océan, revenant seulement au rivage pour se reproduire. Ils sont donc plus susceptibles d'être touchés par les activités du projet. Il est possible qu'il y ait des interactions entre les oiseaux qui vivent près du rivage et les navires de sondage et hélicoptères.

Bien que la zone d'étude s'étende jusqu'aux régions côtières de l'ouest de Terre-Neuve, cette région a été choisie dans le but d'englober les routes de transit des hélicoptères et navires de ravitaillement (n'importe quel navire de soutien en provenance de St. John, NL, empruntera la voie maritime reconnue passant par le chenal Laurentien). Les zones d'influence des autres activités courantes du projet courantes se limitent généralement à la zone du projet. La principale préoccupation qui subsiste relativement aux zones côtières et aux oiseaux marins se

rapporte aux perturbations que pourraient subir leurs zones de nidification sensibles par le passage de navires ou d'hélicoptères. Comme il y a un grand manque de sites de nidification convenables le long de la côte ouest de Terre-Neuve, seulement six colonies vivent de celle-ci, dont quatre à l'embouchure de la rivière Humber. Il y a aussi plusieurs colonies de sternes. Celles-ci sont prises en considération dans cette évaluation.

Cette section porte sur l'évaluation des effets potentiels des activités courantes du projet sur les oiseaux marins. Les espèces d'oiseaux marins inscrites en vertu de la LEP ou considérées comme étant en péril par le COSEPAC sont évaluées séparément comme des CVE/espèces en péril (article 7.2). Les effets des événements accidentels sur les oiseaux marins sont évalués au chapitre 8. Les effets environnementaux cumulatifs en lien avec d'autres projets ou activités sont évalués au chapitre 9.

### **7.5.1 Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels**

Un impact environnemental résiduel néfaste important se rapporte à un effet qui touche l'ensemble de la population ou des espèces dans une portée suffisante pour provoquer une baisse de l'abondance et/ou des changements en matière d'abondance et/ou de distribution supérieurs à ce que le remplacement naturel (reproduction et immigration) engendre, ou qui touche n'importe quelle population ou espèce, ou n'importe quelle population ou espèce qui en dépend; le retour au remplacement naturel précédent nécessitera plusieurs générations.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

Un impact positif est défini comme un effet qui entraîne une augmentation mesurable de la population des oiseaux marins et améliore la qualité de leur habitat.

### **7.5.2 Évaluation des impacts**

#### **7.5.2.1 Présence d'une plateforme**

Des renseignements concernant les effets des lumières sur les oiseaux marins sont présentés en détail à la Section 7.1.1. Les oiseaux peuvent être attirés aux alentours de la plate-forme en raison de la présence accrue de poissons dans ses environs ou par les lumières des navires, particulièrement les oiseaux qui sont actifs la nuit comme les pétrels. Les lumières des navires peuvent désorienter les oiseaux qui risquent de les heurter, de se blesser et de s'échouer. Bien que l'appareil de forage puisse attirer les oiseaux marins dans la région, sa présence devrait avoir des effets négligeables sur les goélands et certaines autres espèces. La présence de telles espèces accroît les risques de prédation chez les petits oiseaux comme les pétrels cul-blanc. Toutefois, aucun changement significatif dans les populations d'oiseaux de la région n'est anticipé sur une courte période en raison de la présence de la plateforme de forage.

Les lumières des navires d'approvisionnement et des plateformes forage sont plus intenses que les lumières de structures et navires conventionnels. Elles sont donc plus susceptibles d'attirer des oiseaux. Les pétrels sont particulièrement sensibles à la lumière en raison de leurs habitudes alimentaires nocturnes. Pour ce projet, les lumières seront utilisées, si nécessaire,

aux fins de navigation, et sur le pont arrière pour assurer la sécurité des opérations et surveiller les équipements. Les mesures d'atténuation comprendront des vérifications de routine pour repérer les oiseaux échoués, incluant des procédures appropriées pour les remettre en liberté, dans le but de réduire les effets de l'éclairage des navires sur les oiseaux dans la zone d'étude.

Du brûlage de gaz à la torche pourrait avoir lieu sur de courtes périodes au cours des essais réalisés avec l'appareil de forage. Les oiseaux marins attirés par les fusées éclairantes risquent la mort. Bien que le brûlage de gaz à la torche produise de la lumière qui pourrait attirer les oiseaux, la chaleur et le bruit générés par cette activité risquent en fait de les faire fuir de la zone.

Comme tous les effets précités seront à court terme et étant donné les mesures d'atténuation mises en place, les effets résiduels néfastes pour l'environnement ne devraient pas être significatifs.

### **7.5.2.2 Boues et déblais de forage**

Le rejet et l'accumulation des boues et déblais de forage sur le plancher océanique n'auront pas d'effets sur les oiseaux marins.

### **7.5.2.3 Rejets courants**

Les oiseaux de mer peuvent interagir avec plusieurs types de rejets lors du forage d'un puits. Le rejet des fluides des blocs obturateurs de puits d'un appareil de forage aura des effets minimes sur les oiseaux marins parce que ces mélanges de glycol-eau de faible toxicité seront utilisés périodiquement et à faible volume. Le forage nécessitera l'utilisation d'eau de mer, dont la majeure partie sera chlorée afin de prévenir les salissures et utilisée comme eau de refroidissement. L'eau de refroidissement devrait avoir peu d'effets sur les oiseaux marins, car elle sera utilisée à de faibles concentrations dans un endroit restreint et se dilue facilement.

D'autres déchets, comme ceux provenant du drainage des ponts et de l'eau de cale, peuvent nuire à la santé des oiseaux marins en raison de la présence d'hydrocarbures résiduels. La présence de goélands attirés par le rejet d'eaux usées sanitaires et domestiques peut accroître les risques de prédation chez les oiseaux marins plus petits comme l'océanite cul-blanc.

De petites quantités d'hydrocarbures pourraient pénétrer dans l'environnement marin via les rejets courants (p. ex., drainage des ponts, eau grise, eau noire). Les opérations maritimes seront menées conformément à l'annexe I de la *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* et aux LDTDZE. Tout rejet de la MOTU sera conforme aux LDTDZE. Les concentrations d'hydrocarbures associées à ces rejets ne forment généralement pas de nappe de surface. Ils ne sont donc pas susceptibles d'avoir un effet mesurable sur les oiseaux marins. Les déchets générés dans le cadre du projet seront limités en raison de la durée du programme de forage et seront transportés à terre aux fins d'élimination ou de recyclage.

Compte tenu de la courte durée du programme de forage et du respect des règlements et lignes directrices applicables et les lignes directrices, les effets environnementaux résiduels des rejets sur les oiseaux marins ne devraient pas être significatifs.

#### **7.5.2.4 Navires de soutien**

Les navires de soutien peuvent nuire aux oiseaux de mer en raison de leurs rejets, des lumières dont ils sont munis, de la présence physique de leur structure ou du bruit qu'ils émettent. Les oiseaux marins fréquentant la zone d'étude sont accoutumés à l'activité maritime et certains oiseaux, comme la mouette et le fulmar boréal, sont réellement attirés par les navires. Ils restent même souvent avec eux pendant de longues périodes (Montevecchi et al. 1999; Wahl et Heinemann, 1979; Brown, 1986). Aucun effet direct sur les oiseaux marins n'est anticipé, car ces espèces sont très mobiles et peuvent éviter les navires en les contournant ou en plongeant. L'énergie dépensée durant ces événements serait minime et n'a aucun effet physiologique sur ces oiseaux.

En ce qui a trait au passage d'hélicoptères, des recherches ont démontré que les oiseaux marins réagissent plus fortement aux vols à basse altitude et que les effets de ces réactions ont tendance à être de courte durée. Les passages d'hélicoptères à 300 m d'altitude n'ont pas entraîné de réaction visible chez les canards de mer en mue dans la mer du Nord, tandis que les passages à 100 m d'altitude ont donné lieu à des réactions d'évitement à court terme (Ward et Sharp, 1974). Comme c'est le cas avec la circulation maritime, les oiseaux de mer peuvent s'accoutumer au passage d'aéronefs.

Les hélicoptères utilisés dans le cadre du projet tenteront d'éviter les régions peuplées de grandes colonies et voleront dans la mesure du possible à un minimum de 600 m au-dessus de la surface de mer. Les oiseaux marins subiront une perturbation négligeable lorsque les hélicoptères voleront à 600 m au-dessus de la surface de la mer. Ils pourraient toutefois subir des perturbations lors du décollage et de l'atterrissage d'hélicoptères sur la plateforme. Cependant, les oiseaux risquent de s'accoutumer à ce type d'activité et les effets résiduels négatifs qui s'y rattachent ne sont pas considérés comme significatifs.

Les navires d'approvisionnement provenant de Terre-Neuve suivront les voies maritimes établies, notamment à proximité de la côte. Les perturbations que pourraient subir les colonies seront minimales.

#### **7.5.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Les sources de bruit du projet sont associées aux sondages du PSV, aux activités de forage et à la circulation maritime et aérienne. Le bruit atmosphérique généré par ce projet n'est pas préoccupant pour les oiseaux de mer, la source la plus bruyante étant les hélicoptères, lesquelles ne devraient pas entrer en contact avec ceux-ci. La source sonore la plus intense dans le cadre de ce projet sera les sondages du PSV. Les ensembles sismologiques du PSV sont plus localisés et ne sont pas aussi intenses que ceux des relevés sismiques en 2-D ou 2-D. Leurs effets potentiels seront donc également moindres. La section 7.1.5.3 comprend des renseignements sur les relations entre les oiseaux marins et les bruits sismiques.

Les renseignements dont on dispose indiquent que les oiseaux marins qui plongent à proximité d'un bruit sous-marin intense pourraient subir des blessures. Seuls les alcidés (mergule nain, marmette commune, marmette de Brünnich, petit pingouin, guillemot et macareux) passent de

plus longues périodes de temps sous l'eau lorsqu'en quête de nourriture. La plupart des espèces d'oiseaux marins qui fréquentent la zone d'étude ne demeurent que quelques secondes sous l'eau lorsqu'en quête de nourriture. Par conséquent, l'exposition au bruit des activités sismologiques serait minime. On croit que la présence de navires d'approvisionnement approchant du site pourrait alerter les alcidés (et autres oiseaux de mer sur l'eau) et les faire fuir avant toute exposition à des tirs sismiques.

Compte tenu de la nature à court terme et localisée des effets potentiels, les effets négatifs sur les oiseaux seraient minimes. Les effets environnementaux résiduels ne devraient pas être significatifs.

#### **7.5.2.6 Émissions atmosphériques**

La présence de forts vents dans la zone du projet augmente la capacité de déplacement des émissions atmosphériques. Les effets sur l'environnement et la qualité de l'air devraient être négligeables au-delà de la zone d'interdiction de pêche. Compte tenu de la nature à court terme de ce projet et du nombre limité de personnes qui pourraient être touchés, aucun effet résiduel important sur l'environnemental n'est anticipé.

#### **7.5.2.7 Abandon et suspension du puits**

Les bruits émis lors de l'abandon ou de la suspension du puits seront similaires à ceux émis lors des activités de forage. Aucun effet néfaste pour l'environnement et les oiseaux marins n'est anticipé dans le cadre de cette activité. Les bruits seraient temporaires et localisés.

#### **7.5.3 Mesures d'atténuation**

En se basant sur les interactions potentielles précitées et sur les connaissances acquises à ce jour, des mesures d'atténuation techniquement et économiquement réalisables visant à réduire ou éliminer les effets négatifs potentiels sur les oiseaux marins ont été identifiées :

- Évitement des colonies d'oiseaux marins (navires de soutien, MODU et hélicoptères);
- Vérifications de routine pour repérer les oiseaux échoués et mise en œuvre de procédures appropriées pour les remettre en liberté (incluant la réduction des émissions de lumières des navires);
- respect de « The Leach's Storm-Petrel: General Information and Handling Instructions » dans le cas d'un naufrage sur le navire de sondage (ce qui implique de présenter une demande de permis au SCF);
- Mise en œuvre d'un programme de surveillance des oiseaux marins selon les protocoles élaborés par le SCF et Corridor (un observateur sera formé parmi le personnel);
- Corridor obtiendra un permis de manipulation des oiseaux et se conformera aux exigences concernant la documentation et la déclaration de tout oiseau échoué (ou mort) à la SCF au cours du programme de forage d'une durée de 20 à 50 jours.
- Conformité avec les dispositions de Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs;



- Tous les rejets d'eaux usées seront conformes aux LDTDZE et les opérations maritimes respecteront la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution* et la *Loi sur la marine marchande* du Canada;
- Les déchets solides seront transportés à terre et recyclés dans la mesure du possible;
- Les équipements seront conçus pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'émissions et des plans d'entretien régulier garantiront leur bon fonctionnement.

#### 7.5.4 Impacts environnementaux résiduels

Le tableau 7.11 présente le résumé des effets environnementaux potentiels sur les oiseaux marins. Des effets sur les oiseaux marins sont à prévoir à court terme. Ils devraient être localisés et réversibles au sein des populations. Des mesures d'atténuation appropriées seront mises en place, y compris des vérifications de routine, pour surveiller la présence d'oiseaux échoués. Par conséquent, les effets des activités courantes du projet sur les oiseaux marins ne devraient pas être significatifs.

**Tableau 7.11 Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur les oiseaux marins**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels					
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	Attraction vers les navires causant la mort, des blessures ou des naufrages (N)	Vérifications de routine pour repérer les individus s'étant échoués et mise en place de procédures appropriées pour les remettre en liberté. Respecter les règlements de la MARPOL de 73/78 et les LDTDZE	1	1	6	2	R	1
Rejets courants (eaux usées domestiques, eau de cale, eaux usées de pont)	Attraction vers les navires (N) Contamination (N) Plumages souillés d'huile (N)	Adhérer à l'annexe I de la <i>Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires</i> et aux LDTDZE Communications et inspection des équipements	1	1	6	2	R	1
Navires de soutien et hélicoptère	Attraction vers les navires causant la mort, des blessures ou des naufrages (N) Perturbations dues aux survols (N)	Vérifications de routine pour repérer les individus s'étant échoués et mise en place de procédures appropriées pour les remettre en liberté. Surveillance des oiseaux par des observateurs qualifiés Évitement des colonies d'oiseaux	1	1	6	2	R	1
Sondage du PSV/bruit associé aux forages	Perturbation (N) Effets comportementaux et physiologiques (N)	Adhésion à l' <i>Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin</i> du MPO	1	1	6	2	R	1
Rejets atmosphériques courants	Contamination (N)	Les équipements seront conçus pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'émissions et des plans d'entretien	1	1	6	2	R	1

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels														
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique									
		régulier garantiront leur bon fonctionnement.															
Abandon et suspension du puits	Perturbation (N)		1	1	6	1	R	1									
<p>CLÉ :</p> <table border="0"> <tr> <td>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</td> <td>Fréquence 1 = &lt;11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = &gt;200 évènements/an 6 = continuel</td> <td>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</td> </tr> <tr> <td>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</td> <td>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</td> <td>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</td> </tr> <tr> <td colspan="3">n/a = Non applicable</td> </tr> </table>									Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = >200 évènements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)	Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes	n/a = Non applicable		
Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = >200 évènements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)															
Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes															
n/a = Non applicable																	

## 7.6 Mammifères marins et tortues de mer

Les mammifères marins et tortues marines sont considérés comme une CVE pour plusieurs raisons : Ils jouent un rôle essentiel dans l'écosystème marin, c'est pourquoi ils font l'objet de mesures de protection et soulèvent certaines préoccupations au sein du public et de la communauté scientifique. Plus précisément, les mammifères marins ont été identifiés comme une CVE pour les raisons suivantes :

- Exigences réglementaires spécifiques de la *Loi sur les pêches* la LEP;
- Exigences du document d'orientation spécifique au projet (OCTNLHE 2011) ;
- Interaction directe entre les mammifères marins et les activités courantes du projet, incluant les accidents et défaillances;
- Importance du rôle que jouent les mammifères marins d'un point de vue commercial, écologique et touristique.

L'étude d'impact environnemental met l'accent sur les principaux aspects se rapportant aux mammifères marins et aux tortues de mer et sur leurs interactions possibles avec les activités courantes du projet. Les effets vont comme suit :

- Effets environnementaux associés à la présence de la plateforme de forage et des lumières dont elle est munie;
- Effets du bruit provenant de toutes les activités courantes (y compris les sondages du PSV et l'abandon du puits);

- Effets occasionnés par des collisions avec des navires;
- Effets associés au rejet des boues et déblais de forage;
- effets associés au rejet des déchets et des eaux usées;

L'évaluation des mammifères marins inclut la baleine à fanons (mysticètes), la baleine à dents (odontocètes), les dauphins (delphinidés) et les phoques (pinnipèdes). Les espèces de mammifères marins et tortues de mer inscrites en vertu de la LEP ou considérées comme étant en péril par le COSEPAC sont évaluées comme des espèces en péril (article 7.2). Les espèces qui ne sont pas considérées comme étant en péril et qui peuvent interagir avec les activités du projet sont prises en considération dans cette CVE. Les effets de tout événement accidentel, sauf la collision entre mammifères marins/tortues de mer et navire, sont évalués au chapitre 8. Les effets cumulatifs sur les mammifères marins en lien avec d'autres projets et activités sont évalués au chapitre 9.

### **7.6.1 Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels**

Un impact environnemental résiduel néfaste important se rapporte à un effet qui touche l'ensemble de la population ou des espèces dans une portée suffisante pour provoquer une baisse de l'abondance et/ou des changements en matière d'abondance et/ou de distribution supérieurs à ce que le remplacement naturel (reproduction et immigration) engendre, ou qui touche n'importe quelle population ou espèce, ou n'importe quelle population ou espèce qui en dépend; le retour au remplacement naturel précédent nécessitera plusieurs générations.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

Un impact positif est défini comme un effet qui entraîne une augmentation mesurable de la population des mammifères marins et tortues de mer et améliore la qualité de leur habitat.

### **7.6.2 Évaluation des impacts**

#### **7.6.2.1 Présence d'une plateforme**

Les mammifères marins et les tortues de mer éviteront probablement la zone immédiate entourant les lieux de forage en raison des activités qui s'y dérouleront et des sons qui seront émis sous l'eau par l'équipement de forage. Il est possible que les mammifères marins soient attirés par les structures sous-marines si un effet de récif artificiel se produit et si la disponibilité de leurs proies augmente.

Les interactions possibles entre la plate-forme et les mammifères marins et tortues de mer seront limitées. La MODU ne devrait pas entrer en collision avec les mammifères marins et les tortues de mer, car ceux-ci sont en mesure d'éviter les structures fixes de cette taille (les risques de collision avec des navires sont évalués séparément ci-dessous à la Section 7.6.2.4). Le potentiel limité d'attraction peut être compensé par un évitement plus probable du bruit de la structure. Les effets résiduels néfastes pour l'environnement ne devraient pas être significatifs.

### **7.6.2.2 Boues et déblais de forage**

L'effet potentiel des boues et déblais de forage sur les mammifères marins et les tortues de mer se limite essentiellement au degré auquel leurs habitudes alimentaires sont affectées par le projet. La contamination des sources de nourriture des mammifères marins et tortues de mer est un enjeu peu préoccupant. Les baleines à fanons se nourrissent de planctons et de petits poissons se rassemblant en bancs, comme le capelan, dans la colonne d'eau. Les baleines à dents (c'est-à-dire, les dauphins) se nourrissent principalement de poissons et de calmars, dont certains peuvent être des espèces benthiques. Les phoques sont reconnus pour se nourrir de poissons provenant de la colonne d'eau et des habitats benthiques. La région où les espèces benthiques sont susceptibles d'être touchées est limitée à moins de 500 m du puits foré. Les boues et déblais de forage ne devraient pas perturber la chaîne alimentaire des tortues de mer ou les proies des mammifères marins.

### **7.6.2.3 Rejets courants**

Les mammifères marins ne devraient pas être directement ou indirectement touchés par les rejets de déchets de la plateforme parce qu'ils sont susceptibles d'éviter celle-ci en raison du bruit qu'elle génère. Tout contact avec les rejets de forage sera probablement à court terme. Tous les rejets de forages respecteront les LDTDZE qui ont été établies pour protéger l'environnement. Les rejets de la plateforme devraient être temporaires, non bioaccumulables, non toxiques et devraient se diluer rapidement dans l'océan. Ainsi, aucun effet mesurable sur les mammifères marins n'est anticipé dans le cadre de ce projet. Les effets résiduels néfastes pour l'environnement occasionnés par les déchets et les eaux usées générés par les activités courantes du projet sur les mammifères marins et les tortues de mer ne devraient pas être significatifs.

### **7.6.2.4 Navires d'approvisionnement**

Les collisions entre navires et mammifères marins pendant les activités du projet courantes sont considérées comme peu probables, mais possibles. Il peut se créer un phénomène d'accoutumance lorsque les mêmes navires et bateaux visitent régulièrement un site (Bonner, 1982). Le niveau actuel des activités commerciales et industrielles dans la zone peut avoir entraîné une accoutumance chez certaines espèces habituées des lieux.

Lorsqu'un navire les approche, les baleines plongent habituellement ou modifient leur vitesse et leur direction de nage (Watkins, 1986), mais la réaction peut être assez variable entre les espèces et au sein d'une même espèce. Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques peuvent influencer la réaction des animaux (si l'animal est en train de manger ou selon la vitesse de progression et la taille du navire, etc.).

Il y a peu d'informations concernant les effets potentiels de la circulation maritime sur les tortues de mer. Des études (Section 7.1.4) laissent croire que certaines tortues de mer présentent des changements comportementaux et fuient les navires d'approvisionnement (les distances relatives à un tel évitement demeurent inconnues). Toutefois, l'évitement est si peu fréquent qu'on peut apercevoir des tortues de mer lorsqu'à bord des navires d'approvisionnement. Par

conséquent, l'effet potentiel le plus important sur les tortues de mer sera l'évitement temporaire d'une zone en raison de bruits et son étendue spatiale sera peu importante.

Comme il en est question à la Section 7.1.4, les baleines à dents et les pinnipèdes sont rarement heurtés par des navires, car ils sont agiles et rapides, ce qui leur permet de les éviter facilement. Le mammifère marin le plus souvent heurté par des navires est la baleine à fanons qui se déplace lentement et est souvent incapable de réagir assez rapidement pour éviter les bateaux qui l'approchent, plus particulièrement les navires voyageant à plus de 14 nœuds. Si un mammifère se retrouve sur le chemin d'un navire, le conducteur fera tout ce qui est en son pouvoir pour éviter celui-ci s'il ne se déplace pas de lui-même à l'approche du navire. Comme les navires liés au projet circuleront dans la zone à de faibles vitesses et qu'ils tenteront d'éviter les zones densément peuplées de mammifères marins, le risque de collision avec ceux-ci est faible.

Il est probable que les changements comportementaux occasionnés par une MODU chez les baleines fanons, les baleines à dents, les pinnipèdes et les tortues de mer (y compris les espèces en péril) soient temporaires. Les sondages proposés seront de courte durée et se produiront sur une zone relativement restreinte dans les limites de la zone du projet. Ainsi, la perturbation de la circulation maritime devrait être faible.

Le bruit occasionné par le passage d'hélicoptères peut inciter certaines espèces marines à plonger sous l'eau. On a observé des petits rorquals qui ont changé de direction ou qui ont plongé sous l'eau en réaction au passage d'hélicoptères volant à une altitude de 230 m (Leatherwood et al. 1982). Les phoques peuvent aussi plonger sous l'eau en réaction au passage d'hélicoptères à basse altitude. Cependant, l'effet est temporaire.

Étant donné la nature temporaire et réversible des perturbations, effets comportementaux et mesures d'atténuation en place pour éviter toute possibilité de collision, les effets environnementaux occasionnés par le passage de navires et d'hélicoptères sur les mammifères marins et les tortues de mer ne devraient pas être significatifs.

#### **7.6.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Des renseignements concernant les effets du bruit sur les mammifères marins et les tortues de mer sont présentés en détail à la Section 7.1.5.3. L'évitement temporaire d'une zone due au bruit est l'effet le plus susceptible de se produire lors du projet de forage. La majeure partie du bruit généré par le projet sera intermittente. Cependant, l'unité de forage émet un bruit continu lorsqu'elle fonctionne. Les niveaux de risque se situent à 160 dB re 1  $\mu$ Pa (rms) ou plus (NMFS 2003). Par contre, les niveaux de bruit en deçà de 160 dB re 1  $\mu$ Pa sont également reconnus pour provoquer des troubles comportementaux chez les mammifères marins (CNRC, 2005). L'étendue spatiale de tels comportements d'évitement pour la plupart des espèces communes dans la région (c.-à-d., rorqual à bosse et petit rorqual) peut s'étendre de 0,5 à 1 km.

L'activité principale des mammifères marins dans la zone d'étude est l'alimentation, et certaines interactions (communications) peuvent survenir entre des baleines au cours de cette activité. Si les mammifères sont dissuadés de pénétrer dans la zone en raison du bruit ou si leur capacité à

trouver de la nourriture est diminuée en raison du phénomène de masquage, la durée de l'effet et son étendue spatiale seraient limitées. Les mammifères marins tenteront d'éviter les zones bruyantes, surtout s'il y a des changements soudains en fréquence ou en intensité. Les mammifères marins tolèrent généralement davantage les sources de bruit fixes que celles qui se déplacent.

Les effets du bruit sur les mammifères marins sont donc considérés comme réversibles, une fois que la source sera retirée, les mammifères marins devraient retourner dans la région (Davis et al. 1987). Les activités, sauf le passage de navires d'approvisionnement et les vols d'hélicoptères, devraient se produire selon une succession d'étapes, il y aura donc peu de chance que plusieurs activités surviennent en même temps. La zone de projet n'abrite aucun habitat ou aucune aire d'alimentation unique à certains mammifères marins. Des zones similaires existent dans la région immédiate, les animaux pourront donc les fréquenter sans subir d'effets négatifs. Les effets environnementaux résiduels sur les mammifères marins ne devraient donc pas être significatifs.

Les réactions possibles des tortues de mer aux sons associés aux sondages du PSV (sismiques) et aux autres activités de forage exploratoire pourraient inclure :

- L'évitement de la zone du projet où les sons sismiques (et autres sons de forages exploratoires connexes) surviennent, forçant les tortues à se déplacer vers un habitat moins privilégié (plus susceptible de se produire dans les zones d'eaux peu profondes près des côtes lors des périodes de nidification, d'éclosion ou de recherche de nourriture);
- l'évitement de la zone immédiate autour de la source sonore active (temporaire);
- aucun évitement, mais quelques réactions et changements de comportement à court terme.

Les tortues de mer pourraient être exclues de la région pendant toute la durée des sondages du PSV. Elles pourraient aussi demeurer sur les lieux en présentant des comportements anormaux, comme demeurer plus longtemps qu'à l'habitude à la surface de l'eau lors d'impulsion, etc.. On ne peut déterminer si des individus qui ont fui les lieux vont y revenir rapidement une fois les sondages du PSV achevés, mais les activités de surveillance laissent croire que cela pourrait se produire (Holst et al., 2006 ; Hauser et al., 2008. Holst et Smultea 2008). La zone de projet n'abrite aucun habitat ou aucune aire d'alimentation unique aux tortues de mer. Des sites similaires existent dans la région immédiate, les tortues marines pourront donc les fréquenter sans subir d'effets négatifs Les effets environnementaux résiduels sur les tortues marines ne devraient donc pas être significatifs.

#### **7.6.2.6 Émissions atmosphériques**

Les interactions potentielles entre les émissions atmosphériques et mammifères marins et tortues marines seront limitées et une évaluation plus poussée n'est donc pas justifiée.

### 7.6.2.7 Abandon et suspension du puits

Le bruit généré lors du retrait de la tête de puits sera de courte durée et localisé. Il est peu probable que des explosifs soient nécessaires pour enlever la tête du puits. La perturbation associée à la suspension et l'abandon du puits (principalement associée au bruit généré lors de l'enlèvement de la tête de puits) sera de courte durée et se produira directement à l'emplacement du puits. La densité de la circulation maritime serait similaire à celle qui prévaut actuellement dans la région. Les effets résiduels néfastes pour l'environnement liés à la suspension et à l'abandon du puits sur les activités de pêche commerciale ne devraient pas être significatifs.

### 7.6.3 Mesures d'atténuation

En se basant sur les interactions potentielles précitées et sur les connaissances acquises à ce jour, des mesures d'atténuation techniquement et économiquement réalisables visant à réduire ou éliminer les effets négatifs potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer ont été identifiées :

- Retenir les services d'observateurs qualifiés pour surveiller les mammifères marins;
- Adhésion à *l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin*;
- Tous les rejets d'eaux usées seront conformes aux LDTDZE et les opérations maritimes respecteront la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution* et la *Loi sur la marine marchande* du Canada;
- Les déchets solides seront transportés à terre et recyclés dans la mesure du possible;
- Les équipements seront conçus pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'émissions et des plans d'entretien régulier garantiront leur bon fonctionnement.

### 7.6.4 Impacts environnementaux résiduels

Un résumé des effets environnementaux potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer est fourni au tableau 7.12. Les effets résiduels sur les mammifères marins et les tortues de mer seront grandement influencés par la courte durée du projet et la réversibilité des effets physiques et comportementaux une fois les sources sonores retirées. Avec les mesures d'atténuation en place pour minimiser le risque de collision, l'effet des activités courantes du projet sur les mammifères marins et les tortues de mer ne devrait pas être significatif.

**Tableau 7.12 Résumé de l'évaluation des effets environnementaux potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels														
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique									
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	Attraction due à l'effet de récif ou évitement potentiel dû aux bruits (N)	Retenir les services d'observateurs pour suivre le comportement des tortues de mer et mammifères marins	1	2	6	2	R	1									
Rejets courants	Contamination des sources de nourriture (N)	Adhérer à l'annexe I de la <i>Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires</i> et aux LDTDZE Communications et inspection des équipements	1	1	6	2	R	1									
Navires de soutien et hélicoptère	Perturbation/évitement (N) Collision entraînant des blessures ou la mort (N)	Retenir les services d'observateurs pour suivre le comportement des tortues de mer et mammifères marins Navigation à basse vitesse	1	1	6	2	R	1									
Sondage du PSV/bruit associé aux forages	Effets physiques et comportementaux (N) Évitement (N)	Adhésion à l' <i>Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin</i>	1	2	6	2	R	1									
Abandon et suspension du puits	Effets physiques et comportementaux (N) Perturbation/évitement (N)		1	1	1	1	R	1									
<p>CLÉ :</p> <table border="0"> <tr> <td>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</td> <td>Fréquence 1 = &lt;11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = &gt;200 évènements/an 6 = continuels</td> <td>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</td> </tr> <tr> <td>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</td> <td>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</td> <td>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</td> </tr> <tr> <td colspan="3">n/a = Non applicable</td> </tr> </table>									Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = >200 évènements/an 6 = continuels	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)	Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes	n/a = Non applicable		
Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = >200 évènements/an 6 = continuels	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)															
Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes															
n/a = Non applicable																	



## **7.7 Zones sensibles**

Les zones sensibles sont souvent associées à des caractéristiques d'habitat marin uniques ou rares, à un habitat qui supporte des stades sensibles de la vie de ressources marines valorisées et/ou à un habitat essentiel pour des espèces en péril. Les zones sensibles sont considérées comme une CVE en raison de leur importance comme habitat unique ou critique pour certaines espèces ou certains assemblages d'espèces. Les zones sensibles sont donc importantes socialement, culturellement, esthétiquement, écologiquement et scientifiquement.

Selon le document d'orientation (annexe A), les zones sensibles de la zone d'étude incluent n'importe laquelle des ZIEB identifiées dans le Golfe (certains considèrent le Golfe comme une zone sensible). En plus de la zone d'étude, elles comprennent les ZIEB suivantes : la frange sud du chenal Laurentien (la zone d'étude comporte un petit chevauchement avec la frange orientale de cette ZIEB) et la côte ouest de Terre-Neuve, qui traverse la zone d'étude entre la zone du projet et la côte ouest de Terre-Neuve. La zone du projet chevauche une aire d'accouplement potentielle du sébaste (une espèce désignée par le COSEPAC) et la zone d'étude chevauche une aire potentielle d'extrusion de larves de sébaste et une zone de frai de la morue (une espèce désignée par le COSEPAC). Ces cinq zones sont prises en considération dans cette CVE.

Comme plusieurs des zones sensibles dans le présent rapport ont été identifiées en fonction d'espèces en péril et d'autres ressources marines, comme les mammifères marins et les poissons de mer, cette évaluation est étroitement liée à l'évaluation des autres CVE. Les effets d'événements accidentels sur les zones sensibles sont évalués au chapitre 8. Les effets cumulatifs sur les zones sensibles en lien avec d'autres projets et activités sont évalués au chapitre 9.

### **7.7.1 Critères d'évaluation des effets environnementaux résiduels**

Un impact environnemental résiduel négatif important se rapporte à un effet qui touche l'ensemble de la population ou des espèces dans une portée suffisante pour provoquer une baisse de l'abondance et/ou des changements en matière d'abondance et/ou de distribution supérieurs à ce que le remplacement naturel (reproduction et immigration) engendre, ou qui touche n'importe quelle population ou espèce, ou n'importe quelle population ou espèce qui en dépend; le retour au remplacement naturel précédent nécessitera plusieurs générations.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

### **7.7.2 Évaluation des impacts**

Alors que toutes les cinq des zones sensibles examinées dans cette CVE chevauchent la zone d'étude, elles n'interagiront pas toutes avec les activités courantes du projet. Plusieurs activités du projet et leurs zones d'influence potentielles sont situées dans la zone du projet. Les activités du projet qui peuvent interagir avec chaque zone sensible seront identifiées et évaluées.

### **7.7.2.1 Présence d'une plateforme**

Comme les effets potentiels liés à la présence de la plateforme se limiteraient à la zone du projet, cette interaction présente seulement un impact potentiel pour la zone d'accouplement du sébaste (septembre-décembre), laquelle pourrait chevaucher les activités du projet.

Bien que le sébaste soit une espèce benthique (peu attiré par les lumières ou les fusées éclairantes de la plateforme), on croit qu'il s'alimente pendant la nuit, se nourrissant d'organismes pélagiques (principalement de zooplanctons) dans la colonne d'eau (Scott et Scott, 1988). Les poissons et crustacés deviennent de plus en plus importants dans l'alimentation du sébaste à mesure que celui-ci grandit. Il y a ainsi risque que le sébaste soit attiré par les lumières de la plateforme la nuit.

Étant donné la nature localisée et temporaire de cette incidence et la réversibilité du milieu une fois la plateforme de forage retirée, cet effet ne sera pas mesurable au niveau des populations.

### **7.7.2.2 Boues et déblais de forage**

Comme pour la présence de la plateforme de forage, les effets biologiques liés aux boues et déblais de forage se limiteraient à la zone du projet et cette interaction présente seulement un impact potentiel pour la zone d'accouplement du sébaste (septembre-décembre), laquelle pourrait chevaucher les activités du projet. Comme le décrit la Section 7.1.2, la plupart des microcosmes et études sur le terrain (Neff 2010) portant sur les effets des déblais de BBE ont démontré que celles-ci n'avaient aucun ou peu d'effets à court terme sur les communautés de zooplanctons et très peu d'effets sur la faune benthique (les effets étant généralement limitées à moins de 100 m). En comparant les rejets de BBE et BBPS, les effets des rejets des BBPS se limitent aux organismes benthiques.

Pour les espèces de poissons, comme pour le sébaste, les rejets de déblais entraîneraient des effets comportementaux minimes (c.-à-d., effet de sursaut). Il n'y aurait aucun risque d'étouffement et un risque potentiel minime d'effets physiologiques. Les effets environnementaux résiduels ne devraient pas être significatifs.

### **7.7.2.3 Rejets courants**

Les effets liés aux rejets courants sont traités à la Section 7.1.3. La fréquence et la durée des rejets courants seront limitées au cours de la période de forage et ceux-ci seront gérés conformément à la réglementation applicable. Toute décharge présentant un risque de toxicité pour l'environnement marin est réglementée et surveillée afin de garantir le respect des règlements applicables. Le risque de contamination du biote est donc faible. La matière organique associée aux rejets se dispersera rapidement dans un environnement marin et sera dégradée par des bactéries. Les effets de cette quantité relativement faible de déchets et d'eaux usées seraient limités à la zone du projet et présenteraient un risque que pour la zone d'accouplement du sébaste. Les effets environnementaux résiduels ne sont donc pas considérés comme significatifs.

#### **7.7.2.4 Navires de soutien**

Les interactions potentielles entre les navires de soutien et cette CVE se rapportent au bruit que génèrent les navires et aux lumières dont ils sont munis. En raison de la circulation maritime en direction et en provenance de l'ouest de Terre-Neuve, cette activité peut interagir avec la zone de fraye de la morue, l'aire de reproduction potentielle du sébaste et les ZIEB de la côte ouest de Terre-Neuve. La circulation maritime associée à ce projet se fera sur une courte période et comprendra environ deux ou trois passages de navire par semaine. Les opérations maritimes seront conformes aux dispositions de l'annexe I de la *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* et à la *Loi sur la marine marchande* du Canada. Les interactions temporaires associées à une circulation maritime limitée n'entraîneront pas d'effets résiduels négatifs importants sur les secteurs sensibles identifiés.

#### **7.7.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Les bruits susceptibles d'être générés par les activités du projet (y compris les forages et sondages du PSV) et les effets biologiques s'y rattachant sont présentés en détail à la Section 7.1.5. Comme les zones d'influence du bruit produit par ces activités sont susceptibles d'être contenues dans la zone du projet et ses environs immédiats, cette interaction est préoccupante dans l'aire d'accouplement du sébaste. Des renseignements concernant les effets biologiques des bruits sur les poissons sont présentés en détail à la Section 7.1.5.3.

Les documents disponibles indiquent que les effets du bruit sur les poissons sont transitoires et que s'ils sont éphémères et se produisent à l'extérieur d'une période critique, ils ne devraient vraisemblablement pas se traduire par des effets biologiques ou physiques. Dans la plupart des cas, il semble que les effets du bruit sur le comportement des poissons devraient occasionner des effets négligeables sur les individus et populations.

Les bruits générés par un ensemble sismologique utilisé lors d'un sondage du PSV peuvent causer la mort de poissons, de larves et d'œufs de mollusques et de crustacés sur des dizaines de mètres, s'ils se trouvent près de la source. Des effets physiques sur les poissons peuvent se produire à l'intérieur de quelques centaines de mètres d'une source d'une telle intensité, mais aucune mortalité n'est anticipée. Les poissons seront probablement surpris et éviteront temporairement la zone à quelques kilomètres. Cela peut entraîner des perturbations temporaires dans le cycle d'accouplement du sébaste et des blessures aux poissons qui se trouvent dans les environs immédiats des levés. Compte tenu de la nature localisée et surtout temporaire de ces perturbations, aucun effet résiduel environnement défavorable sur le cycle d'accouplement du sébaste n'est anticipé.

Le projet comprend d'autres sources de bruit moins importantes qui se manifesteront toutes durant une période limitée. En raison des limites spatiales des mortalités et des éventuels effets physiques et en raison de la nature temporaire des effets comportementaux, le bruit n'est pas considéré comme un effet environnemental significatif sur les zones sensibles.

### 7.7.2.6 Émissions atmosphériques

Les émissions atmosphériques ne devraient pas interagir avec cette CVE, ni l'affecter. Par conséquent, ce point n'est pas évalué davantage.

### 7.7.2.7 Abandon et suspension du puits

L'abandon ou la suspension du puits vont provoquer une altération permanente des habitats benthiques dans les environs immédiats du site du puits. Une telle altération ne devrait pas entraîner d'effets résiduels importants sur les zones sensibles.

### 7.7.3 Mesures d'atténuation

Les mesures suivantes sont techniquement et économiquement réalisables et visent à réduire ou à éliminer les effets négatifs potentiels du projet sur les zones sensibles :

- Utilisation de bouse de forage à base d'eau dans la mesure du possible;
- Utilisation et traitement de BBPS ou de produits chimiques peu ou non toxiques conformément aux LDTDZE;
- Tous les rejets d'eaux usées seront conformes aux LDTDZE et les opérations maritimes respecteront la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et les *Règlements relatifs à la lutte contre la pollution et la Loi sur la marine marchande* du Canada;
- Les déchets solides seront transportés à terre et recyclés dans la mesure du possible;
- Adhésion à *l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin*;
- Inspection et entretien appropriés des équipements afin de réduire au maximum les émissions de polluants.

### 7.7.4 Impacts environnementaux résiduels

L'évaluation des effets environnementaux potentiels sur les zones sensibles se concentre sur les composantes clés du projet, y compris la présence de MODU et de navires de soutien, les boues et déblais de forage, les rejets marins courants et les bruits associés aux activités du projet. La plupart des perturbations potentielles liées aux activités courantes se limitent à la zone du projet et ne constituent donc pas un danger potentiel pour les zones potentielles d'accouplement du sébaste. Les interactions avec les autres zones sensibles se limiteraient au passage de navires d'approvisionnement et d'hélicoptères en provenance et en direction de Terre-Neuve.

En raison de la courte durée du projet proposé (c.-à-d., 20 à 50 jours), de la petite zone sondée (1 à 5 km<sup>2</sup>) et de la mise en œuvre des mesures d'atténuation proposées, les effets environnementaux négatifs potentiels du projet sur la zone d'accouplement du sébaste ne devraient pas être significatifs. Un résumé des effets environnementaux potentiels sur les zones sensibles est fourni au tableau 7.13.

**Tableau 7.13 Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur les zones sensibles**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels											
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique						
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	Effets comportementaux (N) Effet de récif artificiel, plus de nourriture et de refuges (P)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	2	6	2	R	1						
Rejets courants (eaux usées domestiques, eau de cale, eaux usées de pont)	Enrichissement en matières nutritives (P ou N) Contamination (N)	Acheminer les déchets solides sur la côte; Respecter les règlements antipollution de la MARPOL de 73/78 Respecter les LDTDZE	1	1	6	2	R	1						
Navires de soutien et hélicoptère	Attraction/évitement des poissons (N)	Inspection et entretien appropriés des équipements	1	2	6	2	R	1						
Sondage du PSV/bruit associé aux forages	Mortalité (œufs et larves), impacts comportementaux et physiologiques (N)	Adhésion à l' <i>Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin</i>	1	1	6	1	R	1						
Abandon et suspension du puits	Évitement (N)		1	1	1	1	R	1						
<p>CLÉ :</p> <table border="0"> <tr> <td>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (presque pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</td> <td>Fréquence 1 = &lt;11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = &gt;200 événements/an 6 = continuel</td> <td>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</td> </tr> <tr> <td>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</td> <td>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</td> <td>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes  n/a = Non applicable</td> </tr> </table>									Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (presque pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = >200 événements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)	Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes  n/a = Non applicable
Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (presque pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés	Fréquence 1 = <11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = >200 événements/an 6 = continuel	Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)												
Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km	Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois	Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes  n/a = Non applicable												

### 7.8 Pêche commerciale et autres utilisateurs

Historiquement, la pêche a joué un rôle important dans l'économie des diverses collectivités et tissus sociaux qui bordent le golfe, y compris ceux de Terre-Neuve-et-Labrador, et a contribué à définir le caractère de la région. La pêche demeure une composante intégrante de l'économie de la région et de celle de Terre-Neuve-et-Labrador. Des pêches sentinelles et de recherche sont entreprises afin de surveiller le statut et la santé des espèces sous-utilisées, des espèces placées sous moratoire et des espèces listées comme en péril et aux fins de cette évaluation environnementale sont considérées au même titre que les pêcheries commerciales. La pêche

commerciale est considérée comme une CVE en raison de son potentiel d'interaction directe avec le projet. Plus précisément, la pêche commerciale a été identifiée comme une CVE en raison :

- Des exigences réglementaires spécifiques de la *Loi sur les pêches*;
- de l'interaction directe qui subsiste entre les poissons commerciaux et les activités courantes du projet;
- de l'interaction qui subsiste entre la pêche commerciale et les activités courantes du projet en ce qui a trait aux risques d'accidents ou de défaillances;
- de l'importance historique et commerciale de la pêche commerciale dans la région.

L'évaluation des impacts environnementaux se concentre sur les aspects pertinents aux poissons commerciaux. Les interactions possibles entre les poissons commerciaux et les activités courantes du projet vont comme suit :

- les effets environnementaux du bruit généré par les activités de forage courantes (y compris les navires de soutien et le PSV);
- Conflits avec les engins et activités de pêche;
- Impacts sur la probabilité de capture des poissons;
- Interférence avec les enquêtes du MPO;
- Effets environnementaux associés au rejet des boues et déblais de forage;
- Effets environnementaux associés au rejet des déchets et des eaux usées;
- Effets environnementaux associés à la présence de la plateforme de forage et des lumières dont elle est munie.

Comme le décrit la section 5.8.2, la zone du projet est adjacente à une route maritime importante, la densité du trafic dans les environs étant estimée à quatre à huit navires par jour. De plus, le MPO effectue des études d'évaluation des stocks et des activités de recherche dans l'environnement maritime qui peuvent être prévues en même temps que les activités du projet proposé. Les effets du projet sur ces autres utilisateurs seront également évalués.

Les effets de tous les événements accidentels sur les pêches commerciales et autres utilisateurs sont évalués au chapitre 8. Les effets environnementaux cumulatifs en lien avec d'autres projets ou activités sont évalués au chapitre 9.

## **7.8.1 Critères d'évaluation des impacts environnementaux résiduels**

### **7.8.1.1 Pêches commerciales**

Un impact environnemental résiduel négatif important sur la pêche commerciale entraîne des effets négatifs mesurables et soutenus sur les revenus des pêcheurs.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

Un impact positif est un effet qui occasionne une augmentation mesurable des revenus des pêcheurs.

#### **7.8.1.2 Autres utilisateurs**

Les autres utilisateurs incluent les pêches autochtones, les pêches récréatives, l'aquaculture, la chasse au phoque et aux oiseaux, l'utilisation militaire, la circulation maritime et l'industrie du tourisme et des loisirs. La circulation maritime et l'utilisation militaire sont les principaux autres utilisateurs pouvant interagir avec le projet. Les pêches autochtones et récréatives, l'aquaculture, la chasse au phoque et aux oiseaux et l'industrie du tourisme et des loisirs sont des activités qui se déroulent normalement près des côtes et ne devraient pas entrer en conflit avec la zone du projet. Par conséquent, l'accent sera placé sur la circulation maritime et l'utilisation militaire dans cette section. Les autres utilisateurs sont discutés à la section traitant des événements accidentels (Section 8.6.7).

Un impact important est un impact qui a un effet préjudiciable sur la circulation maritime et l'utilisation militaire dans le détroit de Cabot pendant suffisamment de temps pour modifier à long terme les modèles de circulation établis.

Un impact environnemental négatif qui ne répond pas aux critères précités n'est pas considéré comme important.

Un impact positif est défini comme un effet qui améliore la circulation maritime ou l'utilisation militaire.

### **7.8.2 Évaluation des impacts**

Les pêcheurs ailleurs dans le monde ont exprimé des préoccupations à l'égard des activités d'exploration et d'exploitation pétrolière menées en mer. Lam (2001) s'est penché sur les enjeux liés à la pêche au Royaume-Uni selon des données recueillies sur trois décennies d'exploitation pétrolière et gazière en mer. Les enjeux et préoccupations qui sont pertinents dans le cadre de cette évaluation environnementale comprennent la perte d'accès, les dommages aux engins de pêche, les dédommagements et la communication entre les deux industries. De même, les questions soulevées en Californie (MMS 2001) incluaient des conflits d'utilisation d'espace et une réduction des prises en raison de l'activité sismique et du bruit s'y rattachant. Peterson (2004) s'appuie sur l'expérience de la côte est du Canada pour décrire les interactions potentielles entre les activités de prospection sismique et la pêche sur la côte ouest du Canada. Les enjeux identifiés dans ce rapport comprennent la réduction des prises de poissons et les conflits d'utilisation d'espace. De nombreux autres rapports existent, lesquels soulignent tous l'importance de la communication entre les pêcheurs (incluant le MPO, en raison de ses activités de recherche) et l'industrie pétrolière, souvent à travers la mise en place de mécanismes de liaison formels pour traiter de questions spécifiques.

