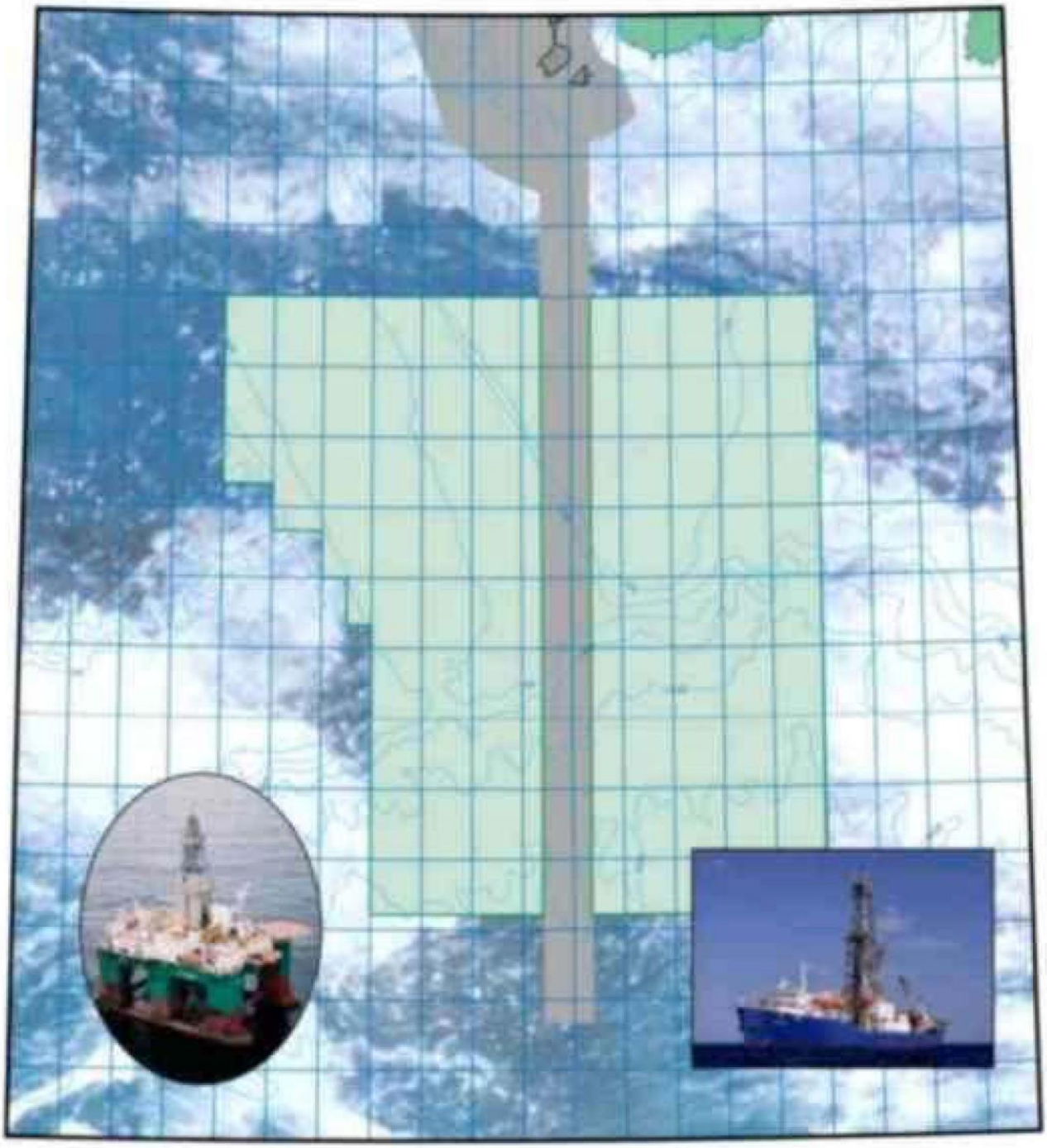
ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE DU SOUS-BASSIN LAURENTIEN



CANADA-NEWFOUNDLAND OFFSHORE PETROLEUM BOARD

Rapport final

CANADA - NOVA SCOTIA

PROJET JW N^{O} NFS08932

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE
SOUS-BASSIN LAURENTIEN

Novembre 2003

PROJET JW N^{O} NFS08932

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE
SOUS-BASSIN LAURENTIEN

PRÉSENTÉ À :

LE CANADA-TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR OFFICE DES HYDROCARBURES EXTRACÔTIERS
5e ÉTAGE, PLACE TD
140, RUE WATER
ST. JOHN'S, T.-N.-L.
A1C 6H6

PRÉSENTÉ PAR :

JACQUES WHITFORD ENVIRONMENT LIMITED
607, CHEMIN TORBAY
ST. JOHN'S, T.-N.-L. A1A 4Y6
Tél. : 709 576-1458
Téléc. : 709 576-2126

14 novembre 2003

TABLE DES MATIÈRES

Nº de page

1.0 INTRODUCTION 1

1.1 Contexte 1
1.2 Évaluation environnementale stratégique : un aperçu 1
1.3 Objectif et contexte de l'évaluation 3
1.4 Organisation du document 4

2.0 EXPLORATION PÉTROLIÈRE ET GAZIÈRE DANS LE SOUS-BASSIN LAURENTIEN 6

2.1 Processus de réglementation et de planification 6
2.1.1 Processus de gestion des droits 6
2.1.1.1 Permis d'exploration 6
2.1.1.2 Licence de découverte importante 7
2.1.1.3 Permis de production 7
2.1.2 Sous-bassin Laurentien – Processus de conversion des permis 8
2.1.3 Autorisations requises pour l'exploration 8
2.1.3.1 Terre-Neuve-et-Labrador 8
2.1.3.2 Nouvelle-Écosse 10
2.1.4 Évaluation environnementale 10
2.2 Description générique de l'exploration en mer 11
2.2.1 Levés sismiques en mer : 11
2.2.1.1 Équipement et méthodes 12
2.2.1.2 Signaux sismiques et propagation du son 14
2.2.1.3 Trafic maritime et autres émissions 15
2.2.1.4 Événements accidentels potentiels 15
2.2.2 Forage de puits 16
2.2.2.1 Appareils de forage 16
2.2.2.2 Activités de forage 18
2.2.2.3 Activités associées 20
2.2.2.4 Durée et calendrier 21
2.2.2.5 Émissions et rejets 21
2.2.2.6 Événements accidentels potentiels 26
2.2.3 Exploration passée et potentielle dans le sous-bassin Laurentien 32

3.0 ENVIRONNEMENT EXISTANT 34

3.1 Environnement physique 34
3.1.1 Physiographie 34
3.1.2 Géologie marine 34
3.1.3 Courants 39
3.1.4 Vagues 41
3.1.5 Vents 42
3.1.6 Autres aspects du climat marin 44
3.1.7 Température de l'eau et salinité 44
3.1.8 Glace 46
3.1.9 Environnement acoustique 47
3.2 Environnement biologique 48
3.2.1 Plancton 48

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.2.1.1 Le phytoplancton et la production primaire 48
3.2.1.2 Zooplancton/Ichthyoplancton/Necton 49
3.2.2 Benthos 50
3.2.2.1 Grands Bancs – Banc de Saint Pierre et est du plateau néo-écossais – banc Banquereau 51
3.2.2.2 Chenal Laurentien 57
3.2.2.3 Abyssal 59
3.2.2.4 Invertébrés en tant qu'habitat 60
3.2.2.5 Espèces de mollusques et crustacés commerciaux 60
3.2.3 Poissons 66
3.2.3.1 Espèces connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien 67
3.2.3.2 Espèces en péril et zones et périodes spéciales 87
3.2.4 Oiseaux marins 89
3.2.4.1 Répartition et abondance 90
3.2.4.2 Espèces en péril et zones et périodes spéciales 95
3.2.5 Mammifères marins 98
3.2.5.1 Baleines et dauphins 98
3.2.5.2 Phoques 107
3.2.6 Tortues de mer 109
3.2.7 Zones spéciales 110
3.3 Environnement socioéconomique 111
3.3.1 La pêche 111
3.3.1.1 Gestion régionale et sources de données 111
3.3.1.2 Aperçu des pêches 115
3.3.1.3 Pêches dans les zones unitaires de l'OPANO qui chevauchent la zone d'étude 117
3.3.1.4 Pêches dans le sous-bassin Laurentien 120
3.3.1.5 Activité des navires 131
3.3.2 Autres activités 131

4.0 PORTÉE ET MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION 135

4.1 Portée de l'évaluation 135
4.1.1 Limites de l'évaluation 135
4.1.2 Établissement de la portée des enjeux 136
4.1.3 Détermination des composantes valorisées de l'écosystème 138
4.2 Approche et méthodologie d'EES 139
4.2.1 Interactions potentielles et connaissances existantes 140
4.2.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement 141
4.2.3 Effets environnementaux cumulatifs 141

5.0 ANALYSES DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT 142

5.1 Poisson et habitat du poisson 142
5.1.1 Interactions potentielles et connaissances existantes 142
5.1.1.1 Signaux sismiques 142
5.1.1.2 Présence de structures 150
5.1.1.3 Bruit (autre que sismique) 151
5.1.1.4 Eaux usées 151
5.1.1.5 Eau produite 152
5.1.1.6 Boues et déblais de forage 153

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.1.1.7 Activités de cessation d'exploitation des puits 157
5.1.1.8 Événements accidentels 158
5.1.1.9 Résumé 159
5.1.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement 160
5.1.2.1 Espèces en péril 160
5.1.2.2 Autres zones spéciales et périodes sensibles 161
5.1.2.3 Benthos marin et coraux 162
5.1.3 Effets environnementaux cumulatifs 164
5.2 Oiseaux marins 166
5.2.1 Interactions potentielles et connaissances existantes 166
5.2.1.1 Feux, torches et trafic 166
5.2.1.2 Signaux sismiques 167
5.2.1.3 Rejets et émissions de forage 168
5.2.1.4 Événements accidentels 168
5.2.1.5 Résumé 169
5.2.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement 171
5.2.2.1 Présence et tendances spatiales et temporelles 171
5.2.2.2 Espèces en péril 171
5.2.2.3 Disponibilité de l'information 172
5.2.3 Effets environnementaux cumulatifs 172
5.3 Mammifères marins et tortues de mer 174
5.3.1 Interactions potentielles et connaissances existantes 174
5.3.1.1 Signaux sismiques 174
5.3.1.2 Le trafic de navires et d'hélicoptères 181
5.3.1.3 Activités de forage 183
5.3.1.4 Enlèvement de la tête de puits 183
5.3.1.5 Contamination alimentaire potentielle 185
5.3.1.6 Événements accidentels 186
5.3.1.7 Résumé 186
5.3.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement 188
5.3.2.1 Présence et tendances spatiales et temporelles 188
5.3.2.2 Atténuation des effets 188
5.3.2.3 Disponibilité et exigences en matière d'information 190
5.3.3 Effets environnementaux cumulatifs 191
5.4 Pêche 193
5.4.1 Interactions potentielles et connaissances existantes 193
5.4.1.1 Perte d'accès 194
5.4.1.2 Dommages aux équipements 194
5.4.1.3 Réduction des captures de poissons 195
5.4.1.4 Effets biophysiques sur les poissons 195
5.4.1.5 Déversements d'hydrocarbures (plus de 50 barils) 195
5.4.1.6 Capacités de communication et d'intervention en cas d'urgence 196
5.4.1.7 Résumé 196
5.4.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement 197
5.4.2.1 Pêches, zones et périodes 197
5.4.2.2 Consultation et gestion 199
5.4.2.3 Indemnisation 200
5.4.3 Effets environnementaux cumulatifs 201
5.5 Effets de l'environnement sur l'exploration extracôtière 202

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

6.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSION 204

6.1 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement 204
6.1.1 Espèces en péril 204
6.1.2 Poisson et habitat du poisson 206
6.1.3 Oiseaux marins 207
6.1.4 Mammifères marins et tortues de mer 207
6.1.5 Pêches commerciales 208
6.1.6 Autres considérations 208
6.1.7 Résumé des principaux facteurs environnementaux 208
6.2 Disponibilité et exigences en matière d'information 210
6.3 Effets environnementaux cumulatifs 211
6.4 Conclusion 212

7.0 RÉFÉRENCES 213

7.1 Communications personnelles 213
7.2 Documentation citée 214

LISTE DES ANNEXES

Annexe A Noms scientifiques des espèces décrites dans le rapport
Annexe B Informations océanographiques supplémentaires
Annexe C Statistiques sur les pêches et cartes de répartition

LISTE DES FIGURES

Nº de page

Figure 1.1 : Zone d'étude de l'évaluation environnementale stratégique du sous-bassin Laurentien 2
Figure 2.1 : Levé sismique typique 13
Figure 2.2 : Types d'appareils de forage extracôtiers 17
Figure 2.3 : Puits de forage conceptuel, rejets et mesures d'atténuation 24
Figure 2.4 : Système typique de circulation des boues de forage 25
Figure 3.1 : Physiographie marine 35
Figure 3.2 : Géologie de surface 36
Figure 3.3 : Cadre sismotechtonique 38
Figure 3.4 : Configuration générale de la circulation océanique 40
Figure 3.5 : Stations d'échantillonnage benthique et emplacement des photographies 52
Figure 3.6 Présences saisonnières des oiseaux marins dans la zone d'étude 96
Figure 3.7 Emplacements des colonies d'oiseaux marins et autres sites importants pour les oiseaux ... 97
Figure 3.8 Stone Fence 112
Figure 3.9 Divisions de l'OPANO 113
Figure 3.10 Zones unitaires de l'OPANO 114
Figure 3.11 Activité de pêche (janvier – mars) 121
Figure 3.12 Activité de pêche (avril – juin) 122
Figure 3.13 Activité de pêche (juillet – septembre) 123
Figure 3.14 Activité de pêche (octobre – décembre) 124
Figure 3.15 Valeur moyenne des pêches en hiver (janvier à mars) 126
Figure 3.16 Valeur moyenne des pêches au printemps (avril à juin) 127

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.17 Valeur moyenne des pêches en été (juillet à septembre) 128
Figure 3.18 Valeur moyenne des pêches en automne (octobre à décembre) 129
Figure 3.19 Mois de captures élevées pour certaines espèces pêchées dans l'ensemble de la région 130
Figure 3.20 Strates et unités de pêche du MPO dans la zone d'étude 132
Figure 6.1 : Sous-bassin Laurentien : Caractéristiques environnementales sélectionnées 205

LISTE DES TABLEAUX

Nº de page

Tableau 2.1 Estimation des déblais de forage et de la boue rejetés par un puits extracôtier foré à une profondeur de 4 000 à 5 000 m 22
Tableau 2.2 Catégories de déversements selon leur taille 27
Tableau 2.3 Information sur les déversements d'hydrocarbures liés à l'exploration et à la production dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador (1997 à 2001) 29
Tableau 2.4 Statistiques générales sur les déversements, zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse (2000-2001 à 2002-2003) 30
Tableau 2.5 Caractéristiques des éruptions 31
Tableau 3.1 Hauteur de vagues significatives : Données statistiques mensuelles (1958 à 1999) 41
Tableau 3.2 Période des vagues : Données statistiques mensuelles (1958 à 1999) 42
Tableau 3.3 Données sur les vagues extrêmes pour trois points de grille du SEA (1958-1997) 42
Tableau 3.4 Vitesse du vent : Données statistiques mensuelles (1958-1999) 43
Tableau 3.5 Fréquence en pourcentage de l'occurrence de la vitesse du vent (1958-1999) 43
Tableau 3.6 Températures mensuelles moyennes de l'eau à certaines profondeurs – Banc de Saint-Pierre et sous-bassin Laurentien 45
Tableau 3.7 Classes de taille des icebergs et répartition (1983 à 2001) 47
Tableau 3.8 Espèces de mollusques et crustacés connues ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude 61
Tableau 3.9 Espèces de mollusques et de crustacés dont la reproduction est connue ou probable dans la zone d'étude, avec les emplacements et les périodes consignés 62
Tableau 3.10 Espèces de poissons connues ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude 68
Tableau 3.11 Espèces de poissons connues ou susceptibles de se reproduire dans la zone d'étude, avec les lieux et les périodes consignés 71
Tableau 3.12 Cétacés dont la présence est connue ou prévue dans le sous-bassin Laurentien 98
Tableau 3.13 Densités de cétacés dans l'est du plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent .. 100
Tableau 3.14 Résumé de la présence probable de mammifères marins dans le sous-bassin Laurentien... 109
Tableau 3.15 Résumé de la présence probable de tortues marines dans le sous-bassin Laurentien 110
Tableau 3.16 Valeur des débarquements par espèce et par saison dans la zone d'étude (1995-2001) 125
Tableau 3.17 Trafic maritime dans le sous-bassin Laurentien (mai 2002 – avril 2003) 133
Tableau 5.1 Observations des stades de vie planctoniques marins exposés à des canons à air sismiques à distance rapprochée 143
Tableau 5.2 Observations des macro-invertébrés marins exposés à des canons à air 145
Tableau 5.3 Seuils d'effets létaux et de blessures chez les poissons et distances équivalentes à partir de canons à air de différents niveaux d'émission sonore 146
Tableau 5.4 Seuils d'effets pour la perturbation du comportement de différentes espèces de poissons estimés à partir d'études de terrain et de distances équivalentes à partir de canons à air de différent niveau d'émission sonore 148
Tableau 5.5 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Poisson et habitat du poisson 159
Tableau 5.6 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Oiseaux marins 169
Tableau 5.7 Réactions observées des cétacés au niveau d'émission des canons à air 177

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 5.8 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Mammifères marins et tortues de mer 187
Tableau 5.9 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Pêches 196

LISTE DES PHOTOS

Nº de page

Photo 1 Photographie de fond du sable et du gravier de l'île de Sable, matériau de dimension allant de cailloux à blocs rocheux de l'ouest du banc de Saint-Pierre à 42 m de profondeur (Fader et coll. 1982) : 33 53
Photo 2 Habitat de sable et de gravier de l'île de Sable composé de sable très fin et bien classé dans la zone centrale est du banc de Saint-Pierre à une profondeur de 64 m (Fader et coll. 1982 : 35). (Notez les nombreux fouisseurs et les siphons de bivalves probables) 54
Photo 3 Habitat de sable et de gravier de l'île de Sable composé de gravier fin bien classé et de coquillages(*Mya* sp.) au sud-est du banc de Saint-Pierre à une profondeur de 48 m (Fader et coll. 1982 : 36). 54
Photo 4 L'habitat de sable et de gravier de l'île de Sable dans une zone de sable avec un peu de gravier fin et de coquilles brisées à l'extrémité sud-est du banc de Saint-Pierre à une profondeur de 60 m (Fader et coll. 1982 : 37) 55
Photo 5 Vase molle avec du sable dans le chenal Laurentien à une profondeur de 443 m (MacLean et King 1971) (Noter la plume de mer, les fouisseurs et les tubicoles) 57

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

LISTE DES ABRÉVIATIONS

2D	Bidimensionnel
3D	Tridimensionnel
AFP	Approbation de forer un puits
API	American Petroleum Institute
BOP	Bloc obturateur de puits
B/J	Barils par jour
ACPP	Association canadienne des producteurs pétroliers
LCEE	*Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*
cm	Centimètre
C-TNOHE	Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers
OCNEHE	Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
ECP	Enregistreur continu de plancton
CV	Coefficient de variation
dB	Décibel
MPO	Ministère des Pêches et des Océans
APF	Autorisation de programme de forage
SEE	Surveillance des effets environnementaux
ZEE	Zone économique exclusive
BBHMA	Boue à base d'huile minérale améliorée
EPA	Environmental Protection Agency
PPE	Plan de protection de l'environnement
FEE	Fonds pour l'étude de l'environnement
NSE	Niveau de seuil des effets
CCPE	Comité consultatif des pêcheries et de l'environnement
ALP	Agent de liaison des pêches
Hz	Hertz
CICTA	Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique
CIEM	Conseil international pour l'exploration de la mer
Patrouille internationale des glaces	International Ice Patrol [Patrouille internationale des glaces]
JNCC	Joint Nature Conservation Committee
kHz	Kilohertz
km	Kilomètre
km/h	Kilomètres à l'heure
kns	Nœuds
L	Litre
m	Mètre
mg/kg	Milligramme par kilogramme

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

MMS	Minerals Management Service
m/s	Mètres par seconde
ms	Milliseconde
OPANO	Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
ONE	Office national de l'énergie
T.-N.-L.	Niveau de bruit
NMFS	National Marine Fisheries Service
LDSPC	Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques
DTDE	Directives sur le traitement des déchets extracôtiers
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
PBP	Prélèvement biologique potentiel
GRDE	Comité interministériel de la recherche et du développement énergétiques
ppm	Parties par milliard
ppm	Parties par millier
PRAC	Petroleum Research Atlantic Canada
Lb/po²	Livres par pouce carré
VST	Véhicule sous-marin téléguidé
BBPS	Boue de forage à base de pétrole synthétique
EES	Évaluation environnementale stratégique
NE	Niveau d'émission
NPA	Niveau de pression acoustique
PT	Perte de transmission
COT	Carbone organique total
TTS	Déplacement temporaire du seuil
UKOOA	United Kingdom Offshore Operators Association
CVE	Composante valorisée de l'écosystème
PSV	Profil sismique vertical
BBE	Boue à base d'eau

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

1.0 INTRODUCTION

Ce rapport présente une évaluation environnementale stratégique (EES) des possibilités d'exploration pétrolière et gazière dans le sous-bassin Laurentien.

1.1 Contexte

Le sous-bassin Laurentien est situé au sud de l'île de Terre-Neuve et entoure le « corridor français » au sud des îles de Saint-Pierre-et-Miquelon (figure 1.1). Bien que relativement inexploré à l'heure actuelle, on pense que le sous-bassin a un potentiel de ressources pétrolières. Les droits d'exploration dans cette région sont détenus en vertu de permis d'exploration délivrés par le gouvernement du Canada en 1969 et 1971, qui couvrent une superficie d'environ 3,3 millions d'hectares. L'établissement récent des frontières délimitant les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse dans cette région a suscité un intérêt accru pour le forage d'exploration dans le sous-bassin Laurentien.

L'Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers (C-TNOHE) et l'Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers (OCNEHE) ont l'intention de négocier la conversion des permis d'exploration fédéraux existants pour leurs zones extracôtières respectives dans le sous-bassin Laurentien en permis d'exploration. En conséquence, un forage d'exploration (et, en cas de succès, un forage de délimitation) peut être proposé. Il est également prévu que des levés sismiques et autres études géoscientifiques soient entrepris dans la région. Les Offices exigent une EES de la région du sous-bassin Laurentien dans le cadre du processus de conversion des permis, et en prévision de l'intérêt pour la région.

1.2 Évaluation environnementale stratégique : un aperçu

L'évaluation environnementale est un processus systématique d'analyse et d'évaluation des effets environnementaux potentiels des activités proposées, et constitue un moyen important d'intégrer les considérations environnementales dans le processus décisionnel. Bien que l'évaluation environnementale ait traditionnellement été appliquée principalement à des projets individuels, ces dernières années ont vu un intérêt accru pour son application à des étapes antérieures du processus de planification, à savoir les politiques, les plans et les programmes. L'EES a été définie comme suit :

> [L]e processus formel, systématique et complet d'évaluation de l'impact environnemental d'une politique, d'un plan ou d'un programme et de ses alternatives... et l'utilisation des résultats dans... la prise de décision (Therivel et coll., 1992 : 19-20).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 1.1 : Zone d'étude de l'évaluation environnementale stratégique du sous-bassin Laurentien

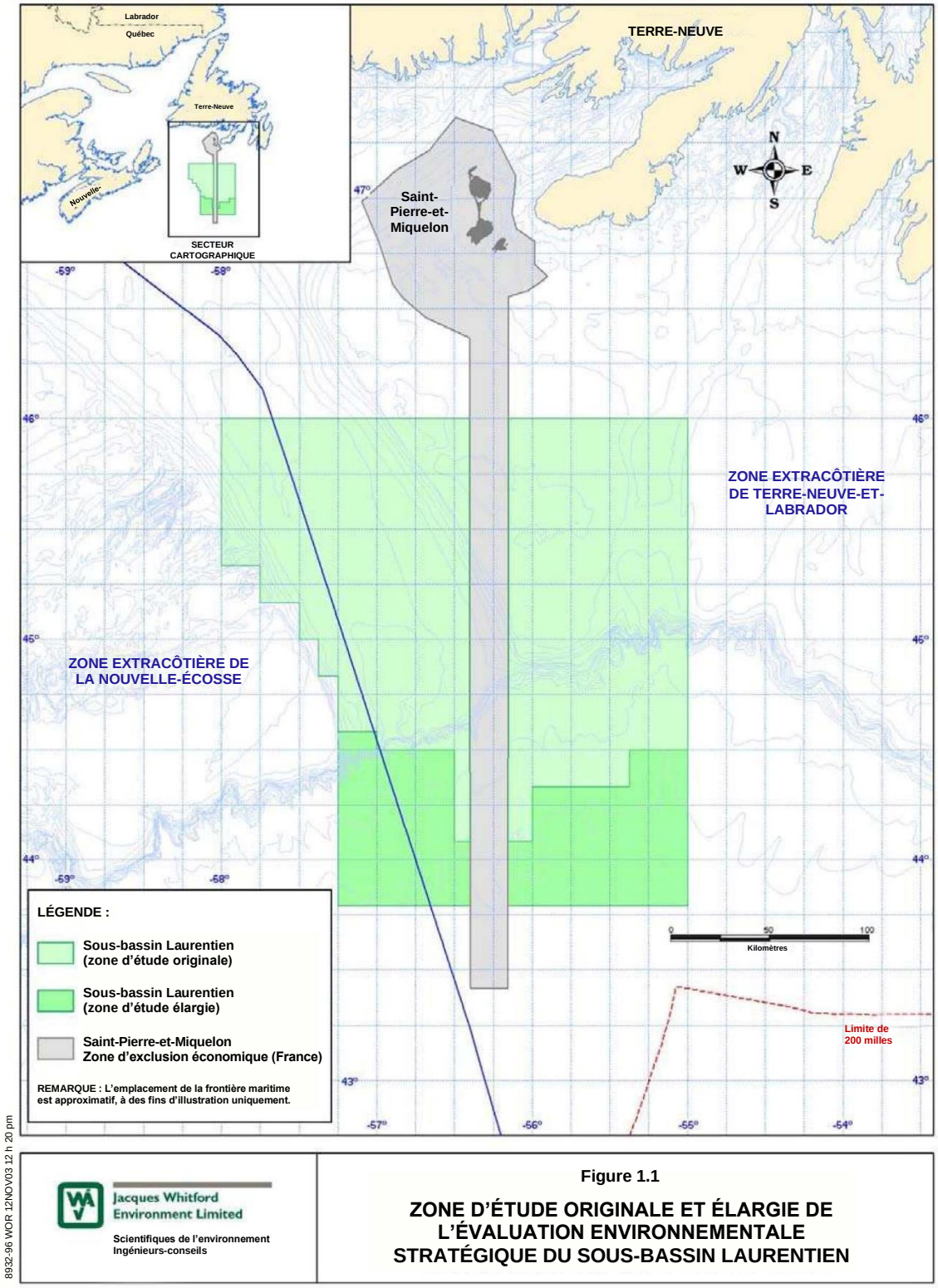


Figure 1.1

ZONE D'ÉTUDE ORIGINALE ET ÉLARGIE DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE DU SOUS-BASSIN LAURENTIEN

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

L'EES représente une approche plus large et plus proactive de l'évaluation et de la gestion des effets environnementaux. Les EES se concentrent généralement sur les préoccupations environnementales à l'échelle régionale et permettent de prendre en compte ces questions à un stade précoce, avant que les activités spécifiques au projet ne soient définies. Comme les EES sont entreprises au début du processus de planification, il n'existe guère de renseignements disponibles concernant la nature, le calendrier et l'emplacement de projets et d'activités spécifiques. Par conséquent, ces évaluations se concentrent généralement sur des questions environnementales générales et décrivent les effets potentiels en termes relativement généraux. L'EES n'est pas destinée à remplacer les processus d'évaluation environnementale propre à un projet. L'objectif est plutôt de fournir le type et le niveau d'information nécessaire pour faciliter la prise de décision aux premiers stades du processus de planification.

1.3 Objectif et contexte de l'évaluation

L'objectif de cette étude est de réaliser une EES des possibilités d'exploration pétrolière et gazière en mer dans la zone d'étude du sous-bassin Laurentien (figure 1.1). L'évaluation se concentre sur la « phase d'exploration » de l'activité pétrolière en mer dans le sous-bassin Laurentien, y compris les levés sismiques et les programmes de forage potentiels.

À l'origine, la zone d'étude était délimitée par les frontières des permis fédéraux. Toutefois, en prévision de l'intérêt suscité par la zone, les Offices ont décidé d'étendre la zone d'étude au sud des zones d'étude initiales.

Une EES pour la zone d'étude « originale » a été publiée aux fins de commentaires du public en avril 2003. En septembre 2003, une modification de l'EES, pour refléter le changement de zone d'étude, a été publiée aux fins de commentaires. Cette EES présente une vue d'ensemble de la zone d'étude révisée, en incorporant, le cas échéant, les commentaires reçus au cours des deux examens.

L'EES donnera un aperçu de l'environnement actuel du sous-bassin Laurentien, discute en termes plus généraux des effets environnementaux potentiels qui pourraient être associés à l'exploration pétrolière et gazière en mer dans la zone d'étude, cernera les lacunes en matière de connaissances et de données, mettra en relief les principales préoccupations et énoncera des recommandations en vue des mesures d'atténuation et de planification. Les renseignements provenant de l'EES aideront le C-TNOHE et l'OCNEHE à déterminer s'il convient ou non d'offrir des droits d'exploration en tout ou en partie dans la zone à l'étude, et pourraient permettre de déterminer des mesures générales de restriction ou d'atténuation à prendre en considération en vue de leur application aux activités d'exploration.

Après la délivrance de permis d'exploration et la réalisation de levés sismiques ou d'autres levés géoscientifiques dans la zone, le forage de puits (d'exploration ou de délimitation) pourrait être entrepris dans le sous-bassin Laurentien. Ces activités devront être examinées et approuvées par le C-TNOHE et l'OCNEHE, et feront l'objet d'évaluations environnementales individuelles. Encore une fois, l'EES n'est pas destinée à remplacer les évaluations environnementales propres à un projet. Cependant, elle fournira aux exploitants individuels une vue d'ensemble du cadre environnemental existant de la région et contribuera à définir les principales questions et interactions environnementales qui pourraient nécessiter un examen dans les premières phases de planification des levés sismiques et des programmes de forage individuels, ainsi que dans leurs évaluations environnementales ultérieures.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

L'EES fournit une description du cadre environnemental existant dans la zone d'étude en fonction des renseignements disponibles, ainsi qu'un aperçu des problèmes environnementaux potentiels à un stade précoce du processus de planification. Les changements technologiques et/ou les progrès dans la compréhension des environnements naturels et socio-économiques de la région peuvent éventuellement exiger que l'EES soit mise à jour pour refléter les renseignements actuels. Une révision de l'EES sera entreprise dans cinq ans afin de déterminer si de telles mises à jour sont nécessaires.