#### **7.8.2.1 Présence de la plateforme de forage**

Une zone d'interdiction de pêche (ZIP) est une zone d'exclusion temporaire généralement établie autour d'une plateforme de forage pour la durée d'un programme de forage de 20 à

50 jours. La pêche n'est pas autorisée dans une ZIP. Les parties prenantes ont été invitées à participer au processus de détermination des zones d'interdiction de pêche par le biais de consultations publiques. Ce processus fait partie de l'évaluation environnementale. La superficie de la ZIP autour des activités de forage est relativement petite (0,5 km<sup>2</sup>). Si une plateforme de forage ancrée est utilisée (comme un semi-submersible), alors la ZIP s'étendra à 500 m au-delà des points d'ancrage (ce qui peut correspondre à environ 1000 m du centre de la plate-forme de forage). Si une plate-forme de forage non ancrée est utilisée, alors la ZIP s'étendra jusqu'à 500 m du bord de la plate-forme. Les renseignements concernant les ZIP sont généralement transmis via un avis à la navigation ou le programme « Fisheries Broadcast » de la CBC.

Comme il ne sera pas sécuritaire de pêcher dans les zones de sécurité désignées, celles-ci pourraient avoir des impacts sur les pêches commerciales (incluant les pêches sentinelles et de recherche). Cependant, comme les zones seront situées dans des régions où très peu de pêche commerciale a eu lieu ces dernières années (comme décrit dans la Section 5.8.1, aucun emplacement de récolte n'a été relevé dans la zone du projet, l'emplacement le plus proche étant à environ 10 km au sud-ouest), la zone de sécurité devrait avoir peu d'impact opérationnel ou économique sur les pêcheurs.

Si les sites sélectionnés par le MPO pour ses enquêtes scientifiques se trouvent dans une zone de sécurité active, celui-ci pourra utiliser des sites alternatifs (le MPO choisit généralement des sites équivalents, par exemple, pour mener des enquêtes aléatoires stratifiées).

#### **7.8.2.2 Boues et déblais de forage**

L'effet des boues et déblais de forage sur la pêche commerciale se limitera à la mesure dans laquelle ces rejets affectent les ressources halieutiques dans la zone. Comme l'indique la section 7.4.2.2, les effets des boues et déblais de forage sur les poissons, les crustacés et l'habitat marin se limiteront généralement à moins de 500 m de l'emplacement du puits (rétablissement prévu après trois à cinq ans). Compte tenu de la zone localisée de l'effet et le faible niveau actuel de récolte dans la zone du projet, ces rejets ne devraient pas entraîner des effets résiduels néfastes pour les pêcheurs ou les autres utilisateurs du milieu marin.

#### **7.8.2.3 Rejets courants**

Tout comme dans le cas des impacts des déblais et boues de forage, les rejets courants pourraient affecter les pêches commerciales indirectement en nuisant aux ressources halieutiques ou directement par l'encrassement des engins de pêche. Tous les rejets courants des MODU et des navires de soutien seront conformes aux LDTDZE et aux règlements sur la prévention de la pollution de la *Loi sur marine marchande* du Canada. Tous les déchets domestiques seront transportés à terre.

La durée et la fréquence des rejets courants seront limitées au cours de la période de forage. Ils seront conformes aux règlements applicables et se disperseront rapidement dans un environnement océanique ouverte. Aucun effet mesurable sur les ressources halieutiques n'est anticipé. Grâce à la mise en place de zones d'interdiction de pêche (ZIP), le potentiel



d'encrassement des engins est également limité. Par conséquent, les impacts résiduels négatifs sur les pêches commerciales et les autres utilisateurs ne devraient pas être significatifs.

#### **7.8.2.4 Navires de soutien**

Les navires d'approvisionnement liés au projet pourraient nuire aux activités de pêche s'ils gênent le fonctionnement des navires ou des engins de pêche. De tels conflits seraient plus susceptibles d'impliquer des engins de pêche fixes comme les casiers à crabe (dommages, perte d'engins, perte de capture, coûts accrus, etc.). Bien que les navires de ravitaillement posent un risque minime pour les engins de pêche (pas plus que d'autres navires océaniques ou bateaux de pêche dans la région), les sondages du PSV ne posent pas de risques spécifiques si l'équipement sismique est remorqué dans l'eau. Des conflits impliquant des équipements sismiques et des engins de pêche surviennent à l'occasion (une ou deux fois par année) au Canada atlantique, mais ceux-ci ne sont habituellement pas occasionnés par des sondages du PSV localisés, lesquels sont réalisés à très petite échelle (de l'ordre de quelques kilomètres, par exemple). Comme peu d'activités de pêche sont menées dans la zone, les conflits devraient être minimes.

Le programme de forage pourrait gêner les activités du MPO dans le voisinage de la zone du projet (changement du comportement des espèces, interférence avec la pêche, déplacements des populations, etc.) (LGL, 2005b). Les programmes du MPO peuvent être consultés en ligne afin d'éviter tout chevauchement avec les activités du projet. Au moment de la rédaction du présent rapport, cette ressource en ligne comprenait des activités prévues jusqu'au mois de mai 2011. Cette ressource en ligne sera consultée pour identifier tout conflit potentiel avant la réalisation du projet et l'on communiquera avec le MPO afin de résoudre tout problème qui pourrait éventuellement survenir.

Au cours du programme de forage d'exploration proposé, divers navires commerciaux devraient passer à proximité de la zone du projet. Par conséquent, la mobilisation d'équipements et de structures et le soutien logistique en lien avec programme de forage d'exploration pourraient interagir avec la circulation maritime et l'utilisation militaire dans le détroit de Cabot, lequel comprend le chenal Laurentien. L'augmentation de la circulation maritime occasionnée par le projet devrait être négligeable par rapport à la circulation maritime actuelle dans la région et les interactions seront minimes.

Dans l'ensemble, la valeur résiduelle des effets néfastes pour l'environnement liés à des conflits potentiels avec les navires de ravitaillement ne devrait pas être significative pour la pêche commerciale et les autres utilisateurs.

#### **7.8.2.5 Bruits générés par les forages et profils sismiques verticaux**

Le bruit et les impacts du bruit qui s'appliquent aux poissons commerciaux sont présentés en détail à la section 7.1.5.3. Comme le décrit la présente section, si l'on examine les sons en se basant sur un effet hiérarchique, les sons les plus intenses associés à l'entreprise proposée proviendraient probablement de sources sismiques utilisées lors de sondage du PSV, suivis des sons émis par la plate-forme de forage et ses opérations connexes et ceux des navires de

soutien et des hélicoptères. La plupart des informations présentées sur le bruit dans les sections suivantes porteront sur des sources sismiques, car celles-ci sont susceptibles de produire les plus fortes réactions chez les récepteurs visés par le projet. Un sondage du PSV pourrait être entrepris dans le cadre du programme de forage d'exploration. Les sondages du PSV utilisent une source sismique de plus faible intensité et de plus courte durée que celles associées aux levés sismiques.

Les représentants de l'industrie de la pêche ont exprimé certaines préoccupations dans le passé voulant que les sources sonores utilisées lors de levés sismiques, en particulier, pussent effrayer les poissons et les inciter à fuir les lieux de pêche ou pouvaient dissuader les espèces benthiques (comme le crabe des neiges) d'entrer dans les engins de pêche fixes. Des rapports scientifiques indiquent aussi une diminution des taux de capture de poisson à nageoires à proximité d'ensembles sismologiques. Il n'y a pas unanimité toutefois quant à la durée et l'étendue géographique de ces effets. Certains rapports indiquent que les poissons reviennent rapidement dans la mer une fois les activités sismiques entreprises, alors que d'autres indiquent que les taux de capture de poissons à plusieurs kilomètres de source sismiques prennent des jours pour revenir à la normale (Engås et al. 1996; Løkkeborg 1991; Skalski et al. 1992). Quoi qu'il en soit, comparativement aux levés géophysiques classiques en 2-D ou 3-D, une très petite zone serait affectée par le bruit des sondages du PSV, car ces activités seront menées dans une zone très restreinte (par exemple, région immédiate du forage de localisation). De plus, la source sonore des sondages du PSV est généralement de plus faible intensité que celles des levés traditionnels et ces activités seront de très courte durée.

Étant donné la nature des sondages devant être réalisés, les effets limités sur les ressources halieutiques et l'absence d'activités de pêche dans la zone immédiate du projet, les impacts résiduels des sources de bruit sur l'environnement, sur la pêche commerciale et les autres utilisateurs ne devraient pas être significatifs.

#### **7.8.2.6 Émissions atmosphériques**

Les interactions potentielles entre les émissions atmosphériques et la pêche commerciale et d'autres utilisateurs seront limitées et une évaluation plus poussée n'est donc pas justifiée.

#### **7.8.2.7 Abandon et suspension du puits**

Le bruit généré lors du retrait de la tête de puits sera de courte durée et localisé. Il est peu probable que des explosifs soient nécessaires pour enlever la tête du puits. Les perturbations associées à la suspension et à l'abandon du puits (principalement associée au bruit généré lors de l'enlèvement de la tête de puits) seront de courte durée et se produiront directement à l'emplacement du puits. La densité de la circulation maritime serait similaire à celle qui prévaut actuellement dans la région.

Si l'on retire la tête de puits, celle-ci et les équipements qui y sont associés seraient retirés à au moins 1 m SPO, afin de ne pas causer d'obstruction. Si l'obtention d'une approbation permet de laisser une tête de puits en place, plusieurs facteurs doivent être pris en considération, comme l'occurrence et le type de pêche dans la zone, de même que la profondeur d'eau à l'endroit où

se trouve la tête de puits. Ainsi, elle ne serait pas laissée en place si elle est réputée être un obstacle majeur pour les activités de pêche.

Les effets résiduels néfastes pour l'environnement liés à la suspension et à l'abandon du puits sur les activités de pêche commerciale ne devraient pas être significatifs.

### **7.8.3 Mesures d'atténuation**

#### **7.8.3.1 Pêches commerciales**

Les lignes directrices du *Programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique* de l'OCTNLHE fournissent des conseils visant à minimiser tout impact que pourraient avoir les sondages du PSV sur la pêche commerciale. Ces directives ont été élaborées en se basant sur les meilleures pratiques de l'industrie relevées lors d'enquêtes réalisées au cours des années précédentes dans le Canada atlantique et sur les directives émises par d'autres autorités nationales. Les directives pertinentes stipulent (Annexe 2, *Mesures d'atténuation*) :

1. a) *L'exploitant doit mettre en œuvre des dispositions opérationnelles pour s'assurer que l'exploitant et/ou son entrepreneur en levés et les sociétés de pêche locales sont informés des activités de tout un chacun. Une communication doit être entretenue tout au long des opérations de prospection avec les sociétés de pêche œuvrant dans la région.*
1. b) *Lorsque c'est possible, une approche de démarrage souple (intensification progressive des manchons pneumatiques) devrait être mise en œuvre avant de procéder à tout levé sismique. Les procédures d'intensification progressive doivent respecter les mesures décrites ci-dessous à la section 2 (e)*
1. c) *L'exploitant devrait publier un « Avis aux navigateurs » de la Garde côtière canadienne et un « Avis aux pêcheurs » via le programme « Fisheries Broadcast » de la CBC.*
1. d) *Les exploitants doivent mettre en œuvre un programme d'indemnisation pour les dommages que subissent les navires et engins de pêche afin de régler rapidement toute réclamation pour pertes et/ou dommages qui pourraient être causés par les opérations de levé sismique. La portée du programme de compensation devrait inclure les coûts de remplacement pour des engins perdus ou endommagés et toute perte financière supplémentaire qui est démontrée être associée à l'incident. L'exploitant devrait faire rapport sur les détails de toute indemnité accordée en vertu d'un tel programme.*
1. e) *Des procédures doivent être mises en place sur les navires hydrographiques pour s'assurer que tous les incidents de contact avec des engins de pêche sont clairement détectés et documentés (par exemple, heure, lieu du contact, perte de contact et description de tout bris observé ou engin affecté). Conformément à l'article 4.2 des présentes lignes directrices, tout incident doit être signalé immédiatement au service de réponse téléphonique 24 heures au (709) 778-1400 ou à l'agent de service au (709) 682 4426.*

Corridor retiendra également les services d'observateurs et d'agents de liaison qualifiés et spécialisés dans les activités de pêche. Ces mesures d'atténuation seront mises en place pour tous les sondages requis dans le cadre du projet.

La section 4.9 des lignes directrices sur les programmes de forage en mer de l'OCTNLHE stipule : « l'exploitant doit informer au préalable par un avis les personnes exerçant des activités de pêche dans la zone d'exploitation proposée et mettre en œuvre des mesures pour éliminer toute interférence éventuelle avec ceux-ci. »

Les emplacements des ZIP seront diffusés et communiqués aux pêcheurs et au MPO et Corridor continuera d'entretenir des communications avec ceux-ci concernant les activités de pêche et de levé se déroulant dans ces régions. Le calendrier général et les lieux des activités prévues dans le cadre du projet seront fournis aux pêcheurs qui risquent de se trouver dans le voisinage de la zone du projet en émettant un « Avis aux navigateurs » de la Garde côtière canadienne et un « Avis aux pêcheurs » via le programme « Fisheries Broadcast » de la CBC.

Les lieux de pêche pour chaque espèce peuvent varier selon les années et dans une même saison en raison de mouvements migratoires, des taux de capture, des quotas, du manque de ressources, des conditions météorologiques, de la technologie et des coûts de carburant. La communication efficace de toutes les opérations menées dans la zone du projet est impérative.

#### **7.8.3.2 Autres utilisateurs**

Les représentants du MPO seront contactés avant le début du projet pour confirmer la présence ou l'absence de navires du MPO dans le voisinage de la zone du projet pendant les campagnes de forage d'exploration de 20 et 50 jours. Les calendriers des travaux seront coordonnés avec le MPO, au besoin, afin d'éviter ou de minimiser toute perturbation sur les activités de recherche et de sondage que mène présentement le MPO dans la zone du prospect de Old Harry.

#### **7.8.4 Impacts environnementaux résiduels**

Un résumé des impacts environnementaux potentiels sur les pêches commerciales et les autres utilisateurs est fourni au tableau 7.14. Avec les mesures d'atténuation précitées en place (incluant toute compensation en cas de conflit avec un engin de pêche), et compte tenu de la nature localisée des sondages du PSV, de leur faible empreinte et de leur courte durée et de l'absence d'activités de pêche par le passé dans la zone du projet, les impacts environnementaux résiduels du projet sur la pêche commerciale et les autres utilisateurs ne devraient pas être significatifs.

**Tableau 7.14 Résumé de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels sur la pêche commerciale et les autres utilisateurs**

Composantes du projet Activités	Interactions / impacts environnementaux potentiels (positifs (P) ou néfastes (N))	Mesures d'atténuation	Résumé des impacts environnementaux potentiels								
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique			
Présence d'une plateforme de forage (incluant zone de sécurité, lumières et torchage)	Modification du nombre de prises (N); Interférence avec la circulation maritime et l'utilisation militaire (N)	Coordination et communication avec l'industrie de la pêche et le MPO; Retenir les services d'observateurs et d'agents de liaison compétents; Connaître les routes maritimes; Avis à la navigation	1	2	6	2	R	1			
Rejets courants	Modification du nombre de prises (N) Salissures marines (A)	Adhérer à l'annexe I de la <i>Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires</i> et aux LDTDZE	1	1	6	2	R	1			
Navires de soutien et hélicoptère	Modification du nombre de prises (N) Interférence avec la circulation maritime, l'utilisation militaire les sondages du MPO et les autres utilisateurs (N)	Coordination et communication avec l'industrie de la pêche et le MPO; Retenir les services d'observateurs et d'agents de liaison compétents; Connaître les routes maritimes; Avis à la navigation	1	1	6	2	R	1			
Bruits associés aux sondages du PSV et aux forages	Modification du nombre de prises (N) Interférence avec la circulation maritime et les sondages du MPO (N)	Respect des lignes directrices du <i>Programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique de l'OCTNLHE</i> Retenir les services d'observateurs et d'agents de liaison compétents; Connaître les routes maritimes; Avis à la navigation	1	2	6	2	R	1			
Abandon et suspension du puits	Interférence avec la circulation maritime, les engins de pêche et les sondages du MPO (N)	Respect des exigences de l'OCTNLHE	1	1	1	1	R	1			
<p>CLÉ :</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:33%;"> <p>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</p> <p>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</p> </td> <td style="width:33%;"> <p>Fréquence 1 = &lt;11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = &gt;200 évènements/an 6 = continuel</p> <p>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</p> </td> <td style="width:33%;"> <p>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</p> <p>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</p> <p>n/a = Non applicable</p> </td> </tr> </table>									<p>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</p> <p>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</p>	<p>Fréquence 1 = &lt;11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = &gt;200 évènements/an 6 = continuel</p> <p>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</p>	<p>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</p> <p>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</p> <p>n/a = Non applicable</p>
<p>Contexte de l'ampleur 0 = négligeable (pratiquement pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés</p> <p>Étendue 1 = rayon de &lt;1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de &gt; 10 000 km</p>	<p>Fréquence 1 = &lt;11 évènements/an 2 = 11-50 évènements/an 3 = 51-100 évènements/an 4 = 101-200 évènements/an 5 = &gt;200 évènements/an 6 = continuel</p> <p>Durée 1 = &lt;1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = &gt;72 mois</p>	<p>Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)</p> <p>Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 = preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes</p> <p>n/a = Non applicable</p>									



## 8.0 ÉVÈNEMENTS ACCIDENTELS

---

Les deux principaux types d'événements accidentels qui peuvent se produire pendant le programme de forage d'exploration proposé sont les éruptions et les « petits » déversements. Les éruptions sont des déversements continus qui peuvent durer des heures, des jours ou des semaines et qui peuvent inclure une décharge de gaz naturel et/ou de pétrole brut dans l'environnement. Les petits déversements sont des décharges instantanées ou de courte durée qui peuvent être causées par des événements accidentels sur l'appareil de forage où le mazout et les autres produits pétroliers sont entreposés et manipulés.

Basée sur une modélisation de SL Ross (2011; consulter la Section 2.12 pour avoir un résumé), l'étendue maximale d'un déversement de pétrole provenant de l'emplacement de forage pourrait s'étendre jusqu'à 20 km du point d'origine du déversement, soit environ 50 km de la plus proche côte de Terre-Neuve, à environ 70 km de la plus proche côte de la Nouvelle-Écosse et à environ 75 km de la plus proche côte des îles de la Madeleine (Figure 2.20). Puisque la région de l'étude a été délimitée pour incorporer la route qu'empruntent le navire et l'hélicoptère de ravitaillement en direction et en provenance de Terre-Neuve, il y a aussi une possibilité de petits déversements provenant du navire de ravitaillement n'importe où sur cette route. Le pire scénario serait une collision ou un naufrage près de la côte qui entraînerait une perte de pétrole et de diesel.

Les estimations des probabilités de ces déversements et les résultats de la modélisation de trajectoire sont fournis aux Sections 8.1 et 2.1.3 respectivement. Les renseignements dans ces sections proviennent de la documentation connexe préparée par SL Ross Environmental Research Ltd. (SL Ross 2011). Une évaluation des impacts environnementaux d'un événement accidentel sur les CVE est fournie à la Section 8.3.

### 8.1 Planification des puits de secours

Corridor établira une stratégie de puits de secours qui garantira que les éléments suivants sont pris en considération lors du processus d'autorisation de forage des puits (AFP) avec l'OCTNLHE.

- Plan contractuel relatif aux appareils de forage des puits de secours;
- Quantités et types appropriés d'éléments tangibles facilement déployables (c.-à-d., têtes de puits, tubulaires, etc.);
- Établissement des emplacements des puits de secours avant d'amorcer toute opération à Old Harry. L'examen de ces endroits prendra en considération les vents, vagues et courants anticipés ainsi que le maintien d'une distance sécuritaire par rapport au puits éruptif.

## 8.2 Capuchon de puits et système de confinement

Corridor respectera les normes de l'industrie ainsi que les directives et règlements de l'OCTNLHE qui seront en vigueur au moment de mener les opérations minières à Old Harry.

En collaboration avec l'Association canadienne des producteurs pétroliers (CAPP), l'OCTNLHE, divers exploitants de Terre-Neuve et d'autres entreprises de l'industrie, Corridor fera tout ce qui est en son pouvoir, si le besoin s'en fait sentir, pour disposer du meilleur capuchon de puits et du meilleur système de confinement que l'on puisse trouver dans l'est du Canada.

## 8.3 Technologies de réponse de flaque

Le personnel de l'appareil de forage sera sensibilisé par le biais de réunions de formation et de sécurité. Le personnel sera encouragé à signaler les problèmes potentiels et les incidents évités de justesse dans le but d'éviter qu'ils ne surviennent à nouveau et occasionnent des rejets de pétrole ou d'autres hydrocarbures.

Des procédures opérationnelles normalisées pour réduire ou éliminer les risques de déversement, incluant ceux occasionnés par la défaillance de l'équipement, seront instituées pour la manipulation des hydrocarbures. Avant de procéder au forage, des pratiques pour les travaux réalisés dans de mauvaises conditions météorologiques, en haute mer ou dans des glaces seront établies. La bonne communication entre les navires et de saines pratiques en mer permettront de mieux prévenir les déversements accidentels.

Le programme d'intervention d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures devrait prendre en considération une gamme d'options d'intervention en mer, diverses formations de sécurité et les procédures opérationnelles normalisées. Les décisions à prendre dans l'éventualité d'une intervention d'urgence sont basées sur l'évaluation des conditions d'exploitation, les propriétés supposées des hydrocarbures, l'efficacité de l'option d'intervention et les effets possibles sur l'environnement. Les activités d'intervention d'urgence et le nettoyage des hydrocarbures font l'objet de contraintes environnementales et technologiques. Les conditions en haute mer et la visibilité sont des exemples de contraintes environnementales typiques alors que la capacité des dispositifs de récupération d'hydrocarbures et l'efficacité des agents dispersants font partie des contraintes technologiques. Ces types de restrictions s'appliquent à tous les environnements et juridictions.

Le nettoyage et la récupération d'un déversement d'hydrocarbures sont des tâches ardues et dépendent de nombreux facteurs, notamment du type d'hydrocarbure déversé, de la température de l'eau (qui influe sur l'évaporation et la biodégradation des nappes déversées) et de la nature du milieu touché.

Voici quelques exemples de méthodes de nettoyage et de récupération :

- La surveillance et le repérage des déversements sont critiques. Toute information sur l'emplacement, le déplacement et les caractéristiques des hydrocarbures déversés doit être prise en considération. Le choix et l'utilisation des technologies d'intervention dépendent de l'emplacement et du déplacement des hydrocarbures, de l'épaisseur de la



couche de la nappe à la surface et de la nature et l'étendue de l'altération. Les technologies utilisées pour la surveillance et le repérage des déversements comprennent les bouées de repérage (utilisées pour suivre le mouvement d'une nappe en fonction des vents, des courants de surface et des mouvements de la glace), l'imagerie satellitaire, la reconnaissance aérienne, la reconnaissance marine, la modélisation de la trajectoire des nappes et le repérage visual.

- La récupération mécanique consiste à confiner le pétrole déversé à l'aide de barrières naturelles ou artificielles pour ensuite le retirer de la surface de l'eau. Les barrières de confinement sont utilisées pour intercepter, maîtriser, contenir et concentrer les nappes d'hydrocarbures pour éviter qu'elles se répandent. La récupération des hydrocarbures contenus ou concentrés à l'aide de barrières naturelles ou flottantes s'accomplit à l'aide d'un système d'écumage ou de récupération qui sépare le pétrole et l'eau à la surface.
- Dispersion naturelle ou dégradation (altération naturelle) des hydrocarbures qui se brisent en gouttelettes par l'action des vagues. Ceux-ci sont ensuite métabolisés par des micro-organismes.
- La dispersion mécanique consiste à séparer mécaniquement de petits déversements à l'aide de divers moyens comme le souffle de l'hélice d'un navire ou par pulvérisation d'eau.
- Les agents dispersants sont des substances chimiques que l'on vaporise ou applique sur les nappes de pétrole pour accélérer le processus de dispersion naturelle. Ils sont généralement utilisés lorsque l'on veut réduire le volume d'une nappe de pétrole afin de minimiser les dommages aux rivages, à la faune et à d'autres ressources sensibles. Leur utilisation nécessite l'autorisation préalable de l'OCTNLHE.
- Le brûlage dirigé peut réduire efficacement la quantité de pétrole dans l'eau, s'il est fait correctement. Afin d'éviter toute pollution atmosphérique, on ne peut préconiser cette méthode que si les vents sont faibles. Le brûlage in situ s'effectue en récupérant et en épaississant les hydrocarbures à l'aide de barrières flottantes pyrorésistantes pour ensuite les brûler.
- La prévention des éruptions demeure une stratégie d'intervention importante. Elle constitue en effet le principal moyen pour limiter les impacts environnementaux que peut occasionner une éruption incontrôlée.

Un plan d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures sera élaboré avant d'entreprendre toute activité et celui-ci sera soumis à l'OCTNLHE aux fins d'examen et d'approbation dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploitation. Ce plan décrira en détail les stratégies d'intervention à mettre en œuvre dans l'éventualité d'un déversement accidentel d'hydrocarbures.

#### **8.4 Probabilités de déversement**

Puisque l'étude de SL Ross (2011) présente des statistiques de déversements et d'éruptions pour le projet tirées de statistiques à l'échelle mondiale, on assume que les pratiques et technologies qui seront utilisées par Corridor seront aussi sécuritaires que celles utilisées dans les autres opérations d'exploitation pétrolière et gazière extracôtières ailleurs dans le monde et seront conformes aux pratiques acceptées de l'industrie internationale du pétrole.

### 8.4.1 Dossier général de pollution par les hydrocarbures de l'industrie de l'exploitation pétrolière et gazière

Comparativement aux autres industries qui peuvent potentiellement déverser des huiles de pétrole dans l'environnement marin, l'industrie de l'exploration, du développement et de la production pétrolière et gazière extracôtière (l'industrie E&P extracôtière) a un très bon dossier. Une étude sur la pollution par les hydrocarbures menée par le US National Research Council (NRC 2002) indique que les déversements accidentels de pétrole provenant des plateformes contribuent à seulement 0,07 pour cent de la quantité totale de pétrole dans les océans de la planète (860 tonnes par année par rapport à 1 300 000 tonnes par année - voir le Tableau 8.1).

**Tableau 8.1 Meilleure estimation des décharges annuelles de pétrole par source [de 1990 à 1999]**

Source de pétrole	Amérique du Nord (en milliers de tonnes)	Partout dans le monde (en milliers de tonnes)
<b>Suintements naturels</b>	<b>160</b>	<b>600</b>
<b>Extraction du pétrole</b>	<b>3.0</b>	<b>38</b>
Plateformes	0.16	0.86
Dépôts atmosphériques	0.12	1.3
Eaux produites	2.7	36
<b>Transport du pétrole</b>	<b>9.1</b>	<b>150</b>
Déversements des pipelines	1.9	12
Déversements des navires-citernes	5.3	100
Décharges opérationnelles [nettoyage de cargaisons]	N/A <sup>A</sup>	36
Déversements des installations côtières	1.9	4.9
Dépôts atmosphériques	0.01	0.4
<b>Consommation de pétrole</b>	<b>84</b>	<b>480</b>
Sur terre [rivières et écoulements]	54	140
Embarcations de loisir	5.6	ND <sup>B</sup>
Déversements [navires non-citernes]	1.2	7.1
Décharges opérationnelles [navires 100 TB]	0.10	270
Décharges opérationnelles [navires <100 TB]	0.12	ND <sup>C</sup>
Dépôts atmosphériques	21	52
Carburant d'aéronefs vidé en vol	1.5	7.5
<b>TOTAL</b>	<b>260</b>	<b>1,300</b>
Source : NRC 2002. Ce rapport de 2002 est le troisième (et plus récent) d'une série de rapports mis à jour périodiquement par NRC.		
<sup>A</sup> Le nettoyage de cargaisons n'est pas permis dans les eaux des États-Unis, mais n'est pas limité dans les eaux internationales. On assume donc que cette pratique n'est pas fréquente dans les eaux américaines.		
<sup>B</sup> Les données relatives aux embarcations de loisirs à l'échelle mondiale n'étaient pas disponibles.		
<sup>C</sup> Il n'y avait pas assez de données pour créer des estimations pour cette classe de navires.		

#### 8.4.2 Grands déversements historiques causés par des éruptions de puits de pétrole au large des côtes

Le principal problème est la possibilité d'une éruption du puits qui décharge de grandes quantités de pétrole dans l'environnement marin. Au Canada, il n'y a eu qu'une petite éruption condensée sur le plateau néo-écossais. Aux États-Unis, il y a eu seulement trois éruptions de puits de pétrole (dont la récente éruption de Macondo dans le golfe du Mexique) impliquant des déversements de pétrole de plus de 50 000 barils depuis le début du forage au large des côtes au milieu des années 50. Il faut donc analyser plus que l'Amérique du Nord pour trouver une base de données raisonnable sur les très grandes éruptions de puits de pétrole (voir le Tableau 8.2 pour obtenir une définition des tailles de déversements d'hydrocarbures). Toutes les éruptions à l'échelle mondiale ayant provoqué des déversements de plus de 10 000 barils sont présentées au Tableau 8.3.

**Tableau 8.2 Définition des tailles de déversements d'hydrocarbures**

Type de déversement d'hydrocarbure	Taille du déversement	
	Barils	m <sup>3</sup>
Extrêmement grand	>150,000	>23,850
Très grand	>10,000	>1,590
Grand	>1,000	>159
Faible	<1	<0.159

Note : Les trois plus grandes catégories sont cumulatives; par exemple, la catégorie des grands déversements (>1,000 barils) comprend les très grands et extrêmement grands déversements, et la catégorie des très grands déversements comprend les extrêmement grands déversements. Ceci est conforme à l'approche utilisée par les statisticiens de BOEMRE qui ont calculé les fréquences de grands déversements.

**Tableau 8.3 Grands déversements historiques causés par des éruptions de puits de pétrole au large des côtes**

Zone	Taille du déversement rapporté (en barils)	Date	Opération en cours
États-Unis, Santa Barbara	77,000	1969	Production
États-Unis, S. Timbalier 26	53,000	1970	Travail au câble
États-Unis, Main Pass 41	30,000	1970	Production
Trinidad	10,000	1973	Forage de développement
Mer du Nord/Norvège	158,000	1977	Reconditionnement
Mexique ( <i>Ixtoc 1</i> ) <sup>A</sup>	3,000,000	1979	Forage d'exploration
Nigeria	200,000	1980	Forage de développement
Iran	100,000	1980	Forage de développement
Arabie saoudite	60,000	1980	Forage d'exploration
Iran <sup>B</sup>	voir remarque	1983	Production
Mexique	247,000	1986	Reconditionnement
Mexique	56,000	1987	Forage d'exploration
États-Unis, Timbalier Bay/Greenhill	11,500	1992	Production
Australie <sup>C</sup>	30,000	2009	Forage de développement
États-Unis, GdM <sup>C</sup>	4,000,000	2010	Forage d'exploration

<sup>A</sup> On croit fortement que le volume du déversement a été estimé à la baisse.

<sup>B</sup> Les éruptions de puits de pétrole iraniennes de Norwuz dans la mer Rouge, qui ont commencé en 1983, n'ont pas été causées par des accidents d'exploration ou de forage, elles proviennent d'actions militaires pendant la guerre entre l'Iran et l'Iraq.

<sup>C</sup> Présentement sous enquête. Le volume des déversements est une meilleure estimation et peut être sujet à révision.

### 8.4.3 Probabilités de déversements en fonction des statistiques historiques

La meilleure manière d'exprimer les fréquences de déversements est en termes de facteur d'exposition au risque, tel que la quantité de puits creusés. En date de mai 2010, environ 50 433 puits d'exploration et de délimitation ont été creusés (Deloitte Petroleum Services 2010). Donc, basée sur deux extrêmement grands déversements (>150 000 barils) pendant le forage d'exploration au large des côtes, la fréquence historique est de  $3,97 \times 10^{-5}$  (2 / 50 433).

Un calcul similaire peut être effectué pour les très grands déversements, c'est-à-dire ceux de plus de 10 000 barils. En se référant encore au Tableau 8.2, on remarque que quatre éruptions causées par le forage d'exploration ont produit de très grands déversements (dont *Ixtoc 1* et Macondo), la fréquence de déversement de ces derniers est donc de  $7,93 \times 10^{-5}$  déversement par puits foré (4 / 50 433).

Dans toute l'histoire des opérations en eaux canadiennes, de la zone externe du plateau continental des États-Unis et de la mer du Nord, il n'y a pas eu de grands (>1 000 barils) déversements pendant le forage d'exploration autre que ceux listés ci-dessus, incluant le récent incident de Macondo. Une seule éruption causée par le forage d'exploration a créé un grand déversement, autre que les déversements listés au Tableau 8.2 (en tenant toujours compte que la catégorie des grands déversements comprend les très grands et extrêmement grands déversements). Elle a eu lieu au large des côtes du champ d'Ankleshwar à Gujarat, en Inde, en 1998. L'exploiteur était l'entreprise d'État Oil and Natural Gas Corporation et la taille du déversement était de 100 000 gallons, ou 2 380 barils. En assumant que c'était le seul grand déversement qui a eu lieu après ceux mentionnés ci-dessus (et c'est une faible assumption), la fréquence des grands (>1 000 barils) déversements causés par le forage d'exploration devient de  $5 / 50\,433 = 9,91 \times 10^{-5}$  déversement par puits foré.

### 8.4.4 Tendances des fréquences d'éruptions

Il faut noter que les calculs de fréquence des déversements ci-dessus sont basés sur la totalité des données au large des côtes de 1955 à aujourd'hui. La plupart des déversements présentés au Tableau 8.3 ont eu lieu il a plus de 20 ans, et, tel qu'il a déjà été mentionné, seulement un grand déversement causé par les opérations d'exploration (l'incident récent du golfe du Mexique des États-Unis) a eu lieu en Amérique du Nord ou dans la mer du Nord. Il y a une évidente tendance de réduction d'éruptions avec les années. Il est possible de calculer la fréquence historique en tenant seulement compte des éruptions liées au forage et en les comparant à la quantité de puits forés dans les périodes correspondantes (Tableau 8.4). Il y a une claire tendance à la baisse dans les années 70, 80 et 90, suivi d'une hausse dans les 10 dernières années.

**Tableau 8.4 Grandes éruptions liées au forage au large des côtes - Fréquence historique par décennie**

Période	Incidents	Puits forés à l'échelle mondiale <sup>A</sup>	Fréquence	Réurrence
1971 à 1980	5	20,116	$2,49 \times 10^{-4}$	Un sur 4 020
1981 à 1990	1	29,527	$3,39 \times 10^{-5}$	Un sur 29 500
1991 à 2000	0	28,118	0	--
De 2001 jusqu'à maintenant	2	26,732	$7,48 \times 10^{-5}$	Un sur 13 400
Source : Deloitte Petroleum Services. 2010. Liste des puits de pétrole au large des côtes en date du 31 mai 2010. Rapport généré selon la demande de Deloitte LLP. Londres, Angleterre.				
<sup>A</sup> Comprend les puits au large des côtes.				

#### 8.4.5 Fréquences d'éruptions calculées pour le projet Old Harry

Basé sur le programme de forage d'un puits d'exploration :

- La fréquence annuelle prévue d'extrêmement grands déversements (>150 000 barils) causés par des éruptions pendant une opération de forage d'exploration, basée sur une exposition des puits forés, pour un cas de référence d'un puits, est simplement (1 puits foré/année) x ( $3,97 \times 10^{-5}$  déversement/puits foré) =  $3,97 \times 10^{-5}$  déversement par année. Ceci représente une probabilité annuelle d'un sur 25 000. On pourrait aussi dire que, si celle fréquence d'un puits par année était respectée, on pourrait s'attendre à un déversement de plus de 150 000 barils tous les 25 000 ans.
- La fréquence annuelle prévue de très grands déversements (>10 000 barils) causés par les éruptions liées au forage d'exploration basée sur l'exposition des puits forés est de  $7,93 \times 10^{-5}$ , ou une probabilité d'une chance sur 13 000.
- La fréquence annuelle prévue de grands déversements (>1 000 barils) causés par les éruptions liées au forage d'exploration basée sur l'exposition d'un puits foré est de  $9,91 \times 10^{-5}$ , ou une probabilité d'une chance sur 10 000.

#### 8.4.6 Éruptions causées par le forage d'exploration impliquant principalement du gaz

Les éruptions de gaz des puits au large des côtes qui ne résultent pas en une décharge de pétrole liquide sont généralement considérées sans danger pour l'environnement marin. De telles éruptions représentent cependant une menace pour les humains et les propriétés à cause des risques d'explosion et de feu.

Les données de la zone externe du plateau continental des États-Unis représentent la période de 30 ans allant de 1980 à 2010 et sont présentées au Tableau 8.5. Les données sur le forage et les éruptions dans les opérations au large des côtes de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse sont présentées au Tableau 8.6. Il y a environ 12 000 puits d'exploitation forés dans la zone externe du plateau continental des États-Unis de 1980 à 2010. Ces données ne sont pas présentées au Tableau 8.5, mais elles sont dérivées des calculs de Deloitte (2010). La quantité d'éruptions liées au forage d'exploration est de 45; la fréquence d'éruptions est de 45/12 000 ou  $3,75 \times 10^{-3}$  éruption par puits foré, ou une éruption par 267 puits forés. Cinq des éruptions impliquaient des déversements de pétrole, un de 200 barils, un de 100 barils, un de 11 barils, un de 5 barils et le plus récent à Macondo de  $4 \times 10^6$  barils. Les fréquences dans le Tableau 8.5

sont conformes avec les valeurs dérivées du Tableau 8.6 ( $2,8 \times 10^{-3}$  contre  $3,75 \times 10^{-3}$ ). Il est important de remarquer que les fréquences d'éruptions dans la mer du Nord et dans le GdM ont beaucoup diminué dans les dernières années de la période d'études, tel que présenté au Tableau 8.7.

Une récente analyse de Scandpower (2006), résumée dans l'IAOGP (2010), confirme la réduction de la fréquence dans les dernières années. Les données, basées sur les dossiers de 20 ans se terminant en 2005, indiquent une fréquence d'éruptions sous-marines de  $2,1 \times 10^{-4}$ , basée sur deux incidents dans 9 744 puits forés, ce qui est comparable à la plus récente période de 3 ans comprise dans le rapport de Scandpower (2000). Une fréquence d'éruptions sous-marines de  $2,1 \times 10^{-4}$  est équivalente à une probabilité d'une éruption chaque 4 800 puits forés. La plus récente analyse indique aussi une fréquence d'éruptions peu profondes de  $2,8 \times 10^{-3}$ , basée sur 26 incidents dans 9 172 puits forés.

**Tableau 8.5 Éruptions et déversements des puits extracôtiers fédéraux des États-Unis, 1980 à 2010**

Année	Début de puits	Éruptions liées au forage				Éruptions non liées au forage								Production de la zone externe du plateau continental Mb
		Exploration		Travaux préparatoires		Production		Reconditionnement		Complétion		Éruptions totales		
		n°	Barils	n°	Barils	n°	Barils	n°	Barils	n°	Barils	n°	Barils	
Années 80	11,071	19	0	21	0	7	0	19	113	6	60	72	173	3,407.3
Années 90	8,765	17	300	16	0	2	0	5	0	3	0	44	302	4,292.4
Années 2000	8 390A	9	4 E6 <sup>B</sup> + 16	9	1	8	378	7	12	1	0	29	380	5,389.64
Total	28,226	45	4 E6 <sup>B</sup>	46	1	17	378	31	125	10	60	145	855	13,089.34

<sup>A</sup> Estimation des trois dernières années.  
<sup>B</sup> Le total comprend les 4 000 000 de barils du déversement de Macondo et les 316 barils dans 44 autres incidents.

**Tableau 8.6 Puits d'exploration et de développement et éruptions dans l'est du Canada**

Région	Qté. de puits d'exploration	Qté. de puits de développement	Qté. d'éruptions	Fréquence des éruptions d'exploration	Fréquence des éruptions générales
Terre-Neuve	198	164	0	0	0
Nouvelle-Écosse	154	53	1 (exploration)	$6,5 \times 10^{-3}$	$4,8 \times 10^{-3}$
TOTAL	352	217	1 (exploration)	$2,8 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-3}$

Valide jusqu'en janvier 2011 pour Terre-Neuve et jusqu'en mars 2010 pour la Nouvelle-Écosse.

**Tableau 8.7 Fréquences des éruptions de forage d'exploration et de développement au cours des années**

Période	Quantité d'éruptions	Quantité de puits d'exploration et de développement forés	Fréquence des éruptions
18 ans (1980 à 1997)	53	22,084	$24,0 \times 10^{-4}$
10 ans (1988 à 1997)	23	13,870	$16,6 \times 10^{-4}$
5 ans (1993 à 1997)	5	7,581	$6,6 \times 10^{-4}$
3 ans (1995 à 1997)	1	4,924	$2,0 \times 10^{-4}$
Source : Scandpower 2000			

#### 8.4.7 Fréquences d'éruptions calculées pour le projet Old Harry

En tenant toujours compte d'un programme d'exploration d'un puits, la fréquence d'éruptions devient  $1 \text{ puits} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ éruption/puits foré} = 2,1 \times 10^{-4} \text{ éruption par année}$ , ou une chance sur 4 800 qu'il y ait une éruption sous-marine pendant le programme de forage.

#### 8.4.8 Petits déversements sans éruptions

Des déversements de pétrole autres que des éruptions peuvent avoir lieu pendant le forage et la production. Ils regroupent les déversements de diesel ou d'huile de graissage dans les installations de forage, les déversements dans les opérations de transfert, les déversements de boue de forage et les déversements d'incidents similaires impliquant la manipulation du carburant nécessaire aux opérations. La grosse majorité de ces déversements sont très petits.

Comme il y a eu très peu de grands déversements liés à l'exploration et au développement dans les eaux canadiennes, les statistiques des États-Unis et du reste du monde sont utilisées. Cependant, il y a une base de données de taille raisonnable sur les petits déversements dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador. Les statistiques des déversements sont conservées et rapportées par l'OCTNHE (2011c).

Le forage au large des côtes dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador a commencé en 1966 et compte 362 puits forés jusqu'à ce jour. Les données sur les incidents ayant causé des déversements, publiées par l'OCTNHE, sont disponibles à partir de 1997 lorsque la production a commencé (OCTNHE 2011c). Depuis 1997, 219 puits ont été forés. Les incidents ayant causé des déversements pendant cette période impliquant 1 baril d'hydrocarbures ou plus sont présentés au Tableau 8.8. Ils regroupent les déversements de pétrole brut, de diesel et d'autres hydrocarbures liés aux opérations de production et de chargement. Tel que mentionné ci-dessus, il y a eu un déversement de plus de 1 000 barils en 2004.

**Tableau 8.8 Fréquence des déversements entre 1 et 49,9 barils et entre 50 et 999 barils (eaux de Terre-Neuve-et-Labrador, 1997 à 2010)**

Catégorie de déversements	Quantité de déversements
1 à 49,9 barils	12
50 à 999 barils	0

Une quantité disproportionnée (7 des 12) de ces déversements a eu lieu dans les trois premières années d'opération, il est donc raisonnable de se concentrer sur les dernières années (Tableau 8.9). Pendant les années 2000 à 2010, 183 puits ont été forés.

**Tableau 8.9 Fréquence des déversements entre 1 et 49,9 barils et entre 50 et 999 barils (eaux de Terre-Neuve-et-Labrador, 2000 à 2010)**

Catégorie de déversements	Quantité de déversements
1 à 49,9 barils	5
50 à 999 barils	0

Pour la plus petite catégorie de déversements, les statistiques des opérations de Terre-Neuve-et-Labrador peuvent être utilisées, mais comme il n'y a eu aucun déversement dans la deuxième catégorie, les statistiques du GdM des États-Unis seront utilisées. Selon ces données, la fréquence des déversements de 1 à 49,9 barils est de  $2,7 \times 10^{-2}$  (5 / 183) par puits foré et est de  $1,8 \times 10^{-3}$  pour les déversements de 50 à 999 barils (104 incidents/56 500 puits totaux).

L'OCTNHE fournit aussi des données statistiques des déversements de plus de 1 L et de moins de 159 L (1 baril), et des déversements de 1 L et moins (Tableau 8.10). Comme dans la catégorie de taille de déversements précédente, une quantité disproportionnée de ces déversements a eu lieu pendant les trois premières années des opérations, il est donc raisonnable de se concentrer sur les dernières années des données, de 2000 à 2010. Pendant ces années (2000 à 2010), un total de 183 puits ont été forés et il y a eu 87 déversements dans la catégorie de 1 L à 159 L et 201 déversements de moins de 1 L. Les totaux dans le Tableau 8.10 calculent tous les déversements de 1997 à 2010. La quantité totale de déversements enregistrés de moins de 159 L (1 baril) donne une fréquence historique de 1,69 déversement par puits foré (141 + 230/219 puits).

**Tableau 8.10 Données sur les très petits déversements dans les eaux de Terre-Neuve, 1997 à 2010**

Année	Déversements de plus de 1 L et de moins de 159 L (1 baril)		Déversements de 1 L et moins	
	Quantité	Volume total (L)	Quantité	Volume total (L)
1997	7	123	0	0
1998	20	640	3	1.6
1999	24	1,193	9	4.72
2000	2	62	2	1.1
2001	7	26	8	4.21
2002	5	16	19	5.2



Année	Déversements de plus de 1 L et de moins de 159 L (1 baril)		Déversements de 1 L et moins	
	Quantité	Volume total (L)	Quantité	Volume total (L)
2003	10	186	9	2.48
2004	21	193	30	8.97
2005	11	181	28	8.96
2006	5	20	27	9.24
2007	3	93	34	4.28
2008	12	337	22	2.89
2009	11	215.8	22	4.97
2010	3	20.3	17	4.21
<b>Total</b>	<b>141</b>	<b>3,306.1</b>	<b>230</b>	<b>62.83</b>

#### 8.4.9 Fréquences calculées pour le projet Old Harry

Trois classifications de déversements sont considérées : les déversements de moins d'un baril (appelés très petits déversements dans ce rapport), les petits déversements de 1 à 50 barils et les déversements moyens de 50 à 999 barils.

##### 8.4.9.1 Très petits déversements (moins de 1 baril)

Les statistiques présentées au Tableau 8,10 sont utilisées pour dériver une fréquence des déversements estimée pour cette catégorie de déversements. En considérant qu'un puits est foré :

- La fréquence estimée de déversements de moins d'un baril pendant les opérations de forage est de 1,69 déversement/puits.

##### 8.4.9.2 Petits déversements (1 à 50 barils)

Les statistiques présentées au Tableau 8,10 sont utilisées pour dériver une fréquence des déversements estimée pour cette catégorie de déversements. En considérant qu'un puits est foré :

- La fréquence estimée de déversements de 1 à 50 barils pendant les opérations de forage est de  $2,7 \times 10^{-2}$  déversement/puits, ou un déversement chaque 37 puits.

##### 8.4.9.3 Déversements moyens (50 à 999 barils)

Aucun déversement moyen ou plus grand n'a eu lieu dans les eaux de Terre-Neuve depuis le début des compilations en 1997, les données des États-Unis sont donc utilisées :

- Selon l'expérience de la zone externe du plateau continental des États-Unis, la fréquence de déversements moyens (50 à 999 barils) prévue pendant le forage d'exploration est de  $1,8 \times 10^{-3}$  déversement/puits, ou déversement chaque 540 puits.

#### 8.4.10 Sommaire des fréquences des déversements

Les fréquences des déversements de pétrole pour le projet Old Harry sont résumées au Tableau 8.11. Les fréquences les plus élevées sont évidemment pour les plus petits

déversements opérationnels. Il peut y avoir un ou deux déversements de moins d'un baril par puits, basé sur les données des récents développements pétroliers à Terre-Neuve. Bien qu'ils soient relativement réguliers, ils peuvent être assez petits, ayant un volume médian de 4 L. Il y a environ 1 chance sur 37 de déversement de plus de 1 baril, mais de moins de 50 barils par puits pendant l'exploration. Il y a environ 1 chance sur 540 de déversement de tous types dans la catégorie 50 à 999 par puits selon les données de la zone externe du plateau continental des États-Unis.

Il y a environ 1 chance sur 4 800 d'éruption sous-marine dans un puits. Les éruptions peu profondes sont 10 fois plus probables que celles en profondeur, mais sont limitées au gaz naturel et pas au pétrole.

Les chances qu'il y ait un extrêmement grand (>150 000 barils), un très grand (>10 000 barils) et un grand (>1 000 barils) déversement à cause d'une éruption de puits liée au forage d'exploration sont très minces, environ 1 sur 25 000, 1 sur 13 000 et 1 sur 10 000 par puits, respectivement. Ces prédictions sont basées sur les données des éruptions à l'échelle mondiale et sont fortement influencées par les éruptions qui ont eu lieu où la réglementation sur le forage est moins rigoureuse.

**Tableau 8.11 Quantité d'éruptions et d'autres déversements prévue pour le projet Old Harry (pour un puits)**

Événement	Fréquence historique (par puits foré) <sup>A</sup>	Probabilité
Éruption sous-marine pendant le forage d'exploration	$2,1 \times 10^{-4}$	1 chaque 4 800 puits
Éruption liée au forage d'exploration avec déversement de pétrole >1 000 barils	$9,91 \times 10^{-5}$	1 chaque 10 000 puits
Éruption liée au forage d'exploration avec déversement de pétrole >10 000 barils	$7,93 \times 10^{-5}$	1 chaque 13 000 puits
Éruption liée au forage d'exploration avec déversement de pétrole >150 000 barils	$3,97 \times 10^{-5}$	1 chaque 25 000 puits
Déversements de pétrole non liés aux éruptions, 50 à 999 barils	$1,8 \times 10^{-3}$	1 chaque 540 puits
Déversements de pétrole non liés aux éruptions, 1 à 50 barils	$2,7 \times 10^{-2}$	1 chaque 37 puits
Déversements de pétrole non liés aux éruptions, 1 L à 1 baril	1.69	1 chaque 0,59 puits
<sup>A</sup> Les déversements provenant d'éruptions (quatre premières rangées de données) sont basés sur les données de la zone externe du plateau continental des États-Unis et de la mer du Nord; les déversements ne provenant pas d'éruptions (deux dernières rangées de données) sont basés sur les données de Terre-Neuve, de 2000 à 2010.		

#### 8.4.11 Déversements de boues de forage à base de pétrole synthétique

L'OCTNHE enregistre les déversements de la BBPS, qui sont résumés au Tableau 8.12 pour les années 1997 à 2010. Dans le plus gros déversement de ce type en 2004, environ 96 600 L (608 barils) de BBPS ont été déversés du déviateur du *GSF Grand Banks* à l'emplacement de

White Rose. La fréquence des déversements est calculée en fonction des 219 puits forés dans cette période.

**Tableau 8.12 Déversements de boues de forage à base de pétrole synthétique, 1997 à 2010**

Catégorie de déversements	Quantité de déversements	Fréquence, par puits
>1 L	36	0.16
159 à 7 934 L (1 à 49,9 barils)	18	0.082
7 935 à 159 000 L (50 à 999 barils)	5	0.023
>159 000 L (1 000 barils)	0	0

### 8.5 Déversements près des côtes

L'évaluation de ce projet comprend le transit en hélicoptère et en navire de ravitaillement en provenance et en direction de Terre-Neuve. Tout navire de soutien en provenance de Saint-Jean, Terre-Neuve, utilisera le corridor de navigation à travers le chenal Laurentien. Lorsque les navires de ravitaillement quittent le secteur du projet, ils doivent adhérer aux règles et conventions d'expéditions maritimes générales, mais il y a le risque qu'un accident ou une collision mène au déversement d'hydrocarbures (probablement du diesel et des lubrifiants) dans l'environnement marin. Puisque l'itinéraire exact de ces navires n'est pas encore déterminé, il n'a pas été possible de construire un modèle pour ces événements. Aux fins de cette évaluation, on assume que le déversement ne pourrait pas avoir lieu ailleurs que dans le secteur d'étude et que, dans le pire des cas, il atteindrait la côte. Ces effets potentiels sont abordés ici de manière générale.

Le United States Coast Guard (2005) a publié une feuille d'information sur les petits déversements de diesel (de 1 900 à 19 000 L, approximativement (500 à 5 000 gallons)), indiquant que le diesel est un produit pétrolier léger raffiné. S'il est déversé dans l'eau, la grande partie s'évaporera ou se dispersera naturellement en quelques jours ou moins, laissant parfois une trace identifiable sur la surface. Il se disperse rapidement en un mince film; même lorsqu'on parle d'un reflet épais, il s'agit d'une épaisseur d'environ 0,01 mm (0,0004 pouce). À cause de sa faible viscosité, il se disperse rapidement dans la colonne d'eau; il ne coule pas et ne s'accumule pas sur le plancher océanique comme le mazout ou l'huile libre, mais peut être physiquement mélangé dans la colonne d'eau par la houle, formant des gouttelettes transportées et gardées en suspension par les courants.

Le pétrole dispersé dans la colonne d'eau peut adhérer aux fins sédiments en suspension, qui finissent par se déposer sur le plancher océanique (US Coast Guard, 2005), ce processus étant plus probable près des embouchures de rivières et moins probable dans les milieux marins ouverts. Pour les petits déversements, une contamination des sédiments mesurable est improbable. À cause de sa faible viscosité, lorsque les petits déversements s'échouent sur la côte, le pétrole a tendance à pénétrer dans les sédiments poreux rapidement, mais aussi à être rapidement ramassé par la houle et la marée. Un nettoyage de la côte n'est généralement pas nécessaire. On peut s'attendre à ce qu'il soit entièrement dégradé par les microbes présents dans la nature en un ou deux mois.

Dans n'importe quel type de côte, on s'attend à ce que les effets environnementaux soient proportionnels à la nature et à la quantité de pétrole échoué. Le niveau des impacts environnementaux des déversements de pétrole sur les côtes est lié de près au degré relatif d'exposition à l'habitat touché (Hayes et Gundlach 1975; Gundlach et Hayes 1978; Gundlach et al. 1978; Michel et al. 1978). Deux facteurs physiques, le flux d'énergie lié à la houle et le flux d'énergie lié à la marée, déterminent principalement le degré d'exposition pour les côtes (NOAA 2002).

Les côtes peuvent être classées comme ayant une énergie élevée, moyenne et faible (NOAA 2002). Les côtes à énergie élevée sont exposées à l'année à de grandes vagues ou à de forts courants de marée. Ils longent la côte externe d'une région sujette aux vents dominants, ce qui fait que la houle frappe la côte directement ou par réfraction de la houle. Les côtes à énergie moyenne sont sujettes à des tendances d'influences saisonnières résultant de la fréquence des orages et de la taille de la houle (c.-à-d. qu'elles sont plus protégées que les côtes à énergie élevée, mais que les orages causent des tendances similaires aux côtes à énergie élevée de manière saisonnière). Les côtes à faible énergie sont protégées de l'énergie de la houle et de la marée, sauf lors d'événements inhabituels ou peu fréquents.

Les interférences à la persistance du pétrole échoué sont inhérentes dans les classifications énergétiques. Les côtes à énergie élevée présentent une élimination naturelle rapide, généralement de quelques jours à quelques semaines. Les côtes à faible énergie sont caractérisées par une élimination naturelle lente, généralement pendant quelques années. Les côtes à énergie moyenne ont du pétrole échoué qui sera éliminé pendant le prochain événement à énergie élevé, qui peut avoir lieu quelques jours ou quelques mois après le déversement.

Le flux d'énergie lié à la marée (NOAA 2002) est aussi important pour déterminer le potentiel des effets des déversements de pétrole sur les habitats côtiers puisque les forts courants de la marée peuvent éliminer le pétrole échoué et accumuler et déplacer le sable intertidal ou le gravier qui ensevelit les hydrocarbures.

Les types de substrats (NOAA 2002) sont importants à considérer en ce qui a trait à la persistance et aux effets du pétrole sur les types de côtes. La plus importante distinction qu'il faut faire entre les types de substrats est celle entre le substratum rocheux et les sédiments meubles; le pétrole peut pénétrer dans les sédiments meubles et y être enterré. La pénétration et l'enterrement sont différents, mais ces mécanismes mènent à une augmentation de la persistance du pétrole, ce qui peut causer des effets biologiques à long terme et rendre le nettoyage plus difficile et intrusif. On prévoit que les effets environnements soient plus importants aux endroits où le pétrole pénètre dans les substrats et a tendance à persister dans des habitats protégés. Des études ont démontré que les huiles lourdes peuvent pénétrer jusqu'à 1 m dans les plages de gravier (le pétrole provenant de Old Harry sera probablement léger (45 à 56 °API). Les plages de sable mixte et de gravier ont généralement une pénétration du pétrole lourd de moins de 50 cm.

Les plages ont différentes perméabilités selon la taille des grains, les dépôts vaseux ayant la plus faible perméabilité et le taux de pénétration le moins élevé. Cependant, les terriers de

l'endofaune permettent souvent au pétrole de pénétrer dans un substrat autrement imperméable.

Les ressources biologiques (NOAA 2002) le long des côtes sont plus touchées par les déversements lorsque :

- une grande quantité de populations sont concentrées dans un relativement petit espace;
- les espèces marines ou aquatiques viennent sur la côte pendant des activités ou périodes spéciales de leur vie, telles que la nidification, la ponte, le repos ou la mue;
- les premières étapes de la vie ou les importantes activités de reproduction ont lieu dans des environnements protégés près des côtes où le pétrole a tendance à s'accumuler;
- une espèce est menacée, en voie de disparition ou rare; ou
- un grand pourcentage de la population sera probablement exposé au pétrole.

Dans les environnements à énergie élevée (NOAA 2000), le pétrole est généralement contenu au large des côtes par la réflexion de la houle, et toute huile déposée est rapidement éliminée par la houle. On prévoit que les effets environnementaux sur les communautés intertidales soient à court terme. Dans les environnements à énergie moyenne, qui sont en fait une étape intermédiaire entre les environnements à énergie élevée et à faible énergie avec des bâches, il y a généralement une petite accumulation de sédiments de sol lors de la marée haute sur les plages en gravier. En fonction du type de substrat et du flux d'énergie/de la marée, les environnements à énergie moyenne ont souvent des densités et diversités d'espèces variables. Les pouces-pieds, les moules et les macroalgues sont possiblement les espèces dominantes.

Les effets du pétrole sur les environnements à faible énergie (NOAA 2000) peuvent varier considérablement selon le type de substrat. La faune de la plage varie sur les plages de sable fréquentées par les oiseaux, les tortues, les crabes, les amphipodes et d'autres crustacés sédimentaires. Les replats de marée sont souvent les types d'environnements à faible énergie producteurs les plus diversifiés, contenant de grandes concentrations de bivalves, de vers et d'autres invertébrés. Ils sont souvent un important habitat pour l'alimentation des oiseaux. S'il y a des herbiers, ces environnements à faible énergie peuvent être d'importantes nourriceries pour les poissons, mollusques et crustacés. Dans les pires scénarios, les effets environnementaux dans les environnements à faible énergie peuvent être importants et mener à un étouffement et à une toxicité létale dans les eaux interstitielles. Les communautés d'herbiers peuvent être défoliées. Il peut y avoir des déclin temporaires de l'endofaune, qui peuvent avoir un impact sur les oiseaux de rivage puisque les environnements à faible énergie sont souvent d'importants habitats pour le fourrage.

Plusieurs déversements de diesel ont été étudiés dans le passé, traitant surtout des propriétés physiques et du mouvement du diesel, ainsi que des effets biologiques du diesel sur l'environnement marin (Hooper et Morgan 1999). On a trouvé que le diesel a un effet toxique immédiat sur un grand nombre d'organismes intertidaux, dont les bigorneaux, les patelles, les gastropodes, les amphipodes et la plupart des organismes de la méiofaune à plusieurs kilomètres du déversement original (Pople et al. 1995; Wormald 1976; Cripps et Shears 1997). On a trouvé qu'un de ces déversements a contaminé l'eau et la côte de diesel dans un rayon de deux kilomètres du déversement original. Les zones intertidales ont été les plus directement

touchées, mais tous les composants de l'écosystème avoisinant ont été contaminés pendant les premières semaines suivant le déversement. Des hydrocarbures ont été détectés dans les tissus d'oiseaux, de patelles, d'algues, de palourdes, de poissons et de crustacés dans des ports à quelques kilomètres un an après l'incident (bien que des fuites chroniques continues provenant du bateau demeurent une hypothèse) (Kennicutt et al. 1991). Au niveau infratidale, il n'y a pas eu d'effets mesurables du déversement de pétrole du *Bahia Paraiso* deux mois après l'incident, non plus qu'il y a eu de contamination majeure des sédiments infratidaux (Hyland et al. 1994). Les ressources marines incapables d'éviter un déversement, comme les œufs et larves, seraient plus touchées par ses effets physiologiques néfastes.

## **8.6 Déversements de boues entières**

Les BBPS sont des boues de forage composées d'un produit chimique fluide à base synthétique en phase continue avec l'eau, car en dispersion (Neff et al. 2005), et sont donc hautement immiscibles dans l'eau (Hart et al. 2007). Lorsqu'ils sont accidentellement libérés dans l'eau de mer, les BBPS se défont en gouttelettes. À cause de la présence de baryte dans l'émulsion, les BBPS sont plus denses que l'eau de mer et couleront lorsqu'ils sont libérés. La dispersion, la taille et la vitesse de chute de gouttelettes dépendent des conditions de libération et de mélange pendant la descente dans la colonne d'eau (Hart et al. 2007). Les propriétés physiques/chimiques contrastantes des émulsions de BBE et de BBPS mènent à différentes réponses en ce qui a trait à la dilution dans l'eau salée, et donc à différents comportements dans l'environnement marin. Ces différences sont fondamentales et possiblement mieux décrites en comparant le comportement général des émissions de BBE et de BBPS dans l'eau de mer.

Dans le cas des BBE, l'eau salée dilue une émulsion déjà à base d'eau (JW 2004). Les particules individuelles dans l'émulsion sont alors séparées par des distances de plus en plus grandes jusqu'au point où elles peuvent être traitées comme des particules indépendantes. Après une dilution suffisante, ces particules « coulent » vers le plancher océanique. Les particules peuvent coalescer (floculer) et leur comportement dans la couche limite benthique (dessus de la colonne d'eau et premiers centimètres de sédiment) peut être complexe, mais, dans tous les cas, les propriétés originales de l'émulsion sont perdues. Dans le cas des BBE, l'effet de la dilution brisera l'émulsion.

Les émulsions de BBPS réagissent différemment (JW 2004). Même si la phase initiale de dilution suit les mêmes processus physiques généraux que les BBE (principalement le mélange pendant le ralentissement du déplacement et la diffusion turbulente), l'eau de mer entraînée ne dilue pas les constituants de l'émulsion de manière homogène et ne « brise » pas l'émulsion. L'émulsion forme plutôt des gouttelettes qui gardent les propriétés de l'émulsion originale. Ces gouttelettes peuvent ensuite coalescer dans des conditions à faibles turbulences et recréer l'émulsion originale. Cette émulsion peut aussi contenir plus d'eau que l'originale à cause de l'eau absorbée par l'excès d'émulseurs ou à cause du gonflement des poches d'eau dans l'émulsion. S'il y a suffisamment d'eau et qu'il y a un cisaillement pendant une période suffisamment longue, une mousse épaisse peut se former. Cependant, l'émulsion se brisera et les fluides à base synthétique se sépareront des composants émulsifiés seulement dans des conditions à cisaillement élevé. Ces circonstances sont très rares, mais si elles venaient à se

produire, la phase à fluides à base flottante de l'émulsion aurait tendance à faire surface dans la colonne d'eau tandis que les particules lourdes auront tendance à se regrouper et à couler vers le plancher océanique. Ce serait seulement dans ce cas improbable que les particules alourdisantes se comporteraient comme des particules de BBE diluées. La plupart des émissions impliquent généralement la formation de gouttelettes ou de flots d'émulsion de BBE. Les principaux paramètres environnementaux touchant le comportement des panaches de BBPS sont la densité et le courant.

## **8.7 Évaluation des effets environnementaux**

Un déversement accidentel de pétrole pourrait toucher l'habitat et les écosystèmes marins (surtout une éruption sous-marine), les poissons de mer, mollusques et crustacés (qui toucherait la pêche commerciale), les oiseaux marins (surtout pour une éruption en surface ou un déversement discontinu), les mammifères marins et les tortues de mer qui entrent en contact avec une nappe (même s'ils peuvent généralement les éviter), les espèces en péril (pour les mêmes raisons que les espèces qui ne sont pas en péril) et les zones sensibles.

L'évaluation suivante assume que la zone d'étude/touchée pour chaque CVE serait équivalente au cumul des zones d'influence prévues dans les scénarios de déversement décrits à la Section 2.12.3 (et illustrés aux Figures 2.12, 2.13, 2.18 et 2.19 et rapportés dans SL Ross (2011)) pour les éruptions. Tel que décrit dans l'introduction, il y a aussi une possibilité que les déversements de diesel proviennent des navires en route vers le site et provenant de Terre-Neuve (tout navire de soutien provenant de Saint-Jean, Terre-Neuve utilisera le corridor de navigation reconnu à travers le chenal Laurentien).

Les mêmes critères d'évaluation que pour les activités de routine du projet sont utilisés (voir Sections 7.2.1 à 7.8.1).

### **8.7.1 Espèces en péril**

Les espèces en péril qui peuvent se trouver dans la zone d'étude sont présentées aux Tableaux 5.1 et 5.2 et regroupent des poissons de mer, des oiseaux marins, des mammifères marins et des tortues de mer.

#### **8.7.1.1 Espèces de poissons de mer en péril**

Les poissons peuvent interagir avec les substances libérées lors d'un déversement. Les substances déversées peuvent adhérer aux structures de l'habitat physique ou influencer les paramètres de l'habitat chimique (p. ex., la qualité de l'eau). Le risque d'exposition à un déversement de pétrole des poissons marins dépend de l'habitat qu'ils occupent et de leur comportement (Yender et al. 2002) :

- les poissons pélagiques ou benthiques, se trouvant dans des eaux relativement profondes, ont un faible risque d'exposition puisqu'ils sont très mobiles et capables d'éviter les zones contenant du pétrole (Irwin 1997) et que les concentrations de pétrole dans la colonne d'eau sont généralement faibles et en baisse;

- les poissons qui fraient ou qui vivent près des zones intertidales et subtidales et dans les zones à récifs peu profonds ont un risque d'exposition plus élevé à cause du pétrole s'accumulant sur le littoral;
- les mollusques et les crustacés ont un risque d'exposition modéré parce qu'ils ont une certaine mobilité, mais vivent dans des d'habitats benthiques dans des zones estuariennes et littorales peu profondes. Les espèces qui creusent dans les sédiments contaminés ont un risque d'exposition plus élevé; et
- les mollusques, spécialement les bivalves, ont un risque de contamination élevé puisqu'ils sont sessiles et incapables d'éviter l'exposition. Ils peuvent ingérer le pétrole dispersé et le pétrole fixé aux sédiments en suspension.

Toutes les espèces de poissons de mer en péril dans la zone d'étude sont des poissons à nageoires avec un faible niveau d'exposition. Un déversement d'hydrocarbures peut toucher l'abondance et la disponibilité locale de phytoplancton et de zooplancton pour les poissons, mais on ne s'attend pas à ce que les poissons restent dans le même secteur du déversement. Si les poissons mangent du zooplancton contaminé, ils accumuleront eux-mêmes des hydrocarbures. Cependant, les poissons sont aussi capables de métaboliser les hydrocarbures et il n'y a aucun potentiel de bioamplification (LGL 2005c).

L'espèce la plus problématique est probablement le sébaste puisque le secteur du projet occupe en partie une zone de reproduction de sébaste potentielle. Les sébastes se reproduisent généralement à l'automne; cependant, leurs œufs éclosent dans la femelle et ne sont pas extrudés avant les mois d'avril à juillet suivants (Section 5.2.1.7). Un déversement de pétrole ne toucherait pas les larves de sébaste puisque la zone d'extrusion potentielle des larves est à l'extérieur (au nord, dans le détroit de Cabot) du secteur de l'étude (Figure 5.56).

On prévoit donc que les effets d'un déversement de pétrole accidentel relié à ce projet soient minimes et n'aient pas d'impact significatif sur les poissons adultes et en stade juvénile en péril.

#### **8.7.1.2 Espèces d'oiseaux marins en péril**

La modélisation du déversement de diesel et de pétrole (condensé) à l'emplacement de forage (rapportée dans SL Ross (2011) et résumée à la Section 2.12.3) indique qu'il ne resterait plus de carburant après 30 jours et qu'il n'atteindrait pas les côtes (Tableau 2.12). La seule espèce d'oiseau en péril (la mouette blanche) qu'on peut retrouver dans le secteur du projet s'y trouve rarement et voyage avec la banquise. Puisque Corridor planifie forer dans une période sans glace seulement, il y a peu de chances que des mouettes blanches soient touchées par un déversement de pétrole à l'emplacement de forage. Les déversements de diesel des navires de ravitaillement pourraient se rendre jusqu'à la côte et toucher les pluviers siffleurs, les garrots d'Islande et les arlequins plongeurs. Ce risque ne serait pas plus grand que le risque associé à toute autre activité d'expédition maritime dans le Golfe.

Les déversements de pétrole peuvent toucher les espèces d'oiseaux marins en péril de diverses manières. Les oiseaux marins nidifiant qui ont survécu à la contamination du pétrole ont généralement plus de difficulté à se reproduire. Les oiseaux qui ingèrent du pétrole sont généralement sujets à des problèmes au niveau de la fertilisation (Holmes et al. 1978), de la



ponde et de l'éclosion (Hartung 1965; Ainley et al. 1981), de la croissance des petits (Szaro et al. 1978) et de la survie (Vangilder et Peterle 1980; Trivelpiece et al. 1984), ainsi qu'au niveau de la reproduction en ce qui a trait à l'épaisseur et à la solidité de la coquille de l'œuf (Stubblefield et al. 1995).

Un déversement qui a lieu pendant la période de reproduction pourrait causer la mort de petits même si les adultes ont survécu à l'exposition au pétrole en ayant un impact sur la disponibilité des espèces-proies avec faible variation alimentaire saisonnière (Velando et al. 2005), sur les changements des comportements parentaux (Eppley et Rubega 1990) ou sur l'abandonnement des nids (Butler et al. 1988).

Il y a des changements possibles dans l'utilisation des habitats des oiseaux touchés par le pétrole ou non, la plus grande diminution de l'utilisation des habitats contaminés étant immédiatement après un déversement touchant les espèces qui se nourrissent sur ou près de la côte et qui se reproduisent le long de la côte ou qui y vivent à l'année (Wiens et al 1996). Day et al. (1995) ont démontré que les espèces qui ne font pas preuve de récupération sont celles qui se nourrissent et qui habitent dans les zones intertidales. Cependant, ils ont aussi remarqué que les autres espèces écologiquement similaires ne montrent pas de signes de l'impact initial ou de récupération rapide.

L'exposition au pétrole cause des carences en conservation de la chaleur et en flottaison qui mènent généralement à la mort des oiseaux marins touchés. L'exposition externe au pétrole a lieu lorsque les oiseaux volants se posent dans les nappes de pétrole, lorsque les oiseaux plongeurs font surface sous une nappe et lorsque les oiseaux nageurs nagent dans les nappes. Même si certains survivent à ces effets immédiats, les changements physiologiques à long terme peuvent éventuellement causer leur mort (Ainley et al. 1981; Williams 1985; Frink et White 1990; Fry 1990). Les effets rapportés varient selon les espèces d'oiseaux, le type de pétrole (Gorsline et al. 1981), les conditions atmosphériques, la période de l'année et la durée du déversement ou de l'éruption. Même si les déversements de pétrole peuvent potentiellement tuer des dizaines de milliers d'oiseaux marins (Clark 1984; Piatt et al. 1990), certaines études suggèrent que même les très grands déversements n'ont pas d'effets à long terme sur la population des oiseaux marins (Clark 1984; Wiens 1995). La plupart des décès ont lieu pendant la phase initiale des déversements lorsque de grandes quantités d'oiseaux sont exposées au pétrole sur la surface de l'eau (Hartung 1995). Il n'y a aucune corrélation évidente entre la taille d'un déversement et la quantité d'oiseaux marins tués parce que la densité d'oiseaux dans le secteur touché, la vélocité et la direction du vent, les vagues et la distance jusqu'à la côte ont tous un plus grand impact sur le taux de mortalité que la taille du déversement (Burger 1993). Un déversement important de plusieurs jours près d'une colonie de nidification pourrait tuer une grande proportion d'oiseaux nageurs (p. ex., les guillemots) dans la colonie (Cairns et Elliot 1987). Tel qu'il a été mentionné plus haut pour les déversements de diesel, la plupart du pétrole s'évaporerait ou se disperserait naturellement après quelques jours ou moins, limitant le potentiel d'oiseaux marins en péril mazoutés dans le secteur de l'étude.

Les oiseaux touchés qui s'en tirent vivant peuvent ingérer du pétrole en se nettoyant (Hunt 1957, Hartung 1995). Le nettoyage mène à l'ingestion d'une quantité de pétrole significative qui,

même s'il n'est apparemment pas complètement absorbé (McEwan et Whitehead 1980), peut entraîner la mort.

Les oiseaux exposés au pétrole risquent aussi de mourir de faim (Hartung 1995). Par exemple, les eiders à duvet touchés par le pétrole utilisent généralement toutes leurs réserves de gras et la plupart de leurs protéines musculaires (Gorman et Milne 1970). De plus, les demandes énergétiques sont plus importantes parce que la vitesse de métabolisme des oiseaux touchés doit compenser la perte de chaleur causée par la réduction de la capacité isolante de leur plumage. Ceci peut accélérer la famine (Hartung 1967; McEwan et Koelink 1973).

Il semble que les effets toxiques sublétaux directs à long terme sur les oiseaux marins sont rares (Hartung 1995). L'étendue de la bioaccumulation des composants chimiques du pétrole dans les oiseaux est limitée parce que les espèces invertébrées sont capables de les métaboliser à un rythme qui minimise la bioaccumulation (Neff 1985, Hartung 1995). Les oiseaux excrètent aussi une grande partie des hydrocarbures dans une courte période (McEwan et Whitehead 1980).

Les pluviers siffleurs ont tendance à se reproduire à l'ouest de Terre-Neuve. En tant qu'oiseau de rivage, cette espèce serait plus à risque si les déversements se rendent jusqu'à la côte. Tel que mentionné ci-dessus, lorsque les petits déversements de diesel s'échouent sur la côte, le pétrole a tendance à pénétrer dans les sédiments poreux rapidement, mais aussi à être rapidement ramassé par la houle et la marée. Comme les déversements de diesel se dispersent rapidement, cela serait seulement un problème pour les déversements près de la côte de la part des navires de soutien.

Les arlequins plongeurs se reproduisent et hivernent sur la côte ouest de Terre-Neuve. Les sites de reproduction sont dans les rivières intérieures, puis, vers la fin de l'été, les oiseaux retournent à l'océan et passent la majorité de l'année dans des environnements marins côtiers. Les cartes de répartition pour ces espèces montrent de plus grandes populations sur les côtes sud et nord de Terre-Neuve. Même si les arlequins plongeurs peuvent être touchés par les déversements, cette espèce est généralement peu présente sur la côte ouest et il est donc improbable qu'un déversement de diesel localisé touche plus que quelques oiseaux, même dans le pire des cas.

Les garrots d'Islande sont des canards plongeurs qui hivernent dans les habitats marins. Vers la fin de l'automne, en hiver et au début du printemps, la majorité de la population de l'est se déplace dans le corridor du Saint-Laurent, un secteur où ont lieu beaucoup d'expéditions. Un plan de gestion provincial a jugé que les risques pour cette espèce dans le secteur d'hivernage à Terre-Neuve provenant d'un déversement de pétrole seraient minimaux. Puisqu'il y a seulement quelques types d'oiseaux documentés dans six sites (principalement à l'est et au nord de Terre-Neuve), tout déversement individuel était considéré comme ayant un impact général négligeable sur la population de garrots (Schmelzer 2006).

Il pourrait y avoir un mazoutage des oiseaux marins en péril en fonction de la période, de l'emplacement et des conditions environnementales des événements accidentels. Étant donné l'emplacement du projet et la route potentielle des navires de ravitaillement en partance de

Terre-Neuve (tous les navires de soutien venant de Saint-Jean, Terre-Neuve utiliseront le corridor de transport reconnu à travers le chenal Laurentien), il est improbable qu'un déversement accidentel puisse avoir un impact sur un nombre élevé d'oiseaux ou que les effets soient mesurables au niveau d'une population entière. Cependant, comme même les petites quantités de pétrole peuvent avoir un impact sur les oiseaux marins, on prévoit que l'impact environnemental résiduel soit significatif.

### **8.7.1.3 Mammifères marins en péril**

Les mammifères marins et les tortues de mer peuvent ingérer du pétrole en buvant de l'eau ou en mangeant des aliments contaminés, ou l'absorber par les voies respiratoires, ce qui peut causer des effets toxiques (Geraci 1990). L'inhalation de vapeurs de particules de pétrole volatiles provenant d'un déversement ou d'une éruption peut irriter les membranes respiratoires et permettre l'absorption d'hydrocarbures dans le système sanguin (Geraci 1990). Les espèces comme les baleines à bosses, les baleines noires, les bélugas et les marsouins communs qui se nourrissent dans des zones limitées sont peut-être plus à risque d'ingérer du pétrole (Würsig 1990). Le pétrole absorbé peut causer des effets toxiques comme de petites lésions au niveau des reins, du foie et du cerveau (Geraci et Smith 1976; Spraker et al. 1994). Une partie du pétrole ingéré est expulsé dans les vomissements ou les excréments, mais une partie est absorbée et peut causer des effets toxiques (Geraci 1990). Lorsqu'ils retournent en eaux propres, les animaux contaminés peuvent éliminer ce pétrole interne (Engelhardt 1978, 1982). Il est improbable que les baleines à fanons ingèrent suffisamment de pétrole pour subir des dommages internes importants (Geraci et St. Aubin 1980, 1982). Chez les baleines à fanons, le pétrole peut recouvrir les fanons et réduire leur efficacité de filtration, mais ces effets sont considérés réversibles (Geraci 1990).

Les caouannes ont développé des lésions macroscopiques histologiques lors de tests d'exposition au pétrole, mais la plupart des effets semblaient renversés d'ici la dixième journée suivant l'exposition (Bossart et al. 1995). Le pétrole peut aussi réduire la capacité de diffusion pulmonaire, réduire la consommation d'oxygène ou l'efficacité de la digestion et endommager les tissus du nez ou des paupières (Lutz et al. 1989).

On a documenté un comportement normal de plusieurs espèces de cétacés et de phoques en présence de pétrole (St. Aubin 1990; Harvey et Dahlheim 1994; Matkin et al. 1994). Il est possible que les cétacés nagent à travers le pétrole à cause d'une motivation comportementale primaire (p. ex., l'alimentation). Les études sur les cétacés en captivité et à l'état sauvage indiquent qu'ils sont capables de détecter les déversements de pétrole. Les grands dauphins en captivité (*Tursiops truncatus*) ont évité la plupart des endroits contenant du pétrole à la clarté et à la noirceur, mais avaient de la difficulté à détecter un mince film de pétrole (St. Aubin et al. 1985). Les grands dauphins à l'état sauvage exposés au déversement de Mega Borg en 1990 semblaient détecter la plupart des types de pétrole, mais ne les évitaient pas systématiquement (Smultea et Würsig 1995). On ne sait pas si les tortues de mer peuvent détecter et éviter les nappes de pétrole. Gramentz (1988) a rapporté que les tortues de mer n'évitaient pas le pétrole en mer et que, lors de tests, elles ont démontré une capacité limitée à éviter le pétrole (Vargo et al. 1986).

Il n'y a pas de preuve claire reliant les déversements à la mortalité des cétacés (Geraci 1990) même s'il y a eu une baisse significative et une lacune au niveau du rétablissement de la population d'un groupe d'épaulards qui utilise la région du déversement de pétrole du Exxon Valdez (Dahlheim et Matkin 1994). Une surveillance continue sur seize années indique que la population du groupe d'épaulards n'est pas revenue au niveau d'avant le déversement et que le taux de croissance du groupe est significativement moins élevé que les autres groupes de poissons carnivores dans la région (Matkin et al. 2008).

Hall et al. (1983) ont remarqué sept tortues de mer en vie et trois mortes suite à une éruption de puits en 1979; ont retrouvé du pétrole dans deux des carcasses, mais aucune lésion, et il n'y avait aucune évidence de pétrole aspiré dans les poumons. Cependant, des résidus d'hydrocarbures ont été retrouvés dans les reins, le foie et les tissus musculaires des trois tortues mortes, et une exposition prolongée au pétrole peut avoir eu un effet négatif sur l'alimentation des tortues, les affaiblissant.

Les animaux stressés ou ceux qui ne peuvent pas échapper à un secteur contaminé sont le plus à risque de subir des effets possiblement délétères. Les animaux exposés à de grandes quantités de pétrole pour des périodes prolongées pourraient en mourir. Il est difficile de précisément prédire les effets des événements accidentels sur le biote parce qu'ils sont généralement reliés à l'étendue géographique des effets. De nombreux paramètres (p. ex., la composition chimique des hydrocarbures, le comportement de la substance déversée à différentes périodes de l'année) influencent les caractéristiques de déversement des hydrocarbures et il y a beaucoup de variables inconnues concernant les effets spécifiques sur les différentes espèces de mammifères marins et de tortues de mer en péril. L'emphase sera donc sur la prévention des accidents à toutes les phases du projet.

On ne considère pas que le risque d'exposition au pétrole soit élevé pour les mammifères marins et les tortues de mer, et il est probable que seulement de petites proportions de populations à risque se trouvent dans le secteur du projet ou le secteur d'étude. Les mesures de prévention des déversements, ainsi que les contre-mesures typiques en cas de déversement (la création d'un plan de réponse aux déversements, la formation du personnel, la préparation, l'inventaire de l'équipement et les exercices de pratique en cas de déversement) permettront de réduire la probabilité d'occurrence d'un déversement de pétrole. Selon la période de l'année, l'emplacement des animaux dans le secteur touché et le type de déversement ou d'éruption, on prévoit que les effets d'un déversement accidentel sur les cétacés et les tortues de mer soient faibles ou négligeables. En fonction des exercices de modélisation et des expériences de surveillance passées sur de grands déversements avec des scénarios bien pires que ceux de ce projet (p. ex., Exxon Valdez, Arrow et d'autres), on ne prévoit qu'aucun effet environnemental résiduel sur les mammifères marins ou les tortues de mer en péril dans le secteur d'étude ne soit significatif.

### **8.7.2 Écosystèmes marins**

En fonction de la modélisation effectuée par SL Ross (2011; voir Section 2.12 pour obtenir un résumé), il n'y aura pas d'interaction entre un déversement à l'emplacement de forage et les

écosystèmes côtiers (algues, zostères et marais salés) (Figure 2.20). Un déversement de diesel provenant d'un accident de navire pourrait toucher la côte, tel que décrit ci-dessous.

Il y a aussi un potentiel d'interaction entre un déversement à l'emplacement de forage et dans les écosystèmes marins (faune benthique et plancton). Puisque le produit condensé d'un déversement en surface formerait un mince film sur la surface de l'océan et se disperserait seulement dans les 30 premiers mètres de la colonne d'eau (Section 2.12.2.4), il est improbable qu'il y ait une interaction entre un déversement en surface et les coraux et éponges. Il y a un potentiel d'interaction s'il y a une éruption sous-marine. Le pétrole libéré par une éruption en mer monterait rapidement à la surface. Dans le cas de ce type d'éruption, les fluides jaillissent du fond marin et le débit turbulent brise le pétrole en de fines gouttelettes. Ces gouttelettes sont rapidement attirées vers la surface par l'eau qui est pompée par le panache gazeux. Le forage aurait lieu en eau libre, et à cause des profondeurs en jeu (plus de 400 m), il y a de faibles chances que le pétrole adhère aux sédiments en suspension et se dépose sur le plancher océanique.

Les effets des déversements de pétrole brut sur le plancton sont brefs; le zooplancton étant plus sensible que le phytoplancton. Le zooplancton accumule des hydrocarbures qui peuvent être métabolisés et éliminés (Trudel 1985). Après un déversement, les hydrocarbures accumulés seraient éliminés en quelques jours dans des eaux propres, il y a donc un potentiel limité de transfert d'hydrocarbures dans la chaîne alimentaire (Trudel 1985). Il y a un potentiel de transfert des hydrocarbures dans la chaîne alimentaire dans un environnement sujet à l'ajout chronique d'hydrocarbures, mais il n'y a pas de potentiel de bioamplification.

Le diesel (39 à 43 ° API), qui a des caractéristiques similaires au pétrole (condensé) prévu dans le secteur de Old Harry, est beaucoup plus toxique que le pétrole lourd brut, mais dure moins longtemps en eaux libres. Certaines espèces sont peu touchées par le diesel tandis que d'autres y sont très vulnérables. Par exemple, le 96-h LC50 de pétrole brut du *Calanus hyperboreus*, un copépode d'eaux froides commun, était de 73 000 ppm (Foy 1982). La narcotisation complète des copépodes peut avoir lieu après une exposition de 15 minutes à 1 800 ppm d'huile de chauffage aromatique (mazout no. 2) et il y a risque de mortalité après une exposition de 6 heures (Berdugo et al. 1979). L'exposition à des concentrations de 1 000 ppm d'huile de chauffage aromatique pendant trois jours n'avait aucun effet apparent sur la mobilité, mais une exposition de seulement 10 minutes raccourcissait la durée de vie et la production d'œufs totale (Berdugo et al. 1979). Le mazout n° 2 (33.7°API) à des concentrations de 250 à 1 000 ppm a complètement inhibé ou modifié l'alimentation des copépodes, tandis qu'aucun impact sur leur alimentation n'a été observé à des concentrations de 70 ppm ou moins (Berman et Heinle 1980). L'exposition au naphtalène à des concentrations de 10 à 50 ppm pendant 10 jours n'a pas touché le comportement ou le potentiel de reproduction des copépodes, même si le développement des œufs n'a pas été examiné (Berdugo et al. 1979).

Même si le zooplancton individuel pourrait être touché par une éruption ou un déversement causant de la mortalité, des effets sublétaux ou des accumulations d'hydrocarbures, les concentrations maximales prévues pour les déversements et les éruptions sont bien en deçà de celles causant des effets néfastes.

S'il y avait un déversement de diesel près d'une côte, il pourrait toucher des habitats sensibles tels que les lits de zostères et les forêts de varech. Les herbiers sont sensibles à l'assimilation des hydrocarbures et au mazoutage. Les zostères peuvent perdre leurs feuilles si elles entrent en contact direct avec le pétrole. Puisque les feuilles des zostères sont rudes et n'ont pas de couche de mucus comme la plupart des algues, le pétrole s'y attache facilement.

Les lits de zostères peuvent être mazoutés directement dans les eaux très peu profondes et former une couche de couverture sur la surface de l'eau, permettant au pétrole de toucher le haut des zostères qui flottent. Le mazoutage direct est cependant peu fréquent, l'assimilation des hydrocarbures dans la colonne d'eau est le principal problème. Les concentrations d'hydrocarbures modérées dans la colonne d'eau pendant quelques heures ou de faibles concentrations pendant quelques jours causeraient la mort de plantes isolées. Il faudrait possiblement quelques années pour qu'un lit de zostères récupère de la mortalité causée par le mazoutage (Fingas 2001).

Les effets des déversements peuvent être plus prononcés pour les lits de zostères poussant dans les baies protégées qui ne sont pas adéquatement nettoyées puisque le pétrole resterait pendant de plus longues périodes, ce qui causerait une contamination chronique (Dean et Jewett 2001). Le période à laquelle a lieu le déversement touche aussi la nature des effets. Au printemps, la production et la viabilité des graines pourraient être touchées (Beak Consultants 1975), tandis que le pétrole d'un déversement vers la fin de l'été ou en hiver lorsque l'envasement des feuilles est à son maximum pourrait être emprisonné dans des tapis de feuilles de plantes marines le retenant jusqu'à leur décomposition éventuelle dans la zone intertidale. Hatcher et Larkum (1982) indique aussi que les surfactants appliqués pour atténuer les déversements peuvent avoir un effet permanent et néfaste plus important sur les zostères que le déversement même.

Des études sur les effets des déversements sur les groupes de ruppies maritimes ont été effectuées sur le déversement de l'*Exxon Valdez* dans la baie du Prince-William, en Alaska (Dean et al. 1998; Jewett et Dean 1997), et le déversement du Amoco Cadiz près de Roscoff, en France (Den Hartog et Jacobs 1980). Les résultats de ces deux études de cas ont indiqué que les lits de zostères peuvent récupérer en quelques années, mais que plus de temps peut être nécessaire pour certains composants des groupes benthiques. Les groupes fauniques connexes ont donc tendance à être plus sensibles à la pollution par hydrocarbures que les zostères elles-mêmes. Il existe très peu de renseignements à propos des effets du diesel sur les zostères. Même si le diesel peut être initialement plus toxique que le pétrole brut, ces études sont utiles pour évaluer les effets à long terme des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur la sédimentation d'un lit de zostères.

Bokn et al. (1993) ont discuté des effets des fractions aqueuses de diesel sur les populations de plages rocheuses. Dans un littoral rocheux, les déversements de diesel causent généralement un taux de mortalité élevé chez les animaux, mais moins prononcé sur les algues (p. ex., Blumer et al. 1971, Pople et al. 1990). Les données pour les mésocosmes de Solbergstrand suggèrent que les populations animales étaient les plus touchées par le pétrole et indiquent qu'un faible niveau d'exposition chronique aux fractions aqueuses de diesel ait seulement un effet direct limité sur les populations d'algues (Bokn et al. 1993).

En cas de déversement accidentel d'hydrocarbures de diesel dans l'environnement côtier lié à ce projet, les données recueillies des sites des autres déversements indiquent qu'il pourrait y avoir un changement dans la composition des communautés benthiques mobiles associées aux lits de zostères contaminées. Même si la plupart des composants récupéreront probablement dans les années qui suivent un déversement, certains taxons comme les amphipodes et certaines familles de polychètes peuvent récupérer plus lentement.

Les terres inondées (p. ex., marais salés) sont vulnérables aux déversements puisque leur faible flux d'énergie lié à la houle limite l'élimination physique du pétrole. Elles sont inondées lorsque la marée est haute et leur surface complexe peut emprisonner de grandes quantités de pétrole (Zhu et al. 2004). Les déversements peuvent réduire la population et son taux de croissance ou causer une croissance ou récupération anormale après l'impact initial. Leurs effets dépendent de plusieurs facteurs, dont le type et la quantité de pétrole, l'étendue du déversement, les espèces de plantes, la saison pendant laquelle le déversement a lieu, la composition du sol et le taux de renouvellement d'eau (Zhu et al. 2004). Le pétrole demeure généralement longtemps dans les sols contenant beaucoup de matières organiques, ce qui a un impact plus prononcé sur les plantes locales. Une importante contamination de pétrole léger peut entraîner un haut taux de mortalité et y est possible que les plantes aient besoin d'une décennie ou plus pour récupérer. Les plantes sont aussi plus sensibles au mazoutage pendant la période de végétation que pendant les autres périodes (Pezeshki et al., 2000).

Le risque de déversement de diesel lié à ce projet est faible et n'est pas plus élevé que celui des autres activités d'expédition maritimes dans cette région. Les navires d'approvisionnement suivront les conventions et règlements d'expédition standard et des mesures de prévention de la pollution seront mises en place. Tel que mentionné ci-dessus, un déversement de diesel se disperserait rapidement en eaux libres et les effets ci-dessus seraient surtout problématiques si un déversement avait lieu dans près des baies protégées qui abritent aussi des habitats sensibles tels que des lits de zostères ou des marais salés. Dans le pire des cas, on prévoit que les effets soient réversibles et localisés, il est improbable que les effets néfastes résiduels d'un déversement accidentel sur les écosystèmes marins soient significatifs.

### **8.7.3 Les poissons de mer et leurs habitats**

Les mollusques et les crustacés peuvent interagir de façon limitée avec les substances libérées lors d'un déversement. Les substances déversées peuvent adhérer aux structures de l'habitat physique ou influencer les paramètres de l'habitat chimique (p. ex., la qualité de l'eau). Les mollusques et les crustacés (à l'exception des crevettes nordiques) présents dans le secteur de l'étude habitent sur le plancher océanique pendant la majorité de leur vie. Seulement un scénario impliquant une éruption sous-marine pourrait interagir avec les mollusques et les crustacés benthiques adultes. Les mollusques et crustacés qui ne sont plus aux stades ovulaire et larvaire vont probablement nager pour éviter tout déversement d'hydrocarbures et ne seront ainsi aucunement affectés (Irwin 1997).

Les œufs et les larves sont plus sujets aux effets physiologiques néfastes d'un déversement puisqu'ils ne peuvent pas activement éviter le déversement et qu'ils n'ont pas développé de mécanismes de détoxification. La croissance d'une population ne serait pas touchée à moins

que plus de 50 pour cent des larves dans une grande portion de la frayère soient tuées (Rice 1985). Lorsque 58 pour cent des larves de hareng a péri après le déversement du *Exxon Valdez*, aucun effet n'a été détecté sur le niveau de la population (Hose et al. 1996). Les effets d'un déversement localisé sur la survie des larves et des œufs seraient impossibles à différencier du haut taux de mortalité naturel.

Tel que décrit à la Section 8.4.1.1, les poissons de mer éviteraient probablement toute nappe de pétrole. En fonction de l'étendue aérienne limitée d'un événement accidentel modélisé, on prévoit que l'impact environnemental résiduel néfaste d'un déversement accidentel sur les poissons de mer, les mollusques et les crustacés jeunes et adultes ne soit pas significatif.

#### **8.7.4 Oiseaux marins**

Les impacts potentiels du pétrole sur les oiseaux marins en péril sont abordés à la Section 8.4.1.2, mais ils s'appliquent aussi aux espèces non listées. Il est évident que les espèces d'oiseaux aquatiques et marins sont plus vulnérables et plus souvent touchées par les déversements d'hydrocarbures en milieu marin. Les espèces plongeurs telles que les guillemots à miroir, guillemots, macareux moines, mergules nains, eiders, hareldes kakawis, macreuses, harles huppés (*Mergus serrator*) et huards sont considérées les plus susceptibles aux effets immédiats des nappes en surface (Leighton et al. 1985; Chardine 1995; Wiese et Ryan 1999; Irons et al. 2000). Les alcides, particulièrement les guillemots de Brünnich et les guillemots marmettes, ont souvent le plus haut taux de mazoutage chez les oiseaux marins retrouvés sur les plages des côtes sud et est de la presqu'île Avalon à Terre-Neuve (Wiese et Ryan 2003). Il s'agissait des seuls groupes d'oiseaux marins à montrer une croissance annuelle sur une période de 13 ans (2,7 pour cent) dans la proportion d'oiseaux mazoutés échoués (Wiese et Ryan 1999). Il semble aussi y avoir un important impact saisonnier puisque de plus grandes proportions d'alcides (ainsi que d'autres groupes d'oiseaux marins) sont mazoutées en hiver plutôt qu'en été (Wiese et Ryan 1999).

D'autres espèces telles que les fulmars boréaux, puffins, océanites tempêtes, goélands et sternes sont vulnérables au contact avec le pétrole puisqu'ils se nourrissent sur de grandes régions et qu'ils entrent souvent en contact avec la surface de l'eau. Ils sont aussi vulnérables aux perturbations et aux dommages à leur habitat causés par le nettoyage des déversements (Lock et al. 1994). Les oiseaux de rivage peuvent être plus touchés par les déversements qu'on peut en déduire selon la quantité de carcasses.