1.4 Organisation du document

Ce rapport est organisé comme suit.

Le chapitre 1 fournit une introduction à l'EES et comprend des renseignements généraux sur le sous-bassin Laurentien et l'EES en général, ainsi que l'objectif et le contexte de l'évaluation, et l'organisation du document.

Le chapitre 2 donne un aperçu du sous-bassin Laurentien, y compris les processus de planification et de réglementation qui s'appliquent à l'exploration extracôtière dans la région, ainsi que les levés sismiques et les programmes de forage passés et potentiels dans la zone d'étude. Il est suivi d'une description générale et générique de l'exploration pétrolière en mer (y compris les levés sismiques et le forage de puits).

Le chapitre 3 fournit une description du cadre environnemental du sous-bassin Laurentien, y compris ses environnements physiques, biologiques et socio-économiques, selon les renseignements existants et disponibles.

Le chapitre 4 traite de la portée de l'évaluation, par la définition des composantes et activités particulières prises en considération et des limites spatiales et temporelles de l'EES. Il décrit également l'exercice d'établissement de la portée des enjeux entrepris dans le cadre de l'évaluation, et met en évidence les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) particulières sur lesquelles l'EES se concentre et la justification de leur sélection. Ce chapitre donne également un aperçu de l'approche et de la méthodologie utilisées pour réaliser l'EES.

Le chapitre 5 présente l'analyse des effets environnementaux pour chacune des CVE à l'étude. Chaque CVE est présentée dans une section distincte, qui comprend une analyse sur :

- les interactions environnementales potentielles et les connaissances existantes à leur sujet, ainsi que les mesures d'atténuation standard qui peuvent être appliquées aux levés sismiques et aux programmes de forage pour éviter ou réduire les effets environnementaux potentiels;
- les principales considérations en matière de planification et de gestion de l'environnement et toute mesure d'atténuation supplémentaire spécifique à une activité, à un site ou à un moment donné qui pourraient s'avérer nécessaires;

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- la nature et le caractère adéquat des renseignements disponibles pour la zone de l'EES et les exigences en matière de données pertinentes;
- les effets environnementaux cumulatifs potentiels.

Le chapitre 6 présente un résumé des résultats et des conclusions clés de l'évaluation.

Les références, y compris les communications personnelles et la documentation citée, sont fournies au chapitre 7.

Des renseignements complémentaires sont fournis dans les annexes.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.0 EXPLORATION PÉTROLIÈRE ET GAZIÈRE DANS LE SOUS-BASSIN LAURENTIEN

Les sections suivantes donnent un aperçu des processus de réglementation et de planification qui s'appliquent aux levés sismiques en mer et aux programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien. Elles sont suivies d'une description générale des composants et des activités qui sont généralement associés à ces activités.

2.1 Processus de réglementation et de planification

L'Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers (C-TNOHE) est chargé de la gestion des ressources pétrolières dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador, pour le compte des gouvernements du Canada et de Terre-Neuve-et-Labrador. La *Loi de mise en œuvre de l'Accord atlantique Canada — Terre-Neuve-et-Labrador* et la *Canada-Newfoundland and Labrador Atlantic Accord Implementation Newfoundland and Labrador Act* administrées par le C-TNOHE, régissent toutes les opérations pétrolières dans la zone extracôtière. Les responsabilités de l'Office en vertu des lois comprennent : l'octroi et l'administration des droits d'exploration et d'exploitation pétrolières; l'administration des exigences légales régissant l'exploration, l'exploitation et la production en mer; et l'approbation des plans de retombées et des plans de mise en valeur de Canada–Terre-Neuve-et-Labrador (C-TNOHE, s.d.).

L'OCNEHE est un organisme mixte et indépendant des gouvernements du Canada et de la Nouvelle-Écosse, et est responsable de la réglementation des affaires pétrolières et des pratiques sécuritaires au large de la Nouvelle-Écosse. L'Office est régi par la *Loi de mise en œuvre de l'Accord Canada — Nouvelle-Écosse sur les hydrocarbures extracôtiers* et par la *Loi de mise en oeuvre de l'Accord Canada — Nouvelle-Écosse sur les hydrocarbures extracôtiers (Nouvelle-Écosse).* Les principales responsabilités de l'Office sont les suivantes : assurer la sécurité des opérations en mer; protéger l'environnement pendant les activités pétrolières en mer; gérer les ressources pétrolières et gazières en mer; examiner les retombées industrielles et les possibilités d'emploi; délivrer des permis pour l'exploration et l'exploitation en mer; et évaluer les ressources, recueillir des données et les distribuer (OCNEHE, s.d.).

2.1.1 Processus de gestion des droits

L'administration du système d'octroi des droits et des régimes fonciers est l'une des fonctions centrales des offices. Trois documents de « titre » s'appliquent aux zones extracôtières : le permis d'exploration, la licence de découverte importante et le permis de production.

2.1.1.1 Permis d'exploration

Un permis d'exploration est nécessaire pour entreprendre un forage exploratoire dans les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse (un permis d'exploration n'est pas nécessaire pour effectuer des levés sismiques).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La délivrance d'un permis d'exploration est une « décision fondamentale » en vertu des lois de mise en œuvre et nécessite l'approbation du ministre. Un permis d'exploration confère :

- le droit d'explorer et le droit exclusif de forer et d'effectuer des tests afin de trouver du pétrole;
- le droit exclusif de développer ces parties de la zone extracôtière afin de produire du pétrole;
- le droit exclusif, sous réserve de se conformer aux autres dispositions des lois de mise en œuvre, de déposer une demande de permis de production.

Les permis d'exploration sont généralement délivrés pour une durée maximale de neuf ans, qui se compose de deux périodes consécutives, généralement cinq ans (période I) suivies de quatre ans (période II). Le titulaire d'intérêts est tenu de forer ou d'exploiter un puits d'exploration et de poursuivre avec diligence ses activités au plus tard à la date de fin de la première période. Le défaut de respecter cette condition entraînera la réversion du permis à la Couronne. Si l'exigence de permis est remplie, le titulaire d'intérêts a le droit d'obtenir l'occupation de la période II.

2.1.1.2 Licence de découverte importante

À l'expiration d'un permis d'exploration, les parties de la zone extracôtière qui ne font pas l'objet d'une licence de découverte importante ou d'un permis de production reviennent à la Couronne. Si un programme de forage aboutit à une découverte importante et qu'une déclaration de découverte importante a été faite par l'Office, un titulaire d'intérêts a droit à une licence de découverte importante. Une licence de découverte importante confère les mêmes droits que ceux d'un permis d'exploration et n'a pas de durée déterminée. La licence de découverte importante est soumise à des loyers annuels par hectare.

2.1.1.3 Permis de production

Lorsqu'une découverte commerciale est déclarée par l'Office, l'indivisaire peut demander un permis de production. Une déclaration de découverte exploitable est une condition préalable à la délivrance du permis de production. Un permis de production confère :

- le droit d'explorer et le droit exclusif de forer et d'effectuer des tests afin de trouver du pétrole;
- le droit exclusif de développer ces parties de la zone extracôtière afin de produire du pétrole;
- le droit exclusif de produire du pétrole à partir de ces parties de la zone extracôtière;
- le titre de propriété du pétrole ainsi produit.

D'autres organismes peuvent également délivrer des permis et des approbations liés aux activités extracôtières dans les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.1.2 Sous-bassin Laurentien – Processus de conversion des permis

Les droits d'exploration dans le sous-bassin Laurentien sont détenus en vertu de permis d'exploration délivrés par le gouvernement du Canada en 1969 et 1971, qui couvrent une superficie d'environ 3,3 millions d'hectares. Les règlements fédéraux établissant la frontière marine entre les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse dans la région (figure 1.1) ont été promulgués en juin 2003. Le C-TNOHE et l'OCNEHE ont l'intention de négocier la conversion de ces permis d'exploration fédéraux existants pour leurs zones extracôtières respectives dans le sous-bassin laurentien en permis d'exploration.

Les Offices ont entamé des négociations avec les représentants des trois principaux blocs du sous-bassin Laurentien (ExxonMobil, ConocoPhillips et Imperial). La législation prévoit une période de six mois pour mener à bien ce processus. Il est prévu que la durée des permis résultants soit de neuf ans, avec des périodes au sein de cette durée pour encourager l'exploration précoce.

2.1.3 Autorisations requises pour l'exploration

Les rôles réglementaires des Offices comprennent la délivrance d'approbations et d'autorisations précises relatives aux levés sismiques en mer et aux programmes de forage. Les sections suivantes donnent un aperçu de ces autorisations.

2.1.3.1 Terre-Neuve-et-Labrador

Permis d'exploitation

Un permis d'exploration est une condition préalable à toute activité d'exploration dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador qui implique des travaux sur le terrain. Toute personne physique ou morale peut demander au C-TNOHE un permis d'exploitation en remplissant et en envoyant la demande appropriée à l'Office. Un permis d'exploitation est valide à partir de sa date d'entrée en vigueur jusqu'au 31 mars suivant sa date de délivrance (C-TNOHE, s.d.).

Autorisation pour les levés géophysiques

Tout programme impliquant des travaux sur le terrain (y compris les levés sismiques et autres études géoscientifiques) doit être autorisé par le C-TNLOHE avant de commencer. Les demandes pour de tels programmes doivent être soumises à l'approbation de l'Office au moins 60 jours avant la date proposée pour le début du programme, et inclure les informations suivantes :

- Description du programme;
- Sécurité des activités;
- Retombées économiques pour le Canada et pour Terre-Neuve-et-Labrador;

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- Protection de l'environnement;
- Responsabilité financière.

Dans le cadre du processus de demande, le C-TNOHE exige que les demandes de programmes impliquant des travaux sur le terrain comprennent une évaluation environnementale de l'opération proposée, conforme aux exigences de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE) et pouvant être diffusée au public (C-TNOHE 2001).

Alors qu'un permis d'exploration est nécessaire pour entreprendre des activités de forage, un tel permis n'est pas nécessaire pour effectuer des levés sismiques. Par conséquent, les zones de levé sismique s'étendent souvent au-delà des limites des permis d'exploration.

Autorisation du programme de forage et approbation du forage d'un puits

Les exploitants sont tenus d'obtenir une autorisation de programme de forage (APF) et une approbation pour forer un puits (AFP) avant d'effectuer des activités de forage.

L'APF autorise un exploitant à mener un programme de forage, consistant en un ou plusieurs puits dans une zone et une période déterminées, en utilisant une ou plusieurs installations de forage, et comprend toutes les opérations et activités annexes au programme. Le programme de forage commence au moment du forage du premier puits du programme et est autorisé pour trois ans à compter de la date d'émission de l'autorisation. Les informations requises dans le cadre du processus de l'APF sont les suivantes :

- Plan de retombées pour le Canada et Terre-Neuve-et-Labrador;
- Preuve de responsabilité financière;
- Déclaration d'aptitude;
- Certificat de conformité;
- Navires de secours;
- Évaluation de la sécurité;
- Plan de santé et sécurité au travail.

Le C-TNOHE exige également que les promoteurs préparent et soumettent une évaluation environnementale dans le cadre d'une demande d'APF pour les projets d'exploration pétrolière et gazière en mer (C-TNOHE 2000).

Une AFP permet à l'exploitant de forer un puits particulier en utilisant les procédures de forage et d'évaluation décrites dans la demande et le pronostic de puits qui l'accompagne. La soumission d'une demande d'AFP est précédée ou accompagnée de documents indiquant que l'exploitant a étudié la nature du fond marin et des sédiments sous-jacents afin d'identifier tout danger potentiel en surface ou sous la surface (tel que du gaz peu profond). Une copie du pronostic du puits et du plan de levé provisoire de l'emplacement du puits doit également être fournie avec la demande. L'AFP est conditionnelle au début du forage par l'exploitant dans les 120 jours suivant la date d'octroi de l'autorisation.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Une fois que l'approbation a été obtenue et que l'exploration commence, il existe des exigences spécifiques en matière d'enregistrement et de rapport auxquelles les opérateurs doivent également se conformer (C-TNOHE 2000).

2.1.3.2 Nouvelle-Écosse

En Nouvelle-Écosse, la délivrance d'un permis d'exploration ne donne pas non plus à un exploitant le droit de mener des activités pétrolières et gazières en mer. Avant de mener des activités pétrolières et gazières, les détenteurs de permis d'exploration doivent obtenir une approbation distincte de l'Office pour chaque activité qu'ils prévoient. Le processus d'approbation des levés sismiques en mer et des programmes de forage en Nouvelle-Écosse reflète étroitement celui de Terre-Neuve-et-Labrador, et comprend les exigences relatives au permis d'exploitation, à l'autorisation des levés géophysiques, aux APF et aux AFP. Lorsqu'elles demandent des autorisations à l'Office, les entreprises doivent déposer une documentation complète (comprenant, entre autres, une évaluation environnementale et un plan de protection de l'environnement). Ce processus permet aux pêcheurs, aux autres utilisateurs des ressources océaniques, au milieu universitaire, aux scientifiques du gouvernement et au grand public de commenter les permis et les activités d'exploration proposés (OCNEHE, s.d.).

2.1.4 Évaluation environnementale

Comme indiqué, le C-TNOHE et l'OCNEHE exigent tous deux des évaluations environnementales dans le cadre du processus d'approbation des activités de prospection sismique et de forage en mer. D'autres agences peuvent également délivrer des permis et des approbations liés aux activités en mer, et exiger des évaluations environnementales avant de délivrer ces autorisations.

Un certain nombre d'évaluations environnementales ont été réalisées à ce jour en rapport avec des levés sismiques et des programmes de forage spécifiques dans les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse. Les évaluations environnementales pour ces activités comprennent généralement les éléments suivants :

- une description détaillée de la proposition;
- un aperçu de l'environnement physique, biologique et socio-économique existant;
- une évaluation des effets environnementaux potentiels des activités prévues et des événements accidentels potentiels;
- la définition de mesures d'atténuation pour éviter ou réduire les effets environnementaux prévus;
- une évaluation de l'importance des effets résiduels restants sur l'environnement;
- une appréciation et une évaluation de tout effet cumulatif probable sur l'environnement;
- des informations sur tout programme de suivi proposé.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les études détaillées menées à l'appui des évaluations environnementales pour les programmes de forage proposés peuvent inclure :

- une analyse des conditions météorologiques et océanographiques;
- une modélisation de la dispersion des boues de forage et des rejets de déblais;
- les évaluations de la probabilité d'éruption et de déversement;
- des études de modélisation de l'évolution et du comportement de déversements hypothétiques d'hydrocarbures.

L'évaluation environnementale des levés sismiques en mer et des programmes de forage dans les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse pourrait être assujettie aux exigences de la LCEE à la suite des modifications de cette loi prévues pour 2003.

En vertu de la LCEE, les décideurs fédéraux sont tenus de tenir compte des effets environnementaux d'un projet, qu'ils se produisent à l'intérieur ou à l'extérieur du Canada. De plus, en mai 1998, le Canada a ratifié la *Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière* de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe. La Convention (conclue à Espoo, en Finlande) est le premier accord international d'envergure de ce type. Elle énonce des obligations spécifiques visant à réduire au minimum les effets environnementaux transfrontaliers négatifs importants de certains projets, définit les exigences en matière d'évaluation environnementale et énonce les obligations générales des pays de s'aviser et de se consulter mutuellement sur tous les grands projets envisagés qui sont susceptibles d'avoir des effets environnementaux au-delà des frontières (Agence, s.d.).

2.2 Description générique de l'exploration en mer

Les sections suivantes présentent une discussion générale sur les levés sismiques et les programmes de forage tels qu'ils sont généralement réalisés au Canada atlantique. Des descriptions plus détaillées de ces activités peuvent être trouvées dans d'autres sources (p. ex., Davis et coll. 1998; LGL Limited et coll. 2000).

2.2.1 Levés sismiques en mer :

Les levés sismiques sont utilisés pour déterminer les formations géologiques pouvant contenir du pétrole (pièges à pétrole). Une description sommaire des navires et des techniques de levé sismique est fournie dans les sections suivantes.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.2.1.1 Équipement et méthodes

Un navire d'exploration en mer mesure généralement de 80 à 95 m de long, avec un équipage d'environ 40 personnes (Davis et coll. 1998). Dans un levé sismique en mer, une source sonore à haute énergie (sous la forme d'un ou de plusieurs canons à air) est remorquée à une profondeur de 4 à 10 m derrière un navire d'exploitation. Le navire se déplace à une vitesse de 3,5 à 5,5 nœuds (6,5 à 10 km/h) en suivant des lignes formant une grille. La ligne du levé est soigneusement choisie pour couvrir les zones où l'on soupçonne la présence d'hydrocarbures.

La source sonore émet généralement à tous les 25 m environ et, dans la mesure du possible, elle dirige des faisceaux sonores vers le fond de la mer (un « tir »). L'énergie sonore réfléchie par les structures situées sous le fond marin est enregistrée par un ou plusieurs réseaux d'hydrophones sensibles (flûtes sismiques) déployés et remorqués derrière le navire d'exploitation (figure 2.1), qui ont généralement une longueur de 3 à 5 km. Les systèmes informatiques de traitement des données convertissent le son réfléchi (signaux acoustiques) en données sismiques qui peuvent être utilisées pour cartographier une éventuelle accumulation d'hydrocarbures.

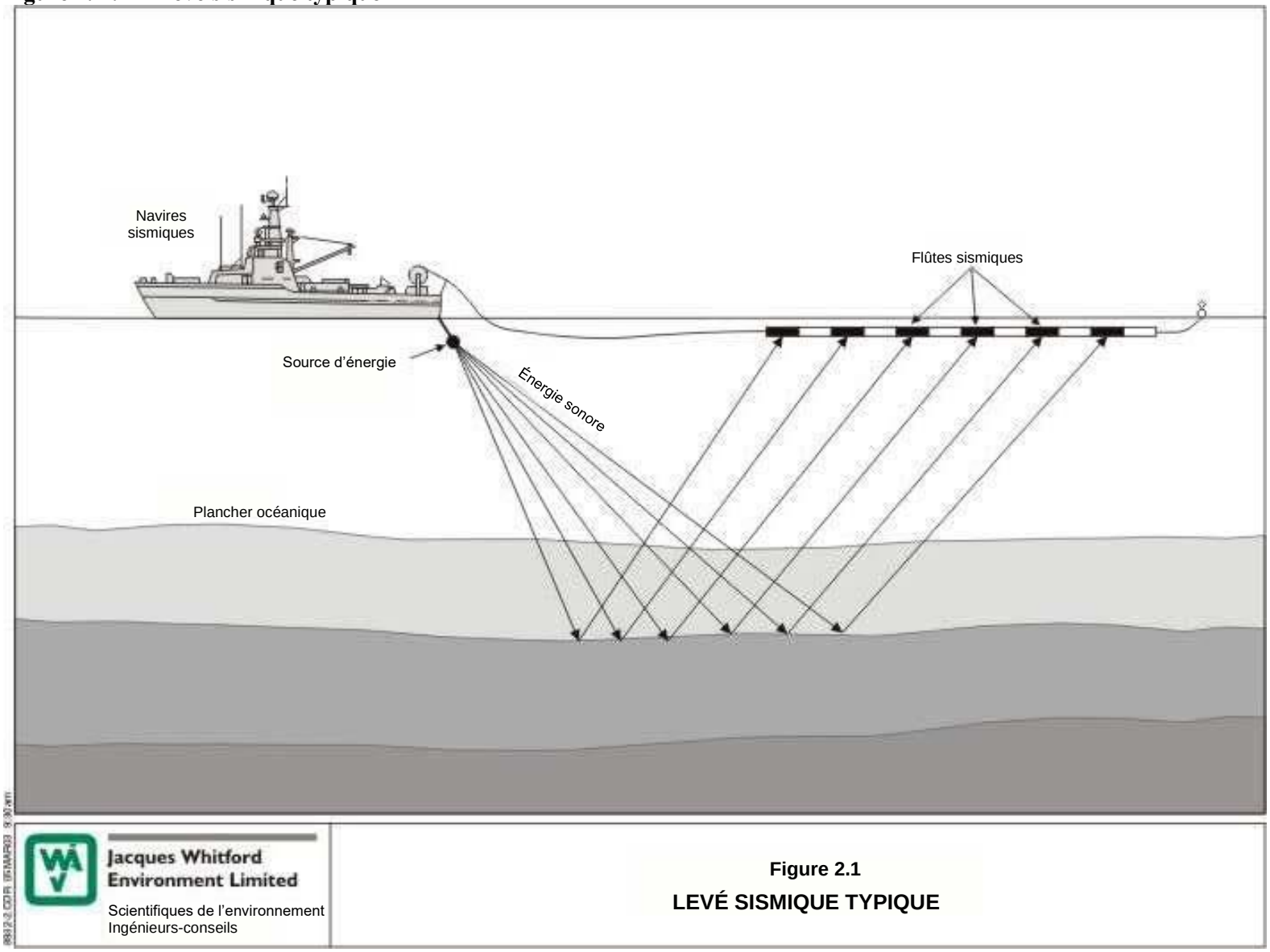
Les levés sismiques bidimensionnels (2D) couvrent des zones géographiques relativement vastes et, par conséquent, sont de courte durée à un endroit donné. Les lignes de levé sont généralement espacées de plus d'un kilomètre et sont souvent tracées dans plusieurs directions différentes. Le levé 2D est typiquement utilisé pour explorer une grande zone afin de définir les zones qui nécessitent une étude plus approfondie (Davis et coll. 1998), et utilise une seule grappe de bulleurs et une seule flûte sismique.

Les levés sismiques tridimensionnels (3D) permettent une meilleure résolution des champs pétroliers et gaziers potentiels et existants. Ces levés sismiques fournissent une image détaillée de la zone étudiée, ce qui permet une analyse plus fine de la quantité et de la distribution des hydrocarbures (Davis et coll. 1998). Ceux-ci peuvent permettre de réduire le nombre de puits nécessaires pour définir un champ et permettre une récupération optimale du pétrole et du gaz. Ces levés peuvent concentrer l'activité sur une zone géographique relativement petite pendant de longues périodes (souvent des semaines), les lignes de levé étant généralement espacées de plusieurs centaines de mètres. Les levés 3D utilisent généralement deux bulleurs qui alternent les tirs, et de multiples flûtes sismiques.

Encore une fois, alors qu'un permis d'exploration est nécessaire pour entreprendre des activités de forage, une telle licence n'est pas nécessaire pour effectuer des levés sismiques. Les zones de levé sismique s'étendent donc souvent au-delà des limites des permis d'exploration.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 2.1 : Levé sismique typique



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.2.1.2 Signaux sismiques et propagation du son

En fonctionnement, les canons à air émettent généralement à des intervalles d'environ 10 secondes, les tirs sismiques étant de courte durée, tout au plus quelques dizaines de millisecondes (ms) (ce qui donne un facteur d'utilisation d'environ 0,3 %). Bien que les niveaux d'énergie de crête dans un tir puissent être élevés, la courte durée du signal réduit l'énergie totale transmise dans la colonne d'eau. La majeure partie de l'énergie sonore produite par un réseau de canons à air se situe dans la gamme de 10 à 300 hertz (Hz), les niveaux les plus élevés se situant à des fréquences inférieures à 100 Hz (Turnpenny et Nedwell 1994). Les canons à air sismiques sont conçus pour produire des bruits de basse fréquence, mais des recherches ont montré que des sons de haute fréquence peuvent également être produits, jusqu'à plusieurs kilohertz (kHz) (Goold 1996a; JNCC 1998). D'autres facteurs (p. ex., les temps de montée, etc.) influencent également les caractéristiques d'un signal sismique, et donc ses effets environnementaux potentiels.

Les canons à air comprimé sont généralement utilisés en réseau de 30 à 40 unités plutôt qu'individuellement. Cela permet d'augmenter la sortie acoustique disponible pour une plus grande pénétration dans le fond marin, d'obtenir une plus grande efficacité de la source et de façonner la signature acoustique de manière à obtenir la résolution nécessaire pour un type de relevé spécifique. La disposition du réseau et la séquence des tirs sont soigneusement conçues pour optimiser les données. Le volume total des canons à air du réseau et leur pression de fonctionnement déterminent l'amplitude du signal acoustique, mesurée par le niveau de pression acoustique de sortie (NPA). Les réseaux de canons à air marins ont normalement un volume de chambre combiné compris entre 2 000 et 4 000 pouces cubes et fonctionnent à environ 2 000 livres par pouce carré (lb/po^2). Le NPA de crête généré par un tel réseau se situerait entre 240 et 260 dB re 1µPa à 1 mètre.

La conception d'un réseau de canons à air est destinée à concentrer les émissions acoustiques vers le bas, en direction du substratum, une caractéristique connue sous le nom de « directivité ». Ceci est fait pour minimiser la quantité d'énergie perdue en se déplaçant dans la mauvaise direction. Il sert également à réduire la zone d'influence du réseau. Le son provenant d'un réseau sismique diminue (s'atténue) avec la distance de la source. L'atténuation est assez rapide à proximité de la source, mais elle est plus progressive à longue distance, car les niveaux diminuent en fonction du logarithme de la distance de la source. Lorsque cette distance augmente, l'amplitude du son diminue et le spectre des fréquences s'élargit (Canning et Pitt 2002).

La plus grande partie de la perte de pression est le résultat de la propagation dans l'eau. En général, la diminution de la pression avec l'augmentation de la distance de la source est sphérique jusqu'à une distance approximativement égale à la profondeur de l'eau. À plus grande distance, le son se propage dans un chenal délimité par le fond et la surface de l'eau, et on suppose souvent que la propagation est approximativement cylindrique (Davis et coll. 1998; Thomson et coll. 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Bien que ce modèle de propagation simple donne un aperçu général de l'atténuation du son provenant des levés sismiques dans la colonne d'eau, une série d'autres facteurs liés à l'activité et au site peuvent également influencer la propagation du son dans l'environnement marin. Par exemple, les niveaux sonores et les fréquences peuvent varier, et les caractéristiques océanographiques (p. ex., la physiographie et la profondeur de l'eau, la température, la salinité) peuvent également influencer l'atténuation du son lorsqu'il se propage dans l'eau (Davis et coll. 1998). La propagation du son dans les zones peu profondes du plateau continental, p. ex., est plus fortement atténuée, en particulier aux basses fréquences, alors que le son est susceptible de se propager davantage dans les eaux plus profondes, en particulier lorsqu'il existe des canaux acoustiques. Les caractéristiques d'atténuation du bruit dans le sous-bassin laurentien sont probablement complexes, étant donné la géographie physique variée de la région (section 3.1.1). La modélisation des pertes de transmission pour plusieurs lignes près de l'île de Sable et dans le chenal Laurentien est présentée dans Davis et coll. (1998).

Des informations détaillées sur les caractéristiques et la propagation des signaux sismiques peuvent être trouvées dans d'autres sources (p. ex., Turnpenny et Nedwell 1994; Richardson et coll. 1995; Davis et coll. 1998).

Les facteurs clés qui influencent les effets potentiels du son provenant d'un levé sismique sur l'environnement sont donc les suivants :

- le niveau d'émission (NE), c'est-à-dire le niveau du son qu'elle génère;
- la perte de transmission (PT), c'est-à-dire l'atténuation du son lorsqu'il se propage dans l'eau;
- le niveau de seuil des effets (NSE) ou le niveau de son à partir duquel un effet donné se produit;
- le niveau de bruit (NB) ou le niveau du bruit de fond, car dans certaines circonstances, cela peut avoir pour effet de masquer les effets de la source sonore.

2.2.1.3 Trafic maritime et autres émissions

Le trafic maritime associé aux levés sismiques peut également avoir des répercussions sur l'environnement naturel et humain dans la zone de levé. Les autres émissions opérationnelles associées aux levés sismiques comprennent les rejets des navires (p. ex., l'eau du pont), les émissions atmosphériques (p. ex., les gaz d'échappement des navires) et la présence générale de navires et de lumières associés à l'activité des levés sismiques en mer.

2.2.1.4 Événements accidentels potentiels

Comme les levés sismiques n'entraînent pas la récupération de pétrole, le potentiel et la gravité des événements accidentels associés à ces études sont considérablement plus faibles que pour les activités de forage. Comme c'est le cas pour toute activité maritime, il est toujours possible que des événements accidentels se produisent en mer, qu'il s'agisse de petits déversements de carburant ou d'autres matériaux ou de collisions possibles avec des animaux marins, des engins de pêche et/ou d'autres navires. Tout événement de ce type peut avoir des répercussions sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement naturel.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.2.2 Forage de puits

Les puits d'exploration et de délimitation extracôtiers sont forés pour confirmer la présence, ou définir l'étendue, des ressources pétrolières dans des endroits précis. Des puits d'exploration sont forés pour déterminer si les pièges recensés par les levés sismiques précédents contiennent des ressources pétrolières. En fonction des résultats de ces puits, un exploitant peut ensuite forer des puits de délimitation dans différentes parties de l'accumulation d'hydrocarbures pour confirmer sa taille et les caractéristiques des hydrocarbures trouvés (ACPP 2001a).

Les sections suivantes fournissent une brève description de l'équipement et des procédures typiques de forage de puits qui peuvent être utilisés pour effectuer des forages en mer dans le sous-bassin Laurentien.

2.2.2.1 Appareils de forage

Un certain nombre de types d'appareils de forage extracôtiers peuvent être utilisés pour forer un puits une fois qu'un site de forage ou une cible a été déterminé. Trois différents types d'appareils de forage sont utilisés pour le forage de puits en mer au Canada atlantique (figure 2.2) :

1. Plateformes auto-élévatrices;
2. Plateformes de forage semi-submersible;
3. Navire de forage.

Le type d'appareil de forage choisi est principalement basé sur les caractéristiques de l'environnement physique du site de forage proposé, en particulier la profondeur d'eau, la profondeur de forage prévue et la mobilité requise dans les conditions météorologiques et de glace prévues (ACPP 2001b). En général, les puits en eau profonde sont définis comme étant ceux qui sont forés à des profondeurs d'eau supérieures à 400 mètres. Les puits en eau peu profonde se trouvent à des profondeurs d'eau de moins de 400 m.

Le sous-bassin Laurentien présente des profondeurs d'eau allant de relativement faibles profondeurs (moins de 100 m de profondeur) dans des zones telles que le banc de Saint-Pierre à des eaux plus profondes (plus de 400 à 500 m de profondeur) dans les zones du chenal Laurentien. Les profondeurs d'eau au bord du chenal Laurentien, près du rebord continental, s'abaissent jusqu'à des profondeurs supérieures à 2 000 mètres.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 2.2 : Types d'appareils de forage extracôtiers

Plateforme auto-élévatrice

Plateforme de forage semi-submersible

Navire de forage

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Une brève description des trois types d'appareils de forage est incluse ci-dessous (ACPP 2001b).