L'éruption de 1984 au puits de Uniacke G-72 (près de l'île de Sable) a mené à un déversement de 240 m<sup>3</sup> (1 510 barils) de condensé. Une étude sur la région étendue autour du puits après avoir bouché le puits (11 jours après l'éruption) a compté un total de sept oiseaux marins mazoutés (trois mergules nains et quatre guillemots) sans signe de mazoutage des goélands, mouettes tridactyles et fulmars (Martec Ltd. 1984, Hurley et Ellis 2004).

Certaines études ont suggéré qu'il est improbable que la pollution par le pétrole ait d'importants effets à long terme sur la dynamique de productivité ou la population des oiseaux (Clark 1984; Butler et al. 1988; Boersma et al. 1995; Erikson 1995; Stubblefield et al. 1995; White et al. 1995; Wiens 1995, 1996; Seiser et al. 2000).



À plus grande échelle, on estime que la quantité d'oiseaux qui meurent annuellement à cause des déversements opérationnels est d'environ 21 000 sur la côte atlantique du Canada et d'environ 72 000 partout au Canada (Thomson et al. 1991), comparativement à 315 000 ±65 000 guillemots de Brünnich, guillemots marmettes et mergules nains qui meurent annuellement au sud-est de Terre-Neuve à cause des déversements de pétrole illégaux provenant des bateaux (Wiese and Robertson 2004). Clark (1984) estime que de 150 000 à 450 000 oiseaux meurent annuellement dans la mer du Nord et dans l'Atlantique Nord à cause de la pollution au pétrole de toutes les sources.

Les résultats de modélisation ont indiqué qu'aucune nappe provenant d'un déversement en surface n'atteindrait la côte dans le secteur du projet (voir Tableau 2.12). Ainsi, aucune des espèces côtières ne serait touchée par un déversement sur le site de forage. Tel que décrit ci-dessus pour les espèces d'oiseaux marins en péril, il pourrait y avoir un déversement accidentel d'un navire d'approvisionnement n'importe où sur la route. La côte ouest de Terre-Neuve abrite six colonies d'oiseaux maritimes, dont quatre à l'embouchure de la rivière Humber, le cours d'eau menant au port de Corner Brook. On peut attribuer le manque de colonies d'oiseaux marins à un manque général de sites et à la relativement faible productivité des eaux sur le long de cette côte. Il y a aussi de relativement grandes colonies de sternes le long de la côte ouest de Terre-Neuve.

Il pourrait y avoir un mazoutage des oiseaux marins en fonction de la période, de l'emplacement et des conditions environnementales des événements accidentels. Étant donné l'emplacement du projet et la route potentielle des navires de ravitaillement en partance de Terre-Neuve (tous les navires de soutien venant de Saint-Jean, Terre-Neuve utiliseront le corridor de transport reconnu à travers le chenal Laurentien), il est improbable qu'un déversement accidentel puisse avoir un impact sur un nombre élevé d'oiseaux ou que les effets soient mesurable au niveau d'une population entière. Cependant, comme même les petites quantités de pétrole peuvent avoir un impact sur les oiseaux marins, on prévoit que l'impact environnemental résiduel soit significatif.

### **8.7.5 Mammifères marins et tortues de mer**

Les effets des déversements d'hydrocarbures sur les espèces de mammifères marins et de tortues de mer en péril sont décrits à la Section 8.4.1.3 et sont aussi applicables aux espèces non listées. Tel que décrit dans cette section, les mammifères marins et tortues de mer éviteraient probablement toute nappe de pétrole.

L'exposition au pétrole ne présente pas un risque élevé pour les mammifères marins et les tortues de mer, mais on a relevé que des déversements ont causé de la mortalité chez les phoques, particulièrement chez les jeunes. Pour les mammifères marins et les tortues de mer, il est probable que seulement de petites proportions des populations soient à risque à un moment donné dans le secteur du projet ou de l'étude. Les mesures de prévention des déversements, ainsi que les contre-mesures typiques en cas de déversement (la création d'un plan de réponse aux déversements, la formation du personnel, la préparation, l'inventaire de l'équipement et les exercices de pratique en cas de déversement) permettront de réduire le nombre d'animaux exposés au pétrole dans l'éventualité improbable d'un déversement.

Selon la période de l'année, l'emplacement des animaux dans le secteur touché et le type de déversement ou d'éruption, on prévoit que les effets d'un déversement sur la santé des cétacés soient faibles ou négligeables selon l'emplacement. En fonction des exercices de modélisation et des expériences de surveillance passées sur de grands déversements avec des scénarios bien pires que ceux de ce projet (p. ex., Exxon Valdez, Arrow et d'autres), on peut raisonnablement prévoir qu'un déversement lié au projet n'ait pas un impact résiduel significatif sur les mammifères marins et les tortues de mer dans le secteur de l'étude.

#### **8.7.6 Zones sensibles**

Le secteur d'étude est situé dans les ZIEB suivants : la frange sud du chenal Laurentien (le secteur d'étude chevauche légèrement la frange est de cette ZIEB) et la côte ouest de Terre-Neuve qui croise le secteur d'étude entre le secteur du projet et la côte ouest de Terre-Neuve. Le secteur du projet occupe aussi en partie une zone de reproduction de sébaste potentielle (une espèce désignée par le COSEPAC) et le secteur d'étude occupe une zone d'extrusion larvaire de sébaste potentielle et une zone de reproduction de la morue (une espèce désignée par le COSEPAC).

La modélisation des déversements de pétrole indique que l'étendue la plus éloignée d'une éruption ou d'un déversement sur le site du projet serait à environ 20 km de l'emplacement du puits (légèrement en dehors des frontières du PP 1105), chevauchant la zone de reproduction du sébaste. Tel que mentionné à la Section 8.4.1.1, le cycle biologique du sébaste et la distance du projet de la zone d'extrusion larvaire de sébaste potentielle limiteraient la portée des impacts d'un déversement sur les œufs et larves de sébaste.

Les déversements de diesel d'un navire de ravitaillement pourraient chevaucher ces zones sensibles selon la route finale des navires. Tel que mentionné à la Section 8.2, on prévoit que les déversements de diesel en eaux libres se dispersent rapidement. Même si le diesel est plus toxique que le pétrole lourd brut, il est éliminé plus rapidement en eaux libres et certaines espèces y sont relativement insensibles. Le risque de déversement d'un navire de ravitaillement n'est pas plus élevé que celui des autres activités d'expédition maritimes. Un déversement de cette nature n'aurait pas d'impact à long terme sur les zones sensibles identifiées. Les impacts seraient à court terme et relativement localisés. On ne prévoit aucun impact négatif résiduel significatif.

#### **8.7.7 La pêche commerciale et autres utilisateurs**

L'éruption de 1984 au puits de Uniacke G-72 (près de l'île de Sable) a mené à un déversement de 240 m<sup>3</sup> (1 510 barils) de condensé. Aucune altération de la chair n'a été observée chez les poissons attrapés dans la zone de dérive du condensé (Gill et al. 1985, dans Hurley et Ellis 2004). On considère que le diesel présente un risque de contamination des fruits de mer modéré à élevé à cause de sa faible masse moléculaire et de sa concentration relativement élevée d'hydrocarbures aromatiques solubles dans l'eau, qui sont semi-volatils et qui s'évaporent lentement (Yender et al. 2002). Les gouttelettes dispersées sont aussi biodisponibles. Le pétrole du projet Old Harry Project est considéré du pétrole brut léger et réagirait de manière similaire au diesel.

Un déversement accidentel pourrait toucher la pêche commerciale (incluant les pêches sentinelles et de recherche) et les autres utilisateurs (pêches autochtones, pêches récréatives, aquaculture, chasse au phoque et aux oiseaux, utilisation militaire, circulation maritime et les activités de tourisme et de loisirs). Les déversements accidentels pourraient endommager l'équipement de pêche et créer une perte de revenu ou une suspension de la pêche. Cependant, les probabilités d'un tel événement sont extrêmement faibles. Tel que décrit à la Section 5.8.1, il est probable qu'il n'y aura pas de pêche commerciale dans le secteur du projet. Les pêcheurs commerciaux pourraient être touchés par un déversement de diesel d'un navire de ravitaillement; les effets du déversement dépendraient de son emplacement par rapport aux activités de pêche. Tel que mentionné ci-dessus, le risque de déversement d'un navire de ravitaillement ne serait pas différent de celui des autres activités d'expédition maritimes. On ne prévoit pas que la perte de carburant dans un événement accidentel ait un effet sur les autres utilisateurs. Étant donné le faible niveau d'activités de pêche commerciale dans le secteur du projet et des mesures qui seront mises en place pour atténuer les dommages à l'équipement et les pertes des pêcheurs, on considère que l'impact environnemental néfaste résiduel d'un déversement accidentel de diesel ou de pétrole (condensé) n'est pas significatif pour la pêche commerciale.

## **8.8 Résumé**

Les impacts environnementaux potentiels liés à un déversement accidentel sur les espèces en péril, les poissons de mer et leurs habitats, les oiseaux marins, les mammifères marins et les tortues de mer, les secteurs sensibles et la pêche commerciale ainsi que les autres utilisateurs sont résumés au Tableau 8.13. Comme les effets probables d'un événement accidentel dépendent grandement de diverses variables, dont la période de l'année, les matériaux déversés et la quantité de matériaux déversés, les données du Tableau 8.13 représentent le pire scénario. Excepté pour les oiseaux marins (dont les espèces en péril), on ne prévoit pas que les impacts environnementaux résiduels soient significatifs.

Tel que décrit à la Section 8.1.10, on considère improbable qu'il y ait des déversements ou des éruptions liées aux activités de forage d'exploration, et le plan d'intervention en cas d'urgence et le plan d'intervention en cas de déversement de Corridor (qui sera basé sur le *Corporate Emergency Response Manual* (et l'expérience d'autres opérateurs en mer)) assurera que tout impact soit minimal. La plateforme de forage comportera à son bord du matériel d'intervention (et le personnel formé et apte à l'utiliser) et Corridor en viendra à une entente avec la Société d'intervention maritime, Est du Canada au sujet d'un soutien dans l'éventualité improbable d'un déversement d'hydrocarbures.

**Tableau 8.13 Sommaire de l'évaluation des impacts environnementaux potentiels – Événements accidentels**

Composantes /activités du projet	Interactions potentielles / effets environnementaux (positif (P) ou négatif (N))	Atténuation	Résumé des effets environnementaux potentiels					
			Ampleur	Étendue	Fréquence	Durée	Réversibilité	Contexte écologique et socio-économique
Espèces en péril	Mazoutage (N) Restriction d'habitat (N) Mortalité (oiseaux marins) (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution Forage dans la saison sans glace seulement	3	3	1	2	R	1
Écosystèmes marins	Contamination/effets sur la santé (N) Mortalité (plancton) (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution	1	3	1	3	R	1
Les poissons de mer et leurs habitats	Mazoutage (N) Restriction d'habitat (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution Forage dans la saison sans glace seulement	1	3	1	2	R	1
Oiseaux marins	Mazoutage (N) Restriction d'habitat (N) Mortalité (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution Forage dans la saison sans glace seulement	2	3	1	2	R	1
Mammifères marins et tortues de mer	Mazoutage (N) Restriction d'habitat (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution Forage dans la saison sans glace seulement	1	3	1	2	R	1
Zones sensibles	Restriction d'habitat (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution Forage dans la saison sans glace seulement	1	3	1	2	R	1
Pêches commerciales	Réduction des prises de poissons (N) Suspension de la pêche (N) Altération (réelle ou perçue) (N)	Plan d'intervention en cas de déversement Inspections de l'équipement Adoption des protocoles de prévention de la pollution Forage dans la saison sans glace seulement	1	3	1	2	R	1
<b>LÉGENDE :</b>								
Ampleur 0 – Négligeable (presque pas d'effet) 1 = effets faibles 2 = effets modérés 3 = effets élevés			Fréquence 1 = <11 événements/an 2 = 11-50 événements/an 3 = 51-100 événements/an 4 = 101-200 événements/an 5 = >200 événements/an 6 = continuel			Réversibilité R = Réversible I = Irréversible (fait référence aux populations)		
Étendue 1 = rayon de <1 km 2 = rayon de 1-10 km 3 = rayon de 11-100 km 4 = rayon de 101-1 000 km 5 = rayon de 1 001-10 000 km 6 = rayon de > 10 000 km			Durée 1 = <1 mois 2 = 1-12 mois 3 = 13-36 mois 4 = 37-72 mois 5 = >72 mois			Contexte écologique et socio-économique 1 = Zone relativement vierge non touchée par l'activité humaine 2 – preuve d'activités négatives existantes 3 = Beaucoup d'activités négatives existantes n/a = Non applicable		

## **9.0 ÉVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX CUMULATIFS**

---

Les impacts environnementaux potentiels cumulatifs externes au projet regroupent le transport maritime (voir Section 5.8.2.7), la pêche commerciale (voir Section 5.8.1) et l'exploration pétrolière et gazière, dont les activités sismiques et les études de recherche (voir Sections 5.8.1.4 et 5.8.1.5). Il est improbable que les impacts environnementaux découlant du puits d'exploration proposé chevauchent les programmes de forage exploratoire existants, que ce soit aux niveaux temporel ou spatial. Il sera possible d'effectuer des études sismiques le long de la côte ouest de Terre-Neuve entre 2012 et 2014. La récente vente mobilière (16 novembre 2011) a mené à la vente des deux parcelles de l'ouest de Terre-Neuve (NL-11-01-01 (ouest du PP 1120) et NL-11-01-02 (ouest des PP 1097, PP 1098 et PP 1103)). Le MPO effectue des études de recherche annuelles sur plusieurs espèces dans le Golfe, généralement aux mois d'août et de septembre. Pendant le programme de forage d'exploration, on s'attend qu'un certain trafic commercial passe près du secteur du projet. De plus, des navires de pêche commerciale peuvent voyager près du secteur du projet. L'augmentation de la circulation maritime résultant des navires d'approvisionnement sera minimale considérant la circulation actuelle associée au trafic maritime et aux activités de pêcheries.

Les sections suivantes présentent un sommaire des impacts environnementaux potentiels cumulatifs sur les espèces en péril, les écosystèmes maritimes, les poissons marins, les mollusques et crustacés, les oiseaux de mer, les mammifères marins et les tortues de mer, les secteurs sensibles, la pêche commerciale et les autres utilisateurs.

### **9.1 Espèces en péril**

Selon leur nature ou cycle biologique, les espèces en péril ont souvent une faible tolérance aux perturbations ou sont moins résilientes que les espèces ne faisant pas partie de la liste. Pour la plupart des espèces en péril, diverses activités anthropiques ont été identifiées comme menaces majeures à la récupération de la population. La pêche ciblée et indirecte, autant historique qu'actuelle, est une des principales menaces pour la plupart des espèces de poissons de mer. Les mammifères marins sont vulnérables aux collisions avec les bateaux et à la pollution marine. Cette dernière est aussi un important problème pour les oiseaux marins.

Le potentiel des effets cumulatifs sur ces espèces est pratiquement le même que les effets potentiels cumulatifs sur les espèces non listées, même s'il est reconnu que ces populations sont plus vulnérables aux effets limités du projet comparativement aux populations plus stables à cause de leur état. En général, la contribution du projet proposé aux effets cumulatifs est limitée en comparaison à l'influence de ces espèces dans leur territoire qui leur a permis d'atteindre leurs niveaux de population actuels.

Une des principales considérations pour ce projet est que ses impacts environnementaux sont localisés, à court terme et réversibles. Ceci limite le potentiel de chevauchement temporel ou spatial avec d'autres projets et activités et donc le potentiel d'effets environnementaux

cumulatifs. Tel que décrit à la Section 7.1.5, le bruit associé au projet inciterait la plupart des espèces à éviter le secteur immédiat du projet, limitant davantage leur exposition aux effets du projet. Cela serait un problème s'il y avait un manque d'habitats auxiliaires dans le secteur à cause d'autres activités. Cependant, pendant cette période, il n'y aurait probablement que du trafic de navires commerciaux dans le secteur. Tel que démontré à la Section 5.8.1, le niveau d'activités de pêche commerciale près du secteur du projet est faible et on s'attend à ce qu'il continue de l'être pendant la période d'exploration proposée. À cause des conflits logistiques et de la validité des résultats des recherches, toute autre étude sismique ou étude de recherche doit être coordonnée pour éviter les chevauchements temporels et spatiaux, annulant ainsi les effets cumulatifs potentiels.

En fonction des mesures d'atténuation en place, de la nature limitée des effets résiduels du projet et de la nature des autres projets et activités dans le secteur, les effets environnementaux cumulatifs du projet, en combinaison avec les autres projets et activités concernant les espèces en péril, ne sont pas considérés significatifs.

## **9.2 Écosystème marin**

Tel que décrit à la Section 7, la majorité des effets liés au projet sont limités au secteur du projet, à l'exception des déplacements de navires et d'hélicoptères et des événements accidentels s'y reliant. Le CVE de l'écosystème marin dans le secteur du projet tient compte du plancton et du corail. Tel que mentionné à la Section 5.3.3, il y a peu de plumes de mer dans le secteur du projet et on y retrouve une faible quantité d'éponges et de coraux en eaux profondes. Même si les coraux peuvent être touchés par les pratiques de la pêche commerciale, les activités sont limitées dans le secteur du projet et ses environs. On ne prévoit pas que les effets environnementaux résiduels du projet sur les coraux soient significatifs et on ne prévoit pas d'effets cumulatifs à cause de la faible quantité de coraux et du potentiel limité des activités de pêche dans le secteur du projet.

Le plancton dans le secteur du projet peut être touché par le bruit sismique, mais le bruit associé à une étude de PSV est à court terme et à un impact moindre que celui associé aux études 2D et 3D. Il y a un potentiel d'effets cumulatifs si d'autres études ont lieu dans le même secteur, mais ce potentiel est limité puisqu'il faut logistiquement conserver une séparation temporelle et spatiale entre les études. Tel qu'indiqué à la Section 7.3.2.5, il y aura de la mortalité au niveau du plancton et de l'ichtyoplancton causée par un PSV près de la source, mais les étendues spatiales (mètres) et temporelles (deux ou trois jours par puits) seraient si limitées que les effets seraient considérés non significatifs et que les effets cumulatifs à long terme seraient aussi négligeables.

Les écosystèmes côtiers, incluant les algues, les zostères et les marais salés, peuvent être susceptibles aux développements et aux activités marines et terrestres. Même si les secteurs côtiers à l'ouest de Terre-Neuve sont sujets à des pressions cumulatives, la contribution de ce projet à ces effets est limitée à un faible trafic maritime sur une période de moins de deux mois (c.-à-d. deux à trois voyages de navires/semaine). Le trafic maritime a un potentiel d'interaction limité avec ces ressources puisqu'il doit suivre les routes, règlements et conventions d'expédition standard.

On ne prévoit pas que les effets cumulatifs du projet sur les écosystèmes marins dans le secteur d'étude soient significatifs.

### **9.3 Poissons de mer, mollusques et crustacés et leurs habitats**

Parmi les sources des effets cumulatifs sur les poissons de mer, mollusques et crustacés et leurs habitats dans le secteur d'étude, on retrouve les expéditions maritimes, la pêche commerciale et les études sismiques et de recherche. La surpêche, la dégradation des habitats, la pollution et la variabilité naturelle de la population peuvent avoir des effets néfastes sur les espèces de poissons et leurs habitats. La pression de la pêche et les techniques de dragage du fond subséquentes sont des stress significatifs sur certaines ressources en poissons. L'équipement de pêche de dragage du fond touche les habitats des poissons en retirant les plantes, coraux et aliments sessiles, en renversant les affleurements et en suspendant à nouveau les sédiments, ce qui cause une homogénéisation de l'habitat. Même si la pêche commerciale a un impact sur les invertébrés et les poissons de mer, le niveau d'exploitation commerciale actuel dans le secteur du projet est limité et la gestion de la pêche du MPO vise à garder les populations à des niveaux durables.

Tel que mentionné à la Section 7, la majorité des effets du projet seront limités aux alentours de l'emplacement de forage. Les poissons peuvent être attirés par le récif artificiel ou être temporairement déplacés par le bruit. Les effets des dépôts de boue et de déblais de forage dans le secteur immédiatement adjacent à un puits sont considérablement amoindris un à deux ans après la fin du forage (Kingston 1987; Gray et al. 1990). Les habitats des poissons, tels que mesurés par les changements dans la structure de la communauté benthique autour des puits d'exploration, ont retrouvé leurs conditions d'origine dans l'année suivant la fin du forage (Hurley et Ellis 2004).

Tous les effets prévus sur les poissons de mer, les mollusques, les crustacés et leurs habitats sont temporaires et réversibles. Ceci limite le potentiel cumulatif de ces effets avec d'autres projets et activités. Les niveaux de pêche commerciale dans le secteur du projet sont négligeables, ce qui limite davantage les effets cumulatifs potentiels.

Les secteurs près des routes d'expédition, tels que le secteur du projet, peuvent être sujets à un mazoutage chronique provenant du pompage de cale et du déballastage des navires, causant une accumulation d'hydrocarbures dans le biote local (non migratoire); cependant, dans un secteur non côtier tel que le secteur du projet, les espèces résidentes touchées par un déversement seraient majoritairement benthiques (p. ex., pétoncles, myes, chabots) et seraient probablement moins touchées par les hydrocarbures accumulés à cause de la pollution par le pétrole chronique.

Les décharges du projet seront conformes aux LDTDZE et les opérations des navires seront conformes à l'Annexe de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et aux Règlements relatifs à la lutte contre la pollution de la *Loi sur la marine marchande du Canada*. De manière générale, on ne considère pas significatifs les effets environnementaux cumulatifs du projet et des autres projets et activités sur les poissons de mer, les mollusques et les crustacés.

#### **9.4 Oiseaux marins**

Les autres programmes d'exploration pétrolière et gazière, la pêche commerciale, les études de recherche et l'expédition commerciale peuvent avoir des effets environnementaux cumulatifs sur les oiseaux marins. Les oiseaux marins peuvent aussi être touchés par les projets et activités à l'extérieur du secteur d'étude, mais dans leurs parcours migratoires. De plus, les modifications dans les populations des proies et des prédateurs peuvent toucher les populations d'oiseaux marins.

L'éclairage, les décharges de pétrole et le bruit du trafic maritime peuvent avoir un impact sur les oiseaux marins. Les décharges de routine chroniques, telles que l'égouttement du pont, le ballastage et les déversements accidentels d'hydrocarbures, peuvent exposer les oiseaux au pétrole. Les décharges chroniques peuvent être aussi ou plus importantes pour les dynamiques de population à long terme des oiseaux marins. Toutes les décharges routinières de la plateforme de forage et des navires de ravitaillement doivent respecter les LDTDZE.

L'augmentation de trafic maritime à cause de ce projet sera négligeable comparativement au trafic maritime existant dans la région. On prévoit que les activités de routine du projet auront des effets environnementaux mineurs, temporaires et réversibles sur les oiseaux marins; on ne prévoit donc pas que les effets environnementaux cumulatifs des activités du projet sur les oiseaux marins dans le secteur de l'étude soient significatifs.

#### **9.5 Mammifères marins et tortues de mer**

Les mammifères marins peuvent être vulnérables aux effets cumulatifs du projet et au transport maritime, à la pêche commerciale et aux études sismiques et de recherche. Les principaux effets du projet sur les mammifères marins découlent des perturbations par le bruit, du potentiel de blessures et de mortalité provenant de collisions avec les navires et de la contamination ou modification des sources de nourriture.

Même s'il peut y avoir d'autres programmes sismiques dans le secteur du projet, les activités ne se chevaucheront pas sur les plans temporel et spatial puisque cela pourrait influencer la collecte des données. À cause de la nature localisée des études associées à ce projet, la zone d'influence est limitée. De plus, il faudrait que toutes les études effectuées dans le secteur du projet respectent les *lignes directrices du Programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique* (OCTNHE 2011b) de l'OCTNHE, réduisant le potentiel d'effets cumulatifs pour cette activité.

Il est probable que les mammifères marins choisissent de temporairement éviter le secteur du projet. Richardson et al. (1995) ont prédit que le rayon de réponse au bruit pendant les activités de développement et de production pour les baleines à fanons et les odontocètes serait de moins de 100 m. Le trafic maritime associé au projet proposé contribuerait seulement à une petite augmentation du niveau actuel. On ne prévoit pas d'effets cumulatifs provenant des hélicoptères à cause des perturbations localisées et temporaires.



Les mammifères marins sont vulnérables aux collisions avec les navires. La plupart des collisions entre mammifères marins et navires ont lieu près de la surface où la réflexion acoustique et la propagation peuvent limiter la capacité des mammifères marins à entendre ou à situer les navires à proximité (Gerstein et al. 2005). Les données suggèrent que les gros navires sont la principale source de blessures chez les mammifères marins qui n'ont pas été vus avant la collision ou qui ont été vus trop tard. Les données limitées suggèrent que la réduction de la vitesse des navires à moins de 26 km/h (14 nœuds) pourrait minimiser les collisions avec les mammifères marins (Laist et al. 2001). Une vitesse normalisée des navires dans le secteur du projet pourrait aider à éviter les collisions avec des mammifères marins.

Selon la vitesse des navires prenant part aux activités en mer et l'augmentation limitée du nombre de navires associés au projet, on ne prévoit pas que les effets négatifs cumulatifs sur les mammifères marins soient significatifs.

Les tortues de mer s'alimentant dans le secteur du projet peuvent s'emmêler dans les débris et en avaler. On a rapporté des emmêlements dans les lignes de pêche, les lignes de casiers à homards, les filets et autres équipements de pêche. Les tortues de mer avalent les hameçons appâtés ou s'emmêlent ou s'accrochent dans les lignes (Witzell 1999; Smith 2001). Les tortues de mer ont aussi été prises dans de l'équipement de chalutage dans d'autres parties de l'Atlantique, du Pacifique et du golf du Mexique (Magnuson et al. 1990). Selon nos connaissances, il n'y a eu aucune capture dirigée de tortues de mer en eaux canadiennes. La capture de tortues de mer en mer ou sur les plages de nidification dans d'autres secteurs est vue comme une menace pour toutes les espèces de tortues de mer. Peu d'études ont été effectuées sur les effets du bruit anthropique sur les tortues de mer; cependant, on assume que le bruit des diverses sources en mer pourrait temporairement perturber les populations. Même si on ne prévoit pas que les effets du bruit provenant de ce projet soient significatifs, il s'ajoutera au bruit et au niveau de perturbation cumulatifs auxquels sont exposées les tortues de mer dans le secteur de l'étude. Les densités de tortues de mer sont faibles dans le secteur et aucune preuve ne suggère que les activités pétrolières et gazières et que l'augmentation du trafic maritime du projet aura un impact cumulatif mesurable sur les tortues de mer.

## **9.6 Zones sensibles**

Le secteur d'étude est situé dans les ZIEB suivants : la frange sud du chenal Laurentien (le secteur d'étude chevauche légèrement la frange est de cette ZIEB) et la côte ouest de Terre-Neuve qui croise le secteur d'étude entre le secteur du projet et la côte ouest de Terre-Neuve. Le secteur du projet occupe aussi en partie une zone de reproduction de sébaste potentielle (une espèce désignée par le COSEPAC) et le secteur d'étude occupe une zone d'extrusion larvaire de sébaste potentielle et une zone de reproduction de la morue (une espèce désignée par le COSEPAC).

Tel que décrit à la Section 7.7, les effets potentiels du projet dans tous ces secteurs, sauf dans la zone de reproduction de sébaste potentielle, seraient limités au trafic maritime additionnel, qui représente une légère augmentation à court terme des niveaux existants dans le secteur du projet. Les effets environnementaux cumulatifs potentiels liés au projet relatifs aux diverses espèces qui peuvent utiliser ces zones sensibles sont traités et évalués dans les CVE respectifs

ci-dessus. Aucun des effets potentiels liés au trafic maritime ne causerait de changement à long terme ou permanent dans la qualité ou la quantité d'habitats dans les zones sensibles. Le projet n'aura donc pas d'effets cumulatifs significatifs dans ces zones.

Concernant la zone de reproduction de sébaste potentielle, le projet ne causera pas d'effets à long terme ou irréversibles à l'habitat des poissons. Il peut y avoir une perturbation à court terme et localisée des activités de reproduction qui pourraient s'ajouter aux autres sources de perturbation dans le secteur, mais on ne considère pas qu'elle soit suffisante pour causer des effets environnementaux cumulatifs significatifs pour ce secteur ou cette espèce.

### **9.7 Pêches commerciales**

Les effets environnementaux cumulatifs sur la pêche commerciale sont liés aux conflits d'utilisation d'espace et de bruit associés aux autres utilisateurs des ressources en mer. Les activités des navires de soutien de la MODU de forage sont un composant mineur du trafic maritime total dans les environs du secteur d'étude. Le trafic maritime additionnel provenant des navires de soutien pour le programme de forage d'exploration est négligeable comparativement au trafic existant. De plus, tel qu'abordé à la Section 5.8.1, aucun effort de pêche commerciale n'a chevauché le secteur d'étude pendant les années évaluées (2004 à 2009).

De manière générale, un programme de forage contribuera minimalement au bruit et à l'utilisation d'espace comparativement aux autres sources et sera de courte durée dans les secteurs locaux. En fonction des données actuelles, et surtout des procédures d'atténuation proposées en place, on ne s'attend pas à ce que le projet proposé contribue de manière significative aux effets environnementaux cumulatifs sur la pêche commerciale.

### **9.8 Résumé**

Selon la nature localisée et à court terme des effets environnementaux prévus sur les activités de routine du projet et la faible quantité d'autres projets et activités dans le secteur du projet, on ne prévoit pas d'effets environnementaux cumulatifs significatifs dans aucun des CVE évalués.

## **10.0 RÉSUMÉ DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX NÉGATIFS RÉSIDUELS :**

---

Étant donné la courte durée (20 à 50 jours) et l'étendue géographique limitée (1 à 5 km<sup>2</sup>) d'un programme typique de forage d'exploration qu'il est proposé d'effectuer dans le secteur du projet (associées à l'application de mesures d'atténuation), il est prévu que les effets environnementaux résiduels des activités de routine du projet, incluant les effets environnementaux cumulatifs, ne seront pas significatifs. Dans l'éventualité improbable d'un rejet accidentel d'hydrocarbures, des effets environnementaux négatifs résiduels à court terme pourraient être occasionnés par le projet.

Un résumé des effets environnementaux négatifs résiduels sur les espèces en péril, les poissons de mer, les mollusques et crustacés et leurs habitats, les oiseaux marins, les mammifères marins et les tortues de mer, les zones sensibles et les pêcheries commerciales et autres utilisateurs de la mer est présenté au Tableau 10.1.

**Tableau 10.1: Effets environnementaux négatifs résiduels**

CVE		Activités liées au projet							Évènement accidentel (Déversement de pétrole en surface ou sous-marin)
		Présence d'une plateforme de forage	Boues et débris de forage	Évacuations de routine	Navires de soutien	Étude de PSV / bruit du forage	Émissions atmosphériques courantes	Abandon et suspension du puits	
Espèces en péril	Importance	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	I <sup>A</sup>
	Niveau de confiance	3	3	3	3	3	3	3	3
	Probabilité*								1
Écosystèmes marins	Importance	NI	NI	NI	n/a	NI	n/a	NI	NI
	Niveau de confiance	3	3	3		3		3	3
	Probabilité*								
Les poissons de mer et leurs habitats	Importance	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
	Niveau de confiance	3	3	3	3	3	3	3	3
	Probabilité*								
Oiseaux marins	Importance	NI	n/a	NI	NI	NI	NI	NI	I
	Niveau de confiance	3		3	3	3	3	3	3
	Probabilité*								1
Mammifères marins et tortues de mer	Importance	NI	n/a	NI	NI	NI	n/a	NI	NI
	Niveau de confiance	3		3	3	3		3	3
	Probabilité*								
Zones sensibles	Importance	NI	n/a	NI	NI	NI	n/a	n/a	NI
	Niveau de confiance	3		3	3	3			2
	Probabilité*								
La pêche commerciale et autres utilisateurs	Importance	NI	NI	NI	NI	NI	NI	n/a	NI
	Niveau de confiance	3	3	3	3	3	3		3
	Probabilité*								
Clé :									
Importance :		Niveau de confiance :			Probabilité* :				
I = Effet négatif important		1 = Faible			1 = Faible probabilité				
NI = Effet négatif non important		2 = Modéré			2 = Probabilité modérée				
P = Effet positif		3 = Élevé			3 = Probabilité élevée				
* La probabilité n'est définie que pour les effets qui sont évalués comme importants (ACEE 1994).									
n/a = Non applicable									
A réfère spécifiquement aux espèces d'oiseaux marins en péril									

## 11.0 PROGRAMME DE SUIVI ET DE SURVEILLANCE

---

Un programme de suivi est à la discrétion de l'exploitant, et non obligatoire, lors d'une évaluation environnementale préalable. Le suivi et la surveillance qui pourraient être appliqués à ce projet incluent ce qui suit :

- Il n'y a pas de suivi ni de surveillance recommandé pour les poissons de mer (en péril ou non), les mollusques et crustacés et leurs habitats.
- Des vérifications de routine seront effectuées pour les oiseaux mazoutés qui pourraient avoir été attirés par l'éclairage des navires.
- Corridor utilisera les services d'un observateur des mammifères marins durant le programme de forage.
- Dans l'éventualité improbable d'un déversement de pétrole, un programme ESEE sera élaboré dans le cadre du plan d'intervention d'urgence de Corridor.
- Au cours du programme de PSV, les services d'un observateur qualifié seront utilisés. Celui-ci assurera un service de liaison avec l'industrie de la pêche.
- Toute perte de fluide sera rapportée à l'OCTNHE et à la Garde côtière canadienne et tous les cas de mortalité d'oiseaux marins seront répertoriés par le ou les observateurs du bord.



## 12.0 EFFETS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PROJET

---

Les effets de l'environnement sur un programme de forage d'exploration sont considérés durant les stades de planification et d'évaluation environnementale du développement du programme. Les effets de l'environnement physique sur le projet incluent ceux causés par le vent, la glace, les vagues et les courants (discutés au Chapitre 4). Ces effets peuvent différer quelque peu selon le type d'équipement, avec de l'équipement posé sur fonds marins stable en toute condition, alors que les systèmes de flottaison se font soulever en raison de l'action des vagues. Des programmes fructueux de forage d'exploration ont été effectués dans les eaux au large de Terre-Neuve depuis plus de deux décennies. Les effets potentiels de l'environnement sur le programme incluent :

- la météorologie et l'océanographie (les conditions extrêmes peuvent avoir un impact sur le calendrier et les activités du programme);
- la glace de mer et les icebergs (le forage se déroulera durant les périodes d'eau libre);
- le givrage des superstructures; et
- l'encrassement biologique.

### 12.1 Les effets potentiels de l'environnement physique sur le Projet

La météo, la glace et le givrage, et les conditions des vagues ont un impact sur tous les projets pétroliers et gaziers en mer dans les eaux de l'est du Canada. Ces effets seront atténués en utilisant des appareils de forage, des navires et de l'équipement certifiés par les autorités appropriées (ex. : DNV, Transports Canada, Garde Côtière, OCTNHE et autres) pour l'utilisation dans les eaux est-canadiennes, en effectuant une planification détaillée du projet, en procédant à une conception selon des normes nationales et internationales appropriées et reconnues, en établissant un calendrier des opérations et en procédant à des prévisions météorologiques à la fine pointe de la technologie. Les effets résiduels des facteurs environnementaux physiques ont le potentiel d'être dommageables pour le projet puisqu'ils peuvent engendrer des délais, des dommages à l'équipement et ainsi des pertes financières, et parce qu'ils peuvent constituer un facteur contributif aux accidents. Les effets accidentels sont discutés en détail au Chapitre 8.

Les conditions du vent et des vagues sont la cause de la majorité des contraintes environnementales sur les programmes de forage d'exploration. La glace de mer pourrait n'avoir aucun effet sur le projet étant donné la période opérationnelle du projet (au cours des périodes d'eau libre). Il se peut que la glace de mer présente au printemps ou au début de l'été occasionne certains délais.

Les accumulations de glace (givrage des superstructures) peuvent engendrer des délais alors que les activités se retrouvent au ralenti ou sont suspendues et que l'on tente d'éviter ou de retirer l'accumulation de glace. Tous les délais devraient être d'une courte durée relative, particulièrement en raison du calendrier très rapide du projet. Les effets de la glace sur le projet seront minimes puisque la plus grande partie de la zone du projet est souvent libre de toute

glace de mer et sujette au passage de peu d'icebergs. Tout effet potentiel sur le projet en raison des icebergs peut être atténué par le plan de gestion des glaces et le calendrier du projet peut être élaboré de façon à ce que les effets résiduels soient minimales.

Il n'y a eu aucune activité sismique de rapportée dans la zone d'étude en environ 400 ans et le projet se situe dans une Zone 1, soit le type de zone sismique le plus faible. Par conséquent, il y a peu de risque d'activité sismique dans la zone du projet.

Les navires naviguant dans les eaux canadiennes à la fin de l'automne et en hiver sont susceptibles d'expérimenter un certain degré de givrage. Le givrage peut entraver les activités à bord du bateau et, dans des cas extrêmes, il peut même sérieusement menacer les opérations et la stabilité du navire. L'accumulation de glace sur la superstructure d'un navire peut élever le centre de gravité, abaisser sa vitesse et engendrer des difficultés à manœuvrer le bateau (MPO 1999a).

Le givrage sur les navires et les structures connexes peut être causé par l'humidité d'eau douce, tels le brouillard, la pluie verglaçante, la bruine et la neige fondante ou par l'eau salée, dont les embruns verglaçants et les remous des vagues. De toutes les formes de givrage des superstructures, l'embrun verglaçant est la plus commune, et aussi la cause la plus sérieuse d'accumulation de glace. Cela se produit lorsque la température de l'air chute sous le point de congélation de l'eau de mer et lorsque les températures à la surface de l'eau se retrouvent sous 6°C (MPO 1999a).

Dans le Golfe, l'embrun verglaçant est la cause la plus souvent rapportée de givrage des navires et peut être rencontré à tout moment entre novembre et avril, bien qu'il soit plus fréquent de décembre à février. Durant le mois de janvier, des conditions potentielles de givrage par embruns sont rencontrées plus de 50 pour cent du temps (MPO 1999a). Les conditions d'embruns verglaçants dans le Golfe se produisent généralement en raison d'intenses tempêtes hivernales situées au large de la côte est du Canada. Ces tempêtes peuvent occasionner un fort courant nord-ouest de l'air froid arctique sur le secteur du Golfe, produisant des chutes de neige et de la poudrierie sur les eaux libres. Durant les événements de givrage par embruns, la température de l'air est habituellement située autour de -10°C avec des vents du nord-ouest de 55,6 km/h (30 noeuds) et des vagues de 2 à 3 m (MPO 1999a).

Les mesures d'atténuation appliquées aux effets potentiels de l'environnement physique sur le projet incluent ce qui suit :

- Plan de gestion des glaces;
- Calendrier de projet;
- Utilisation d'appareils de forages, de navires et d'équipement certifiés par les autorités appropriées;
- Planification détaillée du projet;
- Conception en respectant les normes nationales et internationales reconnues et appropriées;
- Surveillance des prévisions sur 24 heures du gouvernement et de l'industrie; et
- Le puits d'exploration sera foré durant les périodes d'eaux libres.



Avec ces mesures d'atténuation en place, et en raison de la période opérationnelle du projet, les effets possibles de l'environnement physique sur le projet seront donc peu probables.

## **12.2 Les effets potentiels de l'environnement biologique sur le Projet**

Les effets de l'environnement biologique sur le projet sont peu probables, l'encrassement biologique étant le principal effet potentiel. L'encrassement biologique peut avoir un impact sur la stabilité des appareils de forage et favoriser la corrosion en se collant aux coques ou aux structures de soutien exposées et peut également avoir un effet similaire sur l'intérieur des tuyaux ainsi que sur les entrées et sorties des eaux et le système de réservoir utilisé pour le stockage et le traitement des eaux usées, de même que possiblement sur la mise en réservoir des boues de forage.

Les mesures d'atténuation appliquées aux effets potentiels de l'environnement biologique sur le projet incluent ce qui suit :

- Utilisation d'appareils de forages, de navires et d'équipement certifiés par les autorités appropriées;
- Planification détaillée du projet;
- Conception en respectant les normes nationales et internationales reconnues et appropriées; et
- Des programmes d'entretien préventif mis en place par les propriétaires des navires et de la plateforme de forage.

Avec les mesures appropriées d'atténuation en place, il serait peu probable de faire face à des effets de l'environnement biologique sur le projet.



## 13.0 GESTION ENVIRONNEMENTALE

---

Corridor agira à titre d'exploitant du puits d'exploration. Les politiques et procédures de Corridor s'appliqueront, ainsi que celles du contractant et autres sous-traitant de la MODU d'exploration. Si Corridor signe une entente de partenariat avec une autre compagnie, les politiques et procédures de cette compagnie seront comparées à celles de Corridor et les politiques et procédures offrant la meilleure protection sur la sécurité, la santé et l'environnement seront implantées. Ces politiques et procédures équilibrées afin que les exigences relatives au projet soient clairement outillées. Ces politiques et procédures incluront :

- Liaison et interactions avec les pêcheries quant aux politiques et procédures, telles des consultations régulières, le cas échéant et la continuité de la participation avec One Ocean;
- Utilisation d'observateurs qualifiés, effectuant la liaison avec l'industrie de la pêche durant les études de PSV;
- Surveillance des espèces en péril et des autres mammifères marins, tortues de mer et oiseaux marins grâce à l'utilisation d'observateurs qualifiés durant les activités de forage, incluant les études de PSV;
- Gestion des déchets;
- Intervention en cas de déversement;
- Dédommagement des parties touchées, incluant les intérêts des pêcheries, en cas de dommage accidentel résultant des activités du projet, le tout en vertu des lignes directrices stipulées dans le *Compensation Guidelines Respecting Damages Relating to Offshore Petroleum Activity* (C-NLOPB 2002); et
- Plan de qualité, santé, sécurité et environnement (QSSE) spécifique au projet – prendre note que ce document sera préparé avant le début programme et servira de lien entre les plans corporatifs de Corridor (QHSE Management System Overview (2009), Corporate Environmental Management Manual (2009) et Corporate Emergency Response Manual (2011)) et ceux du contractant de la MODU et de tout autre sous-traitant des navires de soutien. Le plan mettra en relief l'organisation SSE spécifique du programme de forage d'exploration.

Corridor s'engage à exécuter toutes les activités du projet en respectant l'environnement et en faisant la promotion des questions environnementales auprès de ses employés, des contractants et du public en général. Corridor a toujours (et continuera à la faire) intégré des considérations environnementales dans ses prises de décision, et ce dès le début d'un projet, afin d'identifier et d'atténuer, lorsque possible, les conséquences négatives potentielles de ses activités proposées. Corridor entend implanter les normes, codes et pratiques les plus à jour de l'industrie ainsi que les politiques et lignes directrices gouvernementales en matière de protection de l'environnement lors de l'évaluation, la planification, l'élaboration et l'exploitation de tous les projets proposés. Corridor entend également prévenir et atténuer les déchets et les émissions tout au long du cycle de vie de son projet.



## 14.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSION

---

Cette évaluation environnementale présente l'information sur le programme de forage d'exploration, tel que proposé par Corridor, ainsi que les résultats de l'évaluation des effets sur l'environnement. Le programme proposé sera exécuté en mer sur la zone prometteuse de Old Harry, dans le Golfe, dans les eaux de Terre-Neuve. Les CVE sélectionnées dans le cadre de cette évaluation sont :

- Les espèces en péril;
- Les poissons de mer, les mollusques et les crustacés et leurs habitats;
- Les oiseaux marins;
- Les mammifères marins et les tortues de mer;
- Les zones sensibles;
- L'industrie de la pêche commerciale et les autres utilisateurs de la mer.

Dans l'éventualité improbable d'un déversement accidentel d'hydrocarbures, des effets environnementaux significatifs devraient se produire sur les oiseaux marins (autant sur les espèces en péril que sur les autres). En ce qui concerne les activités de routine associées au forage d'un seul puits d'exploration, les résultats de l'évaluation environnementale ne prévoient pas d'effets environnementaux négatifs importants, ni d'effets environnementaux cumulatifs, pouvant être causés par le projet.



## 15.0 RÉFÉRENCES

---

### 15.1 Communications personnelles

Bernard, G., Agente régionale des statistiques, Pêches et Océans Canada, Région du Golfe, Division des statistiques, Moncton, N-B. Données statistiques de crochet de pêche.

Giffon, C., Ministère de la Défense nationale.

Légère, L.C, Conseiller principal GR, Poisson, Pêches et Océans Canada, Division de la gestion des ressources, Moncton, N-B.

Levesque, B., Coordonnateur des statistiques, Pêches et Océans Canada, Division de la statistique et des permis, Région du Québec, Québec, QC. Données statistiques de crochet de pêche.

Russell, AM., Agente principale, Statistiques, Pêches et Océans Canada, Région de Terre-Neuve-et-Labrador, Division des statistiques, St. John's, T-N-et-L. Données statistiques de crochet de pêche.

Walcott, J., Coordonnateur statistique, Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes, Division des données commerciales, Dartmouth, N-É. Données statistiques de crochet de pêche.

### 15.2 Littérature citée

Aalbers, S.A. 2008. Seasonal, diel, and lunar spawning periodicities and associated sound production of white seabass (*Atractoscion nobilis*). *Fishery Bulletin*, 106: 143-151.

Adams, J. and S. Halchuk. 2003. Fourth generation seismic hazard maps of Canada: Values for over 650 Canadian localities intended for the 2005 National Building Code of Canada. *Geological Survey of Canada Open File*, 4459: 1-155.

Ainley, D.G., C.R. Grau, T.E. Roudybush, S.H. Morrell and J.M. Utts. 1981. Petroleum ingestion reduces reproduction in Cassin's Auklets. *Marine Pollution Bulletin*, 12: 314-317.

Alberty, M.W., M.E. Hafle, J.C. Minge and T.M. Byrd. 1997. *Mechanisms of Shallow Waterflows and Drilling Practices for Intervention*. Proceedings, Offshore Technology Conference, OTC Paper No. 8301.

Aldredge, A.L., M. Elias and C.C. Gotschalk. 1986. Effects of drilling muds and mud additives on the primary production of natural assemblages of marine phytoplankton. *Marine Environmental Research*, 19: 157-176.

Alexander, D.W., D.R. Sooley, C.C. Mullins, M.I. Chiasson, A.M. Cabana, I. Klvana and J.A. Brennan. 2010. *Gulf of St. Lawrence: Human Systems Overview Report*. Oceans, Habitat and Species at Risk Publication Series, Newfoundland and Labrador Region, 0002: xiv + 154 pp.