Les plateformes auto-élévatrices sont utilisées dans des profondeurs d'eau inférieures à 100 m. Ces appareils sont remorqués jusqu'au site de forage, pendant lequel les jambes rétractables de la plateforme sont rétractées au-dessus de la structure de la coque et la plateforme flotte sur une barge. Une fois sur place, les jambes sont abaissées jusqu'à ce qu'elles entrent en contact avec le fond marin, et la barge de forage ou la plateforme unitaire est élevée sur les jambes jusqu'à ce qu'elle soit à la hauteur souhaitée au-dessus de la surface de l'eau.

Une *plateforme de forage semi-submersible* est généralement utilisée dans des eaux plus profondes ou dans des zones où une mobilité accrue est nécessaire, comme dans les zones sujettes aux glaces au large de Terre-Neuve. Une série de colonnes verticales soutiennent le pont principal de l'unité, qui repose à son tour sur des pontons en acier qui flottent sous la surface de l'eau pendant le forage. Les pontons sont remplis d'eau afin que l'appareil puisse flotter, le pont principal étant au-dessus de l'eau et le reste de la plateforme sous la surface de l'eau. Comme une grande partie de la masse de la plateforme se trouve sous l'eau, ces unités sont relativement stables par mer agitée. Sur place, l'unité est amarrée au fond à l'aide d'une série de huit à douze ancrages (qui peuvent s'étendre jusqu'à 1 km de la plateforme). En eaux plus profondes (1 000 à 2 000 m), les plateformes de forage semi-submersibles sont souvent équipées d'un système de positionnement dynamique, qui utilise des propulseurs commandés par ordinateur pour positionner le navire et le maintenir stable.

Les *navires de forage* sont le type d'appareil de forage le plus mobile, et sont généralement utilisés dans des zones d'eau relativement profonde. Les navires de forage sont équipés d'une série de propulseurs ou d'hélices motorisées à l'avant et à l'arrière et des deux côtés du navire, avec un système informatisé qui active automatiquement le système pour maintenir la position du navire. Les navires de forage peuvent être ancrés au fond dans des eaux d'une profondeur d'environ 200 à 1 000 m, les systèmes de positionnement dynamique permettant à certains navires de forage d'opérer dans des eaux d'une profondeur allant jusqu'à 3 000 m. Un navire de forage est doté d'une grande tour de forage au centre du navire, où un puits central permet d'accéder à la colonne d'eau depuis la surface du pont, en passant par le centre du navire. Les navires de forage ne peuvent généralement pas opérer dans une mer aussi agitée que les plateformes semi-submersibles.

Chacun de ces appareils de forage sont des unités autonomes, munies d'une tour et d'équipement de forage, d'un puits central ou d'une autre forme d'accès à la surface de l'eau, d'un hélipont, d'un équipement de lutte contre les incendies et de sauvetage et de quartiers pour l'équipage. Les appareils de forage ont aussi généralement un à trois navires de soutien à leur disposition. En général, les activités de forage et les rejets sont similaires pour chaque type d'appareil de forage (LGL Limited et coll. 2000).

2.2.2.2 Activités de forage

Ce qui suit donne un aperçu général du type d'activités de forage qui peuvent avoir lieu dans le sous-bassin Laurentien. Cette discussion est basée sur les descriptions existantes du forage en mer (LGL Limited et coll. 2000; ACPP 2001a), et a pour but de fournir un contexte pour l'EES. Les dimensions et les profondeurs spécifiques sont fournies à titre d'illustration seulement, en fonction des récents programmes de forage menés au Canada atlantique.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les puits extracôtiers ont quatre composantes principales (ACPP 2001a) :

i. *Train de tiges de forage :* les sections de la tige de forage qui relient l'appareil de forage et le trépan situé au fond du puits;
ii. *Trépan :* dispositif utilisé pour couper le fond de la mer afin d'accéder à la formation géologique concernée;
iii. *L'équipement rotatif :* il sert à faire tourner le train de tiges et, par conséquent, le trépan;
iv. *Fluide de forage :* (ou boue), qui lubrifie et refroidit le trépan, contrebalance la pression de la formation, aide à conditionner le puits de forage et éloigne les débris de roche du trépan pendant le forage.

Les puits en mer sont généralement forés en plusieurs étapes. Dans un premier temps, un trou d'interconnexion de grand diamètre (environ 90 cm de large) est foré à plusieurs centaines de mètres dans le plancher océanique. Une boue à base d'eau (BBE) est utilisée pour forer cette partie du puits. Comme il n'existe aucun moyen de réacheminer les boues et les déblais de forage dans l'appareil de forage avant l'installation de la colonne montante, les boues et les déblais de forage sont rejetés sur le fond marin. Le train de tiges est ensuite retiré, et un tube d'acier (« tubage ») est mis en place et cimenté pour empêcher la paroi du trou de s'effondrer et empêcher l'infiltration de boues et d'autres fluides. Le tubage de surface assure une intégrité de pression adéquate pour permettre l'installation d'un bloc obturateur de puits (BOP) et de la colonne montante de forage. Les BOP comprennent un système de vannes haute pression qui empêchent l'eau ou les hydrocarbures de s'échapper dans l'environnement en cas d'urgence ou de défaillance de l'équipement.

Le trépan et le train de tiges sont ensuite descendus à travers le BOP et dans le trou de surface. Le trépan commence à forer au fond du trou, et des joints supplémentaires sont ajoutés au train de tiges au fur et à mesure que le trépan s'enfonce dans le fond marin. Lorsqu'une section du puits est terminée, le train de tiges est retiré et les sections du tubage sont assemblées, descendues dans le puits et cimentées en place. Pour cette partie du puits, la colonne montante de forage relie le tubage posé au fond de la mer à l'appareil de forage et permet le retour des déblais et des boues de forage vers l'appareil de forage en surface où s'effectue le traitement.

Les boues à base de produit synthétique (BBPS) peuvent être utilisées pour le forage des sections inférieures du puits si l'utilisation de fluides à base d'eau est techniquement impossible. Des renseignements supplémentaires sur les boues de forage et les déblais sont fournis dans la section 2.2.2.5.

Un profil sismique vertical (PSV), ou levé de vérification ponctuelle est requis pour tous les puits d'exploration et de délimitation dans les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse (C-TNOHE et OCNEHE 2002a). Un PSV est enregistré après l'achèvement du forage pour obtenir des « liens précis entre le temps et la profondeur » dans un puits. Cela est nécessaire, car les données sismiques sont enregistrées en temps et les puits sont forés en mètres. La collecte de données des PSV fait généralement partie de la dernière série de diagraphies et est effectuée en plaçant une série de géophones dans le puits, avec une source sismique suspendue à l'appareil de forage. La source peut être similaire à un levé sismique, mais les réseaux sont généralement plus petits. Les levés de vérification ponctuelle sont généralement enregistrés tous les 25 à 100 m dans le puits. Dans le cas d'un puits fortement dévié, les exploitants peuvent placer la source sur un navire et suivre la trajectoire du puits pour avoir la distance la plus courte entre la source et les récepteurs. Les PSV sont généralement acquis à l'aide d'un groupe de canons à air de taille moyenne (avec une crête de pression d'environ 240 à 250 dB re 1µPa à 1 m) (Davis et coll. 1998).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Si la présence d'importantes ressources en hydrocarbures est observée, le puits est alors évalué et testé, ce qui peut impliquer des essais d'écoulement de la formation. Pendant les essais, les fluides de formation, qui peuvent contenir des hydrocarbures et/ou de l'eau, s'écoulent vers l'appareil de forage. Les hydrocarbures produits sont séparés de l'eau produite sur l'appareil de forage. La quantité d'eau produite potentiellement observée lors des forages d'exploration est généralement très faible par rapport à celle des activités de production. Ces petites quantités d'eau produite sont envoyées à la torche ou traitées conformément aux Directives sur le traitement des déchets extracôtiers (DTDE) et éliminées en mer. Les DTDE précisent que les installations de production dont l'exploitation débute après la publication de ces directives (août 2002) doivent veiller à ce que la moyenne pondérée sur 30 jours des hydrocarbures dans l'eau de production rejetée ne dépasse pas 30 mg/L et que la moyenne arithmétique sur 24 heures des hydrocarbures dans l'eau de production ne dépasse pas 60 mg/L (ONE et coll. 2002).

Une fois le forage et les activités d'essai des puits terminés, les puits sont généralement abandonnés. Des mélanges de ciment ou des dispositifs mécaniques sont utilisés pour boucher le puits. Le tubage du puits est coupé et retiré juste sous la surface du plancher océanique et tous les équipements précédemment installés sont retirés. Les têtes de puits sont retirées du fond de la mer, souvent à l'aide d'un dispositif mécanique de coupe des tubages et des têtes de puits. Dans l'éventualité peu probable d'une défaillance de ce dispositif, les exploitants utilisent souvent une méthode chimique/explosive dirigée pour détacher la tête de puits. Si nécessaire, la charge est généralement fixée à un minimum de 1 m sous le substrat marin. Un véhicule sous-marin téléguidé (VTG) est utilisé pour inspecter le fond marin afin de s'assurer qu'aucun équipement ou obstruction ne reste en place.

2.2.2.3 Activités associées

Les navires de ravitaillement et les hélicoptères sont utilisés pour transporter le personnel, l'équipement et les fournitures vers et depuis un appareil de forage. Les navires de ravitaillement font généralement environ trois allers-retours par semaine vers l'appareil de forage tout au long d'un programme de forage. Un navire de soutien dédié accompagne également l'appareil de forage tout au long de l'opération. Le personnel est généralement transporté vers et depuis la plateforme de forage par hélicoptère, les vols ayant lieu environ quatre fois par semaine, en fonction des horaires de travail, de l'aéronef utilisé et de la distance à parcourir (LGL Limited et coll. 2000). Les travaux ou activités à l'appui du forage d'exploration ou des levés sismiques dans le sous-bassin Laurentien seront soutenus à partir de la zone de compétence pertinente, comme le prévoient les lois de mise en oeuvre respectives et les plans de retombées approuvés.

Pendant les activités de forage, tout autre trafic maritime est interdit dans une zone autour de l'appareil de forage par mesure de sécurité. Comme le précisent le *Règlement sur le forage pour hydrocarbures dans la zone extracôtière de Terre-Neuve* et le *Règlement sur le forage pour hydrocarbures dans la zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse* (article 75), cette zone de sécurité est habituellement la plus grande des deux zones suivantes : la zone située dans un rayon de 500 m autour de l'appareil de forage ou, si l'unité est ancrée, une zone située à 50 m du schéma d'ancrage. Des avis aux marins sont également émis dans le cadre de la gestion du programme afin de veiller à une communication efficace concernant les équipements, les mouvements et les activités.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.2.2.4 Durée et calendrier

Selon la profondeur du puits et de l'eau et les conditions environnementales, le forage d'un seul puits d'exploration peut prendre de 30 à 120 jours, et prend généralement environ 45 jours. Le calendrier de forage est souvent basé principalement sur la disponibilité des appareils de forage. L'appareil de forage utilisé dépend de la profondeur d'eau concernée. En outre, certaines plateformes peuvent forer toute l'année dans des environnements offshore difficiles, tandis que la saison d'exploitation d'autres plateformes est plus restreinte.

2.2.2.5 Émissions et rejets

Les principaux rejets potentiels associés aux programmes de forage en mer sont :

- boues et déblais de forage;
- autres déchets liquides (p. ex., l'eau du pont, les eaux grises, etc.);
- déchets solides;
- émissions atmosphériques.

Boues et déblais de forage

Les puits en mer peuvent être forés à l'aide de BBE ou d'une combinaison de BBE et de BBPS. La phase initiale de forage utilise les BBE, dont le principal composant est l'eau de mer, la bentonite (argile) et la barytine étant les principaux additifs (LGL Limited et coll. 2000). La partie initiale d'un puits est forée sans colonne montante et, par conséquent, les boues de forage et les déblais sont déversés directement sur le fond marin. Les BBE sont considérées comme non toxiques et sont donc approuvées pour le rejet direct dans l'océan. Une fois la colonne montante et le BOP installés, les boues et les déblais sont renvoyés vers l'appareil de forage.

Les BBPS sont utilisés pour le forage de puits ou de parties de puits où l'utilisation de fluides à base d'eau est techniquement impossible. Au Canada atlantique, les BBPS ont généralement été utilisés dans les puits très déviés (qui ne sont pas habituellement requis pour l'exploration et la délimitation), dans les sections de puits où l'on prévoit des formations particulièrement problématiques (p. ex., certains schistes) ou dans les puits en eau profonde, où ils sont habituellement requis pour prévenir la formation d'hydrates de gaz.

Les BBPS sont constitués d'un fluide synthétique non toxique. Les BBPS doivent « avoir une teneur totale d'hydrocarbures aromatiques polycycliques inférieure à 10 mg/kg, être relativement non toxiques dans les environnements marins et avoir un potentiel de biodégradation dans des conditions aérobies » (ONE et coll. 2002 : 5). Les BBPS sont transportés avec les déblais jusqu'à la colonne montante de la plateforme de forage pour être récupérés et réutilisés. Une fois à bord de l'appareil de forage, les déblais sont séparés des boues de forage par des étapes de séparation. Certains fluides sont reconditionnés et réutilisés, tandis que la BBPS usée est renvoyée à terre pour être éliminée.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les déblais de forage peuvent être rejetés sur le site de forage à condition qu'ils soient traités avant le rejet avec la meilleure technologie de traitement disponible (définie comme une concentration de 6,9 g/100 g ou moins d'huile sur les solides humides au moment de la publication des DTDE); la réinjection pendant le forage d'exploration n'est pas techniquement réalisable. Cette limite de rejet peut être modifiée dans des circonstances particulières lorsque les formations et les conditions de forage sont plus difficiles ou lorsque des zones de risque environnemental accru sont déterminées (ONE et coll. 2002).

Les BBE et/ou BBPS sont utilisés dans la mesure du possible. L'utilisation de boues à base d'huile ne peut être approuvée que dans des circonstances exceptionnelles, lorsque l'utilisation de BBE et de BBPS n'est pas techniquement possible, et en aucun cas des boues entières à base d'huile ne peuvent être rejetées. L'utilisation d'une boue à base d'huile minérale améliorée (BBHMA), par exemple, peut être approuvée à condition qu'il soit démontré que sa performance en matière d'environnement et de sécurité est équivalente ou supérieure à celle de la BBPS (ONE et coll. 2002).

Le tableau 2.1 présente les volumes estimés de déblais de forage et de BBE rejetés par un seul puits extracôtier foré à une profondeur de 4 000 à 5 000 mètres.

Tableau 2.1 Estimation des déblais de forage et de la boue rejetés par un puits extracôtier foré à une profondeur de 4 000 à 5 000 m

Déblais		Boue entière	
Quantité directe au fond de la mer (m^3)	**Quantité directe de forage (m^3)**	**Quantité directe au fond de la mer (m^3)**	**Quantité directe de forage (m^3)**
273	633	1 617	4 176
Source : LGL Limited et coll. (2000 : 18).			

Pour un volume égal de trou foré, le volume de BBE rejeté est généralement beaucoup plus important que celui des BBPS, car ces dernières sont recyclées et non mises en décharge (EPA 1999b, cité dans LGL Limited et coll. 2000).

Autres rejets

Les appareils de forage en mer produisent couramment une variété d'autres rejets, notamment :

- eaux grises et noires (p. ex., les déchets sanitaires et alimentaires);
- eau de ballast/eau de précharge;
- eau de cale;
- eau du pont;
- rejets des locaux de machines;
- eau de refroidissement;

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- déchets solides;
- eau produite (pour l'analyse des puits seulement, généralement en très petites quantités);
- émissions atmosphériques.

Les sources et les caractéristiques de ces émissions et rejets routiniers sont examinées en détail dans LGL Limited et coll. (2000). Les rejets des plateformes de forage en mer doivent être gérés conformément aux DTDE (ONE et coll. 2002), ce qui implique généralement le traitement de ces matériaux pour réduire leur teneur en hydrocarbures avant leur rejet. Bien que le respect de ces directives n'exclut pas complètement la possibilité d'un effet sur l'environnement, elles décrivent les pratiques et les normes recommandées pour le traitement et l'élimination des déchets provenant des opérations de forage et de production de pétrole dans les zones extracôtières du Canada, ainsi que pour l'échantillonnage et l'analyse des flux de déchets afin de veiller à la conformité à ces normes. Les directives se veulent les normes minimales que les Offices doivent appliquer pour prendre des décisions concernant le traitement, l'élimination et la surveillance des déchets. Les déchets rejetés à ces concentrations et de la manière spécifiée ne devraient pas, selon les connaissances et l'expérience actuelles, avoir d'effets environnementaux négatifs importants (ONE et coll. 2002).

Les émissions atmosphériques opérationnelles peuvent inclure les gaz d'échappement des équipements et des générateurs, ainsi que les émissions provenant du stockage et du brûlage à la torche des hydrocarbures associés aux essais de puits (le cas échéant). La quantité d'eau produite potentiellement observée lors des forages d'exploration est généralement très faible par rapport à celle des activités de production. Ces petites quantités d'eau produite sont envoyées vers la torche, qui contient généralement un brûleur spécial qui atomise le pétrole et/ou le gaz et l'eau et les mélange à l'air. Cela permet une combustion relativement complète et minimise la pollution atmosphérique (LGL Limited et coll. 2000). Le torchage, s'il est nécessaire pendant le forage d'exploration, est généralement une activité intermittente et à court terme seulement. Toute eau produite dépassant la capacité de la torche est traitée conformément aux DTDE et éliminée en mer.

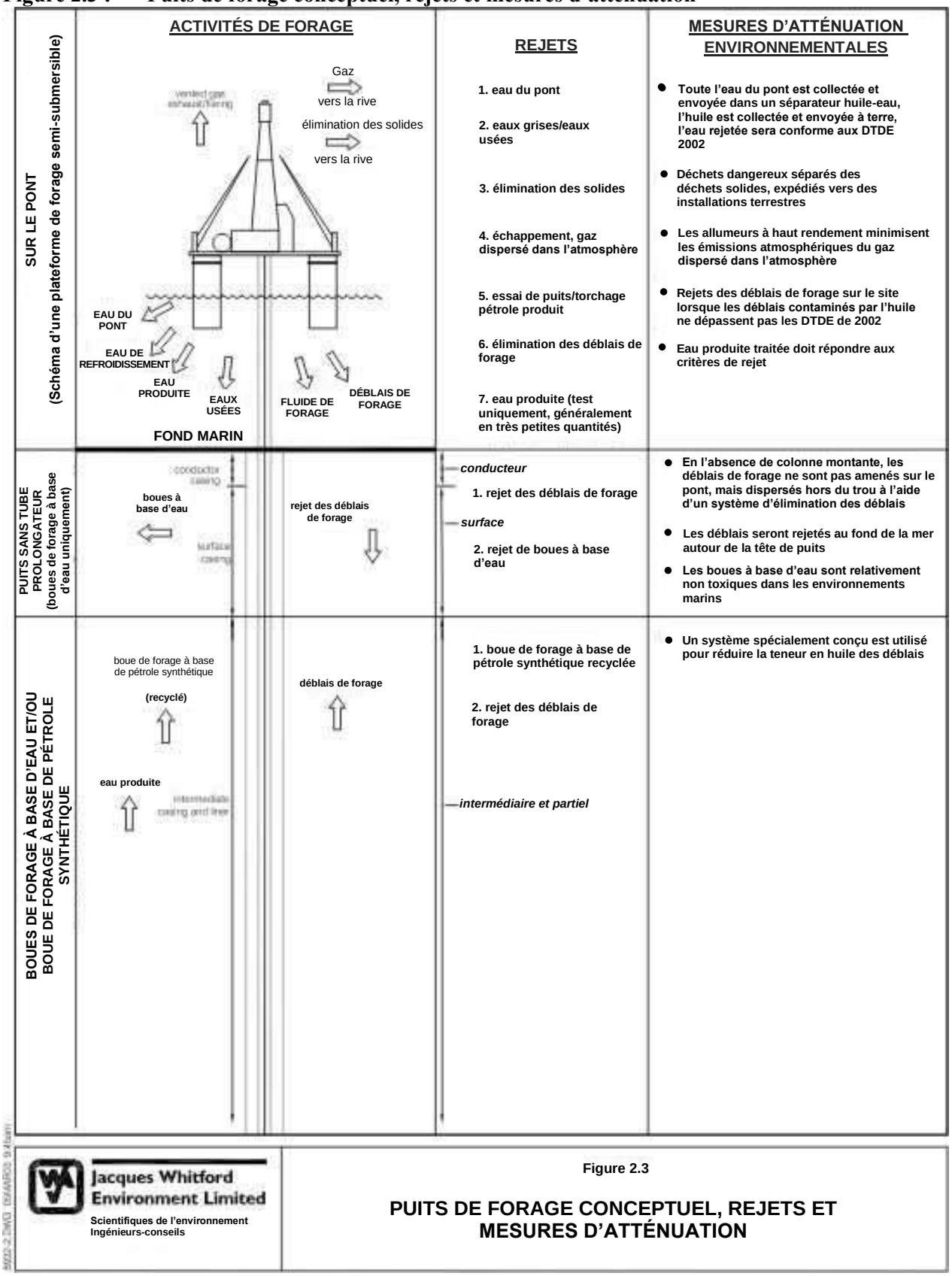
En général, des plans de protection de l'environnement (PPE), comprenant un plan de réduction des déchets, sont exigés pour les projets d'exploration et traitent de ces émissions et rejets routiniers.

Un schéma illustrant les émissions et les rejets de déchets typiques associés à un appareil de forage en mer est présenté à la figure 2.3. Un système typique de circulation des boues de forage est illustré à la figure 2.4.

Tous les produits chimiques qui seront utilisés dans les programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien seront triés conformément aux Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques (LDSPC). Ces lignes directrices sont utilisées par l'industrie pour prendre des décisions concernant la sélection des produits chimiques à utiliser dans les activités de forage et de production en mer, ainsi que le traitement et l'élimination des produits chimiques choisis (ONE et coll. 1999). Encore une fois, bien que l'adhésion aux directives ne garantisse pas automatiquement la prévention de tout effet sur l'environnement, les LDSPC visent à fournir un cadre cohérent pour la sélection des produits chimiques dans le cadre d'une gestion écologiquement responsable des produits chimiques utilisés dans les activités de forage et de production en mer.

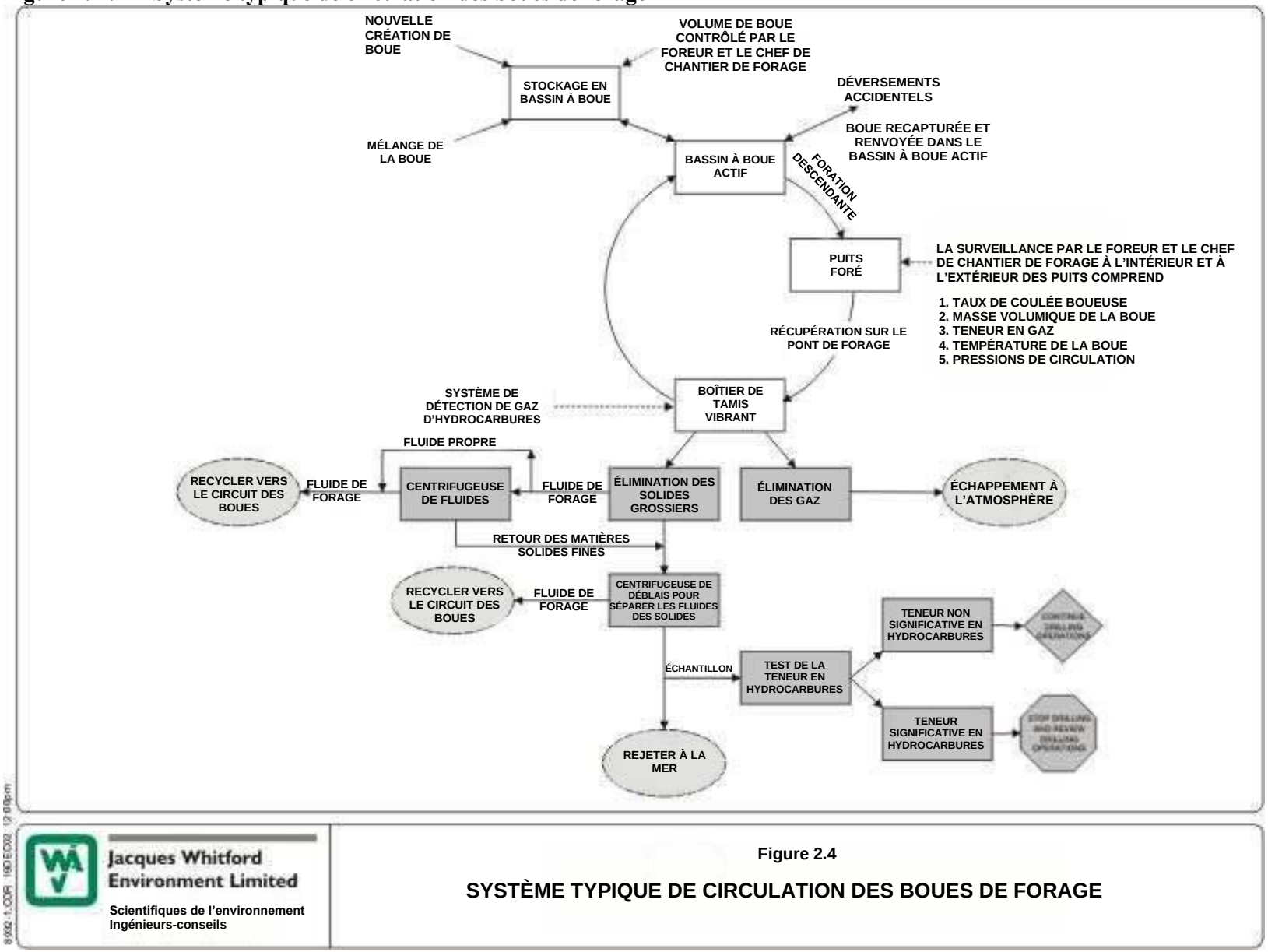
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 2.3 : Puits de forage conceptuel, rejets et mesures d'atténuation



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 2.4 : Système typique de circulation des boues de forage



Jacques Whitford Environment Limited
Scientifiques de l'environnement
Ingénieurs-conseils

Figure 2.4

SYSTÈME TYPIQUE DE CIRCULATION DES BOUES DE FORAGE

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

2.2.2.6 Événements accidentels potentiels

Les événements accidentels qui peuvent être associés aux programmes de forage en mer comprennent les éruptions sous-marines et de surface, ainsi que les petits déversements de carburant des plateformes et des navires. Les sections suivantes donnent un aperçu général de ces événements accidentels potentiels.

L'événement accidentel potentiel le plus préoccupant est l'éruption d'un puits et le déversement de pétrole ou de gaz. Il existe trois types fondamentaux d'éruptions de puits de pétrole extracôtiers (LGL Limited et coll. 2000) :

Éruption en eaux sous-marines peu profondes : Le pétrole et le gaz libérés par une éruption en eaux sous-marines peu profondes (moins de 500 m environ) partent d'un point du fond de la mer et remontent dans la colonne d'eau jusqu'à la surface de l'eau. Une fois à la surface, le courant descendant transporte le pétrole et le répand sur la surface, après quoi la nappe se déplace avec les courants dominants. Un exemple de ce type d'éruption de puits de pétrole est celui d'*Ixtoc 1* en 1979 dans la baie de Campêche, au Mexique.

Éruption en eaux sous-marines profondes : Le gaz se transforme en hydrates solides ou se dissout et n'influence pas la remontée du pétrole à la surface. Par conséquent, l'huile est affectée par des courants transversaux pendant son ascension, ce qui entraîne la séparation des gouttelettes d'huile en fonction de leur taille. Les grosses gouttes d'huile font surface en premier et les plus petites gouttes sont entraînées plus loin dans le courant avant d'atteindre la surface. Une éruption de ce type ne s'est jamais produite.

Éruptions à la surface : Le pétrole et le gaz se déversent dans l'atmosphère à partir d'un point de la plateforme situé au-dessus de la surface de l'eau, et retombent sur l'eau à une certaine distance sous le vent. Le comportement du pétrole et du gaz à cet endroit est déterminé par les processus de dispersion atmosphérique et la vitesse de sédimentation des particules de pétrole. Les directions du vent et du courant de fond auront des répercussions sur la répartition finale du pétrole à la surface de l'eau. Des exemples de ce type d'éruption sont l'éruption d'Ekofisk en 1977 en mer du Nord et l'éruption de gaz/condensat d'Uniacke sur le plateau néo-écossais en 1984.

En outre, le transfert et l'utilisation routinière de carburants et de lubrifiants sur les plateformes de forage et les navires de ravitaillement peuvent entraîner de petits déversements dans le milieu marin.

Probabilité

La majorité des puits extracôtiers sont forés sans incident. La probabilité qu'un déversement dommageable se produise à la suite d'opérations pétrolières et gazières en mer est très faible (LGL Limited et coll. 2000).

Par rapport à d'autres industries susceptibles de rejeter des hydrocarbures dans le milieu marin, l'industrie pétrolière et gazière en mer a un bilan relativement bon. Une étude de l'US National Academy of Sciences indique que ce secteur ne contribue qu'à 1,5 % de l'apport total de pétrole dans les océans du monde (NAS 1985, cité dans LGL Limited et coll. 2000). Sur le plateau continental extérieur des États-Unis, plus de 24 000 puits ont été forés et 9 milliards de barils de pétrole et de condensat ont été produits entre 1971 et 1995. Cependant, seules huit éruptions ont entraîné un rejet de pétrole ou de condensat. Le total des hydrocarbures rejetés lors de ces événements était d'environ 999 barils (Husky Oil 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les déversements peuvent être classés en cinq groupes généraux en fonction de leur taille (tableau 2.2).

Tableau 2.2 Catégories de déversements selon leur taille

Catégories de déversements selon leur taille	Taille de déversement (en barils)	Taille de déversement (en m^3 et en tonnes)
Déversements extrêmement importants	Plus de 150 000	Plus de 23 850 m^3 ou plus de 20 830 tonnes
Déversements très importants	Plus de 10 000	Plus de 1 590 m^3 ou plus de 1 390 tonnes
Déversements importants	plus de 1 000	Plus de 159 m^3 ou plus de 139 tonnes
Déversements moyens	50 à 999	7,95 à 158,9 m^3
Petits déversements	1 à 49,9	0,08 à 7,94 m^3
Source : Husky Oil (2000).		

Historiquement, seuls cinq déversements extrêmement importants se sont produits dans l'histoire du forage pétrolier en mer, dont un pendant le forage d'exploration. Une éruption s'est produite lors du forage du puits *Ixtoc-1* en 1979 dans la baie de Campêche, au Mexique, qui a duré 9,5 mois et a déversé 3 000 000 barils de pétrole brut. Il a été causé par l'utilisation de procédures de forage qui ne sont pas pratiquées dans les eaux américaines ou canadiennes et qui sont contraires aux réglementations et aux pratiques de l'industrie internationale du pétrole et du gaz (LGL Limited et coll. 2000; Husky Oil 2000). Une discussion détaillée de la nature et des conséquences environnementales de l'éruption du puits *Ixtoc-1* est fournie dans CNRC (1985).