- Alton, M.S., R.G. Bakkala, G.E. Walters and P.T. Munro. 1988. Greenland turbot *Reinhardtius hippoglossoides* of the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands regions. *Technical Report*, NMFS 71: 31 pp.
- AMEC Earth & Environmental. 2011. *Old Harry Drilling Mud and Cuttings Dispersion Modelling Final Report*. Prepared by AMEC Earth & Environmental Marine Services Group for Corridor Resources Inc. vi + 34 pp. + Appendices.
- Amirault, D.L. 2005. Proposed Recovery Strategy for the Piping Plover, *melodus* subspecies (*Charadrius melodus melodus*). Canadian Wildlife Service, Sackville, NB. 36 pp.
- Amoser, S. and F. Ladich. 2003. Diversity in noise-induced temporary hearing loss in otophysine fishes. *Journal of the Acoustical Society of America*, 113(4): 2170-2179.
- Amoser, S., L.E. Wyoscki and F. Ladich. 2004. Noise emission during the first powerboat race in an Alpine lake and potential impact on fish communities. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116: 3789-3797.
- Annis, M.R. 1997. *Retention of Synthetic-based Drilling Material on Cuttings Discharged to the Gulf of Mexico*. Report for the American Petroleum Institute (API) ad hoc Retention on Cuttings Work Group under the API Production Effluent Guidelines Task Force. American Petroleum Institute, Washington, DC. August 29, 1997. Various pages.
- Armsworthy, S.L., P.J. Cranford, K. Lee and T. King. 2005. Chronic effects of synthetic drilling mud on sea-scallops (*Placopecten magellanicus*). Pp. 243-265. In: S.L. Armsworthy, P.J. Cranford and K. Lee (eds.). *Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring: Approaches and Technologies*, Battelle Press, Columbus, OH. 631 pp.
- Atlantic Leatherback Turtle Recovery Team 2006. *Recovery Strategy for Leatherback Turtle (Dermochelys coriacea) in Atlantic Canada*. *Species at Risk Act Recovery Strategy Series*. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, ON. vi + 45 pp.
- Au W.W.L. 1980. Echolocation signals of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in open waters. Pp. 251-282. In: R.G. Busnel and J.F. Fish (eds.). *Animal Sonar Systems*. Plenum Press, New York.
- Au, W.W.L. 1993. *The Sonar of Dolphins*. Springer-Verlag, New York.
- Au, W.W.L. and K. Banks. 1998. The acoustics of snapping shrimp *Synalpheus parneomeris* in Kaneohe Bay. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103: 41-47.
- Au, W.W.L. and M.C. Hastings. 2008. *Principles of Marine Bioacoustics*. Spring Science, LCC.
- Au, W.W.L., A.N. Popper and R.R. Fay. 2000. *Hearing by Whales and Dolphins*. Springer-Verlag, New York, NY. 501 pp.
- Au, W.W.L., A.A. Pack, M.O. Lammers, L.M. Herman, M.H. Deakos and K. Andrews. 2006. Acoustic properties of humpback whale songs. *Journal of the Acoustic Society of America*, 120(2): 1103-1110.
- Ayers, R.C., Jr., R.P. Meek, T.C. Sauer, Jr. and D.O. Stuebner. 1980a. An environmental study to assess the effect of drilling fluids on water quality parameters during high-rate, high-volume discharges to the ocean. Pp. 351-379. In: *Proceeding of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings, Volume 1*, January 21-24, 1980, Lake Beuna Vista, FL.



- Ayers, R.C., Jr., T.C. Sauer, Jr., R.P. Meek and G. Bowers. 1980b. An environmental study to assess the impact of drilling discharges in the mid-Atlantic – I: Quantity and fate of discharges. Pp. 382-418. In: *Proceeding of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings, Volume 1*, January 21-24, 1980, Lake Beuna Vista, FL.
- Baird, R.W. 2001. Status of harbour seals, *Phoca vitulina*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 115: 663-675.
- Baird, R.W. 2003. COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Humpback Whale *Megaptera novaeangliae* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, ON. 25 pp.
- Baird, R.W. and P.J. Stacey. 1991a. Status of Risso's dolphin, *Grampus griseus*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 105: 233-242.
- Baird, R.W. and P.J. Stacey. 1991b. Status of the northern right whale dolphin, *Lissodelphis borealis*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 105: 243-250.
- Bakke, T., J.A. Berge, K. Nøs, F. Oreld, L.O. Reiersen and K.Byrne. 1989. Longterm recolonization and chemical changes in sediments contaminated with oil-based drill cuttings. In: F.R. Englehardt, J.P. Ray and A.H. Gillam (eds.). *Drilling Waste*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., New York, NY.
- Bakke, T., J.S. Gray, R.G. Lichtentaler and K.H. Palmork. 1996. *Environmental Surveys in the Vicinity of Petroleum Installations on the Norwegian Shelf: Report for 1994*. Rapport 96:15. Statens Forurensningstilsyn (SFT), Oslo, Norway.
- Barber, D.G., E. Saczuk and P.R. Richard. 2001. Examination of beluga-habitat relationships through the use of telemetry and a geographic information system. *Arctic*, 54 (3): 305-316.
- Bardet, J-P., C.E. Synolakis, H.L. Davies, F. Imamra and E.A. Okal. 2003. Landslide tsunamis: Recent findings and research directions. *Pure Applied Geophysics*, 160: 1793-1809.
- Barlow, M.J. and P.F. Kingston. 2001. Observations on the effect of barite on gill tissues on the suspension feeder *Cerastoderma edule* (Linne) and the deposit feeder *Macoma balthica* (Linne). *Marine Pollution Bulletin*, 42: 71-76.
- Bartol, S.M. and J.A. Musick. 2003. Sensory biology of sea turtles. Pp. 79-102. In: P.L. Lutz, J.A. Musick and J. Wyneken (eds.). *The Biology of Sea Turtles: Volume 2*, CRC Press, Boca Raton, FL. 455 pp.
- Bartol, S., J.A. Musick and M.L. Lenhardt. 1999. Auditory evoked potentials of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Copeia*, 3: 836-840.
- Beach, D.W. and M.T. Weinrich. 1989. Watching the whales: Is an educational adventure for humans turning out to be another threat for endangered species? *Oceanus*, 32: 84-88.
- Beak Consultants. 1975. Biology oil impact literature review: Final report. Baseline study program, North Puget Sound, Department of Ecology, Olympia, WA. In: N. Wright (2002). *Eelgrass Conservation for the BC Coast: A Discussion Paper*, Prepared for BC Coastal Eelgrass Stewardship Project by SeaChange Marine Conservation Society.
- Beale, C.M. and P. Monaghan. 2004. Behavioural responses to human disturbance: a matter of choice? *Animal Behavior*, 68(5): 1065-1069.

- Beauchamp, J., H. Bouchard, P. de Margerie, N. Otis and J.-Y. Savaria. 2009. Recovery Strategy for the blue whale (*Balaenoptera musculus*), Northwest Atlantic population, in Canada [FINAL]. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. 62 pp.
- Benoit, D. and W.D. Bowen. 1990. Seasonal and geographic variation in the diet of grey seals (*Halichoerus grypus*) in Eastern Canada. Pp. 215-226. In: W.D. Bowen (ed.). Population Biology of Sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) in Relation to its Intermediate and Seal Hosts. *Canadian Bulletin on Fisheries and Aquatic Sciences*, 222: 306 pp.
- Bent, A. 1995. A complex double-couple source mechanism for the Ms 7.2 1929 Grand Banks earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 85:1003-1020.
- Berdugo, V., R.P. Harris and S.C. O'Hara. 1979. The effect of petroleum hydrocarbons on reproduction of an estuarine planktonic copepod in laboratory cultures. *Marine Pollution Bulletin*, 8: 138-143.
- Berman, M.S. and D.R. Heinle. 1980. Modification of the feeding behavior of marine copepods by sub-lethal concentrations of water accommodated fuel oil. *Marine Biology*, 56: 59-64.
- Berta, A., R. Racicot and T. Deméré. 2009. The comparative anatomy and evolution of the ear in *Balaenoptera mysticetes*. Pp. 33. In: *Abstract of the 18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, Québec, October 2009. 306 pp.
- Bigelow, H.B. and W.C. Schroeder. 1953. Fishes of the Gulf of Maine. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service, 74; Volume 53: viii + 577 pp.
- Blumer, M., R.R.L. Guillard and Y. Chase. 1971. Hydrocarbons of marine phytoplankton. *Marine Biology*, 8: 183-189.
- Boehm, P.D. and J.W. Farrington. 1984. Aspects of the polycyclic aromatic hydrocarbon geochemistry of recent sediments in the Georges Bank region. *Environmental Science and Technology*, 18: 840-845.
- Boersma, P.D., J.K. Parrish and A.B. Kettle. 1995. Common Murre abundance, phenology, and productivity on the Barren Islands, Alaska: The Exxon Valdez oil spill and long-term environmental change. Pp. 820-853. In: P.G. Wells, J.N. Butler and J.S. Hughes (eds.). *Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 965 pp.
- Bokn, F.E., F.E. Moy and S.N. Murray. 1993. Long-term effects of water-accommodated fraction of diesel on rocky shore populations maintained in experimental mesocosms. *Botanica Marina*, 36: 313-320.
- Booman, C., J. Dalen, H. Leivestad, A. Levsen, T. van der Meeren and K. Toklum. 1996. Effeter av luftkanonshyting på egg, larver og yngel. *Fisken og Havet*, 1996(3): 1-83. (Norwegian with English summary).
- Bossart, G.D., M. Lutcavage, B. Mealey and P. Lutz. 1995. The dermatopathologic effects of oil on loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). Pp. 180-181. In: L. Frink, K. Ball-Weir and C. Smith (eds.). *Wildlife and Oil Spills: Response, Research, and Contingency Plan*, Tri-State Bird Rescue and Research, DE. 182 pp.

- Bourdages, H., D. Archambault, B. Bernier, A. Fréchet, J. Gauthier, F. Grégoire, J. Lambert and L. Savard. 2010a. Preliminary results from the groundfish and shrimp multidisciplinary survey in August 2010 in the northern Gulf of St. Lawrence. *DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2010/107: vi + 92 pp.
- Bourdages, H., D. Archambault, B. Bernier, A. Fréchet, J. Gauthier, F. Grégoire, J. Lambert and L. Savard. 2010b. Preliminary results in the groundfish and shrimp multidisciplinary survey from August 2009 in the northern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Data Report on Fisheries and Aquatic Sciences*, 1226: xii + 72 pp.
- Bourne, W.R.P. 1979. Birds and gas flares. *Marine Pollution Bulletin*, 10: 124-125.
- Boussard, A. 1981. The reactions of roach (*Rutilus rutilus*) and rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) to noises produced by high speed boating. Pp. 188-200. In: *Proceedings of the 2nd British Freshwater Fisheries Conference*.
- Bowen, W.D., S.L. Elis, S.J. Iverson and D.J. Boness. 2001. Maternal effects on offspring growth rate and weaning mass in harbour seals. *Canadian Journal of Zoology*, 79: 1088-1101.
- Bowles, A.E., M. Smultea, B. Würsig, D.P. DeMaster and D. Palka. 1994. Relative abundance and behavior of marine mammals exposed to transmissions from the Heard Island Feasibility Test. *Journal of the Acoustical Society of America*, 96: 2469-2484.
- Boyne, A.W., and J.T. Beukens. 2004. Census of gulls and other seabirds along the coast of mainland Nova Scotia – 2002. *Canadian Wildlife Service Technical Report Series*, 409 (Atlantic Region): 22 pp.
- Boyne, A.W., and J.K. Hudson. 2002. Census of terns and other colonial waterbirds along the Gulf of St. Lawrence coast of New Brunswick – 2000. *Canadian Wildlife Service Technical Report Series*, 397 (Atlantic Region): 29 pp.
- Brandsma, M.G. 1996. Computer simulations of oil-based mud cuttings discharges in the North Sea. Pp. 25-40. In: *The Physical and Biological Effects of Processed Oily Drill Cuttings (Summary Report)*. E&P Forum, London, UK.
- Brandsma, M.G., L.R. Davis, R.C. Ayers, Jr. and T.C. Sauer, Jr. 1980. A computer model to predict the short-term fate of drilling discharges in the marine environment. Pp. 588-608. In: *Proceedings of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings*, January 21-24, 1980, Volume I, Lake Buena Vista, FL.
- Brazner, J.C. and J. McMillan. 2008. Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) bycatch in Canadian pelagic longline fisheries: Relative importance in the western north Atlantic and opportunities for mitigation. *Fisheries Research*, 91: 310-324.
- Breithaupt, T. 2002. Sound perception in aquatic crustaceans. Pp. 548-558. In: K. Wiese (ed.), *The Crustacean Nervous System*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany. 623 pp.
- Brennin, R., B.W. Murray, M.K. Friesen, L.D. Maiers, J.W. Clayton and B.N. White. 1997. Population genetic structure of beluga whales (*Delphinapterus leucas*): Mitochondrial DNA sequence variation within and among North American populations. *Canadian Journal of Zoology*, 75 (5): 795-802.

- Breuer, E., A.G. Stevenson, J.A. Howe, J. Carroll and G.B. Shimmield. 2004. Drill cutting accumulations in the northern and central North Sea: A review of environmental interactions and chemical fate. *Marine Pollution Bulletin*, 48: 12-25.
- Brodie, P.F. 1981. Energetic and behavioural considerations with respect to marine mammals and disturbance from underwater noise. Pp. 287-290. In: N.M. Peterson (ed.). *The Question of Sound from Icebreaker Operations: Proceedings of a Workshop*. Arctic Pilot Project, Petro-Canada, Calgary, AB. 350 pp.
- Brooke, S.D., M.W. Holmes and C.M. Young, C.M. 2009. Sediment tolerance of two different morphotypes of the deep-sea coral *Lophelia pertusa* from the Gulf of Mexico. *Marine Ecology-Progress Series*, 390: 137-144.
- Brown, M.W., D. Fenton, K. Smedbol, C. Merriman, K. Robichaud-Leblanc and J.D. Conway. 2009. *Recovery Strategy for the North Atlantic Right Whale (Eubalaena glacialis) in Atlantic Canadian Waters [Final]*. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada. vi + 66 pp.
- Brown, R.G.B. 1986. *Revised Atlas of Eastern Canadian Seabirds. 1. Shipboard Surveys*. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, NS, and Canadian Wildlife Service, Ottawa, ON. 111 pp.
- Brown Gladden, J.G., P.F. Brodie and J.W. Clayton. 1999a. Mitochondrial DNA used to identify an extralimital beluga whale (*Delphinapterus leucas*) from Nova Scotia as originating from the St. Lawrence population. *Marine Mammal Science*, 15: 556-558.
- Brown Gladden, J.G. and J.W. Clayton. 1993. Variable nucleotide sequences of control region mitochondrial DNA and population structure in North American beluga whales. In: *Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, November 11-15, 1993, Galveston, TX.
- Brown Gladden, J.G., M.M. Ferguson and J.W. Clayton. 1997. Matriarchal genetic population structure of North America beluga whales (*Delphinapterus leucas*) (Cetacea: Monodontidae). *Molecular Ecology*, 6: 1033-1046.
- Brown Gladden, J.G., M.M. Ferguson, M.K. Frieses and J.W. Clayton. 1999b. Population structure of North America beluga whale (*Delphinapterus leucas*) based on nuclear DNA microsatellite variation and contrasted with the population structure revealed by mitochondrial DNA variation. *Molecular Ecology*, 8: 347-363
- Budelmann, B.U. 1992. Hearing in crustacea. Pp. 131-139. In: D.B. Webster, R.R. Fay and A.N. Popper (eds.). *The Evolutionary Biology of Hearing*, Springer-Verlag, Berlin.
- Burger, A.E. 1993. Estimating the mortality of seabirds following oil spills: Effects of spill volume. *Marine Pollution Bulletin*, 26: 40-143.
- Burns, J.J. 2002. Harbour seal and spotted seal *Phoca vitulina* and *P. largha*. Pp. 552-560. In: W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, CA. 1414 pp.
- Buscaino, G., F. Filiciotto, G. Buffa, A. Bellante, V. Di Stefano, A. Assenza, F. Fazio, G. Caola and S. Mazzola. 2010. Impact of an acoustic stimulus on the motility and blood parameters of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) and gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Marine Environmental Research*, 69: 136-142

- Butler, R.G., A. Harfenist, F.A. Leighton and D.B. Peakall. 1988. Impact of sublethal oil and emulsion exposure on the reproductive success of Leach's storm-petrels: Short and long-term effects. *Journal of Applied Ecology*, 25: 125-143.
- Cairns, D.K. and R.D. Elliot. 1987. Oil spill impact assessment for seabirds: The role of refugia and growth centres. *Biological Conservation*, 40: 1-9.
- Campbell, C., M.J. Duchesne and A. Bolduc. 2008. Geomorphological and Geophysical Evidence of Holocene Instability on the Southern Slope of the Lower St. Lawrence Estuary, Québec. Paper presented at the 4e conférence canadienne sur les géorisques: des causes à la gestion – 4<sup>th</sup> Canadian conference on geohazards: from causes to management, Québec.
- Campbell, J.S. and J.M. Simms. 2009. *Status Report on Coral and Sponge Conservation in Canada*. Fisheries and Oceans Canada: vii + 87 pp. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/340259E.pdf>
- Canada Coast Guard. 1999. *Prevention of Oiled Wildlife*. Report to Minister of Fisheries and Oceans, Transport and Environment, Canadian Coast Guard, St. John's, NL.
- Canadian Wildlife Service Waterfowl Committee. 2008. Population status of migratory game birds in Canada. *CWS Migratory Birds Regulatory Report*, No. 25: 92 pp.
- Candler, J., E.S. Hoskin, M. Churan, C.W. Lai and M. Freeman. 1995. *Seafloor Monitoring for Synthetic-Based Mud Discharge in the Western Gulf of Mexico*. Paper presented at the SPE/USEPA Exploration and Production Environmental Conference held in Houston, TX, 27-29 March 1995.
- CAPP (Canadian Association of Petroleum Producers). 2001a. *Offshore Drilling Waste Management Review. Technical Report*, 2001-0007: 268 pp.
- CAPP (Canadian Association of Petroleum Producers). 2001b. *Drilling an Offshore Well*. Canadian Association of Petroleum Producers, Calgary, AB. 6 pp.
- Cargnelli, L.M., S.J. Griesbach, P.L. Berrien, W.W. Morse and D.L. Johnson. 1999a. Haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, life history and habitat characteristics. *National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE-128: 31 pp.
- Cargnelli, L.M., S.J. Griesbach, D.B. Packer, P.L. Berrien, D.L. Johnson and W.W. Morse. 1999b. Pollock, *Pollachius virens*, life history and habitat characteristics. *National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE-131: 30 pp.
- Cargnelli, L.M. S.J. Griesbach, D.B. Packer, P.L. Berrien, W.W. Morse and D.L. Johnson. 1999c. Witch flounder, *Glyptocephalus cynoglossus*, life history and habitat characteristics. *National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE-139: 29 pp.
- Cauchon-Voyer, G., J. Locat and G. St-Onge. 2007. Submarine mass movements in the Betsiamites area, Lower St. Lawrence Estuary, Québec Canada. Pp. 233-241. In: Lykousis, V., Dimitris, S., and Locat, J. (eds), *Submarine Mass Movements and Their Consequences, III*, Springer, The Netherlands.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 2002. *Canadian Environmental Quality Guidelines - Update*. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, MB.

- CEA Agency (Canadian Environmental Assessment Agency). 1994. Determining Whether a Project is Likely to Cause Significant Adverse Environmental Effects: Reference Guide.
- CEA Agency (Canadian Environmental Assessment Agency). 2008. Addressing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act: Operational Policy Statement. Updated November 2007.
- CGG Veritas. 2011. *What are Gas Hydrates?* Available at <http://www.cggveritas.com/>
- Chadwick, M. 2004. Proceedings of the peer review on potential impacts of seismic energy on snow crab. *Canadian Science Advisory Secretariat Proceedings Series*, 2004/045.
- Chapman, C.J. and A.D. Hawkins. 1969. The importance of sound in fish behaviour in relation to capture by trawls. Pp. 717-729. In: *Proceedings of the FAO Conference on Fish Behaviour in Relation to Fishing Techniques and Tactics. FAO Fisheries Report*, 62(3).
- Chardine, J.W. 1995. The distribution and abundance of aquatic birds in Canada in relation to the threat of oil pollution. Pp. 23-36. In: L. Frink, K. Ball-Weir and C. Smith (eds.). *Wildlife and Oil Spills: Response, Research, and Contingency Plan*, Tri-State Bird Rescue and Research, DE.
- Charlottetown Harbour Authority Inc. No Date. *Historic Charlottetown Seaport*. Available at: [www.historiccharlottetownseaport.com](http://www.historiccharlottetownseaport.com)
- Chessels, M., D.W. Hawker and D.W. Connell. 1993. Influence of solubility in lipid on bioconcentration of hydrophobic compounds. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 23: 260-273.
- Chiperzak D.B., F. Saurette and P. Raddi. 1995. First record of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Beaufort Sea. *Arctic*, 48(4): 368-371.
- Christian, J.R., A. Mathieu, D.H. Thomson, D. White, and R.A. Buchanan. 2003. *Effect of Seismic Energy on Snow Crab (Chionoecetes opilio)*. Report by LGL Ltd., St. John's, NL, for Environmental Studies Research Fund (ESRF), Calgary, AB. 56 pp.
- Christian, J.R., A. Mathieu, D.H. Thomson, D. White and R.A. Buchanan. 2004. Effect of seismic energy on snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Environmental Studies Research Funds Report*, 144: 106 pp.
- Cimberg, R.L., T. Gerrodette and K. Muzik. 1981. *Habitat Requirements and Expected Distribution of Alaska Coral*. Final Report, Research Unit No. 601, U.S. Office of Marine Pollution Assessment, Alaska Office. 54 pp. + Appendices.
- Citta, J.J., L.T. Quakenbush, R.J. Small and J.C. George. 2007. *Movements of a Tagged Bowhead Whale in the Vicinity of a Seismic Survey in the Beaufort Sea*. Alaska Department of Fish and Game.
- Clark, C.W. and W.T. Ellison. 2004. Potential use of low-frequency sounds by baleen whales for probing the environment: Evidence from models and empirical measurements. Pp. 564-589. In: J.A. Thomas, C.F. Moss and M. Vater (eds.). *Echolocation in Bats and Dolphins*, University of Chicago Press, Chicago, IL. 604 pp.
- Clark, R.B. 1984. Impact of oil pollution on seabirds. *Environmental Pollution*, 33: 1-22.

- C-NLOPB (Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board). 2002. Compensation Guidelines for Respecting Damages Relating to Offshore Petroleum Activity.
- C-NLOPB (Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board). 2011a. Corridor Resources Inc. Exploratory Drilling Program on the Old Harry Prospect, Exploration Licence 1105.
- C-NLOPB (Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board). 2011b. *Geophysical, Geological, Environmental and Geotechnical Program Guidelines*. iii + 30 pp. Available at URL: <http://www.cnlopb.nl.ca/pdfs/guidelines/ggegpg.pdf>
- C-NLOPB (Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board). 2011c. *Spill Statistics*. Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board, St. John's. Available at: [www.cnlopb.nl.ca/env\\_stat.shtml](http://www.cnlopb.nl.ca/env_stat.shtml) [accessed January 2011]
- C-NLOPB and CNSOPB (Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board and Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board). 2011. *Drilling and Production Guidelines*. xi + 124 pp.
- Coad, B.W., H. Waszczuk and I. Labignan. 1997. *Encyclopedia of Canadian Fishes*. Canadian Museum of Nature. 928 pp.
- Cogswell, A.T., E.L.R. Kenchington, C.G. Lirette, K. Maclsaac, M.M. Best, L.I. Beazley and J. Vickers. 2009. The current state of knowledge concerning the distribution of coral in the Maritime Provinces. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2855: v + 66 pp.
- Cohen, D.M., T. Inada, T. Iwamoto and N. Scialabba. 1990. *FAO Species Catalogue. Vol 10 Gadiform Fishes of the World*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Fisheries Synopsis No. 125: 442 pp.
- Collette, B.B. and G. Klein-Macphee. 2002. *Bigelow and Schroeder's Fishes of the Gulf of Maine. Third Edition*. Smithsonian Books. 882 pp.
- Collins, N., J. Cook, M. Reese, S. Martin, R. Pitt, S. Canning, P. Stewart and M. MacNeil. 2002. *Environmental Impact Assessment of a 2D Seismic Survey in Sydney Bight*. Prepared for Hunt Oil Company of Canada, Inc. et al. 2002.
- Cochonot, P., D. Masson, A. Armigliato, B. Bornhold, A. Camerlenghi, N. Cagatay, P. Favali, T. Kvalstad, A. Kopf, V. Lykousis, J.M. Miranda and R. Urgeles Esclasans. 2007. History, monitoring and prediction of geohazards. Pp. 9-15. In: P. Cochonat, S. Dürr, V. Gunn, P. Herzig, C. Mevel, J. Mienert, R. Schneider, P.P.E. Weaver and A. Winkler (eds.). *The Deep-Sea Frontier: Science Challenges for a Sustainable Future*. 52 pp.
- Cook, F.R. 1984. *Introduction to Canadian Amphibians and Reptiles*. National Museum of Natural Sciences, National Museums of Canada, Ottawa, ON. 200 pp.
- Cook, M.L.H., R.A. Varela, J.D. Goldstein, S.D. McCulloch, G.D. Bossart, J.J. Finneran, D. Houser and A. Mann. 2006. Beaked whale auditory evoked potential hearing measurements. *Journal of Comparative Physiology A*, 192: 489-495.
- Cordah. 1998. *Review of Drill Cuttings Piles in the North Sea*. Report for the Offshore Decommissioning Communications Project. Cordah Environmental Consultants, Aberdeen, Scotland. 90 pp.

- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2000. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Barrow's Goldeneye Bucephala islandica, Eastern Population, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 65 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2001. *COSEWIC assessment and update status report on the leatherback turtle Dermochelys coriacea in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 25 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2002a. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Northern Bottlenose Whale Hyperoodon ampullatus (Scotian shelf population) in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vi + 22 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2003a. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Atlantic cod Gadus morhua in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. xi + 76 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2003b. *COSEWIC assessment and status report on the cusk Brosme Brosme in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vi + 30 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2003c. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Humpback Whale Megaptera novaeangliae in Canada; North Pacific Population; Western North Atlantic Population*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. 25 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2003d. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Sei Whale Balaenoptera borealis in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, ON. vii +27 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2004a. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Porbeagle Shark Lamna nasus in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 43 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2004b. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Striped Bass Morone saxatilis in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 43pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2004c. *COSEWIC assessment and update status report on the beluga whale Delphinapterus leucas in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON.
- COSWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2005a. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Winter Skate Leucoraja ocellata in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 41pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada).2005b. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Fin Whale Balaenoptera physalus in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. ix + 37 pp.



- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2006a. *COSEWIC Assessment and Status Report on the White Shark *Carcharodon carcharias* (Atlantic and Pacific populations) in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 31 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2006b. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Blue Shark *Prionace glauca* (Atlantic and Pacific populations) in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 46 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2006c. *COSEWIC Assessment and Status Report on the American Eel *Anguilla rostrata* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. x + 71 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2006d. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Ivory Gull *Pagophila eburnea* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vi + 42 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2007. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Roughead Grenadier *Macrouris berglax* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 40 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2008a. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Roundnose Grenadier *Coryphaenoides rupestris* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 42 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2008b. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Killer Whale *Orcinus orca*, Southern Resident Population, Northern Resident Population, West Coast Transient Population, Offshore population and Northwest Atlantic / Eastern Arctic Population, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. viii + 65 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2009a. *COSEWIC Assessment and Status Report on the American Plaice *Hippoglossoides platessoides*, Maritime Population, Newfoundland and Labrador Population and Arctic Population, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. x + 74 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2009b. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Basking Shark *Cetorhinus maximus*, Atlantic Population, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. viii + 56 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2009c. *COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Roseate Tern *Sterna dougallii* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 48 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2009d. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Horned Grebe *Podiceps auritus*, Western Population and Magdalen Islands Population, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 42 pp.

- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2010a. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Atlantic Cod *Gadus morhua* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. viii + 105 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2010b. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Deepwater Redfish / Acadian Redfish Complex *Sebastes mentella* and *Sebastes fasciatus*, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. x + 80 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2010c. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Spiny Dogfish *Squalus acanthias*, Atlantic Population, in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. vii + 50 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2010d. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Atlantic Salmon *Salmo Salar* (Nunavik population, Labrador population, Southwest Newfoundland population, South Newfoundland population, Southwest Newfoundland population, Northwest Newfoundland population, Quebec Eastern North Shore population, Quebec Western North Shore population, Anticosti Island population, Inner St. Lawrence population, Lake Ontario population, Gaspé-Southern Gulf of St. Lawrence population, Eastern Cape Breton population, Nova Scotia Southern Upland population, Inner Bay of Fundy population, Outer Bay of Fundy population) in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. xvii + 136 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2010e. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Loggerhead Sea Turtle *Caretta caretta* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. viii + 75 pp.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2011. *COSEWIC Assessment and Status Report on the Atlantic Sturgeon *Acipenser oxyrinchus* in Canada*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, ON. xiii + 50 pp.
- Cotter, R, and J.-F. Rail. 2007. Third census of seabird populations of the Gaspé Peninsula, Québec, 2002. *Canadian Field-Naturalist*, 121(3): 274-286.
- Cranford P.J. 1995. Relationship between food quantity and quality and absorption efficiency in sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 189: 123-142.
- Cranford, P.J. S.L. Armsworthy, S. McGee, T. King, K. Lee and G.H. Tremblay. 2005. Scallops as sentinel organisms for offshore environmental effects monitoring. Pp. 267-296. In: S.L. Armsworthy, P.J. Cranford and K. Lee (eds.). *Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring: Approaches and Technologies*, Battelle Press, Columbus, OH. 631 pp.
- Cranford P.J. and D.C. Gordon, Jr. 1992. The influence of dilute clay suspensions on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. *Netherlands Journal of Sea Research*, 30: 107-120.
- Cranford, P.J., D.C. Gordon Jr., K. Lee, S.L. Armsworthy and G.-H. Tremblay. 1999. Chronic toxicity and physical disturbance effects of water- and oil-based drilling fluids and some major constituents on adult sea scallops (*Placopecten magellanicus*). *Marine Environmental Research*, 48: 225-256.

- Cranford, P., K. Querbach, G. Maillet, K. Lee, J. Grant and C. Taggart. 1998. Report on the Georges Bank Review Panel: Sensitivity of Larvae to Drilling Wastes, Part A: Effects of Water-based Drilling Mud on Early Life Stages of Haddock, Lobster and Sea Scallop and Part B: Effects of Produced Water on Early Life Stages of Haddock, Lobster and Sea Scallop. Fisheries and Oceans Canada and Dalhousie University, Halifax, NS.
- Cripps, G.C. and J.R. Shears. 1997. The fate in the marine environment of a minor diesel fuel spill from an Antarctic research station. *Environmental Monitoring and Assessment*, 46: 221-232.
- Cummings, W.C. and P.O. Thompson. 1971. Underwater sounds from blue whale, *Balaenoptera musculus*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 50: 1193-1198.
- Curran, K.J., P.S. Hill and T.G. Milligan. 2002. The role of particle aggregation in size-dependent deposition of drill mud. *Continental Shelf Research*, 22: 405-416.
- Daan, R. and M. Mulder. 1993. *A Study on Possible Environmental Effects of WBM Cuttings Discharge in the North Sea, One Year after Termination of Drilling*. NIOZ Report 1993-16 from the Netherlands Institute of Sea Research, Texel, the Netherlands. 17 pp.
- Daan, R. and M. Mulder. 1996. On the short-term and long-term impacts of drilling activities in the Dutch sector of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 1036-1044.
- Dalen, J., E. Dragsund, A. Næss and O. Sand. 2007. *Effects of Seismic Surveys of Fish, Fish Catches and Sea Mammals*. Report prepared for the Cooperation Group - Fishing Industry and Petroleum industry, Report No, 2007-0512. 27 pp. + Appendix.
- Dalen, J. and G.M. Knudsen. 1987. Scaring effects in fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic explorations. In: *Symposium on Underwater Acoustics*, Halifax, 1986.
- Dahlheim, M.E. and C.O. Matkin. 1994. Assessment of injuries to Prince William Sound killer whales. Pp. 163-171. In: T.R. Loughlin (ed.). *Marine Mammals and the Exxon Valdez*, Academic Press, San Diego, CA. 395 pp.
- Dalley, E.L., J.T. Anderson and D.J. Davis. 2000. Short term fluctuations in the pelagic ecosystem of the northwest Atlantic. *Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document*, 2000/101: 36 pp.
- Dallmeyer, D.G., J.W. Porter and G.J. Smith. 1982. Effects of particulate peat on the behavior and physiology of the Jamaican reef-building coral *Montastrea annularis*. *Marine Biology*, 68: 229-233.
- Davis, R.A., C.R. Greene, Jr., C.R. Evans, S.R. Johnson and W.R. Koski. 1987. *Responses of Bowhead Whales to an Offshore Drilling Operation in the Alaskan Beaufort Sea, Autumn 1986*. LGL Limited, King City, ON and Greenbridge Sciences Inc., Santa Barbara, CA. Report 15, November 1987, for Shell Western E&P Inc., Anchorage, AK.
- Davis, R.A., D.H. Thomson and C.I. Malme. 1998. *Environmental Assessment of Seismic Exploration on the Scotian Shelf*. Prepared for Mobil Oil Canada Properties Ltd., Shell Canada Ltd., and Imperial Oil Ltd.

- Day, R.H., S.M. Murphy, J.A. Wiens, G.D. Hayward, E.J. Harner and L.N. Smith. 1995. Use of oil-affected habitats by birds after the Exxon Valdez oil spill. Pp. 726-761. In: P.G. Wells, J.N. Butler and J.S. Hughes (eds.). *Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 965 pp.
- Dean, T.A. and S.C. Jewett. 2001. Habitat-specific recovery of shallow subtidal communities following the *Exxon Valdez* oil spill. *Ecological Applications*, 11(5): 1456-1471.
- de Lafontaine, Y. 1990. Ichthyoplankton communities in the Gulf of St. Lawrence Estuary: Composition and dynamics. In: M. El-Sabh and N. Silverberg (eds.). *Oceanography of a Large-Scale Estuarine System: The St. Lawrence. Coastal and Estuarine Studies*, No. 39. Springer-Verlag, New York, NY.
- de Lafontaine, Y., S. Demers and J. Runge. 1991. Pelagic food web interactions and productivity in the Gulf of St. Lawrence: A perspective. Pp. 99-123. In: J.C. Therriault (ed.). *The Gulf of St. Lawrence: Small Ocean or Big Estuary? Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences*, 113.
- Deloitte Petroleum Services. 2010. *List of Offshore Petroleum Wells to May 31, 2010*. Report generated on request from Deloitte LLP. London, England.
- Delvigne, G.A.L. 1996. Laboratory investigations on the fate and physicochemical properties of drill cuttings after discharge into the sea. Pp 16-24. In: *The Physical and Biological Effects of Processed Oil Drill Cuttings (Summary Report)*. E&P Forum, London, UK.
- de March, B.G.E., L.D. Maiers and M.K. Friesen. 2002. An overview of genetic relationships of Canadian and adjacent populations of belugas (*Delphinapterus leucas*) with emphasis on Baffin Bay and Canadian eastern Arctic populations. *NAMMCO Scientific Publications*, 4: 17-38.
- de March, B.G.E. and L.D. Postma. 2003. Molecular genetic stock discrimination of belugas (*Delphinapterus leucas*) hunted in eastern Hudson bay, northern Québec, Hudson strait, and Sanikiluaq (Belcher island), Canada, and comparisons to adjacent populations. *Arctic*, 56: 111-124.
- Den Hartog, C. and R.P.W.M. Jacobs. 1980. Effects of the "Amoco Cadiz" oil spill on an eelgrass community at Roscoff (France) with special reference to the mobile benthic fauna. *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 33: 182-191.
- Department of Development. 1981. *Site Locations for Onshore Petroleum-related Developments: Preliminary Analysis of Sites*. 390 pp.
- De Robertis A., V. Hjellvik, N.J. Williamson and C.D. Wilson. 2008. Silent ships do not always encounter more fish: comparison of acoustic backscatter recorded by a noise-reduced and a conventional research vessel. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 623-635.
- DFO (Department of Fisheries and Oceans). 1992. A review of lobster (*Homarus americanus*) landing trends in the Northwest Atlantic, 1947-86. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 14: 115-127.
- DFO (Department of Fisheries and Oceans). 1996. Southern Gulf of St. Lawrence Sea Scallop. *DFO Science Stock Status Report*, 1996/104E: 3 pp.

- DFO (Department of Fisheries and Oceans). 1997. Whelk in the Coastal Waters of Quebec. *DFO Science Stock Status Report*, C4-09: 5 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 1998. Southern Gulf of St. Lawrence sea scallop. *DFO Science Stock Status Report*, C3-16: 5 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 1999a. *Ice Navigation in Canadian Waters*. Published by Icebreaking Program, Navigational Services Directorate, Fisheries and Oceans Canada, Canadian Coast Guard, Ottawa, ON. xi + 182 pp. + annexes.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 1999b. Pollock in Division 4VWX and SA5Z. *DFO Science Stock Status Report*, A3-13: 7 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 1999c. Subdivision 3PS Pollock. *DFO Science Stock Status Report*, A2-07: 3 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2000a. Rock crab - Eastern Nova Scotia. *DFO Science Stock Status Report*, C3-05: 5 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2000b. Gulf of St. Lawrence (4RST) Greenland Halibut. *DFO Science Stock Assessment Report*, A4-03: 7 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2000c. Monkfish in Divisions 3L, 3N, 3O and Subdivision 3Ps. *DFO Science Stock Status Report*, A2-20: 4 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2000d. Northwest Atlantic harp seals. *DFO Stock Status Report*, E1-01: 7 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2001. Update on the status of redfish stocks in the Northwest Atlantic: Redfish in Units 1 and 2 and Division 3O. *DFO Science Stock Status Report*, A1-01 (2001): 22 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2003. Newfoundland lobster. *Science Stock Status Report*, 2003/022: 11 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2004a. Unit 1 redfish – 2003 update. *DFO Canadian Science Advisory Secretariat Stock Status Report*, 2004/015: 6 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2004b. Northern shrimp. *Canadian Science Advisory Secretariat Stock Status Report*, 2004/022: 8 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2004c. Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas. *Canadian Science Advisory Secretariat Ecosystem Status Report*, 2004/006: 15 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2004d. Review of scientific information on impacts of seismic sound on fish, invertebrates, marine turtles and marine mammals. *Canadian Science Advisory Secretariat Habitat Status Report*, 2004/002: 15 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2004e. Allowable harm assessment for spotted and northern wolffish. *Canadian Science Advisory Secretariat Stock Status Report*, 2004/031: 5 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2005a. *The Gulf, A Unique Ecosystem*. Oceans and Science Branch.

- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2005b. Recover potential and assessment of Cumberland Sound, Ungava Bay, Eastern Hudson Bay and St. Lawrence beluga populations (*Delphinapterus leucas*). *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2005/036.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2005c. *Changes in Eelgrass (Zostera marina) in southern Gulf of St. Lawrence Estuaries DFO Fact Sheet*. Available at: <http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/e0006825> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2005d. White hake in the southern Gulf of St. Lawrence (div. 4T). *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2005/009: 6 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2005e. *Towards a recovery strategy for Gulf of St. Lawrence Cod Stocks - Canada-Quebec Cod Action Team Cod Rebuilding Strategy*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/initiatives/cod-morue/strategie-qc-eng.htm>
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2006a. Assessment of Quebec coastal waters whelk stocks in 2005. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2006/001: 9 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2006b. Atlantic Halibut on the Scotian Shelf and Southern Grand Banks Div.3NOPs4VWX). *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2006/038: 9 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2007a. Integrated Fisheries Management Plan Atlantic Mackerel.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2007b. Ecologically and Biologically Significant Areas (EBSA) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence: Identification and characterization. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2007/016: 14 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2008. *Overview of the Atlantic Seal Hunt, 2006 – 2010*. Available at <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/seal-phoque/reports-rapports/mgtplan-plangest0610/mgtplan-plangest0610-eng.htm#re3>
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009a. State of the ocean 2008: Physical oceanographic conditions in the Gulf of St. Lawrence. *Canadian Science Advisory Secretariat Advisory Report*, 2009/019: 19 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009b. Assessment of cod stock in the northern Gulf of St. Lawrence (3Pn, 4RS) in 2008. *DFO Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/010: 15 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009c. Available information for preparation of the western Atlantic bluefin tuna (*Thynnus thynnus*) COSEWIC Status Report. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2009/035: 189 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009d. Distribution and description of eelgrass beds in Quebec. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2009/50: 45 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009e. Does eelgrass (*Zostera marina*) meet the criteria as an ecologically significant species? *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/018: 11 pp.

- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009f. *Underwater World: North American Lobster of the Northwest Atlantic*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-sm/articles/americanlobster-homarddamerique-eng.html> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009g. Assessment of American lobster in Newfoundland. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/026: 9 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009h. Assessment of lobster stocks of the Magdalen Islands (LFA 22) in 2008. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/013: 13 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009i. Assessment of Newfoundland and Labrador snow crab. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/045: 43 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009j. *Underwater World: Snow Crab of the Northwestern Atlantic*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-sm/articles/americanlobster-homarddamerique-eng.html> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009k. Assessment of shrimp stocks in the Estuary and Gulf of St. Lawrence in 2008. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/001: 12 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009l. Stock assessment of Atlantic halibut of the Gulf of St. Lawrence (Divisions 4RST) in 2008. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/023: 14 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009m. *Underwater World: White Hake of the Northwestern Atlantic*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-sm/articles/whitehake-merlucheblanche-eng.html> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009n. *Underwater World: Witch Flounder of the Northwestern Atlantic*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-sm/articles/witchflounder-pliegrise-eng.htm> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009o. *Underwater World: Yellowtail Flounder of the Northwestern Atlantic*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-sm/articles/yellowtailflounder-limandeaqueuejaune-eng.html> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009p. *Large Ocean Management Areas*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/marineareas-zonesmarines/loma-zego/index-eng.htm>
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009q. Conservation objectives for the Ecologically and Biologically Significant Areas (EBSA) of the Estuary and Gulf of St. Lawrence. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/049: 10 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2009r. Assessment of cod in the southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2009/007.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010a. Assessment of cod stock in the northern Gulf of St. Lawrence (3Pn, 4RS) in 2009. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/011: 13 pp.

- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010b. Recovery potential assessment for roundnose grenadier, *Coryphaenoides rupestris*. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/021: 11 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010c. Status of American eel and progress on achieving management goals. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/062: 26 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010d. Recovery Strategy for the Northern Bottlenose Whale, Scotian Shelf population, in Atlantic Canadian Waters. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada. vi + 61 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010e. Recovery potential assessment for loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in Atlantic Canada. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/042: 11 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010f. Snow Crab – Newfoundland and Labrador Region – 2009-2011. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/peches-fisheries/ifmp-gmp/snow-crab-neige/snow-crab-neiges2009-eng.htm#a5> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010g. The 2009 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F). *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2010/091: 91 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010h. Assessment of snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F). *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/015: 21 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010i. Rock crab of the coastal waters of Quebec in 2009. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/010: 14 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010j. Assessment of the NAFO Division 4T southern Gulf of St. Lawrence herring stocks in 2009. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2010/059: 153 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010k. Assessment of Atlantic herring in the southern Gulf of St. Lawrence (NAFO Div. 4T). *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/023: 19 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010l. Assessment of the Greenland halibut stock in the Gulf of St. Lawrence (4RST) in 2009. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/028: 14 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010m. *Underwater World: Witch Flounder*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-msm/articles/witchflounder-pliegrise-eng.htm> [accessed in February and March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010n. Assessment of redfish stocks (*Sebastes fasciatus* and *S. mentella*) in Units 1 and 2 in 2009. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/037: 20 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010o. *Non-cod Groundfish Species in the Gulf of St. Lawrence (NAFO Areas 4RST, 3Pn)*. Available at [www.dfo-mpo.gc.ca/decisions/fm-2010-gp.atl-059-eng.htm](http://www.dfo-mpo.gc.ca/decisions/fm-2010-gp.atl-059-eng.htm)



- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010p. *2010 Total Allowable Catches and New Conservation Measures for Non-Cod Groundfish in the Gulf of St. Lawrence*. Notice to Fish Harvesters posted from Moncton, Québec City, Dartmouth, Corner Brook on May 27, 2010. Available at: <http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/e0011134>
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2010q. *2010/2011 Newfoundland and Labrador Angler's Guide*. 40 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011a. *WebTide Tidal Prediction Model*. Available at: [http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal\\_hydrodynamics/WebTide/webtide.html](http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/WebTide/webtide.html)
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011b. *WebDrogue Drift Prediction Model v0.7*. Available at: [http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal\\_hydrodynamics/WebDrogue/webdrogue.html](http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/WebDrogue/webdrogue.html)
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011c. *Canadian East Coast Ocean Model (CECOM)*. Available at: [http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/icemodel/ice\\_ocean\\_forecast.html](http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/icemodel/ice_ocean_forecast.html)
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011d. *The Gulf of St. Lawrence Climatology*. Available at: <http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/gsl/gslmap.html>
- DFO. (Fisheries and Oceans Canada). 2011e. *Recovery Strategy for the Beluga Whale (Delphinapterus leucas) St. Lawrence Estuary Population in Canada [Proposed]*. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. x+ 88 pp.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011f. Recovery potential assessment for northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) in Canada. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report, 2011/031*.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011g. *Online Cartography – Salt Marsh Distribution*. Available at: <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/habitat/en/cartographie.htm> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011h. *Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP)*. Available at: <http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/azmp-pmza/index-eng.html> [accessed in April 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011i. *Underwater World: Atlantic Halibut*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Science/publications/uww-msm/articles/atlantichalibut-fletanatlantique-eng.html>
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011j. *Marine Mammals*. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/aquatic-aquatique/browse-mmam-eng.htm> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011k. *Laurentian Channel Area of Interest*. Available at: <http://www.nfl.dfo-mpo.gc.ca/LC-CL> [accessed in March 2011].
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011l. Fish Catch Data. Statistical fisheries catch data provided by DFO's Gulf, Quebec, Maritime and Newfoundland and Labrador Regions.

- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011m. *Social, Economic and Cultural Overview of Western Newfoundland and Southern Labrador*. Oceans, Habitat and Species at Risk Publication Series, Newfoundland and Labrador Region, No.0008: xx + 173p.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011n. *Synopsis of the Social, Economic, and Cultural Overview of the Gulf of St. Lawrence*. Oceans, Habitat and Species at Risk Publication Series, Newfoundland and Labrador Region, No. 0005: vi + 32 pp.
- Dickins, D.F. and I.A. Buist. 1981. *Oil and Gas Under Sea Ice Study*. Report to the Canadian Offshore Oil Spill Research Association, Calgary, AB.
- Dinmore T.A., D.E. Duplisea, B.D. Rackam, D.L. Maxwell and S. Jennings. 2003. Impact of a largescale area closure on patterns of fishing disturbance and the consequences for benthic communities. *ICES Journal of Marine Science*, 60(2): 371-380.
- Doksæter, L., P.H. Kvadsheim, O.R. Godø, N.O. Handegard, C. Donovan, F.P. Lam and P.J.O. Miller. 2009. Behavioral responses of herring (*Clupea harengus*) to 1-2 and 6-7 kHz sonar signals and killer whale feeding sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125: 554-564.
- Drinkwater, K.F. and D. Gilbert. 2004. Hydrographic variability in the waters of the Gulf of St. Lawrence, the Scotian Shelf and the Eastern Gulf of Maine (NAFO Subarea 4) during 1991-2000. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 34: 83-99.
- Dufour, R., H. Benoit, M. Castonguay, J. Chassé, L. Devine, P. Galbraith, M. Harvey, P. Larouche, S. Lessard, B. Petrie, L. Savard, C. Savenkoff, L. St-Amand And M. Starr. 2010. Ecosystem status and trends report: Estuary and Gulf of St. Lawrence ecozone. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2010/030: 187 pp.
- Dufour, R. and P. Ouellet (Editors). 2007. Estuary and Gulf of St. Lawrence marine ecosystem overview and assessment report. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2744E: vii + 112 pp.
- Duke, T.W., P.R. Parrish, R.M. Montgomery, S.D. Macauley, J.M. Macauley and G.M. Cripe. 1984. *Acute Toxicity of Eight Laboratory-prepared Generic Drilling Fluids to Mysids (Mysidopsis bahia)*. EPA-600/S3-84-067. US Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Gulf Breeze, FL.
- Dupond F, C.G. Hannah, D.A. Greenberg, J.Y. Cherniawsky and C.E. Naimie. 2002. Modelling system for tides for the Northwest Atlantic Coastal Ocean. *Canadian Technical Report of Hydrograph and Ocean Sciences*, 221: 70 pp.
- Durell, G., S. Johnsen, T. Røe Utvik, T. Frost and J. Neff. 2005. Produced water discharges to the North Sea. Part I: Comparison of deployed blue mussels (*Mytilus edulis*), semi permeable membrane devices (SPMDs), and dispersion model predictions to estimate polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) dispersion in receiving waters. *Marine Environmental Research*, 62(3): 194-223, doi:10.1016/j.marenvres.2006.03.013.
- Dutil, J.-D., S. Proulx, S. Hurtubise and J. Gauthier. 2010. Recent findings on the life history and catches of wolffish (*Anarhichas* sp.) in research surveys and in the Sentinel Fisheries and Observer Program for the Estuary and Gulf of St. Lawrence. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2010/126: x + 71 pp.

- Dutz, J. 2002. Effect slib op zoöplankton. In: 3.6 & 3.8 Coagulatie en sedimentatie van algen door slib. Invloed slib op graasgedrag mesozooplankton. Fase 2 MARE.
- ECETOC (European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre). 1996. *The Role of Bioaccumulation in Environmental Risk Assessment: the Aquatic Environment and Related Food Webs*. European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre, Brussels, Belgium.
- Edds, P.L. and J.A.F. Macfarlane. 1987. Occurrence and general behavior of balaenopterid cetaceans summering in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 1363-1376.
- Engås, A and S. Løkkeborg. 2002. Effects of seismic shooting and vessel-generated noise on fish behaviour and catch rates. *Bioacoustics*, 12: 313-315.
- Engås, A, S. Løkkeborg, E. Ona and A.V. Soldal. 1996. Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*G. morhua*) and haddock (*M. aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(10): 2238-2249.
- Engelhardt, F.R. 1978. Petroleum hydrocarbons in Arctic ringed seals, *Phoca hispida*, following experimental oil exposure. Pp. 614-628. In: *Proceedings of the Conference on the Assessment of the Ecological Impacts of Oil Spills*, 14-17 June 1978, Keystone, CO. American Institute of Biological Science.
- Engelhardt, F.R. 1982. Hydrocarbon metabolism and cortisol balance in oil-exposed ringed seals, *Phoca hispida*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 72C: 133-136.
- Engen, F. and I. Folstad. 1999. Cod courtship song: A song at the expense of dance? *Canadian Journal of Zoology*, 77: 542-550.
- Environment Australia. 2003. *Recovery Plan for Marine Turtles in Australia*. Prepared by the Marine Species Section Approvals and Wildlife Division, Environment Australia in consultation with the Marine Turtle Recovery Team Canberra, viewed 7 March 2011, Available at: [www.environment.gov.au/coasts/publications/turtle-recovery/index.html](http://www.environment.gov.au/coasts/publications/turtle-recovery/index.html)
- Environment Canada (Canadian Wildlife Service). No date. *Wetland Inventory Atlas Series*. Canadian Wildlife Service. Sackville, New Brunswick.
- Environment Canada. 2001. *Oil Properties: C: Crude Oils and Refined Products*. Environmental Science and Technology Centre. Available at: [http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/OilProperties/oil\\_C\\_e.html](http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/OilProperties/oil_C_e.html)
- Environment Canada. 2002. *Biodiversity Portrait of the St. Lawrence*. Available at: [http://www.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv/en/table\\_contents.html](http://www.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv/en/table_contents.html). [Accessed in March 2011].
- Environment Canada. 2007a. *Recovery Strategy for the Eskimo Curlew (Numenius borealis) in Canada*. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Environment Canada, Ottawa, ON. v + 10 pp.
- Environment Canada. 2007b. Management Plan for the Harlequin Duck (*Histrionicuistrionicus*) Eastern Population, in Atlantic Canada and Quebec. Species at Risk Act Management Plan Series. Environment Canada. Ottawa, ON. vii + 32 pp.

- Environment Canada. 2009. *Maritime Mollusc Harvesting Guide*. Available at: <http://www.ec.gc.ca/marine/default.asp?lang=En&xml=EB52A4BE-9D01-4D4B-92CB-81F219866C67>
- Environment Canada. 2010a. *1971-2000 Climate Normal's and Averages*. Available at: [http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climate\\_normals/stnselect\\_e.html](http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climate_normals/stnselect_e.html)
- Environment Canada. 2010b. *Amended Recovery Strategy for the Roseate Tern (Sterna dougallii) in Canada. Species at Risk Act Recovery Strategy Series*. Environment Canada. Ottawa, ON. vii + 36 pp.
- Environment Canada. 2011. *Sea Ice Climatic Atlas for the East Coast 1971-2000: The Ice Regime*. Available at: <http://www.ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=En&n=DF3823A5-1&offset=2&toc=show>
- Eppley, Z.A. and M.A. Rubega. 1990. Indirect effects of an oil spill: Reproductive failure in a population of South Polar Skuas following the 'Bahia Paraiso' oil spill in Antarctica. *Marine Ecology Progress Series*, 67: 1-6.
- Erbe, C. 2002. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. *Marine Mammal Science*, 18 (2): 394-418.
- Erbe, C. and D.M. Farmer. 2000. Zones of impact around icebreakers affecting beluga whales in the Beaufort Sea. *Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3): 1332-1340.
- Erikson, D.E. 1995. Surveys of Murre colony attendance in the Northern Gulf of Alaska following the Exxon Valdez oil spill. Pp. 780-819. In: P.G. Wells, J.N. Butler, and J.S. Hughes (eds.). *Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219, American Society for Testing and Materials. Philadelphia, PA. 965 pp.
- Ernst, C.H., R.W. Barbour and J.E. Lovich (Editors). 1994. *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 578 pp.
- Essink, K. 1999. Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation*, 5: 69-80.
- Evans M.I., P. Symens and C.W.T. Pilcher. 1993. Short-term damage to coastal bird populations in Saudi Arabia and Kuwait following the 1991 Gulf War marine pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 27: 157-161.
- Fader, G.B.J. 1991. Gas-related sedimentary features from the eastern Canadian continental shelf. *Continental Shelf Research*, 11, 1123-1153.
- Fader, G.B.J., L.H. King and H.W. Josenhans. 1982. Surficial geology of the Laurentian Channel and the western Grand Banks of Newfoundland. *Marine Sciences Paper 21, Geological Survey of Canada Paper*, 81-22: p 25.
- Fannelop, T.K. and K. Sjoen. 1980. *Hydrodynamics of Underwater Blowouts*. AIAA 18th Aerospace Sciences Meeting. Pasadena California. 1980. AIAA-80-0219.
- Fay, R.R. 1988. *Hearing in Vertebrates: Psychophysics Databook*. Hill-Fay Associates, Winnetka, IL. 621 pp.

- Fay, R.R. and A.N. Popper. 2000. Evolution of hearing in vertebrates: The inner ears and processing. *Hearing Research*, 149: 1-10.
- Fechhelm, R.G., B.J. Galaxy and J.M. Farmer. 1999. Deepwater sampling at a synthetic drilling mud discharge site on the Outer Continental Shelf, Northern Gulf of Mexico. SPE 52744. Pp. 509-513. In: 1999 *SPE/EPA Exploration and Production Environmental Conference*, Austin, TX, 28 February-3 March 1999. Society of Petroleum Engineers. Richardson, TX.
- FGI (Fugro GeoSurveys Inc.). 2010. Old Harry D-54 Shallow Drilling Hazards Assessment Licence Block EL 1105, Laurentian Channel, Magdalen Basin, Survey Operations Report. FJG Doc. No. 10069SG-001-OPS-001 Rev 0. 134 pp.
- Fifield, D.A., K.P. Lewis, C. Gjerdrum, G.J. Robertson and R. Wells. 2009. Offshore seabird monitoring program. *Environment Studies Research Funds Report*, No. 183: v + 68 pp. + Appendices.
- Fine, I.V., A.B. Rabinovich, B.D. Bornhold, R.E. Thomson and E.A. Kulikov. 2005. The Grand Banks landslide-generated tsunami of November 18, 1929: Preliminary analysis and numerical modelling. *Marine Geology*, 215: 45-57.
- Fingas, M. 2001. *The Basics of Oil Spill Cleanup*. Second Edition. CRC Press LLC. 256 pp.
- Finley, K.J. 1982. The estuary habit of the beluga or white whale *Delphinapterus leucas*. *Cetus*, 4: 4-5.
- Finneran, J.J., D.S. Houser, B. Mase-Guthrie, R.Y. Ewing and R.G. Lingenfelter. 2009. Auditory evoked potentials in a stranded Gervais' beaked whale (*Mesoplodon europaeus*). *Journal of the Acoustic Society of America*, 126(1): 484-490.
- FishBase. 2010. *A Global Information System on Fishes*, Available at: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)
- Floodgate, G.D. and A.G. Judd. 1992. The origins of shallow gas. *Continental Shelf Research*, 12(10): 1145-1156.
- Folger, P. 2008. *CRS Report to Congress - Gas Hydrates: Resource and Hazard*. Congressional Research Service, Library of Congress, Washington, DC. 6 pp.
- Foy, M.G. 1982. Acute lethal toxicity of Prudhoe Bay crude oil and Corexit 9527 to Arctic marine fish and invertebrates. Environment Canada, *Environmental Protection Service Report*, EPS 4-EC-82-3: 62 pp.
- Fraker, M.A., C.D. Gordon, J.W. McDonald, J.K.B. Ford and G. Cambers. 1979. White whale (*Delphinapterus leucas*) distribution and abundance and the relationship to physical and chemical characteristics of the Mackenzie Estuary. *Fisheries and Marine Service, Rapport technique*, 863: 59 pp.
- Frankel, A. 2005. Gray whales hear and respond to a 21-25 kHz high-frequency whale-finding sonar. p. 97 In: *Abstract of the 16th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, San Diego, CA, December 2005. 306 pp.
- Freiwald, A., J.H. Fosså, A. Grehan, T. Koslow and J.M. Roberts. 2004. *Cold-water Coral Reefs*. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.
- French-MacCay, D.P. 2004. Oil spill impact modelling: Development and validation. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(10): 2441-2456.

- Frink, L. and J. White. 1990. A perspective on the effects of oil on birds. Pp. 13-16. In: *The Effects of Oil on Wildlife: Research, Rehabilitation and General Concerns, Proceedings from the Oil Symposium*, Herndon, VA, Volume 2, October 16-18, 1990, presented by International Wildlife Research, Tri-State Bird Rescue and Research, Inc., and International Bird Rescue Research Center.
- Fry, D.M. 1990. Oil exposure and stress effects on avian reproduction. In: *The Effects of Oil on Wildlife: Research, Rehabilitation and General Concerns, Proceedings from The Oil Symposium*, Herndon, VA, Volume 2, October 16-18, 1990. Presented by International Wildlife Research, Tri-State Bird Rescue and Research, Inc., and International Bird Rescue Research Center.
- Gagnon, M. 1998. *Regional Assessment: Magdalen Islands. Priority Intervention Zone 21*. Environment Canada – Quebec Region, Environmental Conservation, St. Lawrence Centre. 73 pp.
- Galbraith, P.S. 2010. Winter water masses in the Gulf of St. Lawrence. *Journal of Geophysical Research*, 111, C06022, doi:10.1029/2005JC003159.
- Galbraith, P.S., J. Chassé, D. Gilbert, P. Larouche, D. Brickman, B. Pettigrew, L. Devine, A. Gosselin, R.G. Pettipas and C. Lafleur. 2011. Physical oceanographic conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2010. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2011/045: iv + 82 pp.
- Gallagher, S.P., J. Grimes and J.B. Beavers. 1999. N65DW: *A Dietary LC50 Study with the Mallard*. Report from Wildlife International Ltd., Easton, MD, for Petro-Canada Lubricants, Mississauga, ON. 47 pp.
- Gass, S.E. 2006. *The Environmental Sensitivity of Cold-water Corals: Lophelia pertusa*. A thesis submitted to the Open University in fulfillment of the requirements of the Degree of Doctor of Philosophy. 269 pp.
- Gass, S.E. and J.M. Roberts. 2006. The occurrence of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) on oil and gas platforms in the North Sea: Colony growth, recruitment and environmental controls on distribution. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 549-559.
- Gaston, A.J. and I.L. Jones. 1998. *Bird Families of the World: The Auks (Alcidae)*. Oxford University Press, Oxford. 349 pp.
- Gaudet, T. and S. Leger. 2011. *Social, Economic, and Cultural Overview of the Gulf Region*. Oceans, Habitat and Species at Risk Publication Series, Newfoundland and Labrador Region, No. 0006: viii+ 114 pp.
- Gausland, I. 1992. *An Assessment of the Risk Potential of Norwegian Shelf Seismic Operations*. Fisheries and Offshore Petroleum Exploitation 2nd International Conference, Bergen, Norway, April 6-8, 1992.
- GeoCommons. 2010. *The Global Shipping Lane Network at GeoCommons Maker*. Available at: <http://maker.geocommons.com/maps/5254>
- Geraci, J.R. 1990. Cetaceans and oil: Physiologic and toxic effects. Pp. 167-197. In: J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.). *Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks*. Academic Press, San Diego, CA. 282 pp.

- Geraci, J.R. and T.G. Smith. 1976. Direct and indirect effects of oil on ringed seals (*Phoca hispida*) of the Beaufort Sea. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 33: 1976-1984.
- GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). 1993. *Impact of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environment*. GESAMP Reports and Studies No. 50. IMO / FAO / UNESCO / WMO / WHO / IAEA / UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, London, UK. 180 pp.
- Giles, P.S. and J. Utting. 2003. Carboniferous stratigraphy of the Bradelle L-49 and Brion Island wells, central and northern Gulf of St. Lawrence, Maritimes Basin, eastern Canada. *Geological Survey of Canada*, Open File Report 1679.
- Giles, P.S. and J. Utting. 1999. Maritimes Basin Stratigraphy – Prince Edward Island and adjacent Gulf of St. Lawrence. *Geological Survey of Canada*, Open File 3732.
- Gilchrist, H.G. and M.L. Mallory. 2004. Declines in abundance and distribution of the Ivory Gull (*Pagophila eburnea*) in Arctic Canada. *Biological Conservation*, 121: 303-309.
- Gilkinson, K. and E. Edinger, E. (Editors). 2009. The ecology of deep-sea corals of Newfoundland and Labrador waters: Biogeography, life history, biogeochemistry, and relation to fishes. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2830: vi + 136 pp. Available at: [http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/collection\\_2010/mpo-dfo/Fs97-6-2830-eng.pdf](http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/collection_2010/mpo-dfo/Fs97-6-2830-eng.pdf)
- González-Costas and H. Murua. 2007. An analytical assessment of NAFO roughhead grenadier Subareas 2 and 3 stock. *NAFO Science Research Document*, 07/34: 42 pp.
- Goossen, J.P., D.L. Amirault, J. Arndt, R. Bjorge, S. Boates, J. Brazil, S. Brechtel, R. Chiasson, G.N. Corbett, R. Curley, M. Elderkin, S.P. Flemming, W. Harris, L. Heyens, D. Hjertaas, M. Huot, B. Johnson, R. Jones, W. Koonz, P. Laporte, D. McAskill, R.I.G. Morrison, S. Richard, F. Shaffer, C. Stewart, L. Swanson and E. Wiltse. 2002. *National Recovery Plan for the Piping Plover (Charadrius melodus)*. National Recovery Plan No. 22. Recovery of Nationally Endangered Wildlife. Ottawa, ON. 47 pp.
- Gordon, J., D. Gillespie, J. Potter, A. Frantzis, M.P. Simmonds, R. Swift and D. Thompson. 2004. A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. *Marine Technology Society Journal*, 37(4): 16-34.
- Gosselin, J.-F., M. Hammill and V. Lesage. 2007. Comparison of photographic and visual abundance indices of belugas in the St. Lawrence Estuary in 2003 and 2005. *Canadian Scientific Advisory Secretariat. Research Document*, 2007/025: 14 pp.
- Government of Canada. 2008. Species profiles, Species at Risk Registry.
- Graham, A.L. and S.J. Cooke. 2008. The effects of noise disturbance from various recreational boating activities common to inland waters on the cardiac physiology of a freshwater fish, the largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 1315-1324.
- Gramentz, D. 1988. Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 19: 11-13.

- Grant, S.M. and J.A. Brown. 1998. Diel foraging cycles and interactions among juvenile cod (*Gadus morhua*) at a nearshore site in Newfoundland. *Canada Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(6): 1307-1316.
- Grant, A.C. and M.L. Morrison, M.L. 1996. Report on survey of pockmarks in Southern Laurentian Channel. *Geological Survey of Canada*, Open File Report 3596.
- Grist, A., R.J. Ryan and M. Zentilli. 1995. The thermal evolution and timing of hydrocarbon generation in the Maritimes Basin of eastern Canada, from apatite fission track data. *Bulletin Canadian Society of Petroleum Geologists*, 43(2): 145-155.
- Gulf of Maine Research Institute. 2008. *All About Lobsters Lobster Society: Behavior and Ecology*. Available at: <http://www.gma.org/lobsters/allaboutlobsters/society.html> [as accessed in March 2011].
- Gundlach, E.R. and M.O. Hayes. 1978. Chapter 4: Investigations of beach processes. Pp. 85-196. In: W.N. Hess (ed.). *The AMOCO CADIZ Oil Spill, A Preliminary Scientific Report*. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA/EPA Special Report. Boulder, CO.
- Gundlach, E.R., C.H. Ruby, M.O. Hayes and A.E. Blount. 1978. The URQUIOLA oil spill, La Coruna, Spain: Impact and reaction on beaches and rocky coasts. *Environmental Geology*, (2)3: 131-143.
- Haig, S.M. and E. Elliott-Smith. 2004. Piping Plover. In: A. Poole (ed.). *The Birds of North America Online Database*. Available at: [http://bna.birds.cornell.edu/BNA/account/Piping\\_Plover/](http://bna.birds.cornell.edu/BNA/account/Piping_Plover/)
- Hall, R.J., A.A. Belisle and L. Sileo. 1983. Residues of petroleum hydrocarbons in tissues of sea turtles exposed to the *Ixtoc 1* oil spill. *Journal of Wildlife Diseases*, 19: 106-109.
- Halvorsen, M.B., L.E. Wysocki and A.N. Popper. 2006. Effects of high-intensity sonar on fish (Abstract). *Journal of the Acoustical Society of America*, 119: 3283.
- Hammill, M.O. 1993. Seasonal movements of hooded seals tagged in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Polar Biology*, 13: 307-310.
- Hammill, M.O. 2005. Abundance of Northwest Atlantic grey seals in the Gulf of St. Lawrence and along the Nova Scotia Eastern Shore. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2005/036: ii + 11 pp.
- Hammill, M.O., L.N. Measures, J.-F. Gosselin and V. Lesage. 2007. Absence de rétablissement du béluga de l'estuaire du Saint-Laurent. *Secrétariat canadien de consultation scientifique, Document de recherché*, 2007/026: 23 pp.
- Hammill, M.O., M.S. Ryg and B. Mohn. 1995. Consumption of cod by the Northwest Atlantic grey seal in eastern Canada. Pp. 337-349. In: A.S. Blix, L. Walloe and Ø. Ulltang (eds.). *Whales, Seals, Fish and Man, Proceedings of the International Symposium on the Biology of Marine Mammals in the North East Atlantic*, Developments in Marine Biology 4. viii + 720 pp.
- Hammill, M.O. and G.B. Stenson. 2000. Estimated prey consumption by harp seals (*Phoca groenlandica*), hooded seals (*Cystophora cristata*), grey seals (*Halichoerus grypus*), and harbour seals (*Phoca vitulina*) in Atlantic Canada. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 26: 1-23.



- Hamoutene, D., J.F. Payne, C. Andrews, J. Wells and J. Guiney. 2004. Effect of synthetic drilling fluid (IPAR) on antioxidant enzymes and peroxisome proliferation in the American lobster, *Homarus americanus*. *Canadian Technical Report on Fisheries and Aquatic Sciences*, 2554.
- Handegard, N.O., K. Michalsen and D. Tjøstheim. 2003. Avoidance behaviour in cod (*Gadus morhua*) to a bottom-trawling vessel. *Aquatic Living Resources*, 16(3): 265-270.
- Hannah C.G., A. Drozdowski, D.K. Muschenheim, J.W. Loder, S. Belford and M. MacNeil. 2003. Evaluation of drilling mud dispersion models at SOEI Tier I sites: Part 1 North Triumph, Fall 1999. *Canadian Technical Report of Hydrograph and Ocean Sciences*, 232: vi + 51 pp.
- Harrington, P.K. 1985. Formation of pockmarks by pore-water escape. *Geo-Marine Letters*, 5: 193-197.
- Harris, G. 1998. Toxicity Test Results of Five Drilling Muds and Three Base Oils Using Benthic Amphipod Survival, Bivalve Survival, Echinoid Fertilization and Microtox. Report for Sable Offshore Energy Inc. Report by Harris Industrial Testing Services Ltd. 11 pp.
- Harris, R.E., G.W. Miller and W.J. Richardson. 2001. Seal responses to airgun sounds during summer seismic surveys in the Alaskan Beaufort Sea. *Marine Mammal Science*, 17(4): 795-812.
- Hart, D.R. and A.S. Chute. 2004. Sea scallop, *Placopecten magellanicus*, life history and habitat characteristics: Second Edition. *National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE-189: 21 pp.
- Hart, R.A., S. J. Svedeman and F. Viana. 2007. *Fall Velocity of Synthetic-Based Drilling Fluids in Seawater*. Report prepared for US Department of the Interior, Minerals Management Service (MMS).
- Hartley, J., R. Trueman, S. Anderson, J. Neff, K. Fucik, and P. Dando. 2003. *Drill Cuttings Initiative: Food Chain Effects Literature Review*. United Kingdom Offshore Operators Association, Aberdeen, Scotland. 118 pp. + Appendices.
- Hartung, R. 1965. Some effects of oiling on reproduction of ducks. *Journal of Wildlife Management*, 29: 872-874.
- Hartung, R. 1967. Energy metabolism in oil-covered ducks. *Journal of Wildlife Management*, 31: 798-804.
- Hartung, R. 1995. Assessment of the potential for long-term toxicological effects of the Exxon Valdez oil spill on birds and mammals. Pp. 693-725. In: P.G. Wells, J.N. Butler and J.S. Hughes (eds.), *Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 965 pp.
- Harvey, J.T. and M.E. Dahlheim. 1994. Cetaceans in oil. Pp. 257-264. In: T.R. Loughlin (ed.). *Marine Mammals and the Exxon Valdez*, Academic Press, San Diego, CA. 395 pp.
- Harvey, M. and L. Devine. 2008. Oceanographic conditions in the Estuary and Gulf of St. Lawrence during 2007: Zooplankton. *Canadian Science Advisory Secretariat Science Advisory Report*, 2008/037: 35 pp.

- Hastings, M.C., A.N. Popper, J.J. Finneran and P.J. Lanford. 1996. Effect of low frequency underwater sound on hair cells of the inner ear and lateral line of the teleost fish *Astronotus ocellatus*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 99: 1759-1766.
- Hatcher, A.I. and A.W.D. Larkum. 1982. The effects of short term exposure to Bass Strait Crude Oil and Corexit 8667 on benthic community metabolism in *Posidonia australis* Hook.f. dominated microcosms. *Aquatic Botany*, 12: 219-227.
- Haugen, K.B., F. Lovholt and C.B. Harbitz. 2005. Fundamental mechanisms for tsunami generation by submarine flows in idealised geometries. *Marine and Petroleum Geology*, 22: 209-217.
- Hauser, D.D.W., M Holst and V.D. Moulton. 2008. Marine Mammal and Sea Turtle Monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's Marine Seismic Program in the Eastern Tropical Pacific, April-August 2008. LGL Report TA4656/7-1. Report from LGL Ltd., King City, ON, and St. John's, NL, for Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, NY, and National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD. 98 pp.
- Hawkes, L.A., A.C. Broderick, M.S. Coyne, M.H. Godfrey and B.J. Godley. 2007. Only some like it hot - Quantifying the environmental niche of the loggerhead sea turtle. *Diversity Distributions*, 13: 447-457.
- Hawkins, A.D. and M.C. Amorin. 2000. Spawning sounds of the male haddock, *Melanogrammus aeglefinus*. *Environmental Biology of Fishes*, 59: 29-41.
- Hayes, M.O. and E.R. Gundlach. 1975. *Coastal Geomorphology and Sedimentation of the METULA Oil Spill Site in the Strait of Magellan*. Department of Geology, University of South Carolina, Columbia, SC. 103 pp.
- Hayward, N., A. Grant, S.A. Dehler and P. Durling. 2002. *Geophysical Investigation of Salt Tectonics and Deeper Structure in the Eastern Magdalen Basin, Atlantic Canada*. Extended Abstract, 75th Anniversary of CSPG Convention.
- Hazel, J., I.R. Lawler, H. Marsh and S. Robson. 2007. Vessel speed increases collision risk for the green sea turtle *Chelonia mydas*. *Endangered Species Research*, 3: 105-113.
- Hemre, G.I., G.L. Taranger and T. Hansen. 2002. Gonadal development influences nutrient utilisation in cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 214: 201-209.
- Heritage NF. 1997. *The Mi'kmaq (Micmac)*, Available at: <http://www.heritage.nf.ca/aboriginal/mikmaq.html>
- Hoin-Radkovsky, I., H. Bleckmann and E. Schwartz. 1984. Determination of source distance in the surface feeding fish *Pantodon buchholzi* Pantodontidae. *Animal Behavior*, 32: 840-851.
- Holliday, D.V., R.E. Pieper, M.E. Clarke and C.F. Greenlaw. 1987. The effects of air gun energy releases on the eggs, larvae, and adults of the northern anchovy (*Engraulis mordax*). Report by Tracor Applied Sciences for American Petroleum Institute, Washington, DC. *American Petroleum Institute Publication*, 4453: 115 pp.

- Holst, M., W.J. Richardson, W.R. Koski, M.A. Smultea, B. Haley, M.W. Fitzgerald and M. Rawson. 2006. *Effects of Large and Small-source Seismic Surveys on Marine Mammals and Sea Turtles*. Abstract. Presented at American Geophysical Union-Society of Exploration Geophysicists Joint Assembly on Environmental Impacts from Marine Geophysical and Geological Studies - Recent Advances from Academic and Industry Research Programs, Baltimore, MD. Abstract available at: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2006AGUSMOS42A.01H>
- Holst, M. and M.A. Smultea. 2008. Marine Mammal and Sea Turtle Monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's Marine Seismic Program off Central America, February-April 2008. LGL Report TA4342-3. Report from LGL Ltd., King City, ON, for Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, NY, and National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD. 133 pp.
- Hooker, S.K., H. Whitehead and S. Gowans. 1999. Marine protected area design and the spatial and temporal distribution of cetaceans in a submarine canyon. *Conservation Biology*, 13(3): 592-602.
- Hooper, R.G. and C.L. Morgan. 1999. *Impact of the Diesel Oil Spill at Rocky Barachois, Bonne Bay*. Report to Gros Morne National Park.
- Hose, J.E., M.D. McGurk, G.D. Marty, D.E. Hinton, E.D. Brown and T.T. Baker. 1996. Sublethal effects of the *Exxon Valdez* oil spill on herring embryos and larvae: Morphological, cytogenetic and histopathological assessments, 1989-1991. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 2,355-2,365.
- Hu, K. and J. Dietrich. 2009. Hydrocarbon Reservoir Potential in Carboniferous Sandstones in the Maritimes Basin, Eastern Canada. *Frontiers + Innovation – 2009 CSPG CSEG CWLS Convention*.
- Hu, K. and J. Dietrich. 2008. Evaluation of hydrocarbon reservoir potential in carboniferous sandstones in six wells in the Maritimes Basin, eastern Canada. *Geological Survey of Canada*, Open File 5899.
- Hudgins, C.M. 1991. *Chemical Usage in North Sea Oil and Gas Production and Exploration Operations*. Report prepared for Oljeindustriens Landsforening (OLF). The Norwegian Oil Industry Association, Environment Committee, Stavanger, Norway.
- Huhnerbach, V. and D.G. Masson. 2004. Landslides in the north Atlantic and its adjacent seas: an analysis of their morphology, setting and behaviour. *Marine Geology*, 213: 343-362.
- Hurlbut, T., R. Morin, T. Surette, D.P. Swain, H.P. Benoît and C. LeBlanc. 2010. Preliminary results from the September 2009 bottom-trawl survey of the southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2010/044: iv + 50 pp.
- Hurley, G. and J. Ellis. 2004. Environmental Effects of Exploratory Drilling Offshore Canada: Environmental Effects Monitoring Data and Literature Review - Final Report. Prepared for the Canadian Environmental Assessment Agency - Regulatory Advisory Committee.
- Husky Oil (Husky Oil Operations Limited). 2000. *White Rose Oilfield Comprehensive Study*. Submitted by Husky Oil Operations Limited as Operator, St. John's, NL.

- Husky Oil Operations Limited. 2001. *White Rose Oilfield Comprehensive Study Supplemental Report*. Responses by Husky Oil Operations Limited to comments from Canada-Newfoundland Offshore Petroleum Board, Dept. Fisheries and Oceans, Environment Canada, Natural Resources Canada, and Canadian Environmental Assessment Agency. 265 pp. + Appendices.
- Husky Energy. 2009. *White Rose Environmental Effects Monitoring Program 2008*. A report by Jacques Whitford Stantec Ltd. to Husky Energy, St. John's, NL.
- Hyland J., D. Hardin, M. Steinhauer, D. Coats R, Green and J. Jeff. 1994. Environmental impact of offshore oil development on the outer continental shelf and slope off Point Arguello, California. *Marine Environmental Research*, 37: 195-229.
- IAOGP (International Association of Oil & Gas Producers). 2010. *Risk Assessment Data Directory: Blowout Frequencies*. International Association of Oil & Gas Producers. London, England. Report No. 434-2. Available at: <http://www.ogp.org.uk>.
- ICES. 2005. Report of the ICES/NAFO Working Group on harp and hooded seals (WGHARP), 30 August-3 September 2005, St. John's, Newfoundland, Canada. *ICES CM*, 2005/ACFM, 06: 54 pp.
- ICG (International Centre for Geohazards). 2010. Offshore Geohazards. Available at: <http://www.ngi.no/en/Geohazards/Content/Shortcuts/Research-and-development/to-be-filled-1/>
- Imber, M. 1975. Behavior of petrels in relation to the moon and artificial lights. *Notornis*, 22: 302-306.
- Irons, D.B., S.J. Kendall, W.P. Erickson, L.L. McDonald and B.K. Lance. 2000. Nine years after the *Exxon Valdez* oil spill: Effects on marine bird populations in Prince William Sound, Alaska. *Condor*, 102: 723-737.
- Irwin, R.J. 1997. *Environmental Contaminants Encyclopedia Crude Oil Entry*. National Park Service, Water Resources Divisions, Water Operations Branch, CO.
- Jacques Whitford. 2004. *Environmental Assessment Report Drilling on EL 2407*. Prepared for BEPCo. Canada Company.
- Jacques Whitford. 2007. *Strategic Environmental Assessment Sydney Basin Offshore Area*. Final report prepared for the Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board, St. John's, NL.
- Jenkins, K.D., S. Howe, B.M. Sanders and C. Norwood. 1989. Sediment deposition, biological accumulation and subcellular distribution of barium following the drilling of an exploratory well. Pp. 587-608. In: F.R. Engelhardt, J.P. Ray, and A.H. Gillam (eds.), *Drilling Wastes*, Elsevier Applied Science, London.
- Jensen, A.S. and G.K. Silber. 2003. Large whale ship strike database. US Department of Commerce, *NOAA Technical Memorandum*, NMFS-OPR-25. 37 pp.
- Jensen, T., R. Palerud, F. Olsgård and S.M. Bakke. 1999. Dispersion and effects of synthetic drilling fluids in the environment. *Technical Report to the Ministry of Oil and Energy*, 99-3507: 49 pp.

- Johnson, D.L., W.W. Morse, P.L. Berrien and J.J. Vitaliano. 1999. Yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*, life history and habitat characteristics. *National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum, NMFS-NE-140*: 29 pp.
- Johnson, S.R., W.J. Richardson, S.B. Yazvenko, S.A. Blokhin, G. Gailey, M.R. Jenkerson, S.K. Meier, H.R. Melton, M.W. Newcomer, A.S. Perlov, S.A. Rutenko, B. Würsig, C.R. Martin and D.E. Egging. 2007. A western gray whale mitigation and monitoring program for a 3-D seismic survey, Sakhalin Island, Russia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 134(1-3): 1-19.
- Josenhans, H. and S. Lehman. 1999. Late glacial stratigraphy and history of the Gulf, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 36: 1327-1345.
- Josenhans, H. and J. Zevenhuizen. 1993. *Quaternary Sediment Maps of the Gulf of St. Lawrence*. Geological Survey of Canada, Open File Report 2700.
- Kapel, F.O. 2000. Feeding habits of harp and hooded seals in Greenland waters. *Nammco Science Publication*, 2: 50-64.
- Kasumyan, A.O. 2005. Structure and function of the auditory system in fishes. *Journal of Ichthyology*, 45: S223-S270.
- Kastelein, R.A., P.J. Wensveen, L. Hoek, W.C. Verboom and J.M. Terhune. 2009. Underwater detection of tonal signals between 0.125 and 100 kHz by harbor seals (*Phoca vitulina*). *Journal of the Acoustic Society of America*, 125(2): 1222-1229.
- Katona, S.K. and J.A. Beard. 1990. Population size, migrations, and feeding aggregations of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the western North Atlantic ocean. *Report of the International Whaling Commission Special Issue*, 12: 295.
- Keats, D.W., G.R. South and D.H. Steele. 1985. Reproduction and egg guarding by Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*: Anarhichidae) and ocean pout (*Macrozoarces americanus*: Zoarcidae) in Newfoundland waters. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 2565-2568.
- Kelley, J.T., S.M. Dickson, D.F. Belknap, W.A. Barnhardt and M. Henderson. 1994. Giant seabed pockmarks: Evidence for gas escape from Belfast Bay, Maine. *Geology*, 22: 59-62.
- Kennicutt, M.C., S.T. Sweet, W.R. Fraser, W.L. Stockton and M. Culver. 1991. The fate of diesel fuel spilled by the Bahia Paraiso in Authur Harbour, Antarctica. Pp. 493-500. In: *Proceedings of the 1991 Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, DC.
- Ketten, D.R. 1991. The marine mammal ear: Specializations for aquatic audition and echolocation. Pp. 717-750. In: D. Webster, R. Fay and A. Popper (eds.). *The Biology of Hearing*. Springer-Verlag, Berlin.
- Ketten, D.R. 1992. The cetacean ear: Form, frequency, and evolution. Pp: 53-75. In: J.A. Thomas, R.A. Kastelein, and A. Ya Supin (eds.). *Marine Mammal Sensory Systems*. Plenum, New York.
- Ketten, D.R. 1994. Functional analysis of whale ears: Adaptations for underwater hearing. *IEEE Proceedings of Underwater Acoustics*, 1: 264-270.
- Ketten, D.R. 2000. Cetacean ears. Pp. 43-108. In: W.W.L. Au, A.N. Popper and R.R. Fay (eds.). *Hearing by Whales and Dolphins*, Springer-Verlag, New York, NY. 501 pp.

- Kidston A.G., D.E. Brown, B.M. Smith and B Altheim. 2005. *The Upper Jurassic Abenaki Formation Offshore Nova Scotia: A Seismic and Geologic Perspective*. Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board, Halifax, NS. 169 pp.
- King, L. and B. MacLean. 1970: Pockmarks on the Scotian Shelf. *Geological Society of America Bulletin*, 81, 3141-3148.
- Kingsley, M.C.S. and R.R. Reeves. 1998. Aerial surveys of cetaceans in the Gulf of St. Lawrence in 1995 and 1996. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 1529.
- Kingston, P. 2005. Recovery of the marine environment following the Braer spill, Shetland. Pp. 6797-6815. In: *2005 International Oil Spill Conference*, IOSC 2005.
- Kinze, C.C. 2002. White-beaked dolphin *Lagenorhynchus albirostris*. Pp. 1332-1334. In: W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M Thewissen (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*,
- Kjeilen-Eilertsen, G., H. Trannum, R. Jak, M. Smit, J. Neff and G. Durell. 2004. *Literature Report on Burial: Derivation of PNEC as Component in the MEMW Model Tool*. RF-Akvamiljø Report AM 2004/024. 20 pp.
- Koitusky V.G. and G.L. Bugden. 1991. The physical oceanography of the Gulf of St. Lawrence: A review with emphasis on the synoptic variability of the motion. Pp. 57-90. In: C. Therriault (ed.). *The Gulf of St. Lawrence: Small Ocean or Big Estuary? Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, 113.
- Konings, A. 2001. *Malawi Cichlids in their Natural Habitat*. Cichlid Press. 351 pp.
- Kortekaas S., E. Sens and B. Sarata. 2011. Shallow gas hazard linked to worldwide delta environments. In: D. White (ed.). *Frontiers in Offshore Geotechnics II*, CRC Press.
- Kosheleva, V. 1992. The Impact of Airguns Used in Marine Seismic Exploration on Organisms Living in the Barents Sea. Summary of oral presentation at the 1992 Petro Piscis II conference.
- Kostyuchenko, L.P. 1973. Effects of elastic waves generated in marine seismic prospecting on fish eggs in the Black Sea. *Hydrobiological Journal*, 9: 45-48.
- Kovacs, K.M. 2002. Hooded seal (*Cystophora cristata*). Pp: 580-582. In: W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*, Academic Press, San Diego, CA. 1414 pp.
- Krone, M.A. and D. Biggs. 1980. Sublethal Metabolic Responses of the Hermatypic Coral *Madracis Decactis* Exposed to Drilling Mud Enriched With Ferrochrome Lignosulfate. Washington DC.
- Kulka, D., C. Hood and J. Huntington. 2007. Recovery Strategy for Northern Wolffish (*Anarhichas denticulatus*) and Spotted Wolffish (*Anarhichas minor*), and Management Plan for Atlantic Wolffish (*Anarhichas lupus*) in Canada. Fisheries and Oceans Canada: Newfoundland and Labrador Region. St. John's, NL. x + 103 pp.
- Kulka, D.W., C.M. Miri, M.R. Simpson and K.A. Sosebee. 2004b. Thorny skate (*Amblyraja radiata* Donovan, 1808) on the Grand Banks of Newfoundland. *NAFO Science Council Research Document*, 04/35: 108 pp.

- Kulka, D.W., M.R. Simpson and R.G. Hooper. 2004a. Changes in distribution and habitat associations of wolffish (Anarchichidae) in the Grand Banks and Labrador Shelf. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2004/113: ii + 44 pp.
- Lacroix, D.L., R.B. Lancot, J.A. Reed and T.L. McDonald. 2003. Effect of underwater seismic surveys on molting male Long-tailed Ducks in the Beaufort Sea, Alaska. *Canadian Journal of Zoology*, 81: 1862-1875.
- Ladich, F. 2004. Sound production and acoustic communication. Pp. 210-230. In: G. von der Emde, J. Mogdans and B.G. Kapoor (eds.). *The Senses of Fish: Adaptations for the Reception of Natural Stimuli*, Kluwer Academic Publishers & Narosa Publishing House. 377 pp.
- Laist, D.W., A.R. Knowlton, J.G. Mead, A.S. Collet and M. Podesta. 2001. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*, 17(1): 35-75.
- Lam, J. 2001. Managing the Relationships: Oil and Gas and Fisheries Industries in the United Kingdom. Canadian High Commission, London, UK.
- Langton, R.W. and R.E. Bowman. 1980. Food of fifteen northwest Atlantic gadiform fishes. *National Marine Fisheries Service NOAA Technical Report*, NMFS SSRF-740: 23 pp.
- Lavoie, D., N. Pinet, J. Dietrich, P. Hannigan, S. Castonguay, A.P. Hamblin and P. Giles. 2009. *Petroleum Resource Assessment, Paleozoic Successions of the St. Lawrence Platform and Appalachians of Eastern Canada*. Geological Survey of Canada, Open File Report 6174, 273 pp.
- Lawson, J.W. and J.-F. Gosselin. 2009. Distribution and preliminary abundance estimates for cetaceans seen during Canada's marine megafauna survey – A component of the 2007 TNASS. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2009/031: vi + 28 pp.
- Leatherwood, S., F.T. Awbrey and J.A. Thomas. 1982. Minke whale response to a transiting survey vessel. *Report of the International Whaling Commission*, 32: 795-802.
- Lee H.J., J. Locat, P. Desgagnes, J.D. Parson, B.G. McAdoo, D.L. Orange, P. Puig, F.L. Wong, P. Dartnell and E. Boulanger. 2007. Submarine mass movements on continental margins. Pp. 213-274. In: C.A. Nittrouer J.A. Austin, M.E. Field, J.H. Kravitz, J.P.M. Syvitski and P. Wiber (eds.). *Continental Margin Sedimentation, IAS Special Publication*, 37.
- Leighton, F.A., R.G. Butler and D.B. Peakall. 1985. Oil and Arctic marine birds: An assessment of risk. Pp. 183-215. In: F.R. Engelhardt (ed.). *Petroleum Effects in the Arctic Environment*, Elsevier Applied Science Publishers, London. 281 pp.
- Lenhardt, M.L. 1982. Bone conduction hearing in turtles. *Journal of Auditory Research*, 22(3): 1 53-160.
- Lenhardt, M.L. 2002. Sea turtle auditory behavior. *Journal of the Acoustic Society of America*, 112(5, Pt. 2): 2314 (Abstract).
- Lenhardt, M.L. and S.W. Harkins. 1983. Turtle shell as an auditory receptor. *Journal of Auditory Research*, 23(4): 251-260.
- Lenhardt, M.L., R.C. Klinger and J.A. Musick. 1985. Marine turtle middle-ear anatomy. *Journal of Auditory Research*, 25(1): 66-72.

- Leonardi, M. and A. Klempau. 2003. Artificial photoperiod influence on the immune system of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Hemisphere. *Aquaculture*, 221: 581-591.
- Lepland, A. and P.B. Mortensen. 2008. Barite and barium in sediments and coral skeletons around the hydrocarbon exploration drilling site in the Traena Deep, Norwegian Sea. *Environmental Geology*, 56: 119-129.
- Lesage, V. and M.C.S. Kingsley. 1998. Updated status of the St. Lawrence river population of the beluga, *Delphinapterus leucas*. *Canadian Field-Naturalist*, 112: 98-114.
- Leuterman, A., I. Still, I. Johnson, J. Christie and N. Butcher. 1997. A study of trace metals from barites: Their concentration, bioavailability, and potential for bioaccumulation. 13 pp. In: *Proceedings of the Offshore Mediterranean Conference and Exhibition (OMC97)*, Ravenna, Italy, 19-21 March, 1997.
- Levesque, C.L., J. Locat and S. Leroueil. 2006. Dating submarine mass movements triggered by earthquakes in the Upper Saguenay Fjord, Québec, Canada. *Norwegian Journal of Geology*, 86: 231-242.
- LGL Limited. 2002. Environmental Assessment of a Proposed 2D Seismic Program in the Southeastern Gulf of St. Lawrence. Report prepared for Corridor Resources Inc., Halifax, NS.
- LGL Limited. 2005a. *Husky Delineation / Exploration Drilling Program for Jeanne d'Arc Basin Area Environmental Assessment*. LGL Report SA845 by LGL Limited, Oceans Limited, Canning & Pitt Associates Inc., and PAL Environmental Services for Husky Oil Operations Limited, St. John's, NL.
- LGL Limited. 2005b. *Western Newfoundland and Labrador Offshore Area Strategic Environmental Assessment*. LGL Rep. SA8858. Rep. by LGL Limited, St. John's, NL, Oceans Limited, St. John's, NL, Canning & Pitt Associates, Inc., St. John's, NL, and PAL Environmental Services, St. John's, NL, for Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board, St. John's, NL. 335 p. + Appendices.
- LGL Limited. 2005c. *Wellsite Geohazard Survey, 2005 Environmental Assessment, Terra Nova Development*. LGL Report SA855, by LGL Limited for Petro-Canada, St. John's, NL. 89 pp + Appendix.
- LGL Limited. 2007. *Western Newfoundland and Labrador Offshore Area Strategic Environmental Assessment Amendment*. Prepared for the Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board.
- LGL Ltd. 2010. Marine Mammal and Seabird Observations during Corridor Resources' Old Harry Geohazard Program, October 2010. Prepared for Corridor Resources Inc.
- LGL Limited, Coastal Ocean Associates and S.L. Ross. 2000. *Environmental Assessment of Exploration drilling at the Adamant N-97 Site on Sable Bank, Nova Scotia*. Report for Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board and Mobil Oil Canada Properties. 29 pp.
- Lilly, G.R. 1987. Interactions between Atlantic cod (*Gadus morhua*) and capelin (*Mallotus villosus*) off Labrador and eastern Newfoundland: A review. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1567: 37 pp.



- Lin, C.M., L.X. Gu, G.Y. Li Y.Y. Zhao and W.S. Jiang. 2004. Geology and formation mechanism of late Quaternary shallow biogenic gas reservoirs in the Hangzhou Bay area, eastern China. *AAPG Bulletin*, 88(5): 613-625.
- Ljungblad, D.K., B. Wursig, S.L. Swartz and J.M. Keene. 1988. Observations on the behavioral responses of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) to active geophysical vessels in the Alaskan Beaufort Sea. *Arctic*, 41: 183-194.
- Locat J. and H.J. Lee. 2002. Submarine landslides: Advances and challenges. *Canadian Geotechnical Journal*, 39: 19-212.
- Locat, J. and H.J. Lee. 2009. Submarine mass movements and their consequences: An Overview. Pp. 115-142. In: K. Sassa and P. Canuti (eds.). *Landslides – Disaster Risk Reduction*, Springer-Verlag.
- Lock, A.R., R.G.B. Brown and S.H. Gerriets. 1994. *Gazetteer of Marine Birds in Atlantic Canada: An Atlas of Seabird Vulnerability to Oil Pollution*. Canadian Wildlife Service, Environmental Conservation Branch, Environment Canada, Atlantic Region. 137 pp.
- Lohmann, K.J., S.D. Cain, S.A. Dodge and C.M.F. Lohmann. 2001. Regional magnetic fields as navigational markers for sea turtles. *Science*, 294: 364-366.
- Lohmann, K.J. and C.M.F. Lohmann. 1998. Migratory guidance mechanisms in marine turtles. *Journal of Avian Biology*, 29: 585-596.
- Løkkeborg, S. 1991. Effects of geophysical survey on catching success in longline fishing. *ICES CM*, B40: 9 pp.
- Løkkeborg, S. and A.V. Soldal. 1993. The influence of seismic exploration with air guns on cod (*Gadus morhua*) behaviour and catch rates. *ICES Marine Science Symposium*, 6: 62.67.
- Lophelia. 2010. Available at: [http://www.lophelia.org/conservation/threats\\_og.htm](http://www.lophelia.org/conservation/threats_og.htm).
- Loring, D.H. and D.J.G. Nota. 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence. scale 1:1,000,000; Fisheries and Marine Service, Environment Canada, Ottawa, ON. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 182.
- Lovell, J.M., M.M. Findley, R.M. Moate, and H.Y. Yan. 2005. The hearing abilities of the prawn *Palaemon serratus*. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 140: 89-100.
- Lovell, J.M., R.M. Moate, L. Christiansen and M.M. Findlay. 2006. The relationship between body size and evoked potentials from the statocysts of the prawn *Palaemon serratus*. *Journal of Experimental Biology*, 209: 2480-2485.
- Lovholt, F., C.B. Harbitz and K.B. Haugen. 2005. A parametric study of tsunamis generated by submarine slides in the Ormen Lange/Storegga area off western Norway. *Marine and Petroleum Geology*, 22: 219-231.
- Lu, Y., K.R. Thompson and D.G. Wright. 2001. Tidal currents and mixing in the Gulf of St. Lawrence: an application of the incremental approach to data assimilation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 58: 723-735.
- Lusseau, D. and L. Bejder. 2007. The long-term consequences of short-term responses to disturbance experience from whalewatching impact assessment. *International Journal of Comparative Psychology*, 20(2-3): 228-236.