À ce jour, deux éruptions se sont produites au large de la côte est du Canada – l'une sur le site West Venture N-91, et l'autre lors du forage du puits Uniacke G-72. L'incident d'Uniacke a commencé le 22 février 1984 et s'est produit à environ 17 km au nord-est de l'île de Sable. Cette éruption a entraîné le rejet de gaz naturel et de 240 m^3 de condensat, et a été maîtrisée en neuf jours (Cook, s.d.; OCNEHE 1998; Environnement Canada, s.d.).

Dans le cas de l'exploration du sous-bassin Laurentien, il est raisonnable de s'attendre à une très faible probabilité d'événements accidentels, étant donné les améliorations substantielles apportées aux technologies et aux pratiques extracôtières au cours des dernières années, et le fait que les exigences réglementaires relatives à la prévention des déversements d'hydrocarbures dans les zones extracôtières canadiennes sont parmi les plus rigoureuses au monde (Husky Oil 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Il est clair que la probabilité de petits rejets accidentels d'hydrocarbures dans le milieu marin (p. ex., les déversements de carburant sur les plateformes de forage) est considérablement plus élevée que celle de déversements plus importants. Les statistiques sur les déversements d'hydrocarbures pour les activités d'exploration et de production dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador de 1997 à 2001 sont présentées dans le tableau 2.3. Au cours de cette période, un total de 64 puits ont été forés dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador (C-TNOHE 2003). De 1997 à 2001, il y a eu 30 incidents de déversement résultant de programmes de forage d'exploration, allant d'un à 24 déversements par an. Sur ces 30 incidents, 60 % concernaient des déversements de pétrole brut, 17 % de diesel, 13 % d'huiles hydrauliques et lubrifiantes, et 10 % d'autres huiles. Le volume total déversé au cours de cette période de cinq ans était de 5 360,42 L (33,7 barils), dont 49 % de pétrole brut, 49 % de diesel et les 2 % restants, d'huiles hydrauliques, lubrifiantes et autres. Le volume total d'hydrocarbures déversés annuellement au cours de l'exploration au large de Terre-Neuve et du Labrador a varié de 40 L (0,25 baril) en 1997 à 3 195 L (20,1 barils) en 1998. Au cours de cette période de cinq ans, les déversements provenant du forage d'exploration ont représenté environ 26 % du nombre total d'incidents de déversement et moins de 20 % du volume total d'hydrocarbures déversés (tableau 2.3; C-TNLOHE, s.d.).

Des statistiques générales sur les déversements sont également fournies pour la zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse pour la période de 2000-2001 à 2002-2003 (tableau 2.4). Au cours de cette période, il y a eu un total de 67 événements de déversement, allant de 18 à 25 par an. Sur ce total, 23 (34 %) avaient une taille inférieure à 1 L, 19 (28 %) avaient une taille comprise entre 1 et 10 L, 19 (28 %) avaient une taille comprise entre 11 et 150 L et 6 (9 %) avaient une taille supérieure à 150 L.

Évolution et comportement

L'évolution et le comportement des déversements accidentels dépendent des caractéristiques propres au site et au puits, telles que le type et les propriétés spécifiques des hydrocarbures concernés, les conditions océanographiques sur l'emplacement du puits (p. ex., le vent et les courants), ainsi que la taille, l'emplacement et le moment spécifiques du déversement.

Dans le cas de l'éruption de l'Uniacke G-72 au nord-est de l'île de Sable, on estime que 75 % du condensat s'est évaporé dans les 24 heures qui ont suivi la libération. Le reste a formé une nappe de surface temporaire ou a été entraîné dans la colonne d'eau. La nappe de surface de ce condensat léger a persisté pendant plusieurs jours et a été observée jusqu'à 10 km de la plateforme. Le condensat dissous dans l'eau a vraisemblablement persisté plus longtemps et a voyagé plus loin en raison d'une évaporation réduite. Les concentrations d'hydrocarbures mesurées, détectées à des profondeurs d'au moins 21 m, étaient généralement inférieures à 100 ppm, alors que les niveaux de fond étaient d'environ 1 ppm. Aucun effet biologique n'a été observé ou évalué (Boudreau et coll. 2001).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 2.3 Information sur les déversements d'hydrocarbures liés à l'exploration et à la production dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador (1997 à 2001)

	1997		1998		1999		2000		2001		Total 1997-2001	
	Nombre	**Volume (L)**	**Nombre**	**Volume (L)**	**Nombre**	**Volume (L)**	**Nombre**	**Volume (L)**	**Nombre**	**Volume (L)**	**Nombre**	**Volume (L)**
Forage d'exploration												
Boues de forage à base de pétrole synthétique Fluide de forage	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0
Tous les autres Hydrocarbures	1	40	4	3 195	24	1 965,42	1	160			30	5 360,42
TOTAL	1	40	4	3 195	24	1 965,42	1	160			30	5 360,42
Forage de développement et de production												
Boues de forage à base de pétrole synthétique Fluide de forage	0	0	2	2 008	9	7 372,1	5	4 700	2	5 600	18	19 680,1
Tous les autres Hydrocarbures	10	1 691	23	593,6	15	1 097,6	4	63,1	14	131,59	66	3 576,89
TOTAL	10	1 691	25	2 601,6	24	8 469,7	9	4 763,1	16	5 731,59	84	23 256,99
Total : Exploration et production												
Boues de forage à base de pétrole synthétique Fluide de forage	0	0	2	2 008	9	7 372,1	5	4 700	2	5 600	18	19 680,1
Tous les autres Hydrocarbures	11	1 731	27	3 788,6	39	3 063,02	5	223,1	14	131,59	96	8 937,31
TOTAL	11	1 731	29	5 796,6	48	10 435,12	10	4 923,1	16	5 731,59	114	28 617,41
Source : C-TNOHE (s.d.).												

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 2.4 Statistiques générales sur les déversements, zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse (2000-2001 à 2002-2003)

Matériau	< 1 L	1 à 10 L	11 à 150 L	Plus de 150 L
2000-2001				
Condensat	-	2	1	-
Boues de forage à base de pétrole synthétique	-	-	3	-
Pétrole brut léger	-	4	3	2
Produits chimiques	-	-	3	-
2001-2002				
Condensat	2	-	-	-
Boues de forage à base de pétrole synthétique	1	1	2	-
Pétrole brut léger	10	6	1	-
Produits chimiques	-	-	-	1
2002-2003				
Condensat	2	2	-	-
Boues de forage à base de pétrole synthétique	1	1	1	-
Pétrole brut léger	7	2	4	-
Produits chimiques	-	1	1	3*
TOTAL	**23**	**19**	**19**	**6**

Source : OCNEHE (non publié).
* Le contenu de chacun des trois plus récents déversements de plus de 150 L était : Distanceur de BBE; fluide de conduite, composé de 15 % d'éthylène glycol, 3 % de lubrifiant, et le reste d'eau douce; et de monoéthylène glycol. Deux de ces déversements se situaient entre 150 et 160 L.

Le comportement et l'évolution du gaz et du pétrole brut très léger provenant d'éruptions sous-marines et de surface ont été modélisés pour cinq emplacements représentatifs de forage d'exploration au large de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve dans le cadre de l'évaluation environnementale générique du forage d'exploration menée par LGL Limited et coll. (2000). Il s'agissait de deux sites dans la zone d'étude du sous-bassin Laurentien, l'un dans le chenal Laurentien (408 m de profondeur) et l'autre sur le banc de Saint-Pierre (98 m de profondeur). L'exercice de modélisation était basé sur un débit de condensat de 10 000 barils par jour (b/j), et sur les caractéristiques physiques du pétrole du projet Cohasset-Panuke au large de la Nouvelle-Écosse. Une modélisation a été réalisée pour chacun de ces sites pour des éruptions sous-marines et de surface en hiver et en été. Les résultats du chenal Laurentien ont été fournis pour représenter différentes situations : un débit de gaz maximal, de moitié et de quart afin d'illustrer l'effet potentiel de la formation d'hydrates de gaz à ce site de 400 m de profondeur. Les résultats de l'analyse sont résumés dans le tableau 2.5.

Dans le cas d'une éruption sous-marine, les largeurs initiales des nappes d'hydrocarbures sur le site du banc de Saint-Pierre allaient de 3 890 m en été à 4 024 m en hiver. Les largeurs initiales des nappes pour le site du chenal Laurentien varient en fonction du débit de gaz. Elles vont de 3 100 m en hiver pour le quart du débit de gaz à 9 420 m pour un déversement en été au site du chenal Laurentien pour un débit de gaz maximal. Les concentrations d'huile tomberaient à 1 ppm en 3,4 à 16 heures, et à 0,1 ppm en 87 à 171 heures. La largeur du nuage de pétrole serait comprise entre 4,0 et 9,8 km lorsqu'il atteint 1 ppm et entre 12,7 et 31,1 km lorsqu'il atteint 0,1 ppm (tableau 2.5).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 2.5 Caractéristiques des éruptions

Site	Saison	Largeur de nappe init. (m)	Épaisseur initiale de la nappe (m)	Temps de survie de la nappe (h)	Conc. initiale de pétrole dispersé (ppm)	Temps jusqu' à 1 ppm (h)	Largeur du nuage à 1 ppm (m)	Km à 1 ppm	Temps jusqu' à 0,1 ppm (h)	Largeur du nuage à 0,1 ppm (m)	Km à 0,1 ppm
Éruptions sous-marines											
Banc de Saint-Pierre	Hiver	4 024	24	0,01	2,0	16	5 700	10	122	18 000	90
	Été	3 890	24	0,01	1,8	13	5 200	2	110	16 500	35
Chenal Laurentien (Débit de gaz maximal)	Hiver	4 920	12	0,00	1,1	3,4	5 300	1	102	16 700	50
	Été	9 420	12	0,00	1,1	3,6	9 800	1	171	31 100	100
Chenal Laurentien (Moitié du débit de gaz)	Hiver	3 900	15	0,00	1,4	6,6	4 600	1	94	14 400	45
	Été	7 480	15	0,00	1,3	8,5	8 400	1	156	26 700	75
Bassin Laurentien Chenal (quart du débit de gaz)	Hiver	3 100	20	0,01	1,7	9,3	4 000	1	87	12 700	40
	Été	5 930	20	0,01	1,5	12,7	7 300	1	143	23 000	65
Éruptions à la surface											
Banc de Saint-Pierre	Hiver	290	143	0,17	13,7	10,1	1 073	5	35,4	3 395	31
	Été	270	108	0,20	10,2	7,9	860	1	28,8	2 728	5
Chenal Laurentien	Hiver	290	88	0,10	8,5	7,4	846	1	28,0	2 676	11
	Été	270	133	0,25	12,6	9,0	959	2	32,0	3 032	5

Source : LGL Limited et coll. (2000 : 207, 211).
Remarque : L'exercice de modélisation était basé sur les caractéristiques physiques du pétrole provenant du projet Cohasset-Panuke au large de la Nouvelle-Écosse. Le comportement de tout déversement dépend de la nature spécifique des hydrocarbures déversés, ainsi que des conditions océanographiques spécifiques au site.

Dans le cas d'une éruption de surface (supposée se produire à 25 m au-dessus de la surface de l'eau), selon la prédiction de la modélisation, la largeur initiale de la nappe varierait de 270 m en été à 290 m en hiver pour les sites du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien. Les concentrations d'hydrocarbures diminueraient à 1 ppm dans un délai de 7,4 à 10,1 heures, et à 0,1 ppm en 28,0 à 35,4 heures. La largeur du nuage de pétrole sera comprise entre 0,846 et 1,073 km lorsqu'il atteint 1 ppm et entre 2,676 et 3,395 km lorsqu'il atteint 0,1 ppm (tableau 2.4).

La modélisation de la dérive des nappes d'hydrocarbures pour chaque site a indiqué que les nuages d'hydrocarbures provenant du site du banc de Saint-Pierre se déplaceraient généralement vers le nord-ouest, tandis qu'un déversement au site du chenal Laurentien se déplacerait vers le sud, puis vers le sud-ouest. L'exercice de modélisation a indiqué que les déversements se disperseraient bien avant d'atteindre la terre (LGL Limited et coll. 2000).

Les effets environnementaux potentiels de tels événements accidentels sont examinés au chapitre 5.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Là encore, l'évolution et le comportement des déversements accidentels dépendent des caractéristiques propres au site et au puits, telles que le type et les propriétés spécifiques des hydrocarbures concernés, les conditions océanographiques sur le site, ainsi que la taille, l'emplacement et le moment du déversement. Les évaluations environnementales des programmes de forage individuels proposés dans le Canada atlantique comprennent généralement une analyse des conditions océanographiques sur le site de forage et des études de modélisation de l'évolution et du comportement de déversements hypothétiques d'hydrocarbures.

2.2.3 Exploration passée et potentielle dans le sous-bassin Laurentien

On pense que le sous-bassin Laurentien a un potentiel de ressources pétrolières, et une certaine exploration a eu lieu dans la région. Bien qu'aucun forage n'ait eu lieu jusqu'à présent, un certain nombre de levés sismiques ont été entrepris dans la région ces dernières années, dont un en 2002, deux en 2001, deux en 1999 et un en 1998. Bien qu'en dehors de la zone d'étude de cette EES, des levés sismiques et des forages ont également eu lieu dans le corridor français entourant les îles de Saint-Pierre-et-Miquelon (voir section 3.3.2).

La conversion des permis d'exploration fédéraux existants en permis d'exploration en vertu des lois de mise en œuvre par le C-TNOHE et l'OCNEHE permettra aux exploitants de demander l'autorisation de forer des puits d'exploration ou de délimitation. De futurs levés sismiques et autres études géoscientifiques sont également susceptibles d'avoir lieu dans la région.

Compte tenu de la taille de la zone des permis d'exploration antérieurs et de la taille de la zone de permis envisagée pour la conversion en permis, on peut supposer, aux fins de la présente EES, qu'un maximum de 15 permis d'exploration pourrait être délivré si la totalité de la zone de permis est convertie. En vertu des processus d'attribution des droits des offices, les permis doivent être retirés si un puits n'est pas foré au cours de la première période du permis (généralement cinq ans). Le niveau actuel d'information disponible sur le potentiel de ressources de la région ne permet pas de prédire avec exactitude le nombre de puits d'exploration susceptibles d'être forés pendant la période de ces permis.

L'estimation suivante est utilisée à des fins de planification sans chercher à prendre explicitement en compte le potentiel de ressources de la zone. Depuis le milieu des années 1980, environ 75 % des permis d'exploration qui ont expiré ou ont été retirés pour la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador n'ont pas fait l'objet d'un forage. Il n'est pas certain que cette moyenne historique s'applique aux permis issus du processus de conversion des permis dans le sous-bassin Laurentien.

En outre, l'expérience historique dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador indique que (jusqu'à la fin de 2002), 23 découvertes importantes ont été faites à la suite de 129 puits d'exploration « sauvages » – une proportion d'environ 18 %, ou 1 sur 5,5. Parmi ces découvertes, quatre à ce jour (Hibernia, Terra Nova, White Rose et la mise en valeur potentielle d'Hebron) ont attiré plus d'un puits de délimitation – environ 3 % des puits d'exploration, soit 1 sur 32. La délimitation complète du champ préalable à la mise en valeur au large de Terre-Neuve-et-Labrador a nécessité jusqu'à présent sept à neuf puits en plus du puits de découverte initial; ce forage s'est généralement prolongé bien au-delà de la période de neuf ans du permis d'exploration initial.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Dans la zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse, un total de 192 puits ont été forés (ou sont en cours de forage) à ce jour. Parmi ceux-ci, environ 111 étaient des puits d'exploration « sauvages », le reste étant des puits de délimitation, des puits de développement (soit pour Panuke-Cohasset, soit pour le projet de Sable Offshore Energy Inc. [SOEI]), et/ou des puits de secours de service. Ces puits d'exploration « sauvage » ont permis de découvrir 23 gisements, soit un taux de réussite d'environ 20,7 %.

L'expérience récente en matière de forage exploratoire au large de la côte est du Canada indique que les exploitants préfèrent partager les coûts élevés de mobilisation des appareils de forage et forer leurs prospects respectifs de façon séquentielle plutôt que simultanément. En raison du petit nombre d'unités dans le monde qui sont capables de forer des zones pétrolières prometteuses en eaux profondes dans des environnements difficiles, une unité peut être dédiée aux parties en eaux profondes de la zone du permis et une autre sélectionnée pour les parties sur le plateau.

Compte tenu de ce qui précède, on suppose, aux fins de l'EES, que cinq à sept puits d'exploration seront forés pendant la période des permis d'exploration et qu'une découverte sera faite, ce qui entraînera le forage de trois autres puits de délimitation pendant la période de neuf ans de la licence, soit un total de huit à dix puits pendant la période des permis. On suppose en outre que pas plus de deux appareils de forage seront actifs à un moment donné et que, pendant une fraction du temps de forage, deux paires de puits se « chevauchent ».

On prévoit qu'il y aura environ deux demandes de programmes sismiques pour le sous-bassin Laurentien en 2003, et peut-être trois en 2004. En juin 2003, un levé sismique proposé a été approuvé pour la partie de la région située à Terre-Neuve-et-Labrador. De plus, à ce moment-là, un levé sismique était en cours dans la zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse, juste au sud du sous-bassin Laurentien, et un autre programme sismique est proposé pour 2003, qui pourrait chevaucher légèrement la partie ouest de la zone d'étude. En raison du nombre limité de navires sismiques, les exploitants coordonnent souvent leurs programmes sismiques pour partager un navire lorsqu'il se trouve dans la zone. Par conséquent, les levés ont tendance à être entrepris de manière séquentielle dans une région donnée, plutôt que simultanément (OCNEHE 2002). Cependant, il est impossible de prédire le nombre, l'emplacement, le moment et l'étendue des levés qui pourraient être effectués dans le sous-bassin Laurentien à l'avenir.

Comme indiqué précédemment, l'EES porte sur la « phase d'exploration » de l'activité pétrolière en mer dans le sous-bassin Laurentien. Elle tient compte de toutes les composantes et activités qui peuvent être associées à d'éventuels programmes de levés sismiques et de forage de puits dans la région, comme décrit précédemment au chapitre 2. Le potentiel et la nature des activités de production de pétrole et de gaz en mer dans le sous-bassin Laurentien dépendront des résultats des levés sismiques et des programmes de forage dans la région. La probabilité, l'emplacement et le calendrier de toute activité éventuelle de développement pétrolier et gazier extracôtier dans la région sont inconnus et ne peuvent être prédits à ce stade.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.0 ENVIRONNEMENT EXISTANT

Les sections suivantes donnent un aperçu de l'environnement existant du sous-bassin Laurentien, y compris ses environnements physique, biologique et socio-économique. Cette description est fondée sur des informations existantes et facilement disponibles, recueillies après examen de la documentation publiée, de rapports non publiés et d'autres sources d'information pertinentes.

3.1 Environnement physique

3.1.1 Physiographie

Les principales caractéristiques physiographiques de la zone d'étude sont le banc de Saint-Pierre et le chenal Laurentien (figure 3.1). Le banc de Saint-Pierre est le plus à l'ouest des quatre bancs qui composent les Grands Bancs de Terre-Neuve, et sa superficie totale est d'environ 13 750 km^2. La surface de la berge est relativement plate, avec une profondeur d'eau d'environ 30 m à son point le moins profond. Le chenal du Flétan se trouve à l'est du banc de Saint-Pierre, et le sépare du banc à Vert. Le chenal Laurentien s'étend de la vallée du fleuve Saint-Laurent au golfe du Saint-Laurent, en passant par le plateau continental entre la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve, et se termine au bord du plateau. Les côtés du chenal sont relativement droits, et il a une largeur moyenne de près de 100 km et une profondeur d'eau d'environ 540 m à son point le plus profond (Fader et coll. 1982). Le chenal Laurentien sépare le banc Banquereau et l'est du plateau néo-écossais des Grands Bancs de Terre-Neuve. Les profondeurs d'eau atteignent 3 000 m dans la partie sud de la zone d'étude, et augmentent de façon spectaculaire à mesure que le plateau continental diminue.

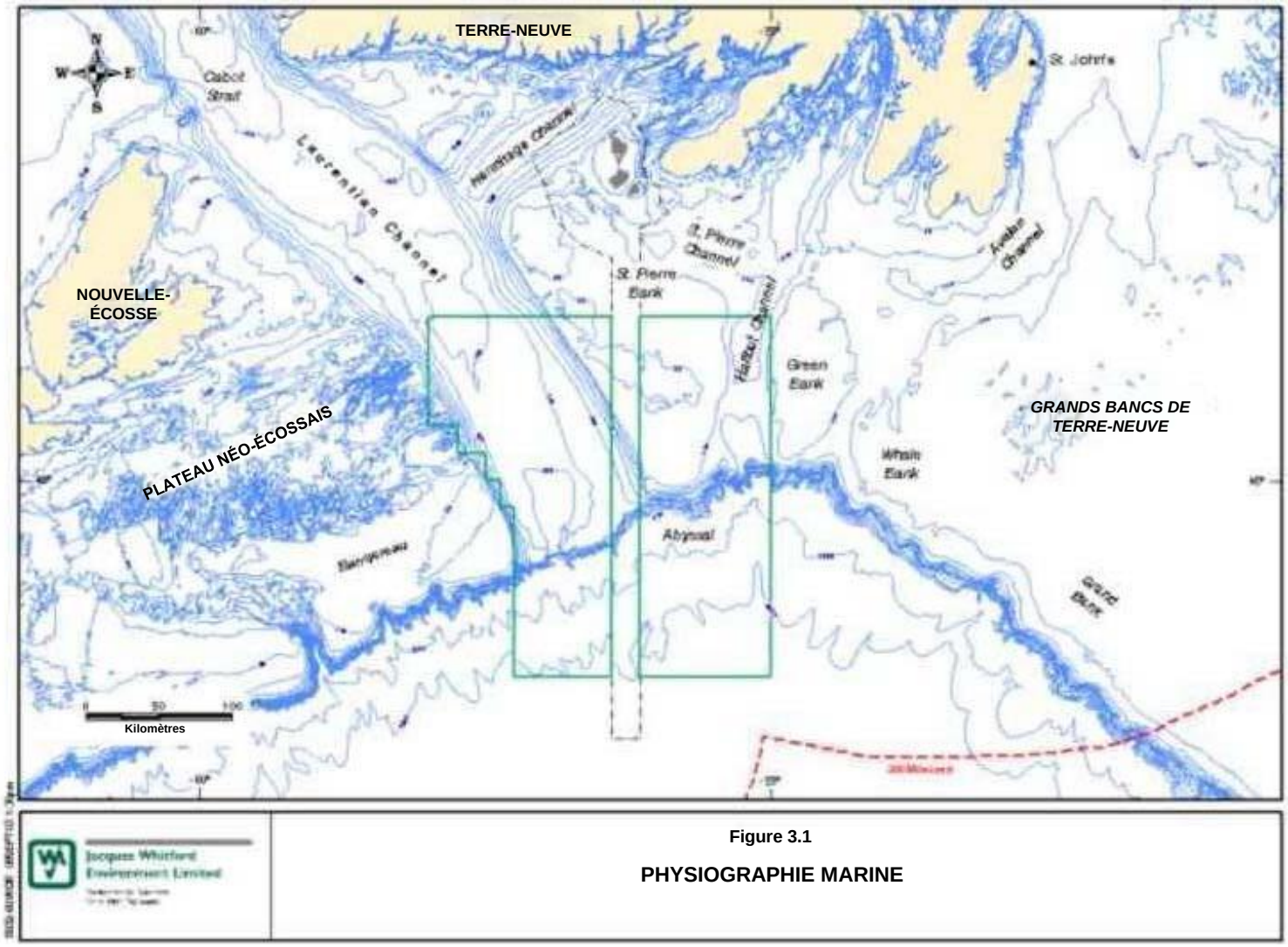
3.1.2 Géologie marine

La géologie du substratum rocheux de la zone d'étude se compose principalement de roches du Tertiaire et du Crétacé tardif (King et MacLean 1976). Les formations superficielles trouvées dans la zone d'étude comprennent : Limon émeraude; sable de Sambro; argile de LaHave; et sable et gravier de l'île de Sable (King 1970; Fader et coll. 1982).

La géologie de surface du banc de Saint-Pierre est constituée de sable et de gravier de l'île de Sable, un sable propre de couleur rougeâtre à bis, à grain fin à grossier, bien classé, qui se transforme localement en gravier grossier et bien arrondi, avec quelques gros blocs rocheux. Les gisements de sable sont principalement confinés aux zones est et sud-est du banc, et le gravier se trouve le long de ses parties centrale et ouest. Le sable de Sambro, un sédiment bis foncé, à granulation fine à grossière, à grain fin à grossier, contenant des traces de limo et quelques particules de la taille des argiles, borde la rive et les zones littorales et se trouve le long du chenal Laurentien. Le fond marin le long du chenal Laurentien lui-même est constitué d'argile de LaHave, une boue marine homogène (principalement du limon argileux). Le limon émeraude, un limon argileux et boueux proglaciaire, recouvre une partie du chenal (Fader et coll. 1982) (figure 3.2).

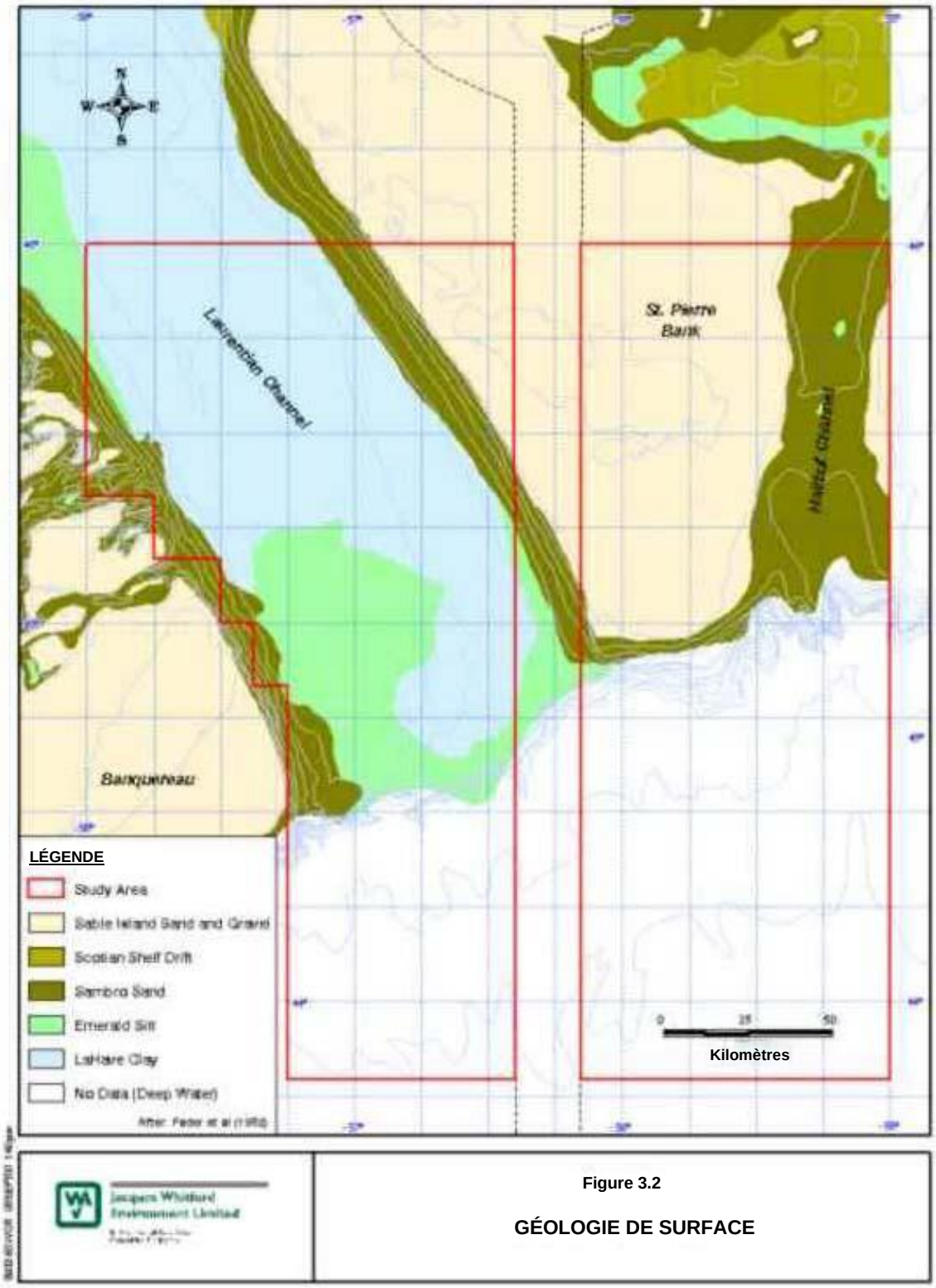
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.1 : Physiographie marine



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.2 : Géologie de surface



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

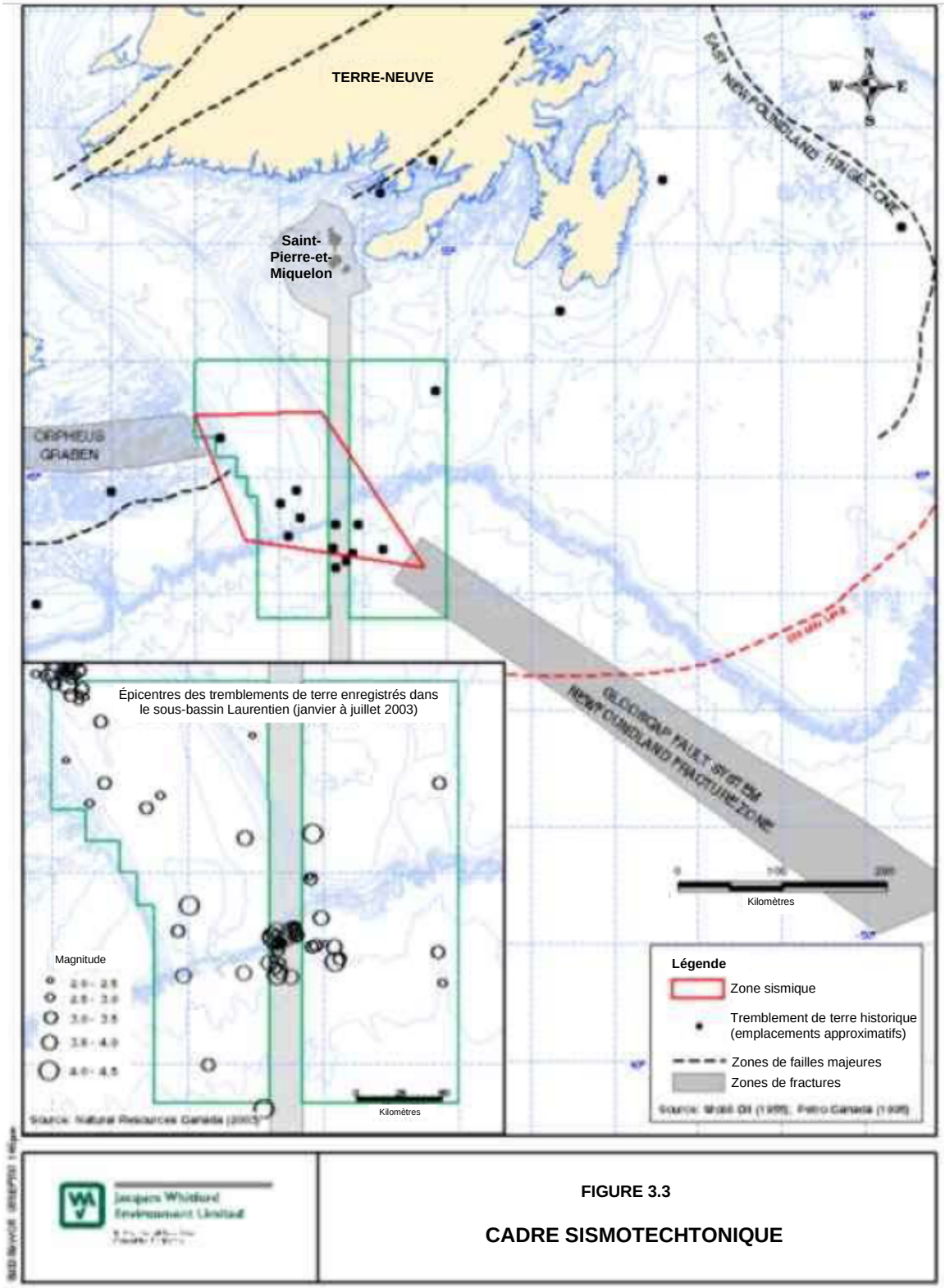
Le chenal Laurentien est situé le long de la zone de fractures de Terre-Neuve (figure 3.3) et est généralement considéré comme la partie la plus active sur le plan sismique du plateau continental de Terre-Neuve (Petro-Canada, 1995). Un certain nombre de tremblements de terre ont été enregistrés dans cette région. La plupart d'entre eux se sont produits dans la zone sismique du talus laurentien, située à l'extrémité sud du chenal, et on pense qu'ils sont associés à la partie de la zone de failles de Glooscap de la zone de fracture de Terre-Neuve (Seaconsult 1988, cité dans Husky Oil 2000).

Le plus important tremblement de terre s'est produit en novembre 1929, avec une magnitude de 7,2, et les répliques ont eu des magnitudes allant jusqu'à 6,0. Ce tremblement de terre a entraîné la rupture de câbles télégraphiques sous-marins à divers endroits et a généré un important tsunami (vague sismique océanique) qui a entraîné des destructions considérables et des pertes de vie sur la péninsule de Burin à Terre-Neuve (Trifunac et coll. 2002). L'épicentre du tremblement de terre de 1929 était situé à 44,69 ºN et 56,00 ºO, dans la partie sud du sous-bassin Laurentien (Dewey et Gordon 1984, cités dans Trifunac et coll. 2001) (figure 3.3). Des tremblements de terre d'une magnitude d'environ 6,0 se sont également produits dans le même secteur en 1951, 1954 et 1987 (Seaconsult 1988, cité dans Husky Oil 2000). Les emplacements approximatifs des épicentres d'un certain nombre de séismes survenus entre 1929 et 1980 sont illustrés à la figure 3.3 (Mobil Oil 1985; Petro-Canada 1995). Cependant, les événements sismiques passés ne sont pas bien documentés pour la zone extracôtière, en particulier pour les séismes de magnitude inférieure à 5,0 (Seaconsult 1988, cité dans Petro-Canada 1995).

Des informations sur les tremblements de terre pour la période de 1980 à aujourd'hui sont disponibles dans la Base de données sismologiques nationale (Ressources naturelles Canada, 2003). Les emplacements approximatifs des épicentres des événements enregistrés dans le sous-bassin Laurentien ou à proximité immédiate de celui-ci entre 1980 et aujourd'hui sont illustrés à la figure 3.3. De janvier 1980 à juillet 2003, 57 événements ont été enregistrés dans les limites de la région (y compris la partie du corridor français qui s'y trouve, voir la figure 3.3). Cependant, les magnitudes de ces séismes ont été relativement faibles, allant de 2,1 à 4,5, avec une magnitude moyenne de 3,12 et une médiane de 3,1. L'événement le plus récent a eu lieu le 19 mai 2003 (avec une magnitude de 2,1, la plus faible enregistrée pendant la période). Comme l'illustre la figure 3.3, les épicentres de la majorité de ces événements enregistrés se trouvaient dans la partie centrale sud de la zone d'étude, avec une concentration supplémentaire à la limite nord-ouest de la région et à proximité immédiate de celle-ci (voir Ressources naturelles Canada [2003] pour de plus amples informations sur l'ensemble des données).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.3 : Cadre sismotechtonique



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.1.3 Courants

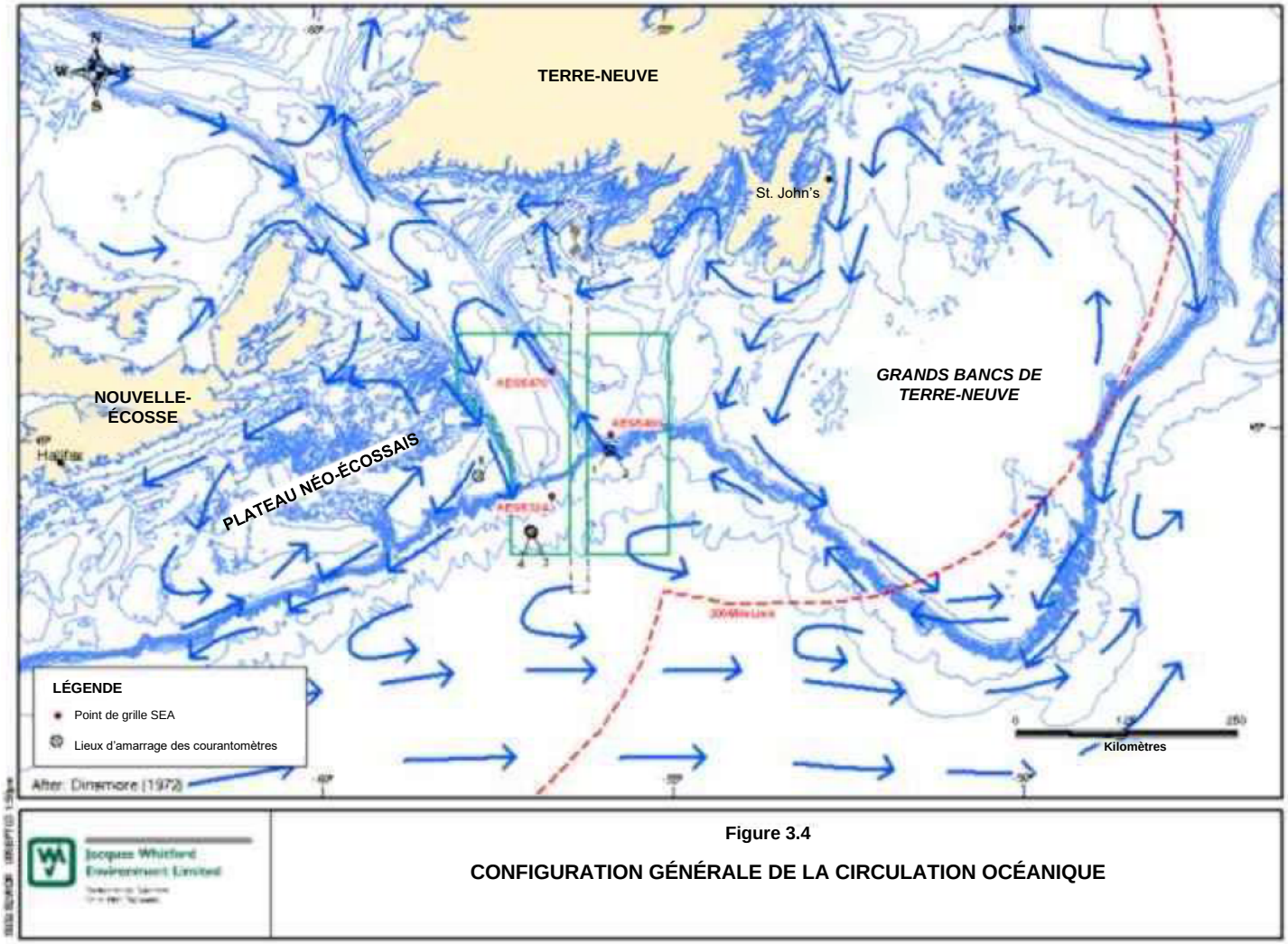
La circulation de l'eau dans la région est principalement influencée par les eaux du courant du Labrador, qui s'écoule vers le sud le long de la côte est de Terre-Neuve, et se divise en deux segments à environ 50° de latitude nord. La plus grande partie du courant est déviée vers le large et le long de la bordure orientale des Grands Bancs et vers le sud par la passe Flamande. La branche côtière s'écoule en direction du sud-ouest à travers le chenal d'Avalon et le long de la côte sud de Terre-Neuve. Petrie et Anderson (1983) ont estimé qu'environ 10 % du courant du Labrador suit cette trajectoire côtière. Cette branche se divise ensuite en deux parties, l'une coulant vers l'ouest autour du rivage nord du banc de Saint-Pierre, et l'autre coulant vers le sud entre le banc à Vert et le banc de la Baleine. De plus, une partie de la branche extracôtière du courant du Labrador circule autour de la queue du Grand Banc, vers l'ouest le long du talus continental (où elle peut interagir avec le courant du Golfe et l'eau du talus continental), vers le chenal Laurentien et dans le golfe du Saint-Laurent (Colbourne 2002). Les principaux systèmes de courants qui influencent la circulation de l'eau dans la région du sous-bassin Laurentien sont illustrés à la figure 3.4. L'influence des marées dans cette zone est également importante et inverse localement la direction de l'écoulement (Dinsmore 1972; Fader et coll. 1982).

Des données sur les courants sont disponibles à partir de courantomètres ancrés pour plusieurs endroits à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude (Institut océanographique de Bedford 2003a) (voir la figure 3.4). Des données sont, par exemple, disponibles pour deux sites directement dans le sous-bassin Laurentien (sites 1 et 2), situé au-dessus du plateau dans la partie sud-est de la zone d'étude. Toutes deux sont situées au même endroit et fournissent des données de courant pour chaque mois de l'année (1996-1997) à quatre profondeurs allant de 50 à 680 mètres. À 50 m, les vitesses moyennes mensuelles du courant dans cette zone variaient de 0,073 m/s (avril) à 0,334 m/s (juin). À 150 m, les vitesses mensuelles moyennes des courants dans cette zone varient de 0,038 m/s (mai) à 0,192 m/s (novembre), tandis qu'à 680 m, les courants moyens varient de 0,003 m/s (juin) à 0,041 m/s (mai). Les vitesses maximales du courant à 50 m à cet endroit variaient de 0,307 m/s (mai) à 0,822 m/s (décembre) (annexe B).

Les données actuelles pour ces sites et plusieurs autres dans la région générale sont fournies à l'annexe B. Des renseignements supplémentaires sur les courants dans la région générale peuvent être trouvés dans un certain nombre d'autres sources (p. ex., Drozdowski et coll. 2002; Dupont et coll. 2002; Han 2000; Han et coll. 1997; 1999; 2002; Loder et coll. 1997; Petrie et Anderson 1983; Petrie et coll. 1987).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.4 : Configuration générale de la circulation océanique



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.1.4 Vagues

Le climat des vagues est une considération importante dans la conception des installations au large des côtes et la planification opérationnelle. Les paramètres clés pour décrire les conditions des vagues sont la hauteur de vagues significatives et la hauteur maximale des vagues. La hauteur de vagues significatives est la hauteur moyenne du tiers le plus élevé de toutes les vagues d'une période donnée. Sa valeur correspond approximativement à la hauteur caractéristique observée. La hauteur maximale des vagues est la plus grande distance verticale entre la crête d'une vague et le creux adjacent, et fournit une indication des conditions de vagues extrêmes.

Les tableaux 3.1 et 3.2 présentent des statistiques sur les vagues pour la zone générale (1958 à 1999), tirées de la base de données AES40. Les données concernent la « région du Banquereau », une zone d'environ 80 000 km^2 qui comprend le sous-bassin Laurentien (33 440 km^2) (Centre de climatologie de l'Atlantique 2003).

La hauteur moyenne mensuelle des vagues dans la zone varie de 1,8 m (juillet et août) à 3,6 m (janvier). La hauteur maximale des vagues varie de 6,2 m (juillet) à 13,7 m (octobre).

Tableau 3.1 Hauteur de vagues significatives : Données statistiques mensuelles (1958 à 1999)

	Moyenne (m)	Écart type (m)	Médiane (m)	Maximum (m)	Minimum (m)	95 % LS (m)	95 % LI (m)	Directions les plus fréquentes	Nombre de lectures
Janvier	3,6	1,6	3,3	12,7	0,0	6,5	1,6	O	88 502
Février	3,3	1,6	3,1	12,1	0,0	6.0	1,3	O	80 648
Mars	2,9	1,6	2,7	12,5	0,0	5,8	0,2	O	88 536
Avril	2,6	1,2	2,4	10,5	0,0	4,7	1,0	O	85 680
Mai	2,0	0,9	1,9	9,2	0,0	3,7	1,0	SO	88 536
Juin	1,9	0,7	1,7	6,6	0,3	3,2	0,9	SO	85 680
Juillet	1,8	0,6	1,7	6,2	0,0	2,9	0,9	SO	88 536
Août	1,8	0,6	1,7	9,6	0,3	3,0	0,9	SO	88 536
Septembre	2,2	0,9	2,0	9,1	0,3	3,7	1,0	SO	85 680
Octobre	2,5	1,1	2,3	13,7	0,3	4,6	1,3	O	88 536
Novembre	3,0	1,3	2,8	11,7	0,8	5,5	1,4	O	85 680
Décembre	3,5	1,5	3,2	12,2	0,4	6,2	1,6	O	88 536
Source : Centre de climatologie de l'Atlantique (2003).									

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.2 Période des vagues : Données statistiques mensuelles (1958 à 1999)

	Médiane (sec.)	Maximu (sec.)	Minimum (sec.)	95 % LS (sec.)	95 % LI (sec.)	Nombre de lectures
Janvier	6	14	5	10	5	88 254
Février	6	14	5	10	5	77 941
Mars	6	14	5	10	5	81 214
Avril	5	12	5	8	5	84 189
Mai	5	12	5	8	5	88 524
Juin	5	10	5	6	5	85 680
Juillet	5	10	5	6	5	88 527
Août	5	12	5	6	5	88 536
Septembre	5	12	5	8	5	85 680
Octobre	5	14	5	8	5	88 536
Novembre	6	14	5	10	5	85 680
Décembre	6	14	5	10	5	88 536
Source : Centre de climatologie de l'Atlantique (2003).						

Des données sur les vagues extrêmes sont également disponibles pour divers points de grilles individuels dans la région à partir de l'ensemble de données AES40. Les extrêmes de la période de récurrence pour trois points d'échantillonnage à l'intérieur ou à proximité immédiate du sous-bassin Laurentien (voir figure 3.4) sont présentés dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3 Données sur les vagues extrêmes pour trois points de grille du SEA (1958-1997)

Récurrence	Point de grille de SEA 5470 Lat. 45,6250° N Long. 56,6667° O		Point de grille du SEA 5400 Lat. 45,0000° N Long. 55,8333° O		Point de grille du SEA 5324 Lat. 44,3750° N Long. 56,6667° O	
	HSig (m)	Hmax (m)	HSig (m)	Hmax (m)	HSig (m)	Hmax (m)
2	9,95	18,55	10,39	19,54	10,47	19,64
5	10,60	19,69	11,08	20,74	11,15	20,89
10	11,03	20,44	11,54	21,53	11,60	21,72
20	11,45	21,16	11,97	22,30	12,04	22,52
40	11,85	21,87	12,40	23,05	12,46	23,30
50	11,98	22,10	12,54	23,29	12,60	23,55
100	12,39	22,80	12,96	24,03	13,02	24,32

HSig – Hauteur maximale de vagues significatives.
Hmax – Hauteur maximale de vagues individuelles.
Les données sont pour la période 1958-1997 combinée : distribution de Gumbel.
Voir la figure 3.4 pour l'emplacement des points de grille.
Source : AES40 North Atlantic Wave Reanalysis – Extremal Analysis (Oceanweather Inc. 2003).

3.1.5 Vents

Le vent est également un facteur important dans la planification des installations au large des côtes et la planification opérationnelle. Les vents dominants qui affectent l'océan au large du sud de Terre-Neuve sont relativement forts par rapport aux autres zones marines du Canada atlantique et présentent des variations saisonnières (Hardy Associates 1985). Les tableaux 3.4 et 3.5 fournissent des informations sur la vitesse et la direction du vent dans la région (1958 à 1999), à partir de la base de données AES40. Les données concernent à nouveau la région du Banquereau, une zone d'environ 80 000 km^2 qui comprend le sous-bassin Laurentien (33 440 km$^{2)}$(Centre de climatologie de l'Atlantique 2003).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les vents dans la région sont principalement de l'ouest, avec des vitesses moyennes mensuelles allant de 11 nœuds (20,4 km/h) en juillet à 20 nœuds (37,0 km/h) pendant la période de décembre à février. La vitesse maximale du vent varie de 42 nœuds (77,8 km/h) en juin à 62 nœuds (114,8 km/h) en janvier.

Tableau 3.4 Vitesse du vent : Données statistiques mensuelles (1958-1999)

	Moyenne (kns)	Écart type (kns)	Médiane (kns)	Maximum (kns)	95 % LS (kns)	95 % LI (kns)	Directions les plus fréquentes	Nombre de lectures
Janvier	20	8,4	20	62	35	8	O	88 502
Février	20	8,2	19	53	34	7	O	80 648
Mars	18	8,2	18	57	33	6	O	88 536
Avril	16	7,4	15	47	29	5	O	85 680
Mai	13	6,5	12	47	25	3	SO	88 536
Juin	12	5,7	11	42	22	3	SO	85 680
Juillet	11	5,2	11	46	20	3	SO	88 536
Août	12	5,4	12	46	21	4	SO	88 536
Septembre	14	6,2	13	51	25	5	SO	85 680
Octobre	16	7,1	16	57	28	6	O	88 536
Novembre	18	7,7	18	52	32	7	O	85 680
Décembre	20	8,2	20	54	34	8	O	88 536
Source : Centre de climatologie de l'Atlantique (2003).								

Tableau 3.5 Fréquence en pourcentage de l'occurrence de la vitesse du vent (1958-1999)

	Classe de vitesse du vent (kns)						Directions les plus fréquentes	Nombre de lectures
	plus de 0-9	10-19	20-33	34-47	48-63	plus de 64		
Janvier	9,3	39,2	44,6	6,8	0,1	-	O	88 502
Février	10,5	41,9	42,0	5,5	0,1	-	O	80 648
Mars	14,3	44,7	36,8	4,0	0,1	-	O	88 536
Avril	22,7	49,2	26,8	1,3	-	-	O	85 680
Mai	35,5	50,4	13,8	0,3	-	-	SO	88 536
Juin	37,9	53,0	9,0	0,1	-	-	SO	85 680
Juillet	39,4	54,9	5,6	0,1	-	-	SO	88 536
Août	34,9	56,9	8,2	0,1	-	-	SO	88 536
Septembre	26,3	55,8	17,5	0,4	-	-	SO	85 680
Octobre	18,0	50,5	30,0	1,3	0,1	-	O	88 536
Novembre	12,1	45,3	39,3	3,2	0,0	-	O	85 680
Décembre	9,7	40,1	44,1	6,0	0,1	-	O	88 536
Source : Centre de climatologie de l'Atlantique (2003).								

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.1.6 Autres aspects du climat marin

Outre le vent, d'autres aspects du climat marin, tels que le brouillard et les précipitations verglaçantes, sont également des éléments importants à prendre en compte dans la planification et la mise en œuvre des programmes d'exploration en mer. Le brouillard se développe principalement lorsque de l'air chaud et humide provenant du sud interagit avec les eaux froides et parfois glacées de l'Atlantique Nord. Le brouillard peut se produire en toute saison, mais il est généralement plus fréquent au printemps et en été, lorsque la différence de température entre la mer et l'air est la plus grande. Les données des normales climatiques au Canada pour St. Lawrence (situé sur la péninsule de Burin de Terre-Neuve, à environ 100 km au nord de la zone d'étude) de 1971 à 2000 indiquent 131,5 jours de brouillard par an dans la région. Le nombre moyen de jours de brouillard par mois varie de 5,4 jours (décembre et février) à 21,6 jours en juillet, le brouillard étant le plus fréquent entre mai et août (Environnement Canada 2003). Les conditions de brouillard au large peuvent être dangereuses pour la navigation et les activités de forage, en particulier en présence d'icebergs (section 3.1.8). De plus, St. Lawrence reçoit de la pluie verglaçante ou de la bruine en moyenne 12,8 jours par an, la plupart en mars (3,8 jours par an), février (3,2 jours par an) et janvier (2,6 jours par an) (Environnement Canada 2003). Les considérations liées aux effets potentiels des conditions météorologiques sur les activités d'exploration en mer dans la zone d'étude sont examinées plus en détail dans la section 5.5.

3.1.7 Température de l'eau et salinité

La température de l'eau et la salinité déterminent la densité de l'eau de mer, qui à son tour influence la circulation et le mélange océaniques (Mobil 1985). La partie près du fond de la colonne d'eau dans la région du sous-bassin Laurentien est constituée de deux régimes océanographiques distincts. Le premier est influencé par les eaux froides et douces de l'est du plateau de Terre-Neuve, qui comprend une grande partie du banc de Saint-Pierre et des zones situées à l'est. Dans cette région, les températures varient généralement entre 0 et 2 °C, mais sont souvent inférieures à 0 °C pendant de nombreuses années. L'autre régime comprend les régions plus profondes des chenaux Laurentien et d'Hermitage et les zones situées à l'ouest du banc de Saint-Pierre. Cette région semble être influencée principalement par les eaux plus chaudes du talus continental provenant du sud (Colborne et coll. 2002).

Des données agrégées sur la température de l'eau sont disponibles pour plusieurs sous-zones hydrographiques qui comprennent le sous-bassin Laurentien, c.-à-d. le banc de Saint-Pierre (sous-zone 62); le chenal Laurentien (sous-zone 65). L'Institut océanographique de Bedford (2003b) donne un aperçu des propriétés de l'eau de mer dans la zone d'étude. Les températures mensuelles moyennes de l'eau de surface sur le banc de Saint-Pierre vont de -0,06 °C en février à 15,44 °C en août, et les températures de l'eau à 100 m de profondeur vont de 0,04 °C en août à 1,17 °C en mai. Dans le chenal Laurentien, la température moyenne de l'eau de surface varie de 0,17 °C (mars) à 16,02 °C (août). À 100 m de profondeur, la température moyenne de l'eau varie de 0,62 °C (novembre) à 2,44 °C (septembre), tandis qu'à 400 m, la température mensuelle moyenne varie de 4,83 °C (septembre et novembre) à 5,37 °C (mars) (Institut océanographique de Bedford, 2003b) [tableau 3.6].

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.6 Températures mensuelles moyennes de l'eau à certaines profondeurs – Banc de Saint-Pierre et sous-bassin Laurentien

Eau Profondeur (m)	Température moyenne de l'eau (°C)											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Banc de Saint-Pierre (sous-zone 62)												
0	1,52	-0,06	0,14	1,10	3,41	6,83	11,58	15,44	13,90	10,62	7,46	4,88
50	1,21	-0,09	0,18	0,47	1,94	1,63	2,04	1,99	2,55	2,85	4,12	3,08
100	0,70	0,19	0,24	0,33	1,17	0,22	0,25	0,04	0,88	-0,21	0,61	0,26
Chenal Laurentien (sous-zone 65)												
0	1,05	0,21	0,17	1,37	3,70	6,71	12,09	16,02	13,52	10,32	6,82	5,14
50	1,36	0,48	0,31	0,99	1,64	1,58	2,08	2,00	3,12	2,81	3,69	4,21
100	1,51	1,06	1,27	1,57	2,05	1,39	1,37	1,32	2,44	0,86	0,62	1,89
200	5,41	5,22	5,50	6,04	5,68	5,81	5,68	6,14	5,09	5,86	5,02	5,26
300	5,66	5,97	5,79	5,71	5,44	5,22	5,29	5,71	5,59	6,03	5,52	5,94
400	5,09	5,25	5,37	5,05	5,02	4,87	4,94	5,07	4,83	4,97	4,83	5,04

Remarque : La climatologie température-salinité est basée sur les données de la base de données climatiques de l'Institut océanographique de Bedford.
Source : Institut océanographique de Bedford (2003b).

Une vue d'ensemble des conditions moyennes à long terme de la température et de la salinité de l'eau sur les berges et les chenaux qui composent la zone d'étude (pour la période printanière) est fournie par Colbourne (2000; 2002). Sur le banc de Saint-Pierre, les températures moyennes de l'eau varient de 1 ºC près du fond à 2 ºC près de la surface et de 1 à 2 ºC au-delà du bord du plateau dans les 100 m supérieurs de la colonne d'eau. Dans les eaux plus profondes des chenaux et sur le talus continental, la température de l'eau varie généralement de 2 °C à environ 125 à 150 m de profondeur, à 5 à 6 °C près du fond. La température moyenne du fond en avril dans le chenal Laurentien est d'environ 5 °C. Sur le banc de Saint-Pierre, la température du fond varie de 0 °C du côté est à 2 à 3 °C dans la partie ouest du banc. En général, les isothermes de fond suivent la bathymétrie autour du chenal Laurentien et du sud-ouest des Grands Bancs, diminuant de 2 °C à environ 200 m de profondeur à 5 °C en dessous d'environ 300 m (Colbourne 2000; 2002).

Sur le banc de Saint-Pierre, la salinité de l'eau en avril varie généralement de 32,5 psu près du fond à 32,1 psu près de la surface. Dans les eaux plus profondes du chenal et dans la région du talus continental, les salinités passent de 33 psu à 130 m à 34,5 psu près du fond. Sur les talus du banc de Saint-Pierre, dans des profondeurs d'eau de 100 à 300 m, les salinités varient généralement de 33 à 34,5 psu (Colbourne 2000; 2002).

Des informations détaillées sur la température de l'eau et la salinité dans les sous-zones hydrographiques qui composent le sous-bassin Laurentien (c.-à-d., le banc de Saint-Pierre [sous-zone 62] et le chenal Laurentien [sous-zone 65]) sont disponibles à l'Institut océanographique de Bedford (2003b), y compris des carte en courbes de niveau statiques et animées et des sections verticales illustrant les changements spatiaux et saisonniers de la température de l'eau et de la salinité dans ces régions.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.1.8 Glace

La glace de mer est produite lorsque la couche de surface de l'océan gèle. Les icebergs sont produits lorsque la glace des glaciers qui se sont étendus jusqu'à la côte se détache et pénètre dans l'océan (Mobil 1985). Certaines parties des zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse sont vulnérables à la glace intrusive saisonnière.

La glace de mer au large de Terre-Neuve-et-Labrador s'étend généralement jusqu'au sud de la zone d'étude, bien que l'étendue maximale de cette glace s'étende dans la partie orientale du sous-bassin Laurentien. L'étendue maximale de la lisière de glace du golfe du Saint-Laurent atteint également la partie ouest du sous-bassin Laurentien (Petro-Canada, 1995; Husky Oil, 2000; Drinkwater et coll., 2001). Le Service canadien des glaces (2001) fournit des informations sur la fréquence des glaces de mer sur 30 ans dans la région (1971 à 2000). Le potentiel de glace est généralement le plus élevé en mars, lorsqu'il y a une fréquence de 34 à 50 % de glace s'étendant dans la partie ouest de la zone d'étude. L'état des glaces peut varier considérablement d'une année à l'autre. Au cours des dernières années, par exemple, des températures plus élevées que la normale ont entraîné une diminution de la glace au large de Terre-Neuve-et-Labrador et dans le golfe du Saint-Laurent (MPO, 2000a; 2001a). Dans le golfe du Saint-Laurent en 2000, par exemple, la glace de mer a disparu beaucoup plus tôt que d'habitude, et peu ou pas de glace a atteint le plateau néo-écossais (Drinkwater et coll. 2001). Toutefois, en 2003, la glace de mer s'est étendue plus au sud et a persisté plus longtemps que ces dernières années. Des informations détaillées sur les glaces pour la région générale sont disponibles auprès du Service canadien des glaces (2001; 2003).

Les icebergs au large de Terre-Neuve et du Labrador proviennent principalement des glaciers de l'ouest du Groenland. La plupart des icebergs se déplacent d'abord vers le nord, où ils fondent, se fracturent et se subdivisent, et beaucoup s'échouent dans les eaux peu profondes de l'ouest du Groenland. Les icebergs qui finissent par atteindre la côte de Terre-Neuve se déplacent vers le sud avec le courant de Baffin et le courant du Labrador (Husky Oil 2000).

Les icebergs sont relativement peu fréquents dans la zone d'étude. La Patrouille internationale des glaces tient à jour une base de données sur l'activité des icebergs dans l'Atlantique Nord (entre 40 º et 52 ºN de latitude, 39 º et 57 ºO de longitude). Entre 1983 et 2001, seulement 229 icebergs ont été observés dans la zone d'étude (à l'est de 57 ºO de longitude). Le nombre d'icebergs observés par an pour cette période varie de 0 à 107, avec une moyenne de 14 observations ponctuelles annuelles (NSIDC 2002). En comparaison, le nombre moyen d'icebergs qui atteignent les Grands Bancs chaque année est d'environ 900 (NSIDC 2002; Husky Oil 2000). Le tableau 3.7 présente des informations sur la taille des icebergs observés dans la zone d'étude de 1983 à 2001.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.7 Classes de taille des icebergs et répartition (1983 à 2001)

Classe de taille des icebergs	Nombre d'observations dans le sous-bassin Laurentien (1983-2001)
Bourguignon (moins de 15 m de long)	67
Petit (15-60 m de long)	29
Moyen (60-122 m de long)	40
Gros (plus de 122 m de longueur)	16
Indéterminé	77
Nombre total d'observations d'icebergs	**229**
Source : NSIDC (2002).	

Sur les 229 icebergs observés dans la zone d'étude au cours de la période de 1983 à 2001, la plupart (119 observations, 52 %) ont eu lieu en juin, 23,1 % en mai, 12,2 % en avril, 6,6 % en juillet, 5,2 % en mars et 0,9 % en février (NSIDC 2002).

3.1.9 Environnement acoustique

Le bruit de fond dans l'océan peut provenir d'une série de sources naturelles et anthropiques (Urick 1983), notamment la turbulence océanique, le bruit thermique, l'action des vagues de surface, les perturbations sismiques naturelles, l'activité biologique et le trafic maritime. Au-dessus de 500 Hz, le bruit ambiant océanique profond est principalement le résultat des conditions de vent et de vagues. Aux fréquences sonores inférieures à 500 Hz (y compris celles de la gamme des émissions des canons à air, typiquement de 20 à 120 Hz), le bruit des navires est un facteur important (Davis et coll. 1998).