- Lutz, P.L., M. Lutcavage and C.W. Caillouet. 1989. The effects of petroleum on sea turtles: Applicability to Kemp's ridley. Pp. 52-54. In: A.M. Landry (ed.). *Proceedings of the First International symposium on Kemp's Ridley Sea Turtle Biology, Conservation and Management*, October 1-4, 1985, Galveston, TX, Texas A&M University Sea Grant Program.
- Lydersen, C. and K.M. Kovacs. 1999. Behaviour and energetics of ice-breeding, North Atlantic phocid seals during the lactation period. *Marine Ecology Progress Series*, 187: 265-281.
- Lykousis, V., D. Sakellariou and J. Locat. 2007. Submarine mass-movements and their consequences. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, 27: 424 pp.
- Madsen, P.T., B. Møhl, B.K. Nielsen and M. Wahlberg. 2002. Male sperm whale behavior during exposures to distant seismic survey pulses. *Aquatic Mammals*, 2: 231-240.
- Magnuson, J.J., K.A. Bjorndal, W.D. DuPaul, G.L. Graham, D.W. Owens, C.H. Peterson, C.H. Pritchard, J.I. Richardson, G.E. Saul and C.W. West. 1990. *Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention*. National Reserach Council, National Academic Science Press, Washington, DC. 190 pp.
- Malme, C.I., P.R. Miles, C.W. Clark, P. Tyack and J.E. Bird. 1984. Investigations of the Potential Effects of Underwater Noise from Petroleum Industry Activities on Migrating Gray Whale Behavior / Phase II: January 1984 Migration. BBN Report 5586 from Bolt Beranek & Newman Inc., Cambridge, MA, for US Minerals Management Service, Anchorage, AK. Various pages.
- Malme, C.I., P.R. Miles, P. Tyack, C.W. Clark and J.E. Bird. 1985. Investigation of the Potential Effects of Underwater Noise from Petroleum Industry Activities on Feeding Humpback Whale Behavior. BBN Report 5851 from BBN Labs Inc., Cambridge, MA, for US Minerals Management Service, Anchorage, AK. OCS Study MMS 85-0019. Various pages.
- Masson, D.G., C.B. Harbitz, R.B. Wynn, G. Pedersen, and F. Lovholt. 2006. Submarine landslides — Processes, triggers and hazard prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 364: 2009-2039.
- Matishov, G.G. 1992. *The Reaction of Bottom-fish Larvae to Air Gun Pulses in the Context of the Vulnerable Barents Sea Ecosystem*. Fisheries and Offshore Petroleum Exploitation 2nd International Conference, Bergen, Norway, 6-8 April 1992.
- Matkin, C.O., G.M. Ellis, M.E. Dahlheim and J. Zeh. 1994. Status of killer whales in Prince William Sound, 1985-1992. Pp. 141-162. In: T.R. Loughlin (ed.). *Marine Mammals and the Exxon Valdez*, Academic Press, San Diego, CA. 395 pp.
- Mazzini, A. 2009. Mud volcanism: Processes and implications (editorial). *Marine and Petroleum Geology*, 26: 1677-1680.
- Mazzotti, S. and J. Adams. 2005. Rates and uncertainties on seismic moment and deformation in eastern Canada. *Journal of Geophysical Research*,. 110: 16 pp, B09301, doi:10.1029/2004JB003510.
- Mazzotti, S., T.S. James, J. Henton and J. Adams. 2005. GPS crustal strain, postglacial rebound, and seismic hazard in eastern North America: The Saint Lawrence valley example. *Journal of Geophysical Research*, 110: 16 pp. B11301, doi:10.1029/2004JB003590.

- McAlpine, D.F., P.T. Stevick and L.D. Murison. 1999. Increase in extralimital occurrences of ice-breeding seals in the northern Gulf of Maine region: More seals or fewer fish? *Marine Mammal Science*, 15: 906-911.
- McCauley, R.D. 1994. The environmental implications of offshore oil and gas development in Australia – Seismic surveys. Pp. 19-122 In: M. Swan, J.M. Neff and P.C. Young (eds.), *Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia - The Findings of an Independent Scientific Review*. Australian Petroleum Exploration Association and Energy Research and Development Corporation, Sydney, N.S.W.
- McCauley, R.D., M.-N. Jenner, C. Jenner, K.A. McCabe and J. Murdoch. 1998. The response of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to offshore seismic survey noise: Preliminary results of observations about a working seismic vessel and experimental exposures. *APPEA (Australian Petroleum Producers and Explorers Association) Journal*, 1998: 692-707.
- McCauley, R.D., J. Fewtrell, A.J. Duncan, C. Jenner, M.-N. Jenner, J.D. Penrose, R.I.T. Prince, A. Adhitya, J. Murdoch and K. McCabe. 2000a. Marine seismic surveys - A study of environmental implications. *APPEA (Australian Petroleum Producers and Explorers Association) Journal*, 2000: 692-708.
- McCauley, R.D., J. Fewtrell, A.J. Duncan, C. Jenner, M.-N. Jenner, J.D. Penrose, R.I.T. Prince, A. Adhitya, J. Murdoch and K. McCabe. 2000b. *Marine Seismic Surveys: Analysis of Air gun Signals; and Effects of Air Gun Exposure on Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes and Squid*. Report from Centre for Marine Science and Technology, Curtin University, Perth, WA, for Australian Petroleum Producers Association, Sydney, NSW. 188 pp.
- McCauley, R.D., J. Fewtrell and A.N. Popper. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 113(1): 638-642.
- McDonald, M.A., J.A. Hildebrand and S.C. Webb. 1995. Blue and fin whales observed on a seafloor array in the northeast Pacific. *Journal of the Acoustical Society of America*, 98: 712-721.
- McEwan, E.H. and F.C. Koelink. 1973. The heat production of oiled Mallards and Scaup. *Canadian Journal of Zoology*, 51: 27-31.
- McEwan, E.H. and P.M. Whitehead. 1980. Uptake and clearance of petroleum hydrocarbons by the Glaucous-winged Gull (*Larus glaucescens*) and the Mallard Duck (*Anas platyrhynchos*). *Canadian Journal of Zoology*, 58: 723-726.
- McKibben, J.R. and A.H. Bass. 1998. Behavioral assessment of acoustic parameters relevant to signal recognition and preference in a vocal fish. *Journal of the Acoustical Society of America*, 104: 3520-3533.
- Mead, J.G., A.R. Knowlton, D.W. Laist, A.S. Collet and M. Podesta. 2001. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*, 17(1): 35.
- Michel, J., M.O. Hayes and P.J. Brown. 1978. Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet, Alaska. *Environmental Geology*, (2)2: 107-117.

- Miller, G.W., V.D. Moulton, R.A. Davis, M. Holst, P. Millman, A. MacGillivray and D. Hannay. 2005. *Monitoring seismic effects on marine mammals-Southeastern Beaufort Sea, 2001-2002*. Pp. 511-542. In: S.L. Armsworthy, P.J. Cranford and K. Lee (eds.). *Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring: Approaches and Technologies*, Battelle Press, Columbus, OH. 631 pp.
- Mitchell, E. 1974. Present status of northwest Atlantic fin and other whale stocks. Pp. 108-69. In W.E. Schevill (ed.). *The Whale Problem: A Status Report*, Harvard University Press, Cambridge, MA. viii + 419 pp.
- Mitchell, E. and D.G. Chapman. 1977. Preliminary assessment of stocks of northwest Atlantic sei whales. *Report of the International Whaling Commission (Special Issue)*, 1: 117-120.
- Mitchell, D., P. Paultre, R. Tinawi, M. Saatcioglu, R. Tremblay, K. Elwood, J. Adams, and R. DeVall. 2010. Evolution of seismic design provisions in the National building code of Canada. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 37: 1157-1170.
- Mitson, R.B. 1995. Underwater noise of research vessels: Review and recommendations. *ICES Cooperative Research Report*, 209: 61 pp.
- Mitson, R.B. and H.P. Knudsen. 2003. Causes and effects of underwater noise on fish-abundance estimation. *Aquatic Living Resources*, 16: 255-263.
- MMS (Minerals Management Service - Pacific OCS Region). 2001. *Delineation Drilling Activities in Federal Waters Offshore Santa Barbara County, California*. Draft Environmental Impact Statement. US Department of the Interior, Minerals Management Service, Camarillo, CA.
- MMS (Minerals Management Service). 2004. Geological and Geophysical Exploration for Mineral Resources on the Gulf of Mexico Outer Continental Shelf: Final Programmatic Environmental Assessment. US Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS EIS / EA MMS 2004-054. 350 pp.
- Mobil Oil Canada, Ltd. 1985. *Hibernia Development Project - Environmental Impact Statement: Volumes IIIa and IIIb – Biophysical Assessment*. Prepared by Mobil Oil Canada, Ltd. as Operator, on behalf of the joint venture participants (Gulf Canada Resources Inc., Petro-Canada Inc., Chevron Canada Resources Limited and Columbia Gas Development of Canada Ltd.).
- Moein, S.E., J.A. Musick, J.A. Keinath, D.E. Barnard, M. Lenhardt and R. George. 1994. *Evaluation of Seismic Sources for Repelling Sea Turtles from Hopper Dredges*. Report from Virginia Institute of Marine Science, [Gloucester Point], VA, for US Army Corps of Engineers. 33 pp.
- Møhl, B., M. Wahlberg, P.T. Madsen, A. Heerfordt and A. Lund. 2003. The monopulsed nature of sperm whale clicks. *Journal of the Acoustical Society of America*, 114: 1143-1154.
- Montevecchi, W.A., F.K. Wiese, G. Davoren, A.W. Diamond, F. Huettmann and J. Linke. 1999. Seabird Attraction to Offshore Platforms and Seabird Monitoring from Offshore Support Vessels and Other Ships: Literature Review and Monitoring Designs. Report Prepared for Canadian Association of Petroleum Producers.

- Mosher, D.C. 2008. Submarine mass movements: geohazards with far-reaching implications. In: J. Locat, D. Perret, D. Turmel, D. Demers and S. Leroueil (ed.). *Comptes rendus de la 4e Conférence canadienne sur les géorisques: des causes à la gestion. Proceedings of the 4th Canadian Conference on Geohazards: From Causes to Management*. Presse de l'Université Laval, Québec, 594 pp.
- Mosher, D.C. 2009. Submarine landslides and consequent tsunamis in Canada. *Geoscience Canada*, 36(4), 179-190.
- Mosher, D.C., D.C. Christian, J.A. Hunter, and J.L. Luternauer. 2004b. Onshore and offshore geohazards of the Fraser River Delta. Pp. 67-81. In: J. Groulx, D.C. Mosher, J.L. Luternauer and D.B. Bilderback (eds.). *Fraser River Delta: Issues of an Urban Estuary*, B *Geological Survey of Canada Bulletin*, 567.
- Mosher, D.C., K.M. Moran and R.N. Hiscott. 1994.. Late Quaternary sediment, sediment mass-flow processes and slope instability on the Scotian Slope. *Sedimentology*, 41: 1039-1061.
- Mosher, D.C., D.J.W.P. Piper, D.C. Campbell and K.A. Jenner. 2004a. Near surface geology and sediment failure geohazards of the central Scotian Slope. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 88: 703-723.
- Moulton, V.D. and M. Holst. 2010. Effects of seismic survey sound on cetaceans in the Northwest Atlantic. *Environmental Studies Research Funds Report*, No. 182: 28 pp.
- Moulton, V.D. and G.W. Miller. 2005. Marine mammal monitoring of a seismic survey on the Scotian Slope, 2003. Pp. 29-40. In: K. Lee, H. Bain and G.V. Hurley (eds.). *Acoustic Monitoring and Marine Mammal Surveys in the Gully and Outer Scotian Shelf Before and During Active Seismic Programs*. *Environmental Studies Research Funds Report*, No. 151: xx + 154 pp.
- Mukhopadhyay, P.K. 2006. Evaluation of the Petroleum Systems by 1D and 2D Numerical Modelling and Geochemical Analysis in the Area of Most Recent Exploration Wells on the Deepwater Scotian Slope, Offshore Nova Scotia. Report for Nova Scotia Department of Energy, Contract Number 6012740. 145 pp.
- Mullin, K.D., L.V. Higgins, T.A. Jefferson and L.J. Hansen. 1994a. Sightings of the Clymene dolphin (*Stenella clymene*) in the Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science*, 10: 464-470.
- Mullin, K.D., T.A. Jefferson, L.J. Hansen and W. Hoggard. 1994b. First sightings of melon-headed whales (*Peponocephala electra*) in the Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science*, 10: 342-348.
- Murray, B.W., R. Michaud and B.N. White. 1999. Allelic and haplotype variation of major histocompatibility complex class II DRB1 and DQB loci in St. Lawrence beluga, (*Delphinapterus leucas*). *Molecular Ecology*, 8: 1127-1139.
- Myrberg, A.A., Jr., M. Mohler and J.D. Catala. 1986. Sound production by males of a coral reef fish (*Pomacentrus partitus*): its significance to females. *Animal Behavior*, 34: 913-923.
- Myrberg, A.A. 1981. Sound communication and interception in fishes. Pp. 395-426. In: W.N. Tavolga, A.N. Popper, R.R. Fay and L.A. Wilber (eds.). *Hearing and Sound Communication in Fishes*, Springer-Verlag, New York, NY.

- Myrberg, A.A. and M. Lugli. 2006. Reproductive behavior and acoustical interactions. Pp. 149-176. In: F. Ladich, S.P. Collin, P. Moller and B.G. Kapoor (eds.). *Communication in Fish Volume 1*, Science Publishers, Enfield, NH.
- Myrberg, A.A. 2001. The acoustical biology of elasmobranchs. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 31-45.
- Natural Resources Canada. 2011. *Earthquake Zones in Eastern Canada*. Available at: <http://earthquakescanada.nrcan.gc.ca/zones/eastcan-eng.php>
- Naud, M.J., B. Long, J.C. Brethes and R. Sears. 2003. Influences of underwater bottom topography and geomorphology on minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) distribution in the Mingan Islands (Canada). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 889-896.
- NEB, C-NLOPB and CNSOPB (National Energy Board, Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board and Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board). 2009. *Offshore Chemical Selection Guidelines for Drilling and Production Activities on Frontier Lands*.
- NEB, C-NLOPB and CNSOPB (National Energy Board, Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board and Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board). 2010. *Offshore Waste Treatment Guidelines*.
- Nedwed, T. 2004. *Best Practices for Drill Cuttings & Mud Discharge Modelling*. SPE 86699. Paper presented at the Seventh SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Calgary, Alberta, Canada. Society of Petroleum Engineers. Richardson, TX. 6 pp.
- Neff, J. 1987. Biological effects of drilling fluids, drill cuttings, and produced waters. Pp. 469-538. In: D.F. Boesch and N.N. Rabalais (eds.). *Long Term Environmental Effects of Offshore Oil and Gas Development*. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK.
- Neff, J.M. 2002. Bioaccumulation in Marine Organisms: Effect of Contaminants from Oil Well Produced Water. Elsevier Science Ltd., Oxford, UK. xv + 452 pp.
- Neff, J.M. 2005. Composition, Environmental Fates, and Biological Effects of Water Based Drilling Muds and Cuttings discharged to the Marine Environment: A Synthesis and Annotated Bibliography. Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute. 73 pp.
- Neff, J.M. 2010. *Fate and Effects of Water Based Drilling Muds and Cuttings in Cold Water Environments*. A scientific review prepared for Shell Exploration and Production Company. X + ES-10 + 289 pp.
- Neff, J.M., M.H. Bothner, N.J. Maciolek and J.F. Grassle. 1989a. Impacts of exploratory drilling for oil and gas on the benthic environment of Georges Bank. *Marine Environmental Research*, 27: 77-114.
- Neff, J.M., R.J. Breteler and R.S. Carr. 1989b. Bioaccumulation, food chain transfer, and biological effects of barium and chromium from drilling muds by flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) and lobster (*Homarus americanus*). Pp. 439-460. In: F.R. Engelhardt, J.P. Ray, and A.H. Gillam (eds.). *Drilling Wastes*. Elsevier Applied Science Publishers, London.

- Neff, J.M., A.D. Hart, J.P. Ray, J.M. Limia and T.W. Purcell. 2005. Seabed effects of synthetic-based drilling mud cuttings in the Gulf of Mexico. *Journal of Petroleum Technology*, 57(7): 61-63.
- Neff, J.M., R.E. Hillman and J.J. Waugh. 1989c. Bioaccumulation of trace metals from drilling mud barite by benthic marine animals. Pages 461-480 In: F.R. Engelhardt, J.P. Ray, and A.H. Gillam (eds.). *Drilling Wastes*, Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Neff, J.M., S. McKelvie and R.C. Ayers, Jr. 2000. *Environmental Impacts of Synthetic Based Drilling Fluids*. OCS Study MMS 2000-64. US Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Program, New Orleans, LA. 145 pp.
- Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture. Undated A. *Atlantic Hagfish (Myxine glutinosa) Meaning Gluey Slime. Emerging Species Profile Sheets*. Available at: [http://www.fishaq.gov.nl.ca/research\\_development/fdp/hagfish.pdf](http://www.fishaq.gov.nl.ca/research_development/fdp/hagfish.pdf). [as accessed in March 2011].
- Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture. Undated B. *Monkfish (Lophius americanus). Emerging Species Profile Sheets*. Available at: [http://www.fishaq.gov.nl.ca/research\\_development/fdp/monkfish.pdf](http://www.fishaq.gov.nl.ca/research_development/fdp/monkfish.pdf). [as accessed in March 2011].
- Newman, M.C. and C.H. Jagoe. 1994. Ligands and the bioavailability of metals in aquatic environments. Pp. 39-61. In: J.L. Hamelink, P.F. Landrum, H.L. Bergman and W.H. Benson (eds.). *Bioavailability: Physical, Chemical, and Biological Interactions*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Nightingale, B. and C. Simenstad, 2002. *Artificial night-lighting effects on salmon and other fishes in the Northwest*. Ecological Consequences of Artificial Night Lighting Conference, February 23-24, 2002, sponsored by The Urban Wildlands Group and the UCLA Institute of the Environment.
- Nilssen, K.T., O.-P. Pedersen, L.P. Folkow and T. Haug. 2000. Food consumption estimates of Barents Sea harp seals. *NAMMCO Scientific Publications*, 2: 9-27.
- NLDEC (Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation) 2010. *Newfoundland and Labrador Species at Risk: Piping Plover*. Available at: [http://www.env.gov.nl.ca/env/wildlife/endangeredspecies/piping\\_plover.pdf](http://www.env.gov.nl.ca/env/wildlife/endangeredspecies/piping_plover.pdf)
- NMFS (National Marine Fisheries Service). 2000. Small takes of marine mammals incidental to specified activities; marine seismic-reflection data collection in southern California. *Federal Register* 65 (60, 28 Mar.): 16374-16379.
- NOAA (National Aeronautics and Space Administration Goddard Institute for Space Studies). No Date. *Atlas of Extratropical Storm Tracks (1961-1998)*. Available at: <http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/stormtracks/tracks.cgi>
- NOAA (US National Oceanic and Atmospheric Administration). 2000. *Characteristics Coastal Habitats: Choosing Spill Response Alternatives*. Seattle, WA. 87 pp.
- NOAA (US National Oceanic and Atmospheric Administration). 2002. *Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 3. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11*. Seattle, WA. 89 pp + Appendices.

- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2005. Atlantic Tuna. *Draft Consolidated Atlantic Highly Migratory Species Fishery Management Plan*. Available at: [http://www.nmfs.noaa.gov/sfa/hms/hmsdocument\\_files/FMPs.htm](http://www.nmfs.noaa.gov/sfa/hms/hmsdocument_files/FMPs.htm)
- Norris K.S. and W.E. Evans. 1966. Directionality of echolocation clicks in the rough-toothed porpoise, *Steno bredanensis* (Lesson). Pp. 305-324. In: W.N. Tavolga (ed.). *Marine Bio-Acoustics*, Pergamon Press, New York.
- Norwegian Oil Industry Association Working Group. 1996. Criteria for Selection and Approval of Drilling Fluids: With Respect to Effects on Human Workers and Marine Ecological Systems. Norwegian Oil Industry Association, Stavanger, Norway. 70 pp.
- Nott, J.A. and A. Nicolaidou. 1989. Metals in gastropods - metabolism and bioreduction. *Marine Environmental Resources*, 28: 201-205.
- Nott, J.A. and A. Nicolaidou. 1990. Transfer of detoxification along marine food chains. *Journal of the Marine Biology Association UK*, 70: 905-912.
- Nott, J.A. and A. Nicolaidou. 1993. Bioreduction of zinc and manganese along a molluscan food chain. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 104A: 235-238.
- Nott, J.A. and A. Nicolaidou. 1994. Variable transfer of detoxified metals from snails to hermit crabs in marine food chains. *Marine Biology*, 120: 369-377.
- Nova Scotia Museum of Natural History. Undated. H2.5 Tidal marsh. Pp. 416-422. In: *Natural History of Nova Scotia, Volume I: Habitats*. Available at: <http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/h2/h2-5.htm>
- Nowacek, D.P., L.H. Thorne, D.W. Johnston and P.L. Tyack. 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review*, 37(2): 81-115.
- NRC (National Research Council). 1983. *Drilling Discharges in the Marine Environment*. National Academy Press. 192 pp.
- NRC (National Research Council) 2002. National Research Council (NRC) Committee on oil in the sea: Inputs, fates, and effects. US National Academy of Sciences, *Spill Science and Technology Bulletin*, 7(5-6): 197-199.
- NRC (National Research Council). 2003. *Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects*. Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects, Ocean Studies Board and Marine Board, Divisions of Earth and Life Studies and Transportation Research Board. National Academies Press. Washington, DC. 265 pp.
- NRC (National Research Council). 2005. Marine Mammals Populations and Ocean Noise: Determining when Noise Causes Biologically Significant Effects. The National Academies Press, Washington, DC.
- NS DNR (Nova Scotia Department of Natural Resources). 2007. *Wetland Mapping Inventory*. Available at: <http://www.gov.ns.ca/natr/wildlife/habitats/wetlands.asp>
- Niu H., A. Drozdowski, T. Husain, B. Veitch, N. Bose and K. Lee. 1976. Modelling the dispersion of drilling muds using the bblt model: the effects of settling velocity. *Environmental Model Assessment (2009)*, 14: 585-594.



- OBIS (Ocean Biogeographic Information System). 2011. *Ocean Biogeographic Information System*. Available at: <http://iobis.org/home> [accessed in March 2011]
- O'Driscoll, R.L. G.A. Rose, J.T. Anderson and F. Mowbray. 2000. Spatial association between cod and capelin: A perspective on the inshore-offshore dichotomy. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2000/083: 23 pp.
- Office of Naval Research. 2002. *Science and Technology Focus, Oceanography, Ocean Life: Green Sea Turtle – Current Research*. <http://www.onr.navy.mil/focus/ocean/life/turtle4.htm>. Last update not indicated. Accessed 3 March 2009.
- Ogg, J.G, G. Ogg and F.M. Gradstein. 2008. *A Geological Time Scale 2008*. Cambridge University Press. 150 pp.
- OGP (International Association of Oil & Gas Producers). 2003. Environmental aspects of the use and disposal of non aqueous drilling fluids associated with offshore oil and gas operations. *International Association of Oil & Gas Producers Report*, No. 342: 112 pp.
- O'Hara, J. and J.R. Wilcox. 1990. Avoidance responses of loggerhead turtles, *Caretta caretta*, to low frequency sound. *Copeia*, 1990(2): 564-567.
- Okal, E.A. and C.E. Synolakis. 2004. Source discriminants for near-field tsunamis. *Geophysical Journal International*, 158: 899-912.
- Okubo, A. 1971. Oceanic diffusion diagrams. *Deep Sea Research*, 18: 789-802.
- Ollerhead, L.M.N. and J. Lawrence. 2007. Mapping the spatial distribution of juveniles for nine selected finfish species found in the Gulf of St. Lawrence. *Environmental Studies Research Funds Report*, 169: 64 pp.
- Olsgård, F. and J.S. Gray. 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian Continental Shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 122: 388-306.
- Ona, E., O.R. Godø, N.O. Handegard, V. Hjellvik, R. Patel and G. Pedersen. 2007. Silent research vessels are not quiet. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121: 145-150.
- Orr, C.D. and J.L. Parsons. 1982. Ivory Gulls *Pagophila eburnea* and ice-edges in Davis Strait and the Labrador Sea. *Canadian Field-Naturalist*, 96: 323-328.
- OSPAR Commission. 2010. *Background Document for Seapen and Burrowing megafauna Communities*. Biodiversity Series. Accessed online at: [http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/Species/P00481\\_Seapen\\_and\\_burrowing\\_megafauna.pdf](http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/Species/P00481_Seapen_and_burrowing_megafauna.pdf)
- Paffenhöfer, G.A. 1972. The effects of suspended 'red mud' on mortality, body weight, and growth of the marine planktonic copepod, *Calanus helgolandicus*. *Water, Air and Soil Pollution*, 1: 314-321.
- Palka, D., A. Read and C. Potter. 1997. Summary of knowledge of white-sided dolphins (*Lagenorhynchus albirostris*) from US and Canadian Atlantic Waters. *Report of the International Whaling Commission*, 47: 729-734.
- Parks, S.E., D.R. Ketten, J.T. O'Malley and J. Arruda. 2007. Anatomical predictions of hearing in the North Atlantic right whale. *Anatomical Rec.*, 290(6): 734-744.

- Paull, C.K., W. Ussler, III and W.S. Borowski. 1999. Freshwater ice rafting: An additional mechanism for the formation of some high-latitude pockmarks. *Geo-Marine Letters*, 19, 164-168.
- Payne, J.F., C.A. Andrews, L.L. Fancey, A.L. Cook and J.R. Christian. 2007. Pilot study on the effect of seismic air gun noise on lobster (*Homarus americanus*). *Environmental Studies Research Fund Report*, No. 171: 34 pp.
- Payne, J.F., C. Andrews, S. Whiteway and K. Lee. 2001b. Definition of sediment toxicity zones around oil development sites: Dose response relationships for the monitoring surrogates Microtox® and amphipods, exposed to Hibernia source cuttings containing a synthetic base oil. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science*, 2577.
- Payne, J.F., L. Fancey, C. Andrews, J. Meade, F. Power, K. Lee, G. Veinott and A. Cook. 2001a. Laboratory exposures of and vertebrate species to concentrations of IA-35 (Petro-Canada) drill mud fluid, production water, and Hibernia drill mud cuttings. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2560.
- Paytan, A., S. Mearon, K. Cobb and M. Kastner. 2002. Origin of marine barite deposits: Sr and S isotope characterization. *Geologica*, 30: 747-750.
- Pearson, T.H. and R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanographic. Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311.
- Pearson, W.H., J.R. Skalski and C.I. Malme. 1992. Effects of sound from a geophysical survey device on behaviour of captive rockfish (*Sebastes* spp.) *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(7): 1343-1356.
- Pearson, W.H., J.R. Salinski, S. Sulkin and C. Malme. 1994. Effects of seismic energy releases on the survival and development of zoeal larvae of dungness crab (*Cancer magister*). *Marine Environmental Research*, 38: 93-113.
- PEI (Prince Edward Island) Department of Environment. 2009. *Wetlands Inventory*. Available at: <http://www.gov.pe.ca/gis/index.php3?number=1036522&lang=E>
- Pendoley, K. 1997. Sea turtles and management of marine seismic programs in Western Australia. *Petroleum Exploration Society of Australia Journal*, 25:8 -16.
- Peterson, D. 2004. Background Briefing Paper for a Workshop on Seismic Survey Operations: Impacts on Fish, Fisheries, Fishers and Aquaculture. Prepared for the for the British Columbia Seafood Alliance. 13 pp.
- Pezeshki, S.R., M.W. Hester, Q. Lin and J.A. Nyman. 2000. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf coast marsh macrophytes: a review. *Environmental Pollution*, 108: 129-139.
- Phillips, E.J.P., E.R. Landa, T. Kraemer and R. Zielinski. 2001. Sulfate-reducing bacteria release barium and radium from naturally occurring radioactive material in oil-field barite. *Geomicrobiology Journal*, 18: 167-182.
- Piatt, J.F., C.J. Lensink, W. Butler, M. Kendziorek and D.R. Nysewander. 1990. Immediate impact of the *Exxon Valdez* oil spill on marine birds. *Auk*, 107: 387-397.

- Pinfold, G. 2009. *Economic Impact of Marine Related Activities in Canada*. Statistical and Economic Analysis Series, Publication No. 1-1: 125 pp.
- Piper, D.J.W, A.N. Shor and J.E.H. Clarke. 1988. The 1929 "Grand Banks" earthquake, slump, and turbidity current. Pp. 77-92. In: H.E. Clifton (ed.). *Sedimentologic Consequences of Convulsive Geologic Events*, Geological Society of America, Special Paper No. 229.
- Plotkin, P.T. (Editor). 1995. National Marine Fisheries Service and US Fish and Wildlife Service Status Reviews for Sea Turtles Listed under the Endangered Species Act of 1973. National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD. vi + 139 pp.
- Pople, A.R., R.D. Simpson and S.C. Cairns. 1990. An incident of Southern Ocean oil pollution: Effects of a spillage of diesel fuel on the rocky shore of Macquarie Island (Sub-Antarctic). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41(5): 603-620.
- Pople, A.R., R.D. Simpson and S.D.A. Smith. 1995. The effects of a spillage of diesel fuel on a rocky shore in the sub-Antarctic region (Macquarie Island). *Marine Pollution Bulletin*, 31(4-12): 367-371.
- Popper, A.N. 2000. Hair cell heterogeneity and ultrasonic hearing: Recent advances in understanding fish hearing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 355: 1277-1280.
- Popper, A.N. and R.R. Fay. 2010. Rethinking sound detection by fishes. *Hearing Research*, (in press) doi: 10.1016/j.heares.2009.12.023.
- Popper, A.N., M.B. Halvorsen, E. Kane, D.D. Miller, M.E. Smith, P. Stein and L.E. Wysocki. 2007. The effects of high-intensity, low-frequency active sonar on rainbow trout. *Journal of the Acoustical Society of America*, 122: 623-635.
- Popper, A.N. and M.C. Hastings. 2009a. The effects of human-generated sound on fish. *Integrated Zoology*, 4: 43-52.
- Popper, A.N. and M.C. Hastings. 2009b. The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75: 455-489.
- Popper, A.N., D.T.T. Plachta, D.A. Mann and D.M. Higgs. 2004. Response of clupeid fish to ultrasound: A review. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1057-1061.
- Popper, A.N., M. Salmon and K.W. Horch. 2001. Acoustic detection and communication by decapod crustaceans. *Journal of Comparative Physiology A*, 187: 83-89.
- Popper, A.N., M.E. Smith, P.A. Cott, B.W. Hanna, A.O. MacGillivray, M.E. Austin and D.A. Mann. 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. *Journal of the Acoustical Society of America*, 117: 3958-3971.
- Price, A. 2007. The Effects of High Frequency, High Intensity Underwater Sound on the Oxygen Uptakes of *Mytilus edulis* (L.). B.Sc.(Hons.) Thesis, Heriot-Watt Univ., Scotland.
- Proctor, N.S. and P.J. Lynch. 2005. A Field Guide to North Atlantic Wildlife: Marine Mammals, Seabirds, Fish, and Other Sea Life. Yale University Press, New Haven, CT. 256 pp.
- Protected Areas Association of Newfoundland and Labrador. 2000. *Maritime Barrens South Coast Barrens Subregion 6c*. Ecoregions Brochures prepared by Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation.

- Pye, H.J. and W.H. Watson, III. 2004. Sound detection and production in the American lobster, *Homarus americanus*: sensitivity range and behavioral implications. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115(Part 2): 2486.
- Quinlan, G. and C. Beaumont. 1981. A comparison of observed and theoretical postglacial relative sea levels in Atlantic Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 19: 2232-2246.
- Rail, J.-F. and G. Chapdelaine. 2004. Fifteenth census of seabird populations in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 1998-1999. *Canadian Field-Naturalist*, 118(2): 256-263.
- Rail, J.-F. and R. Cotter. 2007. Sixteenth census of seabird populations in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 2005. *Canadian Field-Naturalist*, 121(3): 287-294.
- Raimondi, P.T., A.M. Barnett and P.R. Krause. 1997. The effects of drilling muds on marine invertebrate larvae and adults. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(6): 1218-1228.
- Reddin, D.G. 2006. Perspectives on the marine ecology of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Northwest Atlantic. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2006/018.
- Reddin, D.G., P. Downton and K.D. Friedland. 2006. Diurnal and nocturnal temperatures for Atlantic salmon post-smolts (*Salmo salar* L.) during their early marine life. *Fishery Bulletin*, 104(3): 415-427.
- Reeves, R. and H. Whitehead. 1997. Status of the sperm whale, *Physeter macrocephalus*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 111: 293-307.
- Reeves, R., C. Smeeck, C.C. Kinze, R.L. Brownell, Jr. and J. Lien. 1999. White-beaked dolphin *Lagenorhynchus albirostris* Gray 1846. Pp: 1-30. In: S.H. Ridgway and R. Harrison (eds.). *Handbook of Marine Mammals - Volume 6: The Second Book of Dolphins and Porpoises*. Academic Press, San Diego, CA. 484 pp.
- Riegl, B. 1995. Effects of sand deposition on Scleractinian and Alcyonacean corals. *Marine Biology*, 121: 517-526.
- Riegl, B. and G.M. Branch. 1995. Effects of sediment on the energy budgets of 4 Scleractinian (Bourne 1900) and 5 Alcyonacean (Lamouroux 1816) corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 186: 259-275.
- Rice, D.D. 1993. Biogenic gas: controls, habitats, and resource potential. Pp. 583-606. In: D.G. Howell (ed.). *The Future of Energy Gases, U.S. Geological Survey Professional Paper*, 1570.
- Rice, D.W. 1989. Sperm whale *Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758. Pp. 177-233. In: S.H. Ridgway and R. Harrison (eds.). *Handbook of Marine Mammals, Volume 4: River Dolphins and Larger Toothed Whales*, Academic Press, London, UK. 442 pp.
- Rice, S.D. 1985. Effects of oil on fish. Pp: 157-182. In: F.R. Engelhardt (ed.). *Petroleum Effects in the Arctic Environment*. Elsevier Science Publishing Co., NY.
- Richardson, W.J., C.R. Greene, Jr., C.I. Malme and D.H. Thomson. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego. 576 pp.

- Richardson, W.J., M. Holst, W.R. Koski and M. Cummings. 2009. Responses of cetaceans to large-source seismic surveys by Lamont-Doherty Earth Observatory. Pp. 213. In: *Abstract of the 18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, Québec, October 2009. 306 pp.
- Richardson, W.J. and C.I. Malme. 1993. Man-made noise and behavioral responses. Pp. 631-700. In: J.J. Burns, J.J. Montague and C.J. Cowles (eds.). *The Bowhead Whale*, Special Publication of the Society for Marine Mammalogy, Lawrence, KS. 787 pp.
- Richardson, W.J., G.W. Miller and C.R. Greene, Jr. 1999. Displacement of migrating bowhead whales by sounds from seismic surveys in shallow waters of the Beaufort Sea. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106(4, Pt. 2): 2281.
- Richardson, W.J. and B. Würsig. 1997. Influences of man-made noise and other human actions on cetacean behavior. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 29: 183-209.
- Richardson W.J., B. Würsig and C.R. Greene, Jr. 1986. Reactions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, to seismic exploration in the Canadian Beaufort Sea. *Journal of the Acoustical Society of America*, 79(4): 1117-1128.
- Ridgway, S.H., E.G., Wever, J.G. McCormick, J. Palin and J.H. Anderson. 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Proceedings of the National Academy of Science, U.S.*, 64: 884-890.
- Robert, M., R. Benoit, C. Marcotte, J.-P.L. Savard, D. Bordage and D. Bourget. 2003. Le Garrot d'Islande dans l'estuaire du Saint-Laurent : calendrier de présence annuelle, répartition, abondance, âge-ratio et sex-ratio. Série de rapports techniques no. 398. Canadian Wildlife Service, Quebec Region, Environment Canada, Sainte-Foy, QC.
- Robert, M., R. Benoit and J.-P.L. Savard. 1999a. COSEWIC Status Report on the Eastern Population of Barrow's Goldeneye (*Bucephala islandica*) in Canada. Canadian Wildlife Service, Quebec Region.
- Robert, M. and J.-P.L. Savard. 2006. The St. Lawrence River Estuary and Gulf: A stronghold for Barrow's Goldeneyes wintering in eastern North America. *Waterbirds*, 29(4): 437-450.
- Robert, M., J.-P.L. Savard, G. Fitzgerald and P. Laporte. 1999b. Satellite tracking of Barrow's Goldeneyes in eastern North America: location of breeding areas and molting sites. In: *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Symposium on Biotelemetry*, Juneau, AK.
- Roberts, D.J. and A.H. Nguyen. 2006. *Degradation of Synthetic-based Drilling Mud Base Fluids by Gulf of Mexico Sediments: Final Report*. OCS Study MMS 2006-028, US Department of the Interior, Minerals Management Service. Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. 122 pp.
- Rodger, R.W.A. 2006. *The Fisheries of North America: An Illustrated Guide to Commercial Species*. Canadian Marine Publications, Halifax. 213 pp.
- Rogers, J.N., J.T. Kelley, D.F. Belknap, A. Gontz and W.A. Barnhardt. 2006. Shallow-water pockmark formation in temperate estuaries: A consideration of origins in the western Gulf of Maine with special focus on Belfast Bay. *Marine Geology*, 225, 45-62.

- Romano, T.A., M.J. Keogh, C. Kelly, P. Feng, L. Berk, C.E. Schlundt, D.A. Carder and J.J. Finneran. 2004. Anthropogenic sound and marine mammal health: measures of the nervous and immune systems before and after intense sound exposure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 61: 1124-1134.
- Ross, D. 1976. *Mechanics of Underwater Noise*. Pergamon, New York. 375 pp. (Reprinted 1987, Peninsula Publications, Los Altos, CA.).
- Rowe S., J.A. Hutchings J.E. Skjæraasen and L. Bezanson. 2008. Morphological and behavioural correlates of reproductive success in Atlantic cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series*, 354: 257-265.
- Ruffman, A. 2001. Potential for large-scale submarine slope failure and tsunami generation along the U.S. mid-Atlantic coast, *Comment, Geology*, 29(10): 967.
- Ruffman, A. and M.P. Tuttle. 1995, The search for the onshore signature of the November 18, 1929, tsunami from the “Grand Banks” Earthquake: Canada’s most tragic earthquake [abstract]. Pp. 7-8. In: *Tsunami Deposits, Geologic Warnings of Future Inundation Meeting*, University of Washington, Program with Abstracts.
- Sætre, R. and E. Ona. 1996. Seismike undersøkelser og på fiskeegg og -larver en vurdering av mulige effekter på bestandsniva. [Seismic investigations and damages on fish eggs and larvae; an evaluation of possible effects on stock level] *Fisken og Havet*, 1996:1-17, 1-8. (in Norwegian, with an English summary - full translation not published).
- SARA (*Species at Risk Act*) Public Registry. 2010. *Horned Grebe*. Available at: [http://www.sararegistry.gc.ca/species/speciesDetails\\_e.cfm?sid=1046](http://www.sararegistry.gc.ca/species/speciesDetails_e.cfm?sid=1046)
- Sarà, G., J.M. Dean, D. D’Amato, G. Buscaino, A. Oliveri, S. Genovese, S. Ferro, G. Buffa, M. Lo Martire and S. Mazzola. 2007. Effect of boat noise on the behaviour of bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 331: 243-253.
- Saucier, M.H. and D.M. Baltz. 1993. Spawning site selection byspotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, and black drum, *Pogonias cromis*, in Louisiana. *Environmental Biology of Fishes*, 36: 257-272.
- Saucier, F.J., F. Roy, D. Gilbert, P. Pellerin and H. Ritchie. 2003. Modelling the formation and circulation processes of water masses and sea ice in the Gulf of St. Lawrence, Canada, *Journal of Geophysical Research*, 108(CS), 3269, doi.10.1029/2000JC000686.
- Savard, J.-P. L. and P. Dupuis. 1999. A case for concern: The eastern population of Barrow’s Goldeneyes (*Bucephala islandica*) Pp. 40-43 In: R.I. Goudie, M.R. Petersen and G.J. Robertson (eds.). *Behaviour and Ecology of Seaducks*, Occasional Paper No. 100, Canadian Wildlife Service, Environment Canada, Quebec Region, Montreal, QC.
- Savvatimsky, P.I. 1987. Investigations on the common grenadier *Nezumia bairdi* in northwest Atlantic in 1969-1983. *NAFO Science Council Research Document*, 87/88: 17 pp.
- Scandpower. 2000. *Blowout frequencies 2000, BlowFAM Edition*. Report No. 27.20.01/R3, March 2000. Scandpower Risk Management AS. Available at: <http://www.scandpower.com/default.aspx>. Kjeller, Norway.

- Scandpower. 2006. *Blowout and Well Release Frequencies – Based on SINTEF Offshore Blowout Database, 2006*. Report No. 90.005.001/R2. Scandpower Risk Management AS. Available at: <http://www.scandpower.com/default.aspx>. Kjeller, Norway.
- Schmelzer, I. 2006. *A Management Plan for Barrow's Goldeneye (Bucephala islandica; Eastern population) in Newfoundland and Labrador*. Wildlife Division, Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation. Corner Brook, NL.
- Scott, W.B. and M.G. Scott. 1988. Atlantic Fishes of Canada. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences*, 219: 731 pp.
- Seiser, P.E., L.K. Duffy, A.D. McGuire, D.D. Roby, G.H. Golet and M.A. Litzow. 2000. Comparison of Pigeon Guillemot, *Cephus columba*, blood parameters from oiled and unoiled areas of Alaska eight years after the *Exxon Valdez* oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, 40: 52-164.
- Sergeant, D.E. 1991. Harp seals, man and ice. *Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences*, 114: 153 pp.
- Schaanning, M.T., K. Hylland, G.Ø. Eriksen, T.D. Bergan, J.S. Gunnarson and J. Skei. 1996. Interactions between eutrophication and contaminants II. Mobilization and bioaccumulation of Hg and Cd from marine sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 33: 71-79.
- Schaanning, M, A. Ruus, T. Bakke, K. Hylland and F. Olsgård. 2002. *Bioavailability of Metals in Weight Materials for Drilling Muds*. Report SNO 4597-2002. Norwegian Institute of Water Research (NIVA), Oslo, Norway. 36 pp.
- Shaver, D.J. 1991. Feeding ecology of wild and headstarted Kemp's ridley sea turtles in south Texas waters. *Journal of Herpetology*, 25: 327-334.
- Shimmield, G. and E. Breuer. 2000. A Geochemical and Radiochemical Appraisal of Offshore Drill Cuttings as a Means of Predicting Possible Environmental Impact after Site Abandonment. Report to NERC and UKOOA from the Scottish Association for Marine Science, Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban, Scotland. 22 pp.
- Shimmield, G.B., Breuer, E., D.G. Cummings, T. Shimmield and O. Peppe. 2000. Contaminant Leaching from Drill Cuttings Piles of the Northern and Central North Sea: Field Results from the Beryl A Cuttings Pile. UKOOA Drill Cuttings Initiative Research and Development Programme Report 2.2. UKOOA, Aberdeen, Scotland.
- Scholik, A.R. and H.Y. Yan. 2001. Effects of underwater noise on auditory sensitivity of a cyprinid fish. *Hearing Research*, 152: 17-24.
- Scholik, A.R. and H.Y. Yan. 2002. The effects of noise on the auditory sensitivity of the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 133: 43-52.
- Sherk J.A., J.M. O'Connor and D.A. Neumann. 1975. Effects of suspended and deposited sediments on estuarine environments. *Estuarine Research*, 2: 541-558.
- Shipley, T.H., P.L. Stoffa and D.F. Dean. 1990. Underthrust sediments, fluid migration paths and mud volcanoes associated with the accretionary wedge off Costa Rica: Middle America Trench. *Journal of Geophysical Research*, 95: 8743-8752.

- Sjare, B., M. Lebeuf and G. Veinot. 2005. Harbour seals in Newfoundland and Labrador: A preliminary summary of new data on aspects of biology, ecology and contaminant profiles. *Canadian Science Advisory Secretariat Resource Document*, 2005/030: 42 pp.
- Sjøgren, C.E., H. Drangsholt, F. Ored, T. Øfsti and S.P. Sporstøl. 1989. Evidence of oil contamination in North Sea cod. Pp. 577-586. In: F.R. Engelhardt, J.P. Ray, and A.H. Gillam (eds.). *Drilling Wastes*, Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Skalski, J.R., W.H. Pearson and C.I. Malme. 1992. Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (*Sebastes* spp.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(7): 1357-1365.
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., Opzeeland, I.V., Coers, A., ten Cate, C. and A.N. Popper. 2010. *Noisy Spring: The Impact of Globally Rising Underwater Sound Levels on Fish*. doi:10.1016/j.tree.2010.04.005 9 pp.
- Sloan, E.D.J., 1998. Physical/chemical properties of gas hydrates and application to world margin stability and climatic change. Pp. 31-50. In: J.P. Henriot and J. Mienert (eds.). *Gas Hydrates: Relevance to World Margin Stability and Climate Change*, Society Special Publications, Volume 137.
- SLGO (St. Lawrence Global Observatory). 2010. *Preliminary Report on the July 2010 Mobile Sentinel Survey in the Northern Gulf of St. Lawrence*. Sentinel Fisheries Programs in the Northern Gulf of St. Lawrence, prepared by Fisheries and Oceans Canada, L'Association des Capitaines-Propriétaires de la Gaspésie and Fish, Food and Allied Workers. *Groundfish Sentinel Fisheries Program 2010*, Volume 13: 10 pp.
- SLGO (St. Lawrence Global Observatory). 2011. *St. Lawrence Global Observatory Website Home Page*. Available at: <http://www.slgo.ca/>
- Slotte, A., K. Hansen, J. Dalen and E. Ona. 2004. Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research*, 67:143-150.
- SL Ross Environmental Research Ltd. 2011. *Oil Spill Fate and Behaviour Modelling in Support of Corridor Resources Old Harry Prospect Drilling EA*. Prepared for Corridor Resources Inc. 40 pp. + Appendix.
- Smit, M.G.D., K.I.E. Holthaus, N.B.H.M. Kaag and R.G. Jak. 2006. *The Derivation of a PNEC Water for Weighting Agents in Drilling Mud*. TNO-report 2006-DH-0044/A
- Smith, M.E., A.B. Coffin, D.L. Miller and A.N. Popper. 2006. Anatomical and functional recovery of the goldfish (*Carassius auratus*) ear following noise exposure. *Journal of Experimental Biology*, 209: 4193-4202.
- Smith, M.E., A.S. Kane and A.N. Popper. 2004. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Experimental Biology*, 207: 427-435.
- Smith, S.C. 2001. Examination of Incidental Catch from the Canadian Atlantic Large Pelagic Longline Fishery. Prepared for Fisheries and Oceans Canada, Contract # F5238-000166.
- Smultea, M.A. and B. Würsig. 1995. Behavioral reactions of bottlenose dolphins to the Mega Borg oil spill, Gulf of Mexico 1990. *Aquatic Mammals*, 21: 171-181.