Urick (1983) donne des valeurs pour les eaux océaniques équivalentes à des niveaux de bruit crête à crête de 75 à 95 dB re 1 µPa, selon la proximité des routes de navigation. Pour les eaux des grands fonds (plus de 200 m de profondeur) éloignées des routes de navigation, on peut supposer une valeur de 95 dB re 1 µPa (Richardson et coll. 1995), mais des niveaux considérablement plus élevés se produiront plus près des voies de navigation. Le bruit ambiant dans les eaux peu profondes du plateau continental (moins de 200 m), en particulier dans les baies et les ports côtiers, où se concentre l'activité humaine, est de nature plus variable. Les principales sources sont le bruit des navires et des industries, le bruit du vent et le bruit biologique généré par les mammifères marins et d'autres biotes. Les niveaux de crête typiques du bruit ambiant se situent entre 110 et 120 dB re 1 µPa en eau peu profonde (moins de 200 m) (Richardson et coll. 1995), en fonction des conditions océanographiques, de la navigation et des autres activités humaines. Par conséquent, une valeur de fond de 110 dB re 1 µPa est une hypothèse raisonnable pour les eaux peu profondes du plateau continental (bien que cette valeur dépende beaucoup de la fréquence, les niveaux de bruit à des fréquences plus élevées étant généralement plus faibles).

En raison des conditions naturelles et des activités maritimes existantes, le milieu marin du sous-bassin Laurentien est probablement déjà assez bruyant. Le bruit ambiant est un élément important à prendre en compte pour déterminer les effets potentiels du bruit généré par les levés sismiques et les activités de forage dans le milieu marin (p. ex., dans certaines circonstances, le bruit de fond peut masquer les effets de ces sources sonores). Bien qu'il y ait un manque d'informations directes et détaillées sur les niveaux de bruit de fond dans le sous-bassin Laurentien, certaines informations sont disponibles pour l'ensemble de la région.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Une étude du champ de bruit de fond autour du banc de l'île de Sable, par exemple, a été réalisée par le Centre de recherches pour la défense Atlantique en 1999 (Heard et coll. 1999). Desharnais et Collison (2001) ont analysé et fusionné des données supplémentaires recueillies en 1998 dans la région du banc de l'île de Sable, du Gully et du chenal Laurentien avec ces ensembles de données antérieurs. Les données de 1998 comprennent les niveaux de bruit moyens pour un site dans la partie sud du chenal Laurentien à diverses fréquences. Les données indiquent des niveaux de bruit moyens globaux allant de 104,6 à 20 Hz à 81,6 à 1 000 Hz (la bande dominée par le bruit du vent). Les principales caractéristiques de ce site étaient une augmentation de 10 dB des niveaux de bruit à 20 Hz (par rapport à ceux de 30 Hz) due aux rorquals communs, et l'augmentation d'environ 95 dB re 1 $\mu Pa^2/Hz$ à 80 Hz due à la navigation. Le bruit des navires enregistré était limité en termes de bande passante, avec peu d'observation en dehors de la bande de 60 à 80 Hz (un levé par radar a indiqué qu'aucun navire ne se trouvait à moins de 75 milles marins du site), et était probablement dû au transport maritime sur de longues distances dans les eaux plus profondes ailleurs dans le chenal. La propagation acoustique dans le chenal filtre efficacement la composante basse fréquence du bruit des navires. On a constaté que ces valeurs correspondent bien aux analyses précédentes (Desharnais et Collison 2001).

3.2 Environnement biologique

Les sections suivantes donnent un aperçu de l'environnement biologique existant de la zone d'étude, y compris des informations sur le plancton, le benthos, les poissons, les oiseaux marins, les mammifères marins et les tortues de mer. Encore une fois, cette description générale est basée sur des informations existantes et facilement disponibles dans le cadre environnemental de la zone d'étude. Les noms scientifiques de toutes les espèces discutées sont fournis dans l'annexe A.

3.2.1 Plancton

Le plancton comprend les organismes qui sont transportés par les courants d'eau, notamment les micro-organismes, les algues, les invertébrés juvéniles et adultes, ainsi que les œufs et les larves de poisson.

3.2.1.1 Le phytoplancton et la production primaire

Les nutriments tels que les nitrates, les phosphates et les silicates dissous dans l'eau sont utilisés par le phytoplancton pour la production primaire. Directement ou indirectement, les espèces de phytoplanctons constituent l'alimentation du zooplancton, des poissons, des oiseaux et des mammifères marins. Le phytoplancton est la base du réseau alimentaire marin. En raison de la remontée d'eau le long des talus des bancs et des chenaux au large, la zone d'étude est très productive toute l'année (Breeze et coll. 2002).

Dans l'océan Atlantique Nord, on observe une forte variation saisonnière de la production primaire. L'abondance du phytoplancton atteint généralement son maximum au printemps, lorsque les niveaux de lumière augmentent (la prolifération printanière), et dans une moindre mesure en automne. La prolifération printanière peut varier d'une année à l'autre en termes de durée et d'intensité. Elle peut se produire à faible intensité de mars à juin ou se manifester par un pic soudain et court (Pomeroy et coll. 1991). L'augmentation des niveaux de lumière au printemps réchauffe les eaux de surface jusqu'à une profondeur d'environ 10 à 20 mètres. La thermocline, combinée au broutage intense par le zooplancton et à l'épuisement de l'approvisionnement en nutriments, entraîne une baisse de la production primaire au milieu de l'été. Lorsque la thermocline s'affaiblit en automne, les remontées d'eau augmentent, ce qui provoque un afflux de nutriments dans la zone photique, et entraîne une deuxième prolifération phytoplanctonique automnale (Pinet 1992).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Un enregistreur continu de plancton (ECP) est utilisé pour collecter des échantillons de plancton dans l'Atlantique Nord depuis 1959. L'ECP est remorqué par des navires commerciaux et des navires météorologiques le long des itinéraires de déplacement standard, et collecte ainsi des échantillons de phytoplancton et de zooplancton. Les données recueillies par l'ECP entre 1959 et 1992 ont été analysées par Myers et coll. (1994, tel que cité dans Breeze et coll. 2002). Les espèces de diatomées dominent habituellement le pic du printemps, tandis que le pic de l'automne est habituellement dominé par les dinoflagellés (Myers et coll. 1994). Bien que la colonne d'eau ait une concentration élevée en nutriments, pendant l'hiver, la production primaire est faible en raison de la faible intensité lumineuse (Pinet 1992).

Une indication de la variation spatiale et temporelle de la productivité primaire dans les eaux au large de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse est illustrée dans un certain nombre de cartes représentatives fournies à l'annexe B. Dans la zone d'étude, la productivité atteint généralement un sommet en juin, tandis que la productivité la plus faible se produit habituellement en décembre (annexe B). Des images composites bimensuelles de la productivité primaire dans la zone (de 1997 à aujourd'hui) sont disponibles auprès de l'Institut océanographique de Bedford (2003c).

Les conditions et la dynamique océanographiques physiques ont un effet profond sur la répartition, l'abondance et les taux de croissance du phytoplancton, et des études ont montré des preuves claires de la variation spatiale de la biomasse et de la productivité du phytoplancton en fonction des conditions océanographiques (Mobil 1985). Les eaux situées sur le bord du plateau continental, par exemple, sont souvent très productives en raison des remontées d'eau où les nutriments sont amenés à la surface, ce qui permet à une plus grande abondance de plancton. Les levés effectués par Mobil au début des années 1980 ont indiqué que le bord ouest du banc de Saint-Pierre, par exemple, est une zone de biomasse élevée et de productivité primaire accrue (Mobil 1985; Petro-Canada 1995). Les zones et les saisons de haute productivité sont des lieux et des moments critiques pour le frai et les poissons, les oiseaux et les mammifères marins en phase d'alimentation.

3.2.1.2 Zooplancton/Ichthyoplancton/Necton

Le zooplancton est un maillon important du transfert d'énergie entre le phytoplancton et les poissons dans le réseau alimentaire marin. Le zooplancton de l'Atlantique nord-ouest est dominé par les copépodes (Myers et coll. 1994), dont les populations augmentent fortement au printemps lorsqu'ils se nourrissent de l'abondant phytoplancton. Les populations de zooplancton diminuent lorsqu'elles sont broutées en été, mais augmentent généralement à l'automne. L'ampleur et la durée du pic de l'automne sont moins importantes que celles du printemps. Là encore, on peut s'attendre à ce que le zooplancton atteigne son maximum dans les zones de remontée d'eau le long des talus du chenal et du bord ouest du banc de Saint-Pierre. Dans le chenal Laurentien, les espèces communes comprennent les espèces d'euphausiacés (krill nordique) *Meganyctiphanes norvegica* et *Thysanoessa* (White et Johns 1997) et les copépodes de l'espèce *Calanus*. Les copépodes de l'espèce *Calanus*, en particulier, sont une proie importante pour les baleines et sont concentrés dans le chenal Laurentien (voir section 3.2.5.1). *M. norvegica* est également abondant dans la zone d'étude le long du talus sud-est du banc Banquereau (Sameoto et Cochrane 1996, cité dans Breeze et coll. 2002).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les copépodes sont peut-être les espèces de zooplancton les plus abondantes, mais les amphipodes hypéridés, les chétognathes et les euphausiacés constituent également une part considérable de la biomasse zooplanctonique. La biomasse du zooplancton peut varier d'au moins 2,5 fois au cours d'années consécutives (Anderson et Dalley 1997). De plus, la variation spatiale peut être supérieure à la variation temporelle (Dalley et coll. 1999). L'abondance du zooplancton varie également en fonction du jour; il est plus abondant à la surface la nuit que le jour, surtout dans les eaux plus profondes (Hays 1996).

L'ichtyoplancton est constitué d'œufs et de larves de poissons, qui dérivent dans la colonne d'eau. Les espèces que l'on trouve couramment sur le banc de Saint-Pierre au printemps sont les œufs de limande à queue jaune, de lançon, de morue, de plie grise et d'aiglefin, ainsi que les larves et les œufs de plie canadienne. À la fin de l'été et à l'automne, les espèces ichtyoplanctoniques prédominantes sont les larves de capelan, de limande à queue jaune, de plie grise, de morue et de plie canadienne. Bon nombre des mêmes espèces sont communes dans la zone du talus à l'ouest du banc de Saint-Pierre, sauf que le sébaste est beaucoup plus abondant dans cette zone au printemps (Mobil 1985). Des œufs et des larves de morue, d'aiglefin, de goberge, de pétoncle (y compris le pétoncle géant et d'Islande) et de merlu argenté ont été identifiés sur les bancs extérieurs du plateau néo-écossais, y compris le banc Banquereau. Cependant, la diversité des larves de poisson est très faible sur le banc Banquereau et dans le chenal Laurentien (Breeze et coll. 2002). Les espèces qui fraient sur le banc Banquereau comprennent la morue, le hareng, la raie tachetée et la raie épineuse, la plie grise, le flétan de l'Atlantique, la mactre de Stimpson et le crabe des neiges (OCNEHE 2003). Bien que la plupart des espèces effectuent une migration verticale quotidienne, l'ichtyoplancton a tendance à se répartir près ou au-dessus de la thermocline dans les eaux de surface (Husky Oil 2000).

3.2.2 Benthos

Le benthos marin est constitué des plantes et des animaux qui vivent dans ou sur le fond de la mer. La faune benthique constitue une source de nourriture importante pour de nombreuses espèces de poissons. Les mollusques et crustacés représentent également une part de plus en plus importante de la pêche au Canada atlantique, et certaines espèces ont une valeur économique considérable.

Les informations existantes sur le benthos dans la zone d'étude sont rares et désuètes. Stewart et coll. (2001) fournissent une compilation des informations existantes sur le benthos marin du plateau continental, du talus et des zones adjacentes de l'est du Canada. Parmi les diverses sources déterminées, seules deux études antérieures ont été réalisées dans le sous-bassin Laurentien. Nesis (1965) décrit les données recueillies lors des levés de recherche soviétiques en 1959 et 1960, et de la pêche commerciale russe en 1954 et de 1958 à 1960. Les stations d'échantillonnage pour ces programmes ont été établies le long de base (cependant, la qualité des diagrammes dans le rapport est trop faible pour discerner le nombre total d'emplacements de stations ou les classifications d'habitats). Hutcheson et coll. (1981) ont sélectionné quatre stations d'échantillonnage biologique sur les Grands Bancs et dix stations dans le champ Hibernia. L'une de ces stations se trouvait à l'extrémité nord du banc de Saint-Pierre. Aucune liste d'espèces n'a été incluse dans le rapport; par conséquent, un inventaire complet de la faune benthique n'est pas disponible. Des photos des types de fonds présents dans la zone d'étude sont fournies dans Fader et coll. (1982) et MacLean et King (1971) (figure 3.5).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les profondeurs d'eau dans le sous-bassin Laurentien vont de 30 m à plus de 3 000 m. Cela indique la présence potentielle d'une variété de communautés benthiques, selon le substrat, la profondeur, le courant, la température et les nutriments. Selon Nesis (1965), la répartition du benthos dans la zone d'étude est déterminée par les masses d'eau et le type de substrat. On trouve des eaux de banc jusqu'à une profondeur de 50 à 60 m. De 50 à 60 m à 90 à 100 m se trouve une zone de mélange des eaux du banc et du Labrador. De 90 à 100 m à 225 à 250 m, les eaux du Labrador dominent. De 225 à 250 m à 340 à 360 m se trouve une zone d'eaux mixtes du Labrador et subarctiques. Les eaux profondes de la fosse laurentienne et du détroit de Cabot occupent les profondeurs inférieures à 250 à 470 mètres. Hutcheson et coll. (1981) classent les espèces benthiques jusqu'à 50 m comme boréales. Entre 90 et 250 m, les espèces arctiques dominent, avec quelques espèces boréales. Le phytoplancton constitue pratiquement la seule source de nourriture primaire pour la faune de fond et le phytobenthos est important pour la faune benthique du banc de Saint-Pierre où, à des profondeurs de 45 à 65 m, on trouve une couverture vivante de *Ptilota* sp. et d'autres algues rouges.

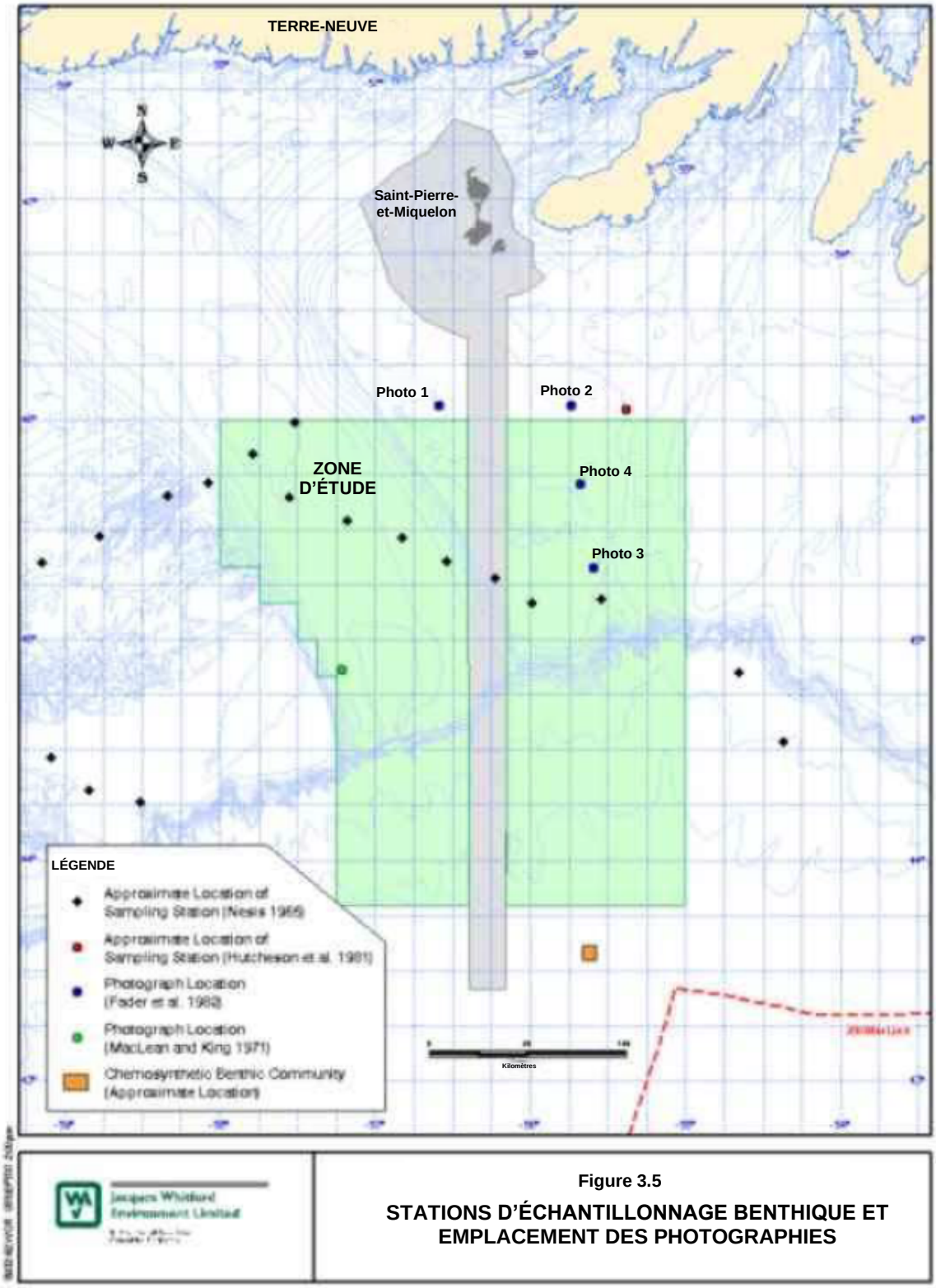
3.2.2.1 Grands Bancs – Banc de Saint Pierre et est du plateau néo-écossais – banc Banquereau

Habitats et communautés benthiques

Les communautés écologiques des limites ouest et est de la zone d'étude possèdent les caractéristiques de l'habitat de l'*Echinarachnius parma-Ammodytes americanus* (oursin plat – lançon). Comme on peut le déduire de leurs noms, l'oursin plat et le lançon se trouvent normalement sur des substrats sablonneux. Le lançon s'enfouit dans le sable pour se cacher, tandis que l'oursin plat parcourt lentement la surface. Ces deux espèces sont des sources de nourriture importantes pour les poissons, les mollusques et crustacés commerciaux.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.5 : Stations d'échantillonnage benthique et emplacement des photographies



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le fond marin du banc de Saint-Pierre, peu profond (45 à 55 m), est composé de pierres, de galets, de coquillages bien incrustés de *Lithothamne* (une algue corallienne) (Nesis 1965). Ce type d'habitat de l'ouest du banc de Saint-Pierre est illustré sur la photo 1.

Photo 1 Photographie de fond du sable et du gravier de l'île de Sable, matériau de dimension allant de cailloux à blocs rocheux de l'ouest du banc de Saint-Pierre à 42 m de profondeur (Fader et coll. 1982) : 33

Hutcheson et coll. (1981) ont décrit un mélange sables-graviers avec des substrats plus fins sur le dessus des berges à des profondeurs de 45 à 100 mètres. D'autres types d'habitats benthiques sur le banc de Saint-Pierre, à des profondeurs de 48 à 60 m, qui ne sont décrits ni par Nesis (1965) ni par Hutchenson et coll. (1981) est présenté dans les photos 2 à 4.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Photo 2 **Habitat de sable et de gravier de l'île de Sable composé de sable très fin et bien classé dans la zone centrale est du banc de Saint-Pierre à une profondeur de 64 m (Fader et coll. 1982 : 35). (Notez les nombreux fouisseurs et les siphons de bivalves probables)**

Photo 3 **Habitat de sable et de gravier de l'île de Sable composé de gravier fin bien classé et de coquillages *(Mya* sp.) au sud-est du banc de Saint-Pierre à une profondeur de 48 m (Fader et coll. 1982 : 36).**

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Photo 4 L'habitat de sable et de gravier de l'île de Sable dans une zone de sable avec un peu de gravier fin et de coquilles brisées à l'extrémité sud-est du banc de Saint-Pierre à une profondeur de 60 m (Fader et coll. 1982 : 37).

La biomasse dans l'habitat échantillonné par Hutchenson et coll. (1981) à la station du banc de Saint-Pierre était en moyenne de 432 g/m^2, y compris l'oursin plat (334 g/m^2), le lançon (76 g/m^2) et l'oursin (12 g/m^2). Parmi les dix premières espèces, les polychètes (huit espèces) constituaient le groupe taxonomique dominant, en particulier *Exogone hebes* (Syllidés), avec une densité moyenne de 220 individus/m^2. L'échinide *Ophiura robusta* (Ophiure écailleuse) a également été observé. *Hyas araneus* (crabes araignées), *Chionoecetes opilio* (crabe des neiges) et *Mesodesma deauratum* (clovisse) étaient également présents. Les autres crustacés étaient des crevettes, des amphipodes, des isopodes et des cumacés. Les espèces prédominantes étaient des suspensivores ou des détritivores et des déposivores. Le nombre total d'espèces présentes sur ce site est inconnu, car il n'existe pas de liste des espèces.

Nesis (1965) a signalé la présence d'une faune benthique, notamment *Cucumaria frondosa* (holothurie touffue), *Ophiopholis aculeata* (Ophiure pâquerette), *Strongylocentrotus droebachiensis* (oursin vert), bryozoaires, hydroïdes, *Thelepus cincinnatus* (térébelle), *Spirorbis spp.* et *Balanus crenatus* (balane crénelée). La récolte sur pied était dominée par les mollusques (51,6 g/m^2) et les échinodermes (190,8 g/m^2), suivis des anatifes (21,6 g/m^2), des polychètes (7,7 g/m^2), des autres (2,9 g/m^2), des crustacés (2,6 g/m^2) et des nématodes (0,1 g/m^2). Les polychètes étaient numériquement dominants, suivis des crustacés. Les organismes coloniaux benthiques, notamment les bryozoaires, les hydrozoaires, les éponges et les coraux, contribuent grandement à la complexité des habitats marins. Ces types d'habitats sont des aires d'alevinage typiques pour les juvéniles de poissons et les invertébrés, en raison de leur protection contre les prédateurs. Ces types d'organismes coloniaux sessiles servent à accroître la biodiversité du benthos (Henry et coll. 2002).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les communautés d'*E. parma, de S. droebachiensis* et d'*Ophiura sarsi* (Ophiura sarsii) forment un anneau périphérique autour de tous les bancs, à une profondeur de 95 à 220 m (profondeur moyenne : 146 m) (Nesis 1965). Les sédiments ont tendance à être sablonneux ou des sables limoneux. La biomasse moyenne de la communauté benthique dans cet habitat était de 149 g/m^2, comprenant 89 g/m^2 d'*E. parma*, 10 g/m^2 de *S. droebachiensis*, 9 g/m^2 d'*Ophiura sarsi* et *Astarte borealis* (mollusque). *O. aculeata* (ophiure pâquerette), *Onuphis conchylega* (polychète), bryozoaires, *T. cincinnatus* et *Macoma calcarea* (macoma calcaire) ont contribué à 2 à 4 g/m^2 de biomasse.

Il existe une zone de transition entre 225 et 250 m dans les communautés de *Brisaster fragilis* (oursin délicat) décrites dans la section 3.2.2.2 sur les habitats et communautés benthiques.

Le benthos de l'extrémité sud-est du banc Banquereau est semblable à celui du banc de Saint-Pierre. Il est composé de deux communautés distinctes : La communauté *Echinarachnius parma* (oursin plat)-*Ammodytes americanus* (lançon), et la communauté *Modiolus modiolus* (modiole)-*Ophiopholis aculeata* (ophiure).

La communauté du lançon et de l'oursin plat se trouve sur des substrats sableux à des profondeurs de 95 à 220 m, le long des bords est et sud du banc Banquereau (Projet énergétique extracôtier de l'île de Sable 1996, cité dans LGL 2000). Parmi les espèces typiques de ce type de communauté, mentionnons les oursins plats, le lançon, *Arctica islandica* (quahog nordique), *Mactromeris polynyma* (mactre de Stimpson), *Cyrtodaria siliqua* (pitot), *Ophiura* sp. (ophiures), les espèces de polychètes (p. ex, *Spiophanes bombyx*) et divers crustacés amphipodes (p. ex. *Ampelisca macrocephala* et *Priscillina armata*) (Breeze et coll. 2002). Les espèces de cette communauté sont des espèces fourragères importantes pour les poissons et les invertébrés commerciaux (crabe des neiges) du banc Banquereau.

La communauté de la modiole et de l'ophiure se trouve généralement à des profondeurs plus importantes que la communauté de l'oursin plat, sur des substrats grossiers (Breeze et coll. 2002). Cette communauté se trouve à l'extrémité sud-est du banc Banquereau (Projet énergétique extracôtier de l'île de Sable 1996, cité dans LGL 2000). Les espèces typiques de cette communauté sont la modiole, l'ophiure, plusieurs familles de polychètes (Sabellidae, Terebellidae, et Maldanidae), les crustacés amphipodes*(Ericthonius fasciatus, Unicola* sp.), et les algues coralliennes incrustantes (Breeze et coll. 2002). En bordure des talus sud et est du banc Banquereau, adjacente à la communauté de modioles et d'ophiures, se trouve une communauté composée principalement de modioles et de rhodophycées (algues rouges) (Projet énergétique extracôtier de l'île de Sable 1996, cité dans LGL 2000).

Le talus est du banc Banquereau, qui mène au chenal Laurentien, contient une communauté de fausses étoiles de mer*(Gorgonocephalus arcticus*). La majeure partie de cette zone est connue sous le nom de Stone Fence, une zone de pêche très productive peuplée de grands coraux. Cette communauté se trouve sur un substrat grossier à des profondeurs d'eau de 200 à 1 500 mètres.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Qualité des sédiments

Les informations existantes sur la qualité des sédiments dans le sous-bassin Laurentien sont également extrêmement limitées et désuètes. Hutcheson et coll. (1981) ont également prélevé des échantillons de sédiments aux fins d'analyses chimiques (rapportées dans MacKnight et coll. 1981), les analyses d'hydrocarbures et de carbone organique total (COT) étant effectuées à une seule station d'échantillonnage sur le banc de Saint-Pierre. Le COT à la station d'échantillonnage du banc de Saint-Pierre était de 1,45 %, ce qui est élevé par rapport à la valeur moyenne du COT sur les Grands Bancs de 0,17±0,16 %. On a trouvé des hydrocarbures mesurés en « équivalents pétrole » de 5 ng/g et 471 ng/g en tant que n-alcanes à la station du banc de Saint-Pierre. Les concentrations d'hydrocarbures trouvées sur les Grands Bancs allaient d'équivalents pétrole non détectables à 223 ng/g. Cependant, en général, il y a très peu d'informations disponibles et récentes sur la qualité des sédiments dans la région du sous-bassin Laurentien.

3.2.2.2 Chenal Laurentien

Habitats et communautés benthiques

Les communautés benthiques du chenal Laurentien ont été caractérisées comme un habitat de *Brisaster-fragilis-Ctenodiscus crispatus-Amphiura otteri-Pennatularia*. *Brisaster* est un genre de spatangoïde d'eau profonde, oursin délicat. Fouisseurs dans le sable et la boue, les spatangoïdes se sont adaptés à ce mode de vie avec leurs épines spéciales, des fascioles et des pétaloïdes. Ce sont des avaleurs de sédiments qui n'ont pas besoin d'une lanterne d'Aristote. *C. crispatus* (étoile de vase), est un échinoderme dépositivore. *A. otteri* est une espèce d'ophiure d'eaux profondes et *Pennatularia* fait partie des plumes de mer de l'ordre des octocoralliaires et est adapté pour vivre dans des substrats meubles (photo 5).

Photo 5 Vase molle avec du sable dans le chenal Laurentien à une profondeur de 443 m (MacLean et King 1971) (Noter la plume de mer, les fouisseurs et les tubicoles)

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Ce type de communauté benthique se retrouve dans le détroit de Cabot et le chenal Laurentien à des profondeurs inférieures à 250 m. Le substrat est constitué d'argile limoneuse et, au bord des dépressions, de limon sableux. La biomasse est d'environ 35 g/m^2, *B. fragilis*, *C. crispatus* et *A. otteri* ayant chacun une biomasse moyenne d'environ 6 g/m^2. *Astarte crenata de Whiteaves* (un bivalves), *Lumbriconereis* spp. (principalement *L. fragilis*) (nématodes), et *Kophobelemnon stelliferum* (pennatule étoilée) sont d'environ 1,5 à 3 g/m^2.

Cet habitat est caractérisé par des espèces d'eau chaude et une absence de formes d'eau froide. La faible diversité de la faune est attribuée au substrat meuble, habitat défavorable aux espèces épilithiques.

Corail de profondeur

Le terme générique corail désigne les coraux de pierre (scléractiniaires), les anémones de mer (actinie), les mains de mer/Sinularia (alcyonida), les coraux en corne (gorgonacés) et les plumes de mer (pennatulida). On sait que 27 espèces sont présentes au Canada atlantique (Mukhida et Gass, 2001). Les coraux de profondeur se trouvent à des profondeurs de 200 à 1 500 m. Jusqu'à présent, la plupart des observations de coraux de profondeur effectuées par le ministère des Pêches et des Océans (MPO) se sont limitées à des profondeurs de 500 mètres. Certaines données sur les zones plus profondes proviennent des levés de poissons de fond du MPO et des pêcheurs locaux.

Selon les espèces, les coraux forment des colonies (récifs) ou sont solitaires; certains peuvent atteindre des mètres de haut tandis que d'autres ne mesurent que quelques centimètres. Ce sont les gorgones qui ont suscité l'intérêt des scientifiques et du public. Certaines sont grandes et branchues semblables à celles des coraux tropicaux et peuvent mettre des centaines d'années à pousser; les pêcheurs appellent souvent ces spécimens des « arbres ».

Les emplacements des habitats potentiels des coraux de profondeur comprennent les zones de remontée d'eau ou d'autres zones où les concentrations de nutriments sont élevées et où il existe un substrat dur approprié pour la fixation. Certaines espèces de corail se développent sur des substrats composés de vase. Les parois des canyons, les crêtes ou les bords des bancs avec un substrat dur exposé offrent le plus grand potentiel de croissance des coraux. Les parois du chenal Laurentien peuvent avoir exposé des affleurements rocheux qui conviendraient aux coraux (Breeze et coll. 1997). Litvin et Rvachev (1963) ont signalé des boues coralliennes et des fragments le long de la bordure sud du banc de Saint-Pierre et dans les zones des Grands Bancs et du Bonnet Flamand. Les pêcheurs signalent la présence de coraux sur la bordure sud du banc de Saint-Pierre et sur le côté sud-ouest des Grands Bancs (Gass 2002). Dillon et coll. (2003) ont observé des coraux de profondeur dans la communauté de fonds mixtes du versant ascendant (200 à 1 200 m) dans les environs de la zone d'étude; les coraux observés étaient de petite taille et aucun des sites levés ne contenait des pâtés coralliens denses. Sous 1 000 m, les coraux ont été observés à de faibles densités et fréquences sur les sites examinés (Dillon et coll. 2003). Les rochers et les galets sont également connus pour être des substrats importants pour les coraux. Les gorgones, par exemple, les coraux les plus abondants dans d'autres régions du Canada atlantique, ne se fixent et ne se développent que sur de gros blocs rocheux (Breeze et coll. 1997). Peu de recherches ont été menées sur les coraux de profondeur au Canada atlantique, et leur répartition n'est pas bien connue.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

L'importance écologique des coraux de profondeur réside dans le fait qu'ils constituent un habitat pour une communauté benthique diversifiée. Les polychètes, les amphipodes, les éponges, les anatifes, les bryozoaires, les ophiures et les larves de poissons et les poissons adultes sont associés aux coraux. Les coraux créent des habitats hétérogènes et sont des endroits importants pour protéger les juvéniles de poissons des prédateurs. Les coraux fournissent également un habitat aux invertébrés, une source de nourriture importante pour les poissons des grandes profondeurs. En conséquence, les zones coralliennes sont souvent ciblées par les pêcheurs pour le sébaste, la goberge, le flétan et la crevette qui s'y rassemblent (Breeze et coll. 1997).

Le MPO a d'abord effectué des levés de coraux dans la zone de Stone Fence, une moraine frontale submergée située du côté sud-ouest du chenal Laurentien, le long du rebord continental du banc Banquereau (voir la section 3.2.7) en 2000 (MacIsaac et coll. 2001). Au cours de l'été 2002, des chercheurs de l'Institut océanographique de Bedford ont mené une autre étude, y compris des levés vidéo, des coraux de profondeur le long de la Stone Fence (D. Gordon, comm. pers.) et ont alors identifié *Lophelia pertusa* (F. Scattolon, comm. pers.). Les pêcheurs avaient signalé la présence de corail dans les captures commerciales au chalut de fond dans la zone de Stone Fence, dans une profondeur de 366 à 914 m. Une zone étudiée en 2003 couvrait l'embouchure du chenal Laurentien. Un récif de *Lophelia pertusa* en eau profonde d'environ 1 000 m sur 500 m a été identifié. Le récif, situé à une profondeur de 260 à 400 m, est un complexe de plusieurs monticules de corail situés à proximité les uns des autres, avec de grandes quantités de débris, morts et squelettiques et de colonies vivantes et brisées (la plupart observées entre 300 et 320 m) (F. Scattolon, comm. pers.).

Cette espèce a fait l'objet d'une étude approfondie en Norvège où elle a été observée dans des formations récifales de 25 m de haut et est connue pour abriter des densités plus élevées de mégafaune invertébrée (y compris des espèces commerciales) que les habitats à substrat meuble. Les autres coraux observés le long de la Stone Fence comprenaient *Paragorgia arborea*, *Acanthogorgia*, *Keratosis ornata* et *Primnoa resedaeformis* (MacIsaac et coll. 2001). Les images du levé de 2002 sont en cours d'analyse et devraient être disponibles au début de 2004.

3.2.2.3 Abyssal

Nesis (1965) a échantillonné une station dans 2 150 m d'eau dans la partie sud-ouest du Grand Banc. Parmi les organismes représentatifs, citons : *Ophiomusium lymani* (ophiure); *Porcellanaster caeruleus*; *Bathybiaster robustus* et *Pontaster forcipatus* (astéridés); *Pourtalesta wandeli* (oursins); *Ypsilothuria talismani* (holothurides); *Pennatula prolifera* (comatule); *Dentalium solidum* et les coquilles vides de ce scaphopoda; *Scaphandre* (gastéropode); *Lumbriconereis* spp. (nématode); et Phascolion (Sipunculiens).

Les crustacés tels que les isopodes, les amphipodes, les tanaïdés et les cumacés sont communs dans les eaux profondes et peuvent constituer 30 à 50 % de la faune abyssale de l'Atlantique (Nybakken 1988). Les vers polychètes sont également abondants, et constituent de 40 à 80 % de la faune abyssale. Les holothurides sont également courants, représentant de 30 à 80 % de la biomasse. Les astéridés (Asteroidea), les crinoïdes (Crinoidea), les éponges (Hexactinellida) et les oursins (Echinodea) ne sont généralement pas abondants. Les anémones de mer (Anthozoaire), les plumes de mer (Pennactulacea) et les coraux en corne (Gorgonida) sont les seuls membres communs de la division cnidaire.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les suintements froids sous-marins ou les cheminées hydrothermales ont été ciblés dans un large éventail de milieux sous-marins et peuvent abriter des communautés benthiques distinctes (Levin et coll. 2000). Bien qu'elle ne soit pas située directement dans la zone d'étude du sous-bassin Laurentien, une communauté benthique chimiotrophe a été découverte en 1986 dans l'est de la vallée orientale du cône Laurentien, à une profondeur de 3 850 mètres. La principale caractéristique épifaunique du site de ce suintement de méthane/sulfure était les vesicomyidés *(Calyptogena*), avec d'autres palourdes*(Thyasira, Solemya*), des gastéropodes, des pogonophores et des galathées également observés (Petrecca et Grassle 1987). Cette zone de 50 km^2 est située à environ 60 km au sud-est de la zone d'étude (figure 3.5). Bien que le potentiel et la nature de telles caractéristiques et des communautés benthiques qui y sont associées dans le sous-bassin Laurentien soient largement inconnus, il est possible que les parties plus profondes au sud de la zone d'étude puissent abriter des suintements froids ou des cheminées hydrothermales (MPO, information non publiée).

3.2.2.4 Invertébrés en tant qu'habitat

L'épifaune invertébrée contribue à la complexité globale du benthos en fournissant et en modifiant l'habitat d'autres organismes. Les éponges, les bryozoaires, les hydraires et les coraux forment des structures tridimensionnelles au-dessus des fonds marins qui offrent un habitat complexe aux invertébrés sessiles et mobiles, ainsi qu'à de nombreux poissons. De nombreuses espèces d'algues et d'invertébrés sessiles se fixent sur la coquille des pétoncles et d'autres mollusques (Breeze et coll. 2002).

D'autres invertébrés affectent les communautés benthiques en modifiant la structure des sédiments. Par exemple, l'oursin plat traverse les sédiments fins, soit au-dessus, soit juste en dessous des sables à grains fins et moyens (Stanley et James 1971). Cette espèce est répandue dans l'ensemble des bancs extracôtiers de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse et modifie les sédiments de surface, et affecte ainsi la structure des communautés d'invertébrés immobiles, y compris les polychètes vivant dans des tubes (Steimle 1989).

3.2.2.5 Espèces de mollusques et crustacés commerciaux

La zone du sous-bassin Laurentien contient plusieurs espèces de mollusques et crustacés d'importance commerciale et plusieurs espèces d'invertébrés qui ont été définies comme ayant un potentiel commercial. La section suivante donne un aperçu du cycle biologique, des exigences en matière d'habitat et d'autres caractéristiques de ces espèces (tableaux 3.8 et 3.9).

La pêche commerciale du crabe des neiges, de la mactre de Stimpson, du pétoncle géant, du pétoncle d'Islande et de la crevette est pratiquée à divers degrés dans la zone d'étude. Des efforts sont également en cours pour développer la pêche dirigée du pitot et du quahog nordique dans la région du plateau néo-écossais et du banc Banquereau. Ces espèces sont actuellement capturées et transformées en tant que prises accessoires de la récolte de la mactre de Stimpson sur le banc Banquereau (OCNEHE 2003). Des informations détaillées sur les pêches commerciales dans le sous-bassin Laurentien sont fournies dans la section 3.3.1 et l'annexe C.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.8 Espèces de mollusques et crustacés connues ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude

Espèces	Habitat	Saison	Références
Crabe des neiges	Le banc de Saint-Pierre, le banc Banquereau et les talus du chenal Laurentien	Toute l'année	MPO 2002a, 2002b; Annexe C
Crevette nordique	Chenal Laurentien et banc de Saint-Pierre	Toute l'année	MPO 2002c; Annexe C
Pétoncle géant	Banc de Saint-Pierre	Toute l'année	MPO 2001f; 2002d; Annexe C
Pétoncle d'Islande	Banc de Saint-Pierre	Toute l'année	MPO 2001b; Annexe C
Mactre de Stimpson	Zones sablonneuses avec des profondeurs allant jusqu'à 60 m; Banc Banquereau Probablement sur le banc de Saint-Pierre	Toute l'année	MPO 1999; 2002e; Gosner 1978; OCNEHE 2003
Crabe caillou	Chenal Laurentien	Toute l'année	MPO 1998; Tremblay et coll. 2001
Crabe araignée	Probablement sur le banc de Saint-Pierre	Toute l'année	MPO 1996a, 1996b; Hutchenson et coll. 1981
Pitot	Banc Banquereau Probablement sur le banc de Saint-Pierre	Toute l'année	MPO (données non publiées); OCNEHE 2003
Crabe commun	Banc de Saint-Pierre (uniquement les zones probablement les moins profondes)	Toute l'année	Tremblay et Reeves 2000; MPO 2000b
Oursin	Banc de Saint-Pierre (uniquement les zones probablement les moins profondes)	Toute l'année	MPO 2000c; 2000d
Quahog nordique	Banc Banquereau	Toute l'année	OCNEHE 2003

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.9 Espèces de mollusques et de crustacés dont la reproduction est connue ou probable dans la zone d'étude, avec les emplacements et les périodes consignés

Espèces	Emplacement*	Période approximative de frai	Durée du stade planctonique	Références
Crabe des neiges	Banc de Saint-Pierre Banc Banquereau	Accouplement au début du printemps, les œufs fécondés sont portés pendant deux ans. Les œufs éclosent à la fin du printemps ou au début de l'été.	Les larves passent de 12 à 15 semaines dans la colonne d'eau.	MPO 2002b; OCNEHE 2003
Crevette nordique	3Ps; banc de Saint-Pierre et chenal Laurentien	Le frai a lieu à la fin de l'été et en automne	Les oeufs restent attachés à la femelle jusqu'au printemps suivant; ils éclosent dans les zones côtières au printemps et restent à la surface pendant quelques mois.	Parsons 1993
Pétoncle géant	3Ps; Banc de Saint-Pierre	Août – Octobre	30 à 60 jours	MPO 2001f; 2002d
Pétoncle d'Islande	3Ps; Banc de Saint-Pierre	Fin de l'été/début de l'automne	Environ cinq semaines entre la fertilisation et l'établissement des fonds marins.	MPO 2001b; 2002j
Mactre de Stimpson (Mactre de Stimpson)	Banc de Saint-Pierre Banc Banquereau	Automne (+ printemps pour les populations des zones côtères)	Quelques semaines	MPO 1999; 2002e; OCNEHE 2003
Crabe caillou	Chenal Laurentien	Inconnu	Peut aller jusqu'à trois mois	MPO 1998; Tremblay et coll. 2001
Crabe araignée	Le moment et le lieu de la reproduction ne sont pas bien compris.			Tremblay et coll. 2001
Pitot	Le moment et le lieu de la reproduction ne sont pas bien compris.			MPO 1996c
Crabe commun	Banc de Saint-Pierre (possiblement)	Extrusion des œufs fin octobre; les œufs éclosent au printemps ou à l'été suivant.	5 à 8 semaines	Tremblay et Reeves 2000; MPO 2000b
Oursin	Banc de Saint-Pierre	Début du printemps	8 à 12 semaines	MPO 2000c; 2000d
* Voir les figures 3.9 et 3.10 pour les divisions et les zones unitaires de l'OPANO.				

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Crabe des neiges

Le crabe des neiges est un crustacé décapode que l'on trouve dans une large gamme de profondeurs (20 à 700 m) dans l'Atlantique nord-ouest, du sud du Groenland au golfe du Maine. Les tailles commerciales se trouvent principalement sur les substrats meubles (boue ou boue-sable) (MPO 2002a), surtout dans des profondeurs d'eau de 70 à 280 m (Elner 1985). Des crabes plus petits sont également communs sur les substrats plus durs (MPO 2002a).

L'accouplement a lieu au début du printemps, et les femelles portent les œufs fécondés pendant environ deux ans. Les œufs éclosent à la fin du printemps ou au début de l'été, et les larves passent de 12 à 15 semaines à flotter dans la colonne d'eau avant de se fixer sur le fond (MPO 2002b). Le crabe des neiges se nourrit de poissons, de palourdes, de vers polychètes, d'ophiures, de crevettes et de crustacés, y compris de petits crabes des neiges. Leurs prédateurs comprennent divers poissons de fond et des phoques (MPO 2002a).

Le crabe des neiges est pêché de façon intensive dans la partie nord-est de la zone d'étude, ainsi que sur les talus du chenal Laurentien et du banc Banquereau (section 3.3.1; annexe C).

Crevette nordique

Dans l'Atlantique nord-ouest, la crevette nordique (ou rose) est présente depuis le sud du détroit de Davis jusqu'au golfe du Maine, et préfère les zones où le fond est mou et vaseux, à des profondeurs allant de 150 à 600 m et à des températures d'eau de 2 à 6 ºC (MPO 2002c). Les plus grosses crevettes se trouvent généralement dans les eaux plus profondes. Dans la zone d'étude, la crevette nordique est présente à la fois dans le chenal Laurentien et sur le banc de Saint-Pierre.

Pendant la journée, les crevettes se reposent et se nourrissent sur le fond marin et migrent la nuit dans la colonne d'eau pour se nourrir de zooplancton. La crevette est une proie importante pour de nombreuses espèces, notamment la morue de l'Atlantique, le flétan du Groenland et de l'Atlantique, la raie, le loup de mer et le phoque du Groenland. Les crevettes nordiques sont des hermaphrodite protérandriques. Ils deviennent des mâles à partir de la larve et s'accouplent en tant que mâles pendant un à plusieurs ans. Ils changent ensuite de sexe et passent le reste de leur vie en tant que femelles matures. Dans les eaux de la côte est canadienne, le frai des crevettes a lieu à la fin de l'été et à l'automne, et les œufs restent attachés à la femelle jusqu'au printemps suivant. Les femelles œuvées se déplacent vers des eaux côtières moins profondes à la fin de l'automne et en hiver. Après l'éclosion dans les eaux côtières au printemps, les larves restent dans les eaux de surface pendant quelques mois, puis commencent à se déplacer vers le fond où elles restent jusqu'à leur maturation (Parsons 1993).

La crevette n'est pas pêchée de façon intensive dans la zone d'étude elle-même, mais plutôt à l'ouest, sur le plateau néo-écossais (annexe C).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Pétoncle géant

Le pétoncle géant est un mollusque bivalves benthique que l'on ne trouve que dans l'ouest de l'Atlantique Nord, du détroit de Belle-Isle au cap Hatteras. Il préfère les fonds de sable et de gravier et se retrouve à des profondeurs de 35 à 120 m en concentration que l'on appelle des « fonds » (MPO 2001f). Ils sont essentiellement immobiles et ne migrent pas, bien qu'en contractant leurs muscles et en faisant « claquer » leurs coquilles ensemble, les pétoncles sont capables d'un mouvement vers l'avant limité (Harvey-Clark 1997). La principale période de frai s'étend d'août à octobre (MPO 2002d). Comme les pétoncles géants ne migrent pas, on peut supposer qu'ils se reproduisent dans la zone d'étude, mais que leurs petits sont transportés par les courants et peuvent s'installer dans d'autres zones. Les œufs fécondés se développent dans la colonne d'eau et se déposent sur le fond dans les 30 à 60 jours (MPO 2002d). Dans la zone d'étude, le pétoncle géant fait l'objet d'une pêche commerciale sur le banc de Saint-Pierre et sur les talus (annexe C). Le banc de Saint-Pierre est considéré comme une importante zone d'activité de pêche hauturière du pétoncle géant (MPO 2001f).

Pétoncle d'Islande

Le pétoncle d'Islande est largement répandu dans toute la région subarctique et se retrouve en concentration de dimension commerciale sur le banc de Saint-Pierre (MPO 2001b; annexe C), avec une gamme de profondeurs typique de 50 à 180 mètres. Le pétoncle d'Islande préfère un fond dur dont la composition du substrat est variable et qui se compose principalement de sable, de gravier, de fragments de coquilles et de pierres (MPO 2001b). Ces bivalves sont des suspensivores qui filtrent l'eau immédiatement au-dessus de la surface sédimentaire. En tant que filtreurs, ils ont tendance à être plus abondants dans les zones où les mouvements d'eau sont importants (Naidu 1997).

La saison de frai est relativement courte et varie selon les régions géographiques. Des études ont suggéré que le frai du pétoncle d'Islande peut se produire dès le mois d'avril ou mai dans certaines régions et aussi tard qu'au mois de juillet et d'août dans d'autres (Wallace 1981; Crawford 1992). Dans ce secteur général, les pétoncles fraient habituellement à la fin de l'été et les juvéniles se dépose sur le fond marin à l'automne, le développement des larves prenant généralement environ cinq semaines entre la fécondation et le dépôt sur le fond marin (MPO 2002j). La période pendant laquelle l'établissement se produit n'est pas définie avec précision et peut survenir de 30 à 60 jours après la fertilisation, selon la température de l'eau (Black et coll. 1993).

Mactre de Stimpson

La mactre de Stimpson est un mollusque bivalves benthique et sédentaire. On la trouve le long de la côte ouest de l'Atlantique, du Labrador à la Caroline du Sud (1978), où elle habite les fonds sableux habituellement à des profondeurs de 60 m ou moins (MPO 2002e). La mactre de Stimpson se retrouve en grands agrégats qui font l'objet d'une pêche commerciale à longueur d'année sur le banc Banquereau, à l'ouest immédiat de la zone d'étude (annexe C). Par conséquent, sa présence à l'intérieur de la zone d'étude (sur le banc de Saint-Pierre et le banc Banquereau dans leur gamme de profondeur) en abondance non-commerciale est probable. Les mactres sont des filtreurs et ont un taux de croissance très lent. En raison de leur faible taux de croissance et de leur longue durée de vie, on croit que la mortalité naturelle est faible (MPO 2002e). La mactre de Stimpson fraie à l'automne, et il semble que les populations côtières puissent aussi frayer au printemps (MPO 1999). Les larves sont planctoniques pendant quelques semaines avant de se fixer dans un habitat approprié (MPO 2002e).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Crabe caillou

Le crabe caillou se trouve dans l'Atlantique nord-ouest à des profondeurs de 65 à 790 m, et préfère les températures supérieures à 0 °C et les fonds marins sableux et argileux. On sait qu'ils sont présents dans le chenal Laurentien (MPO 1998; Tremblay et coll. 2001). Bien qu'il ne s'agisse pas d'une espèce exploitée commercialement à l'heure actuelle, il fait l'objet d'une pêche exploratoire intermittente. Aucune migration n'est signalée, on suppose donc que le frai a lieu dans le chenal Laurentien, mais que leur progéniture est transportée par les courants et peut s'installer dans d'autres zones. On ne sait pas à quelle période de l'année l'accouplement et l'éclosion ont lieu. Le stade planctonique des larves du crabe caillou peut durer jusqu'à trois mois (Tremblay et coll. 2001).

Crabe araignée

Le crabe araignée a été piégé à des profondeurs allant de 35 à 80 m, les concentrations se situant généralement entre 65 et 75 m (MPO 1996a; 1996b). Hutchenson et coll. (1981) ont échantillonné le crabe araignée juste à l'extérieur de la zone d'étude (figure 3.5), et il est probable que le crabe araignée habite des habitats similaires sur le banc de Saint-Pierre à l'intérieur de la zone d'étude. Les crabes araignées se trouvent souvent dans le même type d'habitat que le homard et le crabe des neiges, où ils sont en concurrence pour la nourriture (MPO 1996a). Les sources de nourriture comprennent les petits invertébrés benthiques et les matières en décomposition (Harvey – Clark 1997). La période de reproduction et de migration du crabe araignée n'est pas bien connu (Tremblay et coll. 2001).

Pitot

Le pitot est un gros mollusque bivalves cylindrique que l'on trouve dans le détroit de Belle-Isle, au sud du cap Cod, sur les bancs du large, en eau profonde, enfouis dans le sable et dont seul le siphon est exposé. Il s'agit d'une suspensivore mobile, que l'on trouve souvent en association avec les oursins plats. Ses prédateurs comprennent plusieurs espèces de poissons commerciaux, comme la morue de l'Atlantique, l'aiglefin et la limande à queue jaune (MPO 1996c).

La seule subdivision de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) où l'on pratique la pêche commerciale des pitots dans la zone d'étude est 4Vsc, sur le banc Banquerau, à l'ouest du secteur du sous-bassin Laurentien (annexe C). Sa présence dans d'autres parties de la zone d'étude (sur le banc de Saint-Pierre, dans leur zone de profondeur) en abondance non-commerciale est possible. On sait peu de choses sur le cycle biologique de cette espèce, notamment sur le comportement et le moment du frai (MPO 1996c).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Crabe commun

Le crabe commun est un crustacé décapode qui se concentre dans les eaux peu profondes jusqu'à 20 m de profondeur à partir du Labrador jusqu'à la Floride. Il préfère les fonds sableux, mais on peut le trouver sur n'importe quel type de substrat (MPO 2000b; Tremblay et Reeves 2000). Il fait l'objet d'une pêche commerciale côtière dans les divisions 4Vn, 4Vs et 3Ps de l'OPANO (annexe C); toutefois, en raison des contraintes de profondeur, le crabe commun n'est probablement présent que dans les parties les moins profondes du banc de Saint-Pierre. Les petits crabes communs sont une proie commune pour le homard. Les casiers à crabes communs à des fins commerciales sont généralement posés dans les secteurs de pêche traditionnels au homard, mais pas pendant la saison de pêche au homard. Seuls les crabes communs mâles de grande taille (plus de 102 mm de largeur de carapace) sont retenus dans la pêche (Tremblay et Reeves 2000).

L'extrusion des œufs semble se produire à la fin octobre. Les œufs éclosent au printemps ou à l'été suivant sous forme de larves qui sont planctoniques pendant 5 à 8 semaines, selon la température (MPO 2000b). Comme le crabe commun ne migre pas, il est probable qu'il fraie dans la zone d'étude. Cependant, ils peuvent se fixer dans différentes zones après un stade planctonique prolongé.

Oursin

Les oursins verts sont des échinodermes dont l'aire de répartition circumpolaire se situe dans les océans Pacifique Nord et Atlantique Nord. On peut les trouver dans la zone intertidale jusqu'à des profondeurs de 200 m, mais ils sont particulièrement abondants à des profondeurs de 0 à 10 m, généralement le long de substrats durs ou rocheux (MPO 2000c). L'oursin fait l'objet d'une pêche commerciale dans les subdivisions 4Vsb et 4Vn de l'OPANO (annexe C). La pêche à l'oursin est côtière et la récolte se fait par plongeur uniquement. Bien que les oursins soient présents dans la zone d'étude (Nesis 1965), ils ne font pas l'objet d'une récolte commerciale. Le frai a lieu au début du printemps, ce qui coïncide avec l'efflorescence phytoplanctonique printanière. Après l'éclosion des œufs fécondés, les larves sont planctoniques pendant 8 à 12 semaines avant de se fixer définitivement sur le fond. Les oursins consomment principalement des algues, mais ils mangent également la faune de fond fixée et des matières organiques en décomposition. Une variété de poissons, de crabes et d'oiseaux de mer sont des prédateurs (MPO 2000d).

3.2.3 Poissons

La zone d'étude peut être divisée en quatre principaux types d'habitat des poissons, selon la physiographie de la zone (section 3.1.1). Le banc de Saint-Pierre est relativement peu profond et froid, avec une température au fond généralement entre 0 et 2 °C (Colbourne et coll. 2002). Le type de substrat prédominant sur le banc de Saint-Pierre est le sable fin à grossier, sauf dans le centre-ouest du banc, qui est rocheux. Le deuxième type d'habitat du poisson se trouve le long des talus du banc. Le chenal Laurentien s'incline vers l'ouest et le chenal du Flétan vers l'est du banc de Saint-Pierre (voir la figure 3.1). Le substrat du talus est principalement constitué de sable grossier. Le troisième habitat du poisson est la zone du talus et du chenal Laurentien, avec des profondeurs d'eau supérieures à 200 m, et un substrat principalement composé de limon et d'argile. En moyenne, l'eau est aussi constamment plus chaude que dans les zones de rive moins profondes (section 3.1.7). Le quatrième habitat du poisson est le banc Banquereau. Le type de substrat prédominant sur le banc Banquereau est le sable et le gravier, avec une circulation d'eau dans le sens des aiguilles d'une montre autour des bords extérieurs du banc (Amos et Nadeau 1988, cités dans OCNEHE 2003). L'extrémité sud-ouest du banc présente un niveau élevé de mélange tidal et est très productif (Rutherford et Breeze 2002, cités dans OCNEHE 2003). Enfin, la grande zone abyssale au sud du chenal Laurentien abrite une variété d'espèces de poissons que l'on ne trouve pas sur les bancs peu profonds.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les assemblages de poissons le long du talus continental, de 400 à 1 200 m, sont définis par des zones de profondeur de 400 à 800 m, et de 800 à 1 200 m (Markle et coll. 1988, cité dans Breeze et coll. 2002). Au-delà d'une profondeur de 1 200 m dans la zone abyssale, l'échantillonnage a été très disparate et il est difficile de caractériser les espèces et les assemblages dans cette région (Merrett et Haedrich 1997, cités dans Breeze et coll. 2002). Les sébastes, la merluche à longues nageoires, le grenadier du Grand Banc et la plie grise dominent les assemblages entre 400 et 800 m de profondeur. L'aiguillat noir, l'anguille égorgée bécue, le grenadier du Grand Banc et le grenadier de roche dominent les assemblages entre 800 et 1 200 m de profondeur. Une étude menée par Pohle et coll. (1992, tel que cité dans Breeze et coll. 2002) ont également identifié le balaou, le hoki et l'aiguillat noir comme des espèces d'eau profonde (plus de 300 m) ayant un potentiel pour la pêche commerciale.

D'autres poissons sont présents en plus petit nombre dans les eaux très profondes de la zone du plateau continental, notamment : le chaboisseau à dix-huit épines, l'hémitriptère atlantique, le queue-de-rat d'Amérique, la roussette de profondeur, le tapir à dorsale, le tapir à petites épines, la loquette, l'anguille égorgée de Gray, l'anguille à nez court, l'anguille épineuse, la chimère-couteau, le poisson-lanterne, le coffre zinga et plusieurs espèces de raies (Leucoraja lentiginosa, raie hérisson et raie de Jensen) (Pohle et coll. 1992, tel que cité dans Breeze et coll. 2002).

Les assemblages de poissons sur le plateau continental et le talus sont relativement distincts et liés à la profondeur de l'eau (Gomes et coll. 1992), les zones du talus situées entre 90 et 200 m comportant des espèces différentes de celles situées en dessous de 200 m. Cependant, comme le soulignent Gomes et coll. (1992), de nombreuses espèces de poissons sont présentes sur une plage de profondeur de plusieurs centaines de mètres le long du talus du banc de Saint-Pierre. Certaines espèces se déplacent de façon saisonnière entre les eaux peu profondes et les eaux profondes, tandis que d'autres se déplacent continuellement entre les profondeurs d'eau.

3.2.3.1 Espèces connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien

Le tableau 3.10 présente un résumé des espèces de poissons présentes dans la zone d'étude et la saison à laquelle chacune d'entre elles est le plus susceptible d'être présente. Les espèces qui sont connues ou susceptibles de frayer dans la zone, ainsi que les lieux et les périodes de frai consignés, sont énumérés dans le tableau 3.11. Ce tableau indique également la durée du (des) stade(s) de vie planctonique(s) de chaque espèce, et par conséquent le moment où elles peuvent être particulièrement vulnérables aux perturbations.