- Solheim, A. and A. Elverhøi. 1985. A pockmark field in the Central Barents Sea; Gas from a petrogenic source? *Polar Research*, 3: 11-19.
- Solheim, A., K. Berg, C.F. Forsberg and P. Bryn. 2005. The Storegga Slide complex: Repetitive large scale sliding with similar cause and development. *Marine and Petroleum Geology*, 22 (1-2): 97-107.
- Song, J., D.A. Mann, P.A. Cott, B.W. Hanna, and A.N. Popper. 2008. The inner ears of northern Canadian freshwater fishes following exposure to seismic air gun sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 124: 1360-1366.
- Southall, B.L., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene, Jr., D. Lastal, D. R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas and P.L. Tyack. 2007. Special Issue: Marine Mammal Noise Exposure Criteria. *Aquatic Mammals*, 33(4).
- Species at Risk Public (SARA) Registry. 2010. Available at <http://www.SARAregistry.gc.ca>.
- Spotila, J.R. 2004. *Sea Turtles: A Complete Guide to their Biology, Behavior, and Conservation*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. 227 pp.
- Spraker, T.R., L.F. Lowry and K.J. Frost. 1994. Gross necropsy and histopathological lesions found in harbor seals. Pp. 281-311. In: T.R. Loughlin (ed.). *Marine Mammals and the Exxon Valdez*, Academic Press, San Diego, CA. 395 pp.
- St. Aubin, D.J. 1990. Physiologic and toxic effects on polar bears. Pp. 235-239. In: J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.). *Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks*, Academic Press, San Diego, CA. 282 pp.
- St. Aubin, D.J., J.R. Geraci, T.G. Smith and T.G. Friesen. 1985. How do bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, react to oil films under different light conditions? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42: 430-436.
- Stacey, P.J. and R.W. Baird. 1991. Status of the false killer whale, *Pseudorca crassidens*, in Canada. *Canadian Field Naturalist*, 105: 189-197.
- Stafford, K.M., C.G. Fox and D.S. Clark. 1998. Long-range acoustic detection and localization of blue whale calls in the northeastern Pacific Ocean. *Journal of Acoustical Society of America*, 104: 3616-3625.
- Stafford-Smith, M.G. and R.F.G. Ormond. 1992. Sediment-rejection mechanisms of 42 species of Australian Scleractinian corals. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 43: 683-705.
- Stantec Consulting Ltd. 2009. *Hibernia Drill Centres Construction and Operations Program Screening Report*. Prepared for Hibernia Management and Development Company, St. John's, NL. xix + 310 pp. + Appendices.
- Stantec Consulting Ltd. 2010. *Environmental Assessment of the Old Harry Prospect Geohazard Program: 2010 – 2020*. Prepared for Corridor Resources Inc., Halifax, NS. v + 128 pp. + Appendices.
- Starczak, V.R., C.M. Fuller, and C.A. Butman. 1992. Effects of barite on aspects of the ecology of the polychaete *Mediomastus ambiseta*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 85: 269-282.

- Stemp, R. 1985. Observations on the effects of seismic exploration on seabirds. Pp. 217-233 In: G.D. Greene, F.R. Engelhardt and R.J. Paterson (eds.). *Proceeding Workshop on Effects of Explosives Use in the Marine Environment*, January, 1985, Halifax, NS, Canadian Oil and Gas Lands Administration, Environmental Protection Branch, Ottawa, ON. Technical Report, 5: 398 pp.
- Stenhouse, I.J. 2004. *Canadian Management Plan for Ivory Gull (Pagophila eburnea)*. Canadian Wildlife Service, St. John's, NL. x + 22 pp.
- Stenhouse, I.J., G.J. Robertson and H.G. Gilchrist. 2004. Recoveries and survival rates of Ivory Gulls banded in Nunavut, Canada, 1971-1999. *Waterbirds*, 27: 486-492.
- Stenson, G.B. 1994. The status of pinnipeds in the Newfoundland region. *NAFO Scientific Council Studies*, 21: 115-119.
- Stenson, G.B. and B. Sjare. 1997. Seasonal distribution of harp seals, *Phoca groenlandica*, in the Northwest Atlantic. *International Council for the Exploration of the Sea Commission Fleet*, 1997/CC: 10 pp.
- Stewart, P.L. and S.H. Arnold. 1994. Environmental requirements of the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) in eastern Canada and its response to human impacts. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2005: 36 pp.
- Stobo, W.T. and C.T. Zwanenburg. 1990. Grey Seal (*Halichoerus grypus*) pup production on Sable Island and estimates of recent production in the Northwest Atlantic. Pp: 171-184. In: W.D. Bowen (ed.). *Population Biology of Sealworm (Pseudoterranova decipiens) in Relation to its Intermediate and Seal Hosts*. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences*, 222: 306 pp.
- Stone, C.J. 2003. The effects of seismic activity on marine mammals in UK waters, 1998-2000. *Joint Nature Conservation Committee (JNCC) Report*, No. 323: 78 pp.
- Stone, C.J., S.K. Katona, A. Mainwaring, J.M. Allen and H.D. Corbett. 1992. Respiration and surfacing rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) observed from a lighthouse tower. *Report of the International Whaling Commission*, 42: 739-745.
- Stone, C.J. and M.L. Tasker. 2006. The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8(3): 255-263.
- Stubblefield, W.A., G.A. Hancock, H.H. Prince and R.K. Ringer. 1995. Effects of naturally weathered Exxon Valdez crude oil on Mallard reproduction. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14: 1951-1960.
- Stucker, J. H. And F. J. Cuthbert. 2006. Distribution of Non-breeding Great Lakes Piping Plovers along Atlantic and Gulf of Mexico Coastlines: 10 Years of Band Resightings. US Fish and Wildlife Service, East Lansing, MI and Panama City, FL. 20 pp.
- Studholme, A.L., D.B. Packer, P.L. Berrien, D.L. Johnson, C.A. Zetlin and W.W. Morse. 1999. Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, life history and habitat characteristics. *National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE-141: 35 pp.
- Suncor Energy. 2009. *2008 Terra Nova Environmental Effects Monitoring Program*. Prepared by Jacques Whitford Stantec Ltd. for Suncor Energy, St. John's, NL.

- Swail, V.R., V.J. Cardone, M. Ferguson, D.J. Gummer, E.L. Harris, E.A. Orelup and A.T. Cox. 2006. *The MSC50 Wind and Wave Reanalysis*. 9<sup>th</sup> International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting. Victoria, BC.
- Swain, D.P., L. Savoie, T. Hurlbut, T. Surette and D. Daigle. 2009. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, February 2009. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2009/037: vi + 129 pp.
- Szaro, R.C., M.P. Dieter and G.H. Heinz. 1978. Effects of chronic ingestion of South Louisiana crude oil on Mallard ducklings. *Environmental Research*, 17: 426-436.
- Tagatz, M.E. and M. Tobia. 1978. Effect of barite (BaSO<sub>4</sub>) on development of estuarine communities. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 7: 401-407.
- Tang, C.L., T. Yao, W. Perrie, B.M. Detracey, B. Toulany, E. Dunlap, Y. Wu, 2008. BIO ice-ocean and wave forecasting models and systems for Eastern Canadian waters. *Canadian Technical Report of Hydrography and Ocean Science*, 261: iv + 61 pp.
- Tasker, M.L., P. Hope-Jones, B.F. Blake, T.J. Dixon and A.W. Wallis. 1986. Seabirds associated with oil production platforms in the North Sea. *Ringing and Migration*, 7: 7-14.
- Tavolga, W.N. 1971. Sound production and detection. Pp. 135-205. In: W.S. Hoar and D.J. Randall (eds.). *Fish Physiology, Volume V*, Academic Press.
- Tedford T., A. Drozdowski and C.G. Hannah. 2003. Suspended sediment drift and dispersion at Hibernia. *Canadian Technical Report of Hydrograph and Ocean Sciences*, 227: vi + 57 pp.
- Terrens, G.W., D. Gwyther, M.J. Keough and R.D. Tait. 1998. Environmental assessment of synthetic based drilling mud discharges to Bass Strait, Australia. SPE 46622. Pp. 1-14. In: *1998 SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Caracas, Venezuela, 7-10 June 1998. Society of Petroleum Engineers, Inc. Richardson, TX.
- Theriault, S. 2010. Fisheries and Oceans Canada Gulf Region Close Time Variation Order 2010-056. 7 pp.
- Thomas, D.J., G.D. Greene, W.S. Duval, K.C. Milne and M.S. Hutcheson. 1984. Offshore Oil and Gas Production Waste Characteristics, Treatment Methods, Biological Effects and Their Application to Canadian Regions. Final Report. Environment Canada, Ottawa, ON.
- Thomas, P.W. 2008. Harlequin ducks in Newfoundland. *Waterbirds*, 31(sp 2): 44-49.
- Thomann, R.V. 1989. Bioaccumulation model of organic chemical distribution in aquatic food chains. *Environmental Science and Technology*, 23: 699-707.
- Thompson, D., M. Sjöberg, E.B. Bryant, P. Lovell and A. Bjørge. 1998. Behavioural and physiological responses of harbour (*Phoca vitulina*) and grey (*Halichoerus grypus*) seals to seismic surveys. Pp. 134. In: *Abstracts of the 12th Biennial Conference and World Marine Mammal Science Conference*, 20-25 January, Monte Carlo, Monaco. 160 pp.
- Thompson, T.J., H.E. Winn and P.J. Perkins. 1979. Mysticete sounds. Pp. 403-431. In: H.E. Winn and B.L. Olla (eds.). *Behavior of Marine Animals, Volume 3: Cetaceans*, Plenum, New York. 438 pp.

- Thomson D.H., R.A. Davis, R. Belore, E. Gonzalez, J. Christian, V.D. Moulton and R.E. Harris. 2000. *Environmental Assessment of Exploration Drilling Off Nova Scotia*. Report prepared for Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board and Mobil Oil Canada Properties, Shell Canada Ltd., Imperial Oil Resources Ltd, Gulf Canada Resources Ltd., Chevron Canada Resources, EnCana Petroleum Ltd., Murphy Oil Company Ltd., and Norsk Hydro Canada Oil & Gas Inc.
- Thomson, D.H., R.A. Davis and T. Hillis. 1991. *Effects of Operational Discharges from Ships on Marine Life*. Unpublished report by LGL Ltd. for Government Consulting Group, Ottawa and Canadian Coast Guard, Ottawa, ON. 30 pp.
- Todd, W.E.C. 1963. *Birds of the Labrador Peninsula and Adjacent Areas*. Carnegie Museum and University of Toronto Press, Toronto, ON.
- Tolstoganova, L.K. 2002. Acoustical behavior in king crab (*Paralithodes camtschaticus*). Pp. 247-254 In: A.J. Paul, E.G. Dawe, R. Elner, G.S. Jamieson, G.H. Kruse, R.S. Otto, B. Sainte-Marie, T.C. Shirley, and D. Woodby (eds.). *Crabs in Cold Water Regions: Biology, Management, and Economics*, University of Alaska Sea Grant, AK-SG-02-01, Fairbanks, AK.
- Trefry, J.H. 1998. Forms of Mercury and Cadmium in Barite and their Fate in the Marine Environment: A Review and Synthesis. Final Report to Exxon Production Research Co., Houston, TX. 32 pp.
- Trefry, J.H. and J.P. Smith. 2003. *Forms of Mercury in Drilling Fluid Barite and their Fate in the Marine Environment: A Review and Synthesis*. SPE 80571. SPE/EPA/DOE Exploration and Production Environmental Conference, San Antonio, TX. 12 pp.
- Trefry, J.H., R.P. Trocine, S. Metz, and M.A. Sisler. 1986. *Forms, Reactivity and Availability of Trace Metals in Barite*. Report to the Offshore Operators Committee, Taskforce on Environmental Science, New Orleans, LA. 50 pp.
- Trivelpiece, W.Z., R.G. Butler, D.S. Miller and D.B. Peakall. 1984. Reduced survival of chicks of oil-dosed adult Leach's Storm-petrels. *Condor*, 86: 81-82.
- Trudel, B.K., R.C. Belore, B.J. Jessiman and S.L. Ross. 1989. A Mico-computer Based Spill Impact Assessment System for Untreated and Chemically Dispersed Oil Spills in the U.S. Gulf of Mexico. 1989 International Oil Spill Conference.
- Trudel, K. 1985. Zooplankton. In: W.S. Duval (ed.). *A Review of the Biological Fate and Effects of Oil in Cold Marine Environments*. Report by ESL Limited, SL Ross Environmental Research Ltd. and Arctic Laboratories Ltd. For Environment Canada, Edmonton, AB. 242 pp.
- Trzcinski, M.K., R. Mohn and W.D. Bowen. 2005. Estimation of grey seal population size and trends at Sable Island. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document*, 2005/067: ii + 10 pp.
- Tupper, M. and R.G. Boutilier. 1995a. Size and priority at settlement determine growth and competitive success of newly settled Atlantic cod. *Marine Ecology Progress Series*, 118: 295-300.

- Tupper, M. and R.G. Boutilier. 1995b. Effects of habitat on settlement, growth, and postsettlement survival of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 1834-1841.
- Turner, D.B. 1970. *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*. US Environmental Protection Agency.
- Turnpenny, A.W. and J.R. Nedwell. 1994. The Effects on Marine Fish, Diving Mammals and Birds of Underwater Sounds Generated by Seismic Surveys. Report by FAWLEY Aquatic Research Laboratory Ltd.
- Tyack, P.L. 2008. Implications for marine mammals of large-scale changes in the marine acoustic environment. *Journal of Mammalogy*, 89(3): 549-558.
- Tyack P.L. and C.W. Clark. 2000. Communication and acoustic behavior of dolphins and whales. Pp. 156-224. In: W.W.L. Au, A.N. Popper and R.R. Fay (eds.). *Hearing by Whales and Dolphins*, Springer-Verlag, New York. 501 pp.
- Ulrich, G.A., G.N. Breit, I.M. Cozzarelli and J.M. Suflita. 2003. Sources of sulfate supporting anaerobic metabolism in a contaminated aquifer. *Environmental Science and Technology*, 37: 1093-1099.
- United States Fish and Wildlife Service. 1998. Roseate Tern Recovery Plan - Northeastern Population, First Update. Hadley, MA.
- Urgeles, R., J. Locat, H. Lee, F. Martin and J.M. Konrad. 2001. The Saguenay Fjord: Integrating marine geotechnical and geophysical data for spatial slope stability hazard analysis. Pp. 768-775. In: *An Earth Odyssey, 54th Canadian Geotechnical Society Conference Proceedings*, Bitech Publishers Ltd., Richmond, BC.
- URS (URS, Dames & Moore, and TNO). 2002. UKOOA Drill Cutting Initiative. Joint Industry Project. Research & Development Programme Phase II. Task 2C. Water Column and Food Chain Impacts. Project 29384-010-401. United Kingdom Offshore Operators Association, London, England.
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1985a. Oil and Gas Extraction Point Source Category, Offshore Subcategory, Effluent Limitations Guidelines and New Source Performance Standards; Proposed Rule. Appendix 3 - Drilling Fluids Toxicity Test. *50 Federal Register*, No. 165: 34631-34635.
- US EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1985b. *Assessment of Environmental Fate and Effects of Discharges from Offshore Oil and Gas Operations*. EPA, Monitoring and Data Support Division, Washington, DC. EPA 440/4-85/002.
- Vabø, R., K. Olsen and I. Huse. 2002. The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring-spawning herring. *Fisheries Research*, 58: 59-77.
- Vangilder, L.D. and T.J. Peterle. 1980. South Louisiana crude oil and DDE in the diet of Mallard hens: Effects on reproduction and duckling survival. *Bulletin Environment Contamination and Toxicology*, 25: 23-28.
- Vargo, S., P. Lutz, D. Odell, E. VanVleet and G. Bossart. 1986. *Study of the Effects of Oil on Marine Turtles*. Final report to Minerals Management Service MMS Contract No. 14-12-0001-30063. 181 pp.

- Veil, J.A. and J.M. Daly. 1999. Innovative regulatory approach for synthetic-based drilling fluids. SPE 52737. In: *1999 SPE/EPA Exploration and Production Environmental Conference*, Austin, TX, 28 February-3 March 1999. Society of Petroleum Engineers, Inc. Richardson, TX. 5 pp.
- Velando, A., I. Munilla and P. M. Leyenda. 2005a. Short-term indirect effects of the Prestige oil spill on European shags: Changes in availability of prey. *Marine Ecology Progress Series*, 302: 263-274.
- Velando, A., D. Lvarez, J. Mourin, F. Arcos and I. Barros. 2005b. Population trends and reproductive success of the European shag *Phalacrocorax aristotelis* on the Iberian Peninsula following the *Prestige* oil spill. *Journal of Ornithology*, 146: 116-120.
- Verzijden, M.N., J. van Heusden, N. Bouton, F. Witte, C. ten Cate and H. Slabbekoorn. 2010. Sounds of male Lake Victoria cichlids vary within and between species and affect female mate preferences. *Behavioral Ecology*, 21: 548-555.
- Wallace, S.D. and J.W. Lawson. 1997. A review of stomach contents of harp seals (*Phoca groenlandica*) from the Northwest Atlantic: An update. *International Marine Mammal Association*, 97-01.
- Wahl, T.R. and D. Heinemann. 1979. Seabirds and fishing vessels: Co-occurrence and attraction. *Condor*, 81: 390-396.
- Walli, A., S.L.H. Teo, A. Boustany, C. Farwell, T. Williams, H. Dewar, E. Prince, B.A. Block. 2009. Seasonal movements, aggregations and diving behavior of Atlantic bluefin tuna (*Thynnus thynnus*) revealed with archival tags. *PLoS ONE*, 4(7)(e6151): 18 pp. Available at: <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0006151>
- Ward, J.G. and P.L. Sharp. 1974. Effects of aircraft disturbance on moulting sea ducks at Herschel Island, Yukon Territory, August 1973. *Arctic Gas Biological Report Series*, 14(2): 1-54.
- Ward, S.N. 2001. Landslide tsunami. *Journal of Geophysical Research*, 106(6), 11201-11215.
- Wardle, C.S., T.J. Carter, F.G. Urquhart, A.D.F. Johnstone, A.M. Kiolkowski, G. Hampson and D. Mackie. 2001. Effects of seismic air guns on marine fish. Continental Shelf Seabed Symposium, Dartmouth, NS, 2 October 1989. *Continental Shelf Research*, 21: 1005-1027.
- Wareham, V.E. and E.N. Edinger. 2007. Distribution of deep-sea corals in the Newfoundland and Labrador region, Northwest Atlantic Ocean. Pp. 289-313. In: R.Y. George and S.D. Cairns (eds.). *Conservation and Adaptive Management of Seamount and Deep-sea Coral Ecosystems*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, FL. 323 pp.
- Waring, G.T., E. Josephson, C.P. Fairfield-Walsh and K. Maze-Foley. 2009. US Atlantic and Gulf of Mexico marine mammal stock assessments -- 2008. *NOAA Technical Memorandum*, NMFS-NE 210: 440 pp.
- Wartzok, D., A.N. Popper, J. Gordon and J. Merrill. 2004. Factors affecting the responses of marine mammals to acoustic disturbance. *Marine Technology Society Journal*, 37(4): 6-15.
- Watkins, W.A. 1986. Whale reactions to human activities in Cape Cod waters. *Marine Mammal Science*, 2: 251-262.

- Weaver, P.P.E. 2003. Northwest African Continental Margin: History of sediment accumulation, landslide deposits, and hiatuses as revealed by drilling the Madeira Abyssal Plain, *Paleoceanography*, 18: 1009, doi:10.1029/2002PA000758
- Webb, C.L.F. and N.J. Kempf. 1998. The impact of shallow water seismic in sensitive areas. *Society of Petroleum Engineers Technical Paper*, SPE 46722: 6 pp.
- Weilgart, L.S. 2007. A brief review of known effects of noise on marine mammals. *International Journal of Comparative Psychology*, 20: 159-168.
- Weir, C.R. 2007. Observations of marine turtles in relation to seismic airgun sound off Angola. *Marine Turtle Newsletter*, 116: 17-20.
- Weir, C.R. 2008. Overt responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*), sperm whales (*Physeter macrocephalus*), and Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) to seismic exploration off Angola. *Aquatic Mammals*, 34(1): 71-83.
- Westerlund, S. J. Beyer, V. Eriksen, and G. Kjeilen. 2001. *Characterisation of the Cuttings Piles at the Beryl A and Ekofisk 2/4 A Platforms – UKOOA Phase II, Task 1*. RF report 2001/092, Final version October 2001. ISBN: 82-490-0152-4.
- Westerlund, S, G. Kjeilen and T. Nordtug. 2002. *Impacts of Metals from Drill Cuttings and Mud to the Marine Water Column*. DRAFT report RF-Sintef. NFR project 152451/720.
- Whitaker J., Jr. 1996. *National Audubon Society Field Guide to North American Mammals*. Chanticleer Press, Inc. New York. 992 pp.
- White, C.M., R.J. Ritchie and B.A. Cooper. 1995. Density and productivity of Bald Eagles in Prince William Sound, Alaska, after the *Exxon Valdez* oil spill. Pp. 762-779. In: P.G. Wells, J.N. Butler and J.S. Hughes (eds.). *Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 965 pp.
- White, L. and F. Johns. 1997. *Marine Environmental Assessment of the Estuary and Gulf of St. Lawrence*. Fisheries and Oceans Canada, Dartmouth, NS, and Mont-Joli, QC.
- Whitehead, H. 1982. Populations of humpback whales in the Northwest Atlantic. *Report of the International Whaling Commission*, 32: 345-353.
- Whitehead, H. and C. Glass. 1985. The significance of the Southeast Shoal of the Grand Bank to humpback whales and other cetacean species. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 2617-2625.
- Wiens, J.A. 1995. Recovery of seabirds following the *Exxon Valdez* oil spill: An overview. Pp. 854-893 In: P.G. Wells, J.N. Butler and J.S. Hughes (eds.). *Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters*, ASTM STP 1219, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 965 pp.
- Wiens, J.A. 1996. Oil, seabirds, and science - The effects of the *Exxon Valdez* oil spill. *BioScience*, 46: 587-597.
- Wiens, J.A., T.O. Crist, R.H. Day, S.M. Murphy and G.D. Hayward. 1996. Effects of the *Exxon Valdez* oil spill on marine bird communities in Prince William Sound, Alaska. *Ecological Applications*, 6: 828-841.

- Wiese, F.K. and W.A. Montevecchi. 1999. *Marine Bird and Mammal Surveys on the Newfoundland Grand Bank from Offshore Supply Vessels*. Report prepared for Husky Oil, St. John's, NL.
- Wiese, F.K. and W.A. Montevecchi. 2000. *Marine Bird and Mammal Surveys on the Newfoundland Grand Banks from Offshore Supply Vessels*. Report prepared for Husky Oil. Memorial University of Newfoundland, St. John's, NL.
- Wiese, F.K., W.A. Montevecchi, G.K. Davoren, F. Huettmann, A.W. Diamond and J. Linke. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the Northwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 42: 1,285-1,290.
- Wiese, F.K. and G.J. Robertson. 2004. Assessing seabird mortality from chronic oil discharges at sea. *Journal of Wildlife Management*, 68: 627-638.
- Wiese, F.K. and P.C. Ryan. 1999. Trends of chronic oil pollution in southeast Newfoundland assessed through beached-bird surveys, 1984-1997. *Bird Trends*, 7: 36-40.
- Wiese, F.K. and P.C. Ryan. 2003. The extent of chronic marine oil pollution in southeastern Newfoundland waters assessed through beached bird surveys, 1984-1999. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 1090-1101.
- Williams, A.S. 1985. Rehabilitating oiled seabirds. In: J. Burridge and M. Kane (eds.). *A Field Manual*, International Bird Rescue Research Center, Berkely, CA. 79 pp.
- Williams, H. 1995. Geology of the Appalachian-Caledonian Orogen in Canada and Greenland. *Geological Survey of Canada, Geology of Canada*, 6 (also Geological Society of America, The Geology of North America, F-1).
- Williams, U., F. Power, B. Wylie, R. Dugal, M. Fefer, J. Kiceniuk, B. Hunter, J. Payne and E. DeBlois. 2002. Update on Environmental Implications of the Cuttings Management Option Selected for Use on the Terra Nova Offshore Oil Development. Presented at IBC 10th Annual International Conference, Minimizing the Environmental Effects of Drilling Operations, 4-5 March, 2002. London, UK. 43 pp.
- Wimbush and Munk. 1970. The benthic boundary layer. Pp. 731-758. In: A.E. Maxwell (ed.). *The Sea, Volume 4*, Wiley-Interscience.
- Winn, H.E. and P.J. Perkins. 1976. Distribution and sounds of the minke whale, with a review of mysticete sounds. *Cetology*, 19: 1-12.
- Winn, H.O. and N.E. Reichley. 1985. Humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). Pp. 241-273. In: S.H. Ridgway and R. Harrison (eds.). *Handbook of Marine Mammals, Volume 3: The Sirenians and Baleen Whales*, Academic Press, London. 362 pp.
- Witzell, W.N. 1999. Distribution and relative abundance of sea turtles caught incidentally by the US pelagic longline fleet in the western North Atlantic Ocean, 1992-1995. *Fisheries Bulletin*, 97: 200-211.
- Wormald, A.P. 1976. Effects of a spill of marine diesel oil on the meiofauna of sandy beach at Picnic Bay, Hong Kong. *Environmental Pollution*, 11(2): 117-130.
- Wright, A.J., T. Deak and E.C.M. Parsons. 2009. Concerns related to chronic stress in marine mammals. *International Whaling Committee Working Paper*, SC/61/E16: 7 pp.



- Würsig, B. 1990. Cetaceans and oil: Ecologic perspectives. Pp. 129-165. In: J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.). *Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks*, Academic Press, San Diego, CA. 282 pp.
- Wyrick, R.F. 1954. Observations on the movements of the Pacific gray whale *Eschrichtius robustus* (Cope). *Journal of Mammalogy*, 35: 596-598.
- Wysocki, L.E., J.W. Davidson III, M.E. Smith, A.S. Frankel, T.E. Ellison, P.M. Mazik, A.N. Popper and J. Bebak. 2007. The effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 272: 687-697.
- Wysocki, L.E., J.P. Dittami and F. Ladich. 2006. Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. *Biological Conservation*, 128: 501-508.
- Yapa, P.D., L.K. Dasanayaka, U.C. Bandara and K. Nakata. 2010. A model to simulate the transport and fate of gas and hydrates released in deepwater. *Journal of Hydraulic Research*, 48(5): 559-572.
- Yassir, N.A. 1989. *Mud Volcanoes and the Behaviour of Overpressured Clays and Silts*. Ph.D. thesis, University College of London, London, UK. 249 pp.
- Yender, R.J., J. Michel and C. Lord. 2002. *Managing Seafood Safety after an Oil Spill*. Seattle Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. 72 pp.
- Zhdanova, I.V. and S.G. Reeb. 2006. Circadian rhythms in fish. *Behaviour and Physiology of Fish*, 24: 197-238.
- Zhu, X., A.D. Venosa, M.T. Suidan and K. Lee. 2004. *Guidelines for the Bioremediation of Oil-Contaminated Salt Marshes*. EPA/600/R-04/074. v + 61 pp.



# **APPENDIX A**

Corridor Resources Inc. Old Harry Prospect Exploration Drilling  
Scoping Document



**Corridor Resources Inc. Exploratory Drilling  
Program on the Old Harry Prospect, Exploration  
Licence 1105**

**Scoping Document**

**Prepared by:  
Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board  
Environmental Affairs Department  
St. John's, NL  
For further information contact:**

**C-NLOPB**

**5<sup>th</sup> Floor, TD Place, 140 Water Street  
St. John's NL, A1C 6H6  
Tel: (709) 778-1400  
Fax: (709) 778-1473  
ISBN: 978-1-927098-02-8**



**1 Purpose**

This document provides scoping information for the environmental assessment of the proposed exploration drilling program (the Project) in the Gulf of Saint Lawrence on EL 1105 over the period 2012 through 2014. Corridor Resources Inc. (Corridor) is the project proponent. A Project Description was submitted to the Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board (C-NLOPB) on February 21, 2011. The proposed project is located offshore western Newfoundland, approximately 80 kilometres west-northwest of Cape Anguille, Newfoundland and Labrador.

Included in this document is a description of the scope of the project that will be assessed, the factors to be considered in the assessment, and the scope of those factors.

The document has been developed by the C-NLOPB in consultation with the federal and provincial fisheries and environment departments, and the public.

**2 CEA Act Regulatory Considerations**

The Project will require authorizations pursuant to Section 138 (1) (b) of the *Canada-Newfoundland Atlantic Accord Implementation Act* and Section 134(1) (b) of the *Canada-Newfoundland and Labrador Atlantic Accord Implementation Newfoundland and Labrador Act*.

The C-NLOPB has determined, in accordance with paragraph 3(1)(a) of the *Regulations Respecting the Coordination by Federal Authorities of Environmental Assessment Procedures and Requirements* (FCR), that an environmental assessment (EA) of the project under Section 5 of the *Canadian Environmental Assessment Act* (CEA Act) is required.

Pursuant to paragraph 12.4 (2) of the CEA Act, the C-NLOPB will be assuming the role of the Federal Environmental Assessment Coordinator (FEAC) for this screening and in this role will be responsible for coordinating the review activities by the expert government departments and agencies that participate in the review.

The C-NLOPB intends that the environmental assessment submitted with any supporting documents, as may be necessary, will fulfill the requirements for a Screening. The C-NLOPB, therefore, pursuant to paragraph 17(1) of the CEA Act, formally delegate the responsibility for preparation of an acceptable Screening environmental assessment report to Corridor Resources Inc., the project proponent. The C-NLOPB will prepare the Screening Report, which will include the determination of significance.

**3 Scope of the Project**

The project to be assessed consists of the following components.

- 3.1 Drilling of a single exploration well, inclusive of routine activities such as pre-setting of anchors, vertical seismic profiling (VSP), geotechnical borehole drilling, and seabed sampling (coring, grabs, ROV surveying).

- 3.2 Operation of support craft associated with the above activities, including but not limited to mobile offshore drilling units (MODU), anchor handling tug supply (AHTS) vessels, supply/standby vessels, and helicopters.
- 3.3 Drilling activities are likely to commence in 2012, are scheduled to last between 20 to 50 days, and may occur year-round depending on ice conditions. Well testing activities, if conducted, will require several additional weeks. Depending on the type of drilling unit used (*i.e.*, semi-submersible, drill ship), drilling activities may occur throughout the year up to 2014. The well will either be suspended or abandoned by the end of 2014.

#### **4 Factors to be Considered**

The environmental assessment shall include a consideration of the following factors in accordance with Section 16 of the CEA Act.

- 4.1 The purpose of the project.
- 4.2 The environmental effects<sup>1</sup> of the Project, including those due to malfunctions or accidents that may occur in connection with the Project, and any change to the Project that may be caused by the environment.
- 4.3 Cumulative environmental effects of the Project that are likely to result from the project in combination with other projects or activities that have been or will be carried out.
- 4.4 The significance of the environmental effects described in 4.2 and 4.3.
- 4.5 Comments from the public that are received in accordance with the CEA Act and the regulations.
- 4.6 Measures, including contingency and compensation measures as appropriate, that are technically and economically feasible and that would mitigate any significant adverse environmental effects of the project.
- 4.7 The significance of adverse environmental effects following the employment of mitigative measures, including the feasibility of additional or augmented mitigative measures.
- 4.8 The need for, and the requirements of, any follow-up program in respect of the Project consistent with the requirements of the CEA Act and the *Species at Risk Act* (SARA).
- 4.9 Report on consultations undertaken by Corridor Resources with interested parties who may be affected by program activities and/or the public respecting any of the matters described above.

#### **5 Scope of the Factors to be Considered**

Corridor will prepare and submit to the C-NLOPB an EA for the physical activities as described in the project description "*Project Description for the Drilling of an*

---

<sup>1</sup> The term "environmental effects" is defined in Section 2 of the *CEA Act*, and Section 137 of the *Species at Risk Act*.



*Exploration Well on the Old Harry Prospect – EL 1105”* (Corridor Resources Inc. February 2011), and as described above.

In preparing its EA, the Proponent shall consult with potentially affected groups and individuals, in consideration of comments submitted during the public consultation period for the February 25, 2011 draft scoping document. The EA will describe the results of these consultations and how they are to be addressed; address the factors listed in Section 4; and address the issues identified in Section 5.2..

Program activities are proposed for the Old Harry area, which has been studied in recent environmental assessments and the Western Newfoundland Strategic Environmental Assessment (LGL 2005) and Amendment (LGL 2007). For the purposes of the present assessment, the information provided in these environmental assessment documents for offshore oil and gas activities in this area can be used and/or referenced as supporting information, where applicable.

If the “valued ecosystem component” (VEC) approach is used to focus its analysis, a definition of each VEC (including components or subsets thereof) identified for the purposes of environmental assessment, and the rationale for its selection, shall be provided.

The scope of the factors to be considered in the environmental assessment includes the components identified in Section 5.2, “Summary of Potential Issues”, setting out the specific matters to be considered in assessing the environmental effects of the project and in developing environmental plans for the project and the defined “Boundaries” (see below). Considerations relating to definition of “significance” of environmental effects are provided in the following sections.

Discussion of the biological and physical environments should consider the data available for the project and Affected area. Where data gaps exist, the EA should clearly identify the lack of data available.

#### **5.1. Boundaries**

The EA will consider the potential effects of the proposed drilling program activities within spatial and temporal boundaries that encompass the periods and areas during and within which the project may potentially interact with, and have an effect on, one or more VEC. These boundaries may vary with each VEC and the factors considered, and should reflect a consideration of:

- the proposed schedule/timing of the drilling program and its additional activities;
- the natural variation of a VEC or subset thereof;
- the timing of sensitive life cycle phases in relation to the scheduling of proposed physical activities;
- interrelationships/interactions between and within VECs;
- the time required for recovery from an effect and/or return to a pre-effect condition, including the estimated proportion, level, or amount of recovery; and

- the area within which a VEC functions and within which a project effect may be felt.

The Proponent shall clearly define and provide the rationale for the spatial and temporal boundaries used. The EA report shall clearly describe the spatial boundaries (i.e. Affected Area, Project Area), and shall include figures, maps and the corner-point coordinates.

Boundaries should be flexible and adaptive to enable adjustment or alteration based on field data and/or modeling results. The Affected Area and associated boundaries will be described based on consideration of potential areas of effects as determined by modeling (spill trajectory and cuttings dispersion), the scientific literature, and project-environment interactions (including transportation corridors). A suggested categorization of spatial boundaries follows.

### **5.1.1. Spatial Boundaries**

Defining the spatial boundaries should take into consideration the potential for project activities, including accidental hydrocarbon spill events, which could affect sensitive areas, including coastlines.

#### Project Area

The area in which Project activities are to occur.

#### Affected Area

The area which could potentially be affected by project activities beyond the "Project Area".

#### Regional Area

The area extending beyond the "Affected Area" boundary. The "Regional Area" boundary will also vary with the component being considered (e.g., boundaries suggested by bathymetric and/or oceanographic considerations).

### **5.1.2. Temporal Boundaries.**

The temporal scope should describe the timing of project activities. Scheduling of project activities should consider the timing of sensitive life cycle phases of the VECs in relation to physical activities.

### **5.2. Summary of Potential Issues**

The EA report for the proposed drilling program should contain descriptions of the physical and biological environments, as identified below. Where applicable, information may be summarized from existing environmental assessment reports. However, where new information is available, (e.g., fisheries data) the new information should be provided. Where information is summarized from existing environmental assessment reports, the environmental assessment reports should be properly referenced and the EA report should specifically reference the section of the completed EA report summarized.

The EA will contain descriptions and definitions of EA methodologies employed in the assessment of effects. Where information is summarized from existing EA reports, the sections referenced should be clearly indicated. Effects of relevant project activities on those VECs most likely to be in the Affected Area will be assessed. Discussion of cumulative effects within the Project and with other relevant marine projects will be included. Issues to be considered in the EA will include, but not be limited to, the following.

#### **5.2.1. Physical Environment**

Provide a summary description of the following:

- Meteorological and oceanographic characteristics in the Affected Area, including extreme conditions;
- Circulation and the factors influencing it;
- Summary of sea ice and iceberg conditions, including iceberg scour of the seabed;
- Overview of physical environmental monitoring, observation and forecasting programs that will be in place during the project;
- Magnitude and frequency of earthquakes;
- Evidence for and consequences of climate change for meteorology and oceanography;
- Summary of natural hazards affecting the seafloor (e.g., submarine landsliding) including events occurring outside the affected area that may affect the affected area;
- Ice management/mitigation procedures to be implemented, and any change to the Project that may be caused by the environment; and
- Effects of the environment on the Project (e.g., vessel and drilling platform icing, helicopter icing, turbulence, and cloud ceiling heights), including cumulative effects. The effects assessment should pay specific attention to effects of environmental factors on deep water rigs and mitigations that may be implemented to reduce these effects.

### **Marine Resources**

#### **5.2.2 Marine and/or Migratory Birds using the Affected Area**

Provide a summary description of the following:

- Spatial and temporal species distributions (observation/monitoring data collected during ongoing petroleum activities should be included);
- Species habitat, feeding, breeding, and migratory characteristics of relevance to the Affected Area;
- Physical displacement as a result of vessel presence (e.g. disruption of foraging activities);
- Exposure to contaminants from accidental spills (e.g., fuel, oils) and operational discharges (e.g., deck drainage, grey water, black water);
- Attraction of birds to vessel lighting and flares and potential effects and mitigations;
- Noise disturbance from equipment including both direct effects (physiological), or indirect effects (foraging behaviour or prey species);
- Attraction of, and increase in, predator species as a result of waste disposal practices (i.e., sanitary and food waste);
- Procedures for handling birds that may become stranded on drill rigs or support vessels;

- Means by which bird mortalities associated with project operations may be documented and assessed;
- Means by which potentially significant effects upon birds may be mitigated through design and/or operational procedures;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events; and
- Environmental effects due to the Project, including cumulative effects (e.g., hunting, fishing (long line by-catch), shipping).

### **5.2.3 Marine Ecosystem**

Provide a summary description of the following:

- Description of coral communities likely present in the Affected Area, and potential for coral communities to exist based on local habitat conditions;
- Characterization, including quantification to the degree possible, of the spatial area of seabed that is predicted to be affected by drill cuttings and other discharges, and subsea structures and the extent of impact on benthic communities (e.g., fish, shellfish, corals);
- Water column biota and their productivity including seasonality;
- Description of plankton communities, in particular zooplankton accumulation and aggregation zones that can be important for higher trophic level species (e.g., fish, marine mammals);
- Characterization of potential effects of the project on pelagic community and mitigation options;
- Means by which potentially significant effects upon benthic communities, (eg. corals and kelp forests), may be mitigated through design and/or operational procedures;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events; and
- Assessment of effects, including cumulative effects (e.g., bioaccumulation).

### **5.2.4 Marine Fish and Fish Habitat**

Provide a summary description of the following:

- Distribution and abundance of marine fish and invertebrate species utilizing the Affected Area with consideration of critical life stages (e.g., spawning areas, overwintering, juvenile distribution, migration);
- Description, to the extent possible, of location, type, diversity and areal extent of marine fish habitat in the Affected Area. In particular, those indirectly or directly supporting traditional, aboriginal, historical, present or potential fishing activity, and including any essential habitats(e.g. spawning, feeding, overwintering);
- Description of benthic and pelagic habitat in the region and the affected area;
- Critical seasons and timing of habitat occupation;
- The means by which potentially significant effects upon fish and fish habitat (including critical life stages) may be mitigated through design, scheduling, and/or operational procedures;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events; and
- Environmental effects due to the Project, including cumulative effects.

### **5.2.5 Marine Mammals and Sea Turtles**

Provide a summary description of the following:

- Spatial and temporal descriptions (observation and monitoring data collected during exploration activities operated by Corridor Resources should be discussed);
- Description of marine mammal and sea turtle lifestyles/life histories relevant to Affected Area;
- Means by which potentially significant effects upon marine mammals and sea turtles (including critical life stages) may be mitigated through design, scheduling, and/or operational procedures;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events; and
- Environmental effects due to the Project, including cumulative effects.

#### **5.2.6 Species at Risk (SAR):**

Provide a summary description of the following:

- A description, to the extent possible, of SAR and their habitat as listed in Schedule 1 of the *Species at Risk Act (SARA)*, and those under consideration by the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC) in the Affected Area, including fish, marine mammals, sea turtles and seabird species. It is advised that the SARA Registry and COSEWIC website be referred to for the most recent information;
- A description of critical habitat (as defined under SARA), if applicable, to the Affected Area;
- Monitoring and mitigation, consistent with recovery strategies/action plans (endangered/threatened) and management plans (special concern);
- A summary statement stating whether project effects are expected to contravene the prohibitions of SARA (Sections 32 (1), 33, 58(1));
- Means by which adverse effects upon SAR and their critical habitat may be mitigated through design, scheduling, and/or operational procedures;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events; and
- Assessment of effects (adverse and significant) on species and critical habitat, including cumulative effects summary statement stating whether project effects are expected to contravene the prohibitions of SARA (Sections 32 (1), 33, 58 (1)).

#### **5.2.7 Sensitive Areas**

The information should include:

- A description, to the extent possible, of any “Sensitive” Areas in the Affected Area, including coastal areas, deemed important or essential habitat to support any of the marine resources identified;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events;
- Environmental effects due to the project, including cumulative effects, on those “Sensitive” Areas identified; and
- Means by which adverse effects upon “Sensitive” Areas may be mitigated through design, scheduling, and/or operational procedures.

### **Marine Use**

#### **5.2.8 Noise/Acoustic Environment**

Provide a description of the following:

- Noise and acoustic issues in the marine environment that may be generated from drilling operations (drill rig, thrusters-equipped vessels, VSP, and geohazard/wellsite

survey programs) and abandonment (wellhead severance), including the geographical extent of elevated noise levels;

- Disturbance/displacement of VECs and SAR associated with drilling activities;
- Means by which potentially significant effects may be mitigated through design and/or operational procedures; and
- Assessment of effects of noise/disturbance on the VECs and SAR, including cumulative effects.

**5.2.9 Presence of Structures and/or Operations:**

Provide a description of the following:

- Size and location of temporary or project-life exclusion zones;
- Description of project-related traffic (e.g., support aircraft and vessels), including routings, volumes, scheduling and vessel types;
- Effects upon access to fishing grounds;
- Means by which potentially significant effects may be mitigated through design, scheduling and/or operational procedures; and
- Effects of physical presence of structures upon access to fishing grounds, fish research surveys and upon general marine traffic/navigation; including cumulative effects.

**5.2.10 Discharges and Emissions**

Provide a description of planned project discharges to the marine environment, including:

- Drilling muds, fluids, and cuttings, bilge water, grey water, black water, cooling water, deck drainage, blow out preventer fluid, ballast water;
- Characterization, quantification and modelling of expected discharges and the timing of discharges, including a description of the trajectory models employed; and
- Environmental effects of discharges, including cumulative effects.

**5.2.11 Air Quality**

Provide a description of the following:

- Annual estimates of rates and quantities of emissions (e.g. as reported through Environment Canada's National Pollutant Release Inventory and the Board's *Offshore Waste Treatment Guidelines*), and a description of potential means for their reduction and reporting;
- Implications for health and safety of workers that may be exposed to them;
- Implications for health and safety of other marine users (e.g., fishers) that may be exposed;
- Implications for health and safety of coastal communities;
- Mitigation and monitoring; and
- Assessment of effects, including cumulative effects.

**5.2.12 Commercial Fisheries**

Provide a description of commercial fisheries in the Affected Area. The most recent data should be included, if available. The information should include:

- A description of fishery activities (including traditional, existing and potential commercial, recreational and aboriginal/subsistence and foreign fisheries) in the Affected Area;

- Consideration of underutilized species and species under moratoria that may be found in the Affected Area as determined by analyses of past DFO research surveys and Industry GEAC survey data, with emphasis on those species being considered for future potential fisheries, and species under moratoria;
- An analysis of the effects of Project operations and accidental events upon the foregoing;
- Fisheries liaison/interaction policies and procedures;
- Program(s) for compensation of affected parties, including fisheries interests, for accidental damage resulting from project activities;
- Effects of hydrocarbon spills from accidental events;
- Means by which adverse effects upon commercial fisheries may be mitigated through design and/or operational procedures; and
- Environmental effects of the Project, including cumulative effects.

#### **5.2.13 Accidental Events**

The discussion should not be limited to crude oil or condensate, but should consider accidental releases of drilling fluids, drilling muds, and other hydrocarbons. The information should include:

- Quantification of blowout risk;
- Quantification of risk of petroleum/chemical spills of all volumes associated with the Project;
- Discussion of the potential for spill events from drilling activities to enter the marine environment;
- Modelled physical fate of hydrocarbon spills, including descriptions of models and/or analyses that are employed and the physical data (e.g. circulation) upon which they are based;
- The effect of the physical environment on spills (e.g., ice)
- Description of the marine area likely to be affected by hydrocarbons from a spill event that enters the marine environment;
- Mitigations to reduce or prevent such events from occurring;
- Contingency plans, including relief wells and subsea intervention to shut in or cap well, to be implemented in the event of an accidental release;
- Description of activities associated with emergency response (e.g., dispersant use, burning or cleaning operations); and
- Environmental effects of any accidental events on all VECs identified, including those listed above. Cumulative effects should be included.

#### **5.2.14 Environmental Management**

Provide a general overall description of Corridor Resources' environmental management system and its components. It should include, but not be limited to:

- Pollution prevention policies and procedures;
- Fisheries liaison/interaction policies and procedures;
- Program(s) for compensation of affected parties, including fisheries interests, for accidental damage resulting from project activities; and
- Emergency response plan(s).

**5.2.15 Biological and Follow-up Monitoring**

Discuss the need for and requirements of a follow-up program (as defined in Section 2 of CEAA) and pursuant to the SARA. The discussion should also include any requirement for compensation monitoring (compensation is considered mitigation).

Detailed description of the monitoring and observation procedures to be implemented regarding marine mammals, sea turtles, and seabirds (observation protocols should be consistent with those described in Appendix 2 of the C-NLOPB "*Geophysical, Geological, Environmental and Geotechnical Program Guidelines*" (2011)).

**5.2.16 Abandonment/Decommissioning**

Plans for abandonment and/or decommissioning of the Project area and associated facilities following termination of drilling, including any anticipated requirement for post-abandonment monitoring.

**5.3 Significance of Adverse Environmental Effects**

The Proponent shall clearly describe the criteria by which it proposes to define the "significance" of any residual adverse effects that are predicted by the EA. This definition should be consistent with the May 2007 CEAA reference guide "*Determining Whether a Project is Likely to Cause Significant Adverse Environmental Effects*", and be relevant to consideration of each VEC (including components or subsets thereof) that is identified. SARA species shall be assessed independent of non-SARA species. The effects assessment methodology should clearly describe how data gaps are considered in the determination of significance of effects.

**5.4 Cumulative Effects**

The assessment of cumulative environmental effects should be consistent with the principles described in the February 1999 CEAA "*Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide*" and in the November 2007 CEAA operational policy statement "*Addressing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act*". It should include a consideration of environmental effects that are likely to result from the proposed project in combination with other projects or activities that have been or will be carried out. These include, but are not limited to:

- Proposed and potential oil and gas activities under EA review (listed on the C-NLOPB Public registry at [www.cnlopb.nl.ca](http://www.cnlopb.nl.ca));
- Seismic activities;
- Marine management and protected areas;
- Commercial tourist activities;
- Fishing activities, including Aboriginal fisheries; and
- Marine transportation.

**6 Projected Timelines for the Environmental Assessment Process**

The following are estimated timelines for completing the EA process. The timelines are offered based on experience with recent environmental assessments of similar project activities and do not include proponent time.



**Corridor Resources Inc. Exploratory Drilling Program on the Old Harry Prospect, Exploration  
Licence 1105 Scoping Document**

<b>ACTIVITY</b>	<b>TARGET</b>	<b>RESPONSIBILITY</b>
Proponent submits EA to C-NLOPB	-	N.A.
C-NLOPB assess completeness of EA and requests further information from proponent [ <i>if required</i> ]	2 weeks	C-NLOPB
<i>Proponent submits additional information [if required]</i>		<i>Proponent</i>
C-NLOPB files EA documents with Independent Reviewer	0.5 weeks	C-NLOPB
Technical review of EA	8 weeks	C-NLOPB, Government Agencies, Public
Compile comments on EA and provide to Proponent	2 weeks	C-NLOPB
<i>Submission of EA Addendum/Response to EA Comments</i>		<i>Proponent</i>
Review of EA Addendum/Response Document	3 weeks	C-NLOPB & Government Agencies
Preparation of Draft Screening Report	3 weeks following submission of Independent Reviewer's report	C-NLOPB
Review of Draft Screening Report	4 weeks	Public
Finalize Screening Report (Determination of Significance of Project Effects)	2 weeks	C-NLOPB