La section suivante donne un aperçu de ces espèces de poissons, y compris des informations sur leur répartition et leur abondance, leurs besoins en matière d'habitat et d'autres caractéristiques (les espèces sont présentées par ordre alphabétique). Un certain nombre d'espèces en péril sont connues pour être présentes dans la zone d'étude. Des informations sur ces espèces sont également fournies ci-dessous, et résumées dans la section 3.2.3.2.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.10 Espèces de poissons connues ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude

Espèces	Habitat	Saison de l'occurrence	Références
Gaspareau/alose d'été (Gaspereau)	Banc de Saint-Pierre	Automne et hiver Migrations de frai vers l'eau douce à la fin du printemps, qui se terminent au milieu de l'été	MPO 2001c; Scott et Scott 1988
Plie canadienne	Talus du chenal Laurentien et du banc Banquereau	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Queue-de-rat d'Amérique	Zone abyssale	Un seul enregistrement au large de l'extrémité est du banc Banquereau en 1896	Goode et Bean 1896, dans Scott et Scott 1988
Grande argentine	Talus inférieur du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Morue de l'Atlantique	Dans toute la zone d'étude : Banc de Saint-Pierre, chenal Laurentien, chenal du Flétan, banc Banquereau	Toute l'année	MPO 2002f; Scott et Scott 1988
Flétan de l'Atlantique	Talus du banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien, Déplacement saisonnier entre les eaux profondes et peu profondes	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Hareng	Chenal Laurentien, banc de Saint-Pierre et banc Banquereau	Hiver Migrent à travers le détroit de Cabot en été	Scott et Scott 1988
Saumon atlantique	Chenal Laurentien et banc de Saint-Pierre	Du printemps à la fin de l'automne Migrations vers et depuis les zones nordiques (Labrador et Groenland)	Ritter, 1989; Scott et Scott 1988
Balaou	Plateau continental et zone abyssale	Été – Automne	Scott et Scott 1988
Aiguillat noir	Chenal Laurentien, près ou sur le fond et talus continental et zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Thon rouge	Banc de Saint-Pierre et talus	Été	Scott et Scott 1988
Requin bleu	Banc de Saint-Pierre et chenal Laurentien	Été; quelques observations toute l'année, sauf en décembre et janvier	Scott et Scott 1988
Capelan	Banc de Saint-Pierre et Banc à Vert	Juillet-avril	Scott et Scott 1988
Brosme	Talus du chenal Laurentien	Toute l'année	Harris et coll. 2002; Scott et Scott 1988
Roussette de profondeur	Zone abyssale	Inconnu	Scott et Scott 1988
Anguille égorgée de Gray	Zone abyssale	Toute l'année, frai probable pendant les mois d'été	Scott et Scott 1988
Anguille égorgée bécue	Talus continental et zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Anguille épineuse	Zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Anguille à nez court	Zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Loquette	Zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Flétan du Groenland	Parties profondes du talus du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Aiglefin	Nombre peu élevé sur tout le plateau et en eau profonde le long du talus du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien. Eaux peu profondes du plateau continental en été	Printemps – Automne Migrent vers le cap Hatteras pendant l'hiver	MPO 2001d; Scott et Scott 1988
Myxine	Banc de Saint-Pierre et chenal Laurentien	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Hoki	Zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Merluche blanche	Bordure sud du banc de Saint-Pierre et bordure est du chenal Laurentien	Toute l'année	Scott et Scott 1988

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Espèces	Habitat	Saison de l'occurrence	Références
Merluche à longues nageoires	Chenal Laurentien, eaux plus profondes sur le talus, talus continental	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Merlu argenté	Chenal Laurentien, eaux plus profondes sur le talus	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Chimère-couteau	Zone abyssale	Inconnu	Scott et Scott 1988
Poisson-lanterne	Zone abyssale	Inconnu	Scott et Scott 1988
Chaboisseau à dix-huit épines	Zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Poule de mer	Banc de Saint-Pierre	Hiver Migration vers les côtes pour frayer à la fin du printemps et en été	Scott et Scott 1988
Maquereau	Talus entre le banc de Saint-Pierre et le chenal Laurentien	Hiver Migration vers le nord-est pour frayer en été	Scott et Scott 1988
Grenadier du Grand Banc	Talus inférieure du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien, talus continentale, fond vaseux (poissons benthiques)	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Grenadier de roche	Talus continental et zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Baudroie d'Amérique	Versant sud-ouest du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien	Toute l'année	MPO 2000e; Scott et Scott 1988
Lançon du nord	Banc de Saint-Pierre, zones de plateau peu profondes	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Goberge	Talus entre le banc de Saint-Pierre et le chenal Laurentien	Hiver Migration vers les côtes pendant l'été	Scott et Scott 1988
Requin-taupe commun	Banc de Saint-Pierre et chenal Laurentien	Printemps et été	Scott et Scott 1988
Sébaste	Banc de Saint-Pierre, Banc Banquereau et chenal Laurentien Distribution variable de la profondeur tout au long de l'année	Toute l'année	MPO 2000f
Hémitriptère atlantique	Zone abyssale	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Grande raie	Talus et chenal Laurentien, peu courante dans la zone d'étude	Toute l'année Certaines populations côtières migrent vers le large de façon saisonnière	Scott et Scott 1988
Raie à queue de velours	Talus entre le banc de Saint-Pierre, le banc Banquereau et le chenal Laurentien, sur des fonds meubles de vase et d'argile	Toute l'année	McKone et LeGrow 1983; Scott et Scott 1988
Raie à queue épineuse	Talus entre le banc de Saint-Pierre et le chenal Laurentien	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Raie épineuse	Banc de Saint-Pierre et banc Banquereau	Toute l'année	McKone et LeGrow 1983; Scott et Scott 1988
Raie tachetée	Banc Banquereau	Toute l'année	Scott et Scott 1988
Raie hérisson	Zone abyssale	Se déplacent vers le littoral en hiver et vers le large en été	Scott et Scott 1988
Raie à queue courte (Jensen)	Zone abyssale	Inconnu	Scott et Scott 1988
Aiguillat commun	Banc de Saint-Pierre	Juin	Walsh 1993
Calmar	Talus du chenal Laurentien et du banc de Saint-Pierre	Printemps, été, automne	Brise et coll. 2002
Espadon	Banc de Saint-Pierre et chenal Laurentien	De juin à novembre	Scott et Scott 1988
Tapir à dorsale	Zone abyssale	Inconnu	Scott et Scott 1988
Tapir à petites épines	Zone abyssale	Inconnu	Scott et Scott 1988

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Espèces	Habitat	Saison de l'occurrence	Références
Coffre zinga	Zone abyssale	Une seule capture a été signalée au large des côtes de la Nouvelle-Écosse en 1953	Leim et Scott 1966, dans Scott et Scott 1988
Plie grise	Chenal Laurentien, sud du banc de Saint-Pierre et talus continental	Toute l'année	Bowering 1982
Loup à tête large	Chenal Laurentien et sud du banc de Saint-Pierre (rare)	Toute l'année	MPO 2002i; Scott et Scott 1988
Loup de mer tacheté	Chenal Laurentien (rare)	Toute l'année	MPO 2002i; Scott et Scott 1988
Loup atlantique	Talus et chenal laurentien	Toute l'année	MPO 2002i; Scott et Scott 1988
Limande à queue jaune	Banc de Saint-Pierre et banc Banquereau	Printemps et été; migration vers le chenal Laurentien en hiver	Scott et Scott 1988

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.11 Espèces de poissons connues ou susceptibles de se reproduire dans la zone d'étude, avec les lieux et les périodes consignés

Espèces	Lieu de frai*	Période approximative de frai	Durée du stade planctonique	Références
Plie canadienne	Dans toute la zone du plateau, Banc de Saint-Pierre	Mai-Juin	12 à 16 semaines jusqu'à la métamorphose	Walsh 1994; Morgan 2001
Morue de l'Atlantique	Banc de Saint-Pierre, banc Banquereau et chenal du Flétan (3Psf, 3Psg, 3Psh, 4Vsc)	Mars à juin	10 à 12 semaines à 1-3 °C	MPO 2002f; Hutchings et coll. 1993; OCNEHE 2003
Flétan de l'Atlantique	Les frayères ne sont pas clairement définies, mais probablement sur le talus du banc de Saint-Pierre	Février à avril	3 à 4 mois jusqu'à la métamorphose	Zwanenburg et coll. 1997
Hareng	Banc Banquereau	Août à novembre	Les œufs fécondés restent au fond jusqu'à l'éclosion	OCNEHE 2003
Brosme	Talus sud-ouest du chenal Laurentien	Mai à août et atteint un sommet en juin	Reste planctonique jusqu'à 50 mm de longueur; le taux de croissance du brosme juvénile n'est pas documenté	Harris et coll. 2002; Scott et Scott 1988
Flétan du Groenland	Chenal Laurentien	Hiver	Inconnu	Scott et Scott 1988
Aiglefin	Banc de Saint-Pierre	Juin à juillet	4 à 5 semaines avant l'éclosion	Templeman et Bishop 1979; Page et Frank 1989; Scott et Scott 1988
Merluche blanche	Talus sud-ouest du banc de Saint-Pierre	Juin à août	Inconnu	Kulka 1996a
Maquereau	Chenal Laurentien Sud	Juin à juillet	1 semaine à 11-14 ºC (Notez qu'il s'agit d'une espèce pélagique)	Scott et Scott 1988
Goberge	Zones unitaires de l'OPANO 3Psg, 3Psh	Fin de l'été à l'automne	Éclosion en 1 à 2 semaines à 6 °C	Murphy 1996
Requin-taupe commun	Banc de Saint-Pierre et Chenal Laurentien (3Ps)	Hiver	Ovovivipare (jeunes vivants libérés).	Campana et coll. 2001
Sébaste	Le long du plateau (3Ps et 4Vn) et dans les eaux plus profondes du chenal	Accouplement à la fin de l'hiver; libération des jeunes d'avril à juillet	Ovovivipare (jeunes vivants libérés).	Ni et Sandeman 1997
Raie	Zone unitaire de l'OPANO 3Ps	Toute l'année	Dépôt de capsules ovigères contenant chacun un embryon	Kulka 1996b
Plie grise	Le long du talus du banc de Saint-Pierre (3Psg, 3Psh) à des profondeurs supérieures à 500 m	Janvier à mai	1 à 2 semaines jusqu'à l'éclosion à 8 °C	Bowering 1996; Scott et Scott 1988
Loup de mer	On ne sait pas avec certitude si le loup de mer fraie dans la zone d'étude. Si c'est le cas, ce serait probablement le long du talus du banc de Saint-Pierre	Septembre à novembre	Les larves restent benthiques jusqu'à 18 mm de longueur. Deviennent planctoniques lorsque le sac vitellin est absorbé.	Scott et Scott 1988; Simpson et Kulka 2002

* Voir les figures 3.9 et 3.10 pour les divisions et les zones unitaires de l'OPANO.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le cas échéant, et pour aider à définir les emplacements, il est fait référence aux divisions et aux zones unitaires de l'OPANO (voir figures 3.9 et 3.10). Ces régions administratives sont examinées en détail à la section 3.3.1.

Gaspareau

Le gaspareau et l'alose d'été sont des poissons anadromes, qui ensemble sont connus sous le nom de gaspareau (MPO 2001c). Le gaspareau passe la majeure partie de sa vie d'adulte dans l'océan, et entre en eau douce pour frayer. Dans l'océan, le gaspareau a été observé du sud de Terre-Neuve jusqu'à la Caroline du Nord. Sa plage de profondeur préférée est de 56 à 110 m, la plupart des occurences observées à des profondeurs inférieures à 100 m. Dans la zone d'étude, on le trouve sur le banc de Saint-Pierre (Scott et Scott 1988). Les migrations de frai vers l'eau douce commencent à la fin du printemps et se terminent au milieu de l'été. Ils retournent à l'océan une fois le frai terminé (MPO 2001c).

En mer, l'alimentation du gaspareau adulte se compose principalement de zooplancton, notamment d'amphipodes, de copépodes, de mysidacés, de petits poissons et d'œufs de poisson. On sait peu de choses sur les prédateurs du gaspareau, bien qu'on l'ait observé dans l'estomac de poissons prédateurs, dont le saumon atlantique et le bar rayé, qui ne sont pas présents dans la zone d'étude (Scott et Scott 1988).

Plie canadienne

Présente le long du talus du chenal Laurentien, la plie canadienne est probablement présente dans toute la zone d'étude à des profondeurs comprises entre 90 et 200 m (Gomes et coll. 1992). Elles semblent être plus abondantes à des profondeurs intermédiaires le long des talus du banc de Saint-Pierre (Morgan et coll. 2002). L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une baisse de la densité lors des levés de printemps et d'automne à la fin des années 1980 et au début des années 1990, avec une diminution mesurable après 1991 (Kulka et coll. 2003). Le frai a lieu dans la zone du banc de Saint-Pierre en mai et juin, avec le frai maximal en mai (Morgan 2001). Les œufs fécondés flottent près de la surface. Le temps d'incubation dépend de la température de l'eau, et est d'environ une à deux semaines à 5oC (Scott et Scott 1988).

La nourriture consommée par la plie canadienne dépend de la taille du poisson. Les larves de plie consomment des plantes et des invertébrés microscopiques dans les eaux de surface. Au fur et à mesure qu'ils grandissent et se déposent sur le fond, ils consomment de plus gros invertébrés benthiques comme les oursins plats, les ophiures, les oursins, les crevettes et les vers polychètes (Scott et Scott 1988). À l'âge adulte, la plie consomme également du capelan et du lançon (Pitt 1989). Au large de Terre-Neuve, le poisson constitue une part plus importante de leur alimentation (Breeze et coll. 2002).

Grande argentine

La grande argentine est un poisson d'eau profonde, signalé à des profondeurs de 183 à 256 mètres. Dans la zone d'étude, l'argentine est présente sur le talus inférieur du banc de Saint-Pierre. Il n'existe aucune information sur les migrations saisonnières et très peu sur le frai dans l'Atlantique Nord. On pense que le frai a lieu en mars et en avril sur le plateau néo-écossais. La grande argentine se nourrit principalement de krill, d'euphausiacés et de chétognathes. Les prédateurs signalés de la grande argentine comprennent le sébaste et la merluche (Scott et Scott 1988).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Morue de l'Atlantique

La morue de l'Atlantique est présente dans toute la zone d'étude et constitue probablement un mélange de populations ou de migrants saisonniers provenant d'autres secteurs (MPO 2002f). Les poissons des régions au nord du golfe (3Pn, 4RS) se mélangent aux poissons des régions 3Ps, du banc de Saint-Pierre (pendant l'hiver, par exemple). Au printemps et à l'été, la morue des zones extracôtières de la 3Ps migre probablement vers la côte jusqu'à la baie Placentia et même, pour certaines, jusqu'à la côte nord-est, pour revenir à l'automne (MPO 2002f). La morue de la baie Placentia ne semble pas migrer vers la région du golfe (Lawson et coll. 1998). Une partie importante du stock du sud du Golfe reste dans 4Vn jusqu'en mai, mais se retrouve dans 4Tfg en novembre (Sinclair et Currie 1994). La morue du sud du golfe du Saint-Laurent migre vers le chenal Laurentien pour y passer l'hiver (Breeze et coll. 2002). Plus de 100 000 tonnes métriques de morue provenant de quatre populations ont été estimées le long des versants du chenal en janvier au milieu des années 1990 (Campana et coll. 1999).

Préférant les températures fraîches, la morue passe généralement la majeure partie de son temps à se nourrir près du fond en eau profonde. Les larves de morue se nourrissent de divers petits crustacés, notamment de copépodes, d'amphipodes et de larves d'anatifes. Les morues juvéniles et les jeunes adultes se nourrissent de crustacés tels que les petits homards, les mysidacés, les crevettes, les crapauds et les bernard-l'ermite. Lorsque la morue atteint sa maturité (à environ 50 cm), les poissons prennent une place importante dans son alimentation. La morue s'alimente des ressources disponibles, et selon la disponibilité, le capelan, le lançon, le sébaste et le hareng sont les proies préférées. Les morues adultes sont mangées par les phoques et les baleines à dents, tandis que les morues adultes, les calmars et les goberges s'attaquent aux morues juvéniles (Scott et Scott 1988).

La principale frayère du sous-bassin Laurentien se trouve sur le banc de Saint-Pierre, dans les zones OPANO 3Psf, 3Psg et 3Psh (plutôt que sur le talus du banc de Saint-Pierre) (Hutchings et coll. 1993). Le frai a lieu de mars à juin (Hutchings et coll. 1993; Ouellet et coll. 1997), les œufs, les larves et les premiers stades juvéniles se trouvant dans le plancton pendant une durée de 10 à 12 semaines. Les jeunes juvéniles se déplacent vers les zones côtières la nuit et passent la journée dans des eaux plus profondes (20 m). Les juvéniles plus âgés (de trois à quatre ans) hivernent le long de la bordure du chenal Laurentien (Breeze et coll. 2002).

L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une chute spectaculaire de la distribution et de la densité de la morue pendant les levés de printemps et d'automne, à partir de la fin des années 1980 et jusqu'à la fin des années 1990 (Kulka et coll. 2003). En mai 2003, la population nord-laurentienne de morue de l'Atlantique, qui s'étend du nord du golfe du Saint-Laurent jusqu'à la côte sud de Terre-Neuve, a été jugée menacée par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). La population de morue de l'Atlantique des Maritimes demeure dans la catégorie des espèces préoccupantes (voir la section 3.2.3.2 pour des renseignements supplémentaires et des stocks précis) (COSEPAC 2003a).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Flétan de l'Atlantique

Le plus gros des poissons plats, le flétan de l'Atlantique, se trouve le long du talus du banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien. L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a indiqué une diminution de l'abondance du milieu des années 1980 à la fin des années 1990, avec une légère augmentation notée de 1998 à 2000 (Kulka et coll. 2003). Le flétan de l'Atlantique se déplace de façon saisonnière entre les eaux profondes et les eaux peu profondes, et évite ainsi les températures inférieures à 2,5 ºC (Scott et Scott 1988). Les frayères du flétan de l'Atlantique ne sont pas clairement définies, mais elles sont probablement situées dans la zone d'étude, sur le talus entre le banc de Saint-Pierre et le chenal Laurentien. Le frai a lieu entre février et avril dans les eaux profondes (1 000 m ou plus). Les œufs fécondés ont une flottabilité légèrement positive, ce qui signifie qu'ils sont naturellement dispersés et ne flottent que progressivement vers la surface. Une fois écloses, les larves en développement vivent de leur vitellus pendant les six à huit semaines suivantes, le temps que leur système digestif se développe et qu'elles puissent commencer à se nourrir de zooplancton naturel. Après quelques semaines d'alimentation, elles se métamorphosent d'une larve à symétrie bilatérale en un poisson plat asymétrique, et sont prêts à adopter un comportement démersal. À ce stade, ils mesurent environ 20 mm de longueur.

À l'état juvénile, le flétan de l'Atlantique se nourrit principalement d'invertébrés, notamment d'annélides, de crabes, de crevettes et d'euphausiacés. Les jeunes adultes (entre 30 et 80 cm de longueur) consomment à la fois des invertébrés et des poissons, tandis que les adultes matures (plus de 80 cm) se nourrissent entièrement de poissons. Il n'y a aucun prédateur du flétan de l'Atlantique n'est confirmé (Scott et Scott 1988).

Hareng

Le hareng est un poisson pélagique qui vit en bancs de poissons et que l'on trouve jusqu'à 200 m de profondeur. Dans la zone d'étude, le hareng est présent sur le banc de Saint-Pierre et sur le talus du banc en hiver. Pendant l'été, les bancs de harengs migrent à travers le détroit de Cabot vers des aires d'alimentation dans le sud du golfe du Saint-Laurent (Scott et Scott 1988). Le frai ne se produit pas dans la zone d'étude, mais plutôt sur le plateau néo-écossais dans les régions 4Wh et 4Wi de l'OPANO (Stephenson 1997). Les œufs de hareng sont démersaux, ils adhèrent au gravier ou aux algues. L'éclosion a lieu en une à deux semaines, les larves sont planctoniques (Scott et Scott 1988; Breeze et coll. 2002).

La nourriture principale du hareng à tous les stades de sa vie est le plancton, qui est consommé principalement pendant les heures de la journée. Les jeunes harengs consomment du phytoplancton microscopique, puis du zooplancton invertébré plus gros au fur et à mesure de leur croissance. Les harengs adultes consomment de grandes quantités de copépodes, d'euphausiacés et d'œufs de poisson, et filtre ainsi les petits invertébrés de l'eau à l'aide de leurs branchiospines. Le hareng est une source de nourriture importante pour de nombreux autres poissons, oiseaux et mammifères marins. Ils sont mangés par les calmars, les chiens de mer, les requins-taupes, les raies, les saumons, les morues de l'Atlantique, les merlus argentés et les merluches blanches, les maquereaux et les plies (Scott et Scott 1988).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Saumon atlantique

Le saumon atlantique est un poisson anadrome, qui vit dans les rivières d'eau douce pendant les deux premières années de sa vie avant de migrer vers la mer. Au printemps et en été, le saumon migre du nord-est de l'Amérique du Nord vers les eaux du Labrador et du Groenland pour s'y nourrir pendant une ou plusieurs années. Ils retournent vers les côtes de l'Amérique du Nord, et travesent le chenal Laurentien à l'automne (Ritter 1989).

Les juvéniles du saumon atlantique se nourrissent principalement de larves d'insectes aquatiques, notamment de phryganes et de mouches noires. Alors qu'ils sont en mer, ils consomment des euphausiacés, des amphipodes et des poissons, tels le hareng, le capelan, le jeune maquereau, le lançon et la jeune morue. Lorsqu'il retourne en eau douce pour frayer, le saumon atlantique ne mange pas. Dans l'océan, les saumons adultes sont la proie des phoques, des requins, des goberges et des thons (Scott et Scott 1988).

Le saumon atlantique a été officiellement inscrit sur la liste des espèces en voie de disparition dans la baie de Fundy en mai 2001 (COSEPAC 2003a), et des efforts de conservation ont été mis en œuvre pour empêcher que cela ne se produise à Terre-Neuve.

Balaou

Le balaou est un petit poisson pélagique, souvent confondu avec un jeune espadon. On le trouve en bancs dans les eaux chaudes de surface de la haute mer et il préfère des températures de 8 à 24 °C. Dans la zone d'étude, on les trouve en petit nombre sur le banc de Saint-Pierre et en bancs dans la zone abyssale. Ils subissent deux migrations : saisonnière et diurne. Ils migrent vers des eaux plus profondes (50 m) pendant la journée, et migrent vers le sud pendant les mois d'hiver. Le frai a lieu en hiver et au début du printemps à l'extérieur de la zone d'étude (Scott et Scott 1988). Cette espèce n'est pas pêchée commercialement dans les eaux canadiennes. L'alimentation du balaou est constitué de zooplancton, principalement des copépodes et des euphausiacés. Les prédateurs comprennent la morue de l'Atlantique, la goberge, le maquereau, les thons et les dauphins (Scott et Scott 1988).

Aiguillat noir

L'aiguillat noir est un petit requin d'eau profonde qui vit près ou sur le fond à des profondeurs de 1 700 m ou plus. Ils sont concentrés dans le chenal Laurentien au printemps (Simpson et Kulka 2001), mais on les observe dans la zone d'étude toute l'année. L'aiguillat noir est un ovovivipare, il porte des jeunes vivants. Son alimentation se compose principalement de céphalopodes, de crustacés pélagiques, de méduses et de sébastes. Ils n'ont pas de prédateurs connus (Scott et Scott 1988).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Thon rouge

Le thon rouge est une grande espèce pélagique migratrice que l'on trouve dans la zone d'étude sur le banc et le talus de Saint-Pierre pendant les mois d'été (Breeze et coll. 2002; Scott et Scott 1988). Ils migrent dans les eaux canadiennes depuis la Floride et le golfe du Mexique, et à l'automne, ils migrent à nouveau, certains retournent dans le golfe du Mexique et d'autres en Europe. Le frai n'a pas lieu dans les eaux canadiennes. Les thons sont des prédateurs voraces et actifs. Dans les eaux canadiennes, ils se nourrissent de poissons pélagiques et de poissons de fond, dont le capelan, le hareng, le maquereau, le merlu argenté et la merluche blanche. Les thons rouges adultes ont peu de prédateurs naturels, bien que quelques-uns soient la proie des épaulards et des makos (Scott et Scott 1988).

Le thon obèse et l'albacore occupent une gamme similaire à celle du thon rouge (Scott et Scott 1988). Cependant, la limite nord de leur aire de répartition est le plateau néo-écossais, et ils ne sont pas capturés dans les limites de la zone d'étude (annexe C).

Hoki

Le hoki est une espèce benthopélagique vivant sur des fonds vaseux à des profondeurs de 1 300 à 2 500 m, qui remonte rarement dans la colonne d'eau. Il préfère une température d'eau d'environ 2 à 3 °C Dans la zone d'étude, on le trouve toute l'année au large dans la zone abyssale. On ne sait pas si ils frayent dans la zone d'étude. Son alimentation se compose principalement d'invertébrés benthiques, notamment de crustacés et de calmars. Il n'existe aucune trace de prédation, mais il est suggéré que le hoki est la proie de grands poissons benthiques (Scott et Scott 1988). Cette espèce n'est pas pêchée commercialement dans les eaux canadiennes.

Requin bleu

Le requin bleu est une grande espèce pélagique présente dans le monde entier. On le trouve dans les eaux canadiennes, y compris dans les bancs du sud de Terre-Neuve, principalement pendant l'été. Cependant, plusieurs observations ont été faites chaque mois, sauf en décembre et janvier. Dans l'Atlantique Nord, des études par marquage ont montré que les requins bleus se déplacent dans le sens des aiguilles d'une montre. Les emplacements exacts de la reproduction/naissance sont inconnus, mais ne se produisent pas sur les plateaux continentaux (Scott et Scott 1988). Les requins bleus consomment principalement des poissons pélagiques et des calmars.

Capelan

Le capelan est une petite espèce grégaire et pélagique. Dans l'Atlantique nord-ouest, on les trouve le long des côtes du Labrador et de Terre-Neuve, sur les Grands Bancs et dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (MPO 2001g). À maturité, les bancs de capelans adultes migrent vers le littoral pour frayer sur les plages en juin et juillet. Après l'éclosion des œufs, les larves quittent le gravier de la plage et la plupart sont rapidement emportées hors des baies par les courants de surface (MPO 2000g). Le capelan est un élément clé de la chaîne alimentaire et est consommé par de nombreux prédateurs, dont la morue, le saumon, le flétan du Groenland, les oiseaux de mer, les baleines et les phoques (MPO 2000g).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Brosme

Le brosme est un poisson de fond solitaire, qui nage à faible vitesse, que l'on trouve des deux côtés de l'Atlantique Nord et qui préfère les fonds rocheux. Dans les eaux canadiennes, cette espèce est commune dans le golfe du Maine, le golfe du Saint-Laurent et au sud-ouest du plateau néo-écossais (Harris *et coll.* 2002; Scott et Scott 1988). La gamme de profondeur préférée des poissons est de 128 à 144 m, mais certains ont été capturés jusqu'à une profondeur de 600 m. Dans la zone d'étude, le brosme se retrouve le long des talus du chenal Laurentien (Harris *et coll.* 2002). Le frai a lieu de mai à août et atteint un sommet en juin. Dans la zone d'étude, le brosme fraie le long du talus ouest du chenal Laurentien (Harris *et coll.* 2002).

L'alimentation du brosme n'est pas bien documentée, car son estomac se retourne généralement lorsqu'il est ramené à la surface. Des études ont montré que dans les eaux européennes, le brosme se nourrit de crabe, de mollusques, de krill, de morue et de flétan. On présume que leur alimentation est la même dans les eaux canadiennes. On a observé la prédation du brosme par des phoques à capuchon au Groenland (Scott et Scott 1988), mais il n'y a aucune trace de prédation du brosme sur le plateau néo-écossais (Harris et coll. 2002).

En mai 2003, le brosme a été désigné comme une espèce menacée par le COSEPAC (2003a).

Flétan du Groenland

Le flétan du Groenland (aussi appelé turbot) occupe les parties plus profondes du talus du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien (Gomes et coll. 1992). Contrairement à la plupart des poissons plats, le flétan du Groenland passe une grande partie de son temps à nager au fond de l'eau, et se comporte ainsi comme une espèce pélagique. Avec une gamme de profondeur de 90 à 1 600 m, le flétan du Groenland se trouve généralement à des profondeurs d'environ 450 m (Scott et Scott 1988). L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une diminution de l'abondance de la fin des années 1980 au début des années 1990 pendant les deux saisons de levé (printemps et automne) (Kulka et coll. 2003). On pense que le frai a lieu dans la zone au sud du chenal Esquiman et du chenal Laurentien pendant l'hiver (Templeman 1973).

Le flétan du Groenland est un prédateur bathypélagique qui se nourrit de divers poissons et invertébrés, dont le capelan, la morue de l'Atlantique, le sébaste, le lançon, les crustacés (surtout les crevettes), les calmars et les jeunes flétans du Groenland. Les phoques à capuchon, les morues de l'Atlantique adultes et les saumons adultes s'attaquent aux flétans du Groenland juvéniles.

Aiglefin

Étant proche de la limite nord de son aire de répartition, l'aiglefin est probablement présent en faible nombre sur tout le plateau et en eau profonde le long du talus du banc de Saint-Pierre dans le chenal Laurentien (Murphy 1995; Gomes et coll. 1992; Breeze et coll. 2002). Pendant l'été, l'aiglefin occupe les eaux libres peu profondes du plateau, mais se déplace vers des profondeurs de 360 m pendant l'hiver (Breeze et coll. 2002).

Le banc de Saint-Pierre (division 3Ps de l'OPANO) est une aire de frai connue pour l'aiglefin (Page et Frank 1989; Begg 1998). Le frai maximal de l'aiglefin a lieu en juin et juillet dans les eaux de Terre-Neuve (Templeman et coll. 1978; Templeman et Bishop 1979). L'aiglefin est un exemple d'une espèce qui communique par le son pendant les rituels de reproduction, où le poisson mâle émet une série de coups, de râles et de bourdonnements pendant la parade nuptiale (Hawkins 1986).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Au milieu des années 1950, une importante pêche à l'aiglefin a eu lieu sur le banc de Saint-Pierre. Cependant, il n'y a pas actuellement de pêche dirigée de l'aiglefin dans la zone 3Ps. Des levés récents ont révélé la présence de très peu d'aiglefins, et bien que des levés récents aient suggéré une certaine augmentation de la population, la biomasse est à un niveau faible par rapport au milieu et à la fin des années 1980 (MPO 2001d). L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une diminution de l'abondance dans les levés de printemps et d'automne à partir de la fin des années 1980 jusqu'à la fin des années 1990; un rétablissement a été observé de 1998 à 2000 pour les deux saisons (Kulka et coll. 2003).

L'aiglefin s'alimente principalement par le fond, sa nourriture variant selon sa taille (MPO 2001d). Les premières années, ils se nourrissent principalement de crustacés, puis le capelan, le lançon et le hareng deviennent plus abondants dans l'alimentation des adultes. Dans les secteurs de pêche, comme le banc de Saint-Pierre, l'aiglefin se nourrit le plus souvent de capelan, de merluche, d'anguille d'Amérique, de hareng et de grandes quantités de capelan et d'œufs de hareng. En retour, la morue, la goberge et la merluche s'attaquent aux aiglefins juvéniles. Les aiglefins adultes sont consommés par les phoques communs et les phoques gris (Scott et Scott 1988).

Myxine

La myxine du nord se trouve probablement sur le banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien. On les observe généralement à des profondeurs de 30 m, mais on en a observé jusqu'à 958 m. Ayant besoin d'une salinité élevée (30 ppm ou plus) et d'une température basse (supérieure à 12 ºC), on les trouve généralement dans des eaux plus profondes avec des substrats vaseux. La myxine reste couverte de vase pendant de longues périodes, ce qui suggère qu'elle est un organisme anaérobie facultatif (Scott et Scott 1988). La myxine est un détritivore vorace qui attaque, creuse et consomme les organes internes des poissons capturés par les palangres et les filets maillants de fond. Ils consomment également des polychètes et des crustacés. Bien qu'elle ait peu de prédateurs à l'âge adulte (en raison de la muqueuse que la myxine produit sur sa peau), on a trouvé de jeunes myxines dans l'estomac de morues et de flétans de l'Atlantique (Scott et Scott 1988). La myxine ne fraie pas dans la zone d'étude.

Merluche blanche, merlu argenté et merluche à longues nageoires

La merluche blanche est une espèce benthique, qui préfère les eaux du talus plus chaudes (5 à 11 ºC) à des profondeurs supérieures à 200 m, mais qui est présente de manière saisonnière sur une large gamme de profondeurs (Kulka et Simpson 2002). Dans la zone d'étude, la merluche blanche est plus abondante sur la bordure sud du banc de Saint-Pierre et sur la bordure est du chenal Laurentien. Le merlu argenté et la merluche à longues nageoires sont également présentes en plus faible densité dans les eaux plus profondes du talus (Gomes *et coll.* 1992). La merluche se déplace au-dessus de la gamme de profondeur de 150 à 200 m, avec des apparitions occasionnelles à des profondeurs aussi faibles que 100 m (Gomes et coll. 1992). Au printemps, la merluche à longues nageoires migre vers les eaux plus profondes des chenaux Laurentien et Hermitage (Simpson et Kulka 2002). Seule la merluche blanche fraie dans la zone d'étude, sur le talus sud-ouest du banc de Saint-Pierre entre juin et août (Kulka 1996a), et produit des œufs et des larves planctoniques qui dérivent dans les 50 m supérieurs de la colonne d'eau (Markle *et coll.* 1982). Le merlu argenté fraie sur les bancs d'Émeraude et Western, et produit des œufs pélagiques qui éclosent en quelques jours. Les larves se rassemblent dans les eaux de surface (moins de 20 m) pendant la journée (Fortier et Villeneuve 1996).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La merluche blanche et le merlu argentées'attaquent à d'autres poissons. Dans les eaux de Terre-Neuve, la merluche blanche se nourrit de merlu argenté, de merluche rouge, de merluche à longues nageoires, de morue de l'Atlantique, de hareng et de poissons plats (Kulka et Simpson 2002). Le merlu argenté consomme principalement des gadidés, y compris ses propres petits. Ils s'attaquent également à certaines espèces pélagiques, notamment le hareng de l'Atlantique, l'éperlan, le lançon, le maquereau et le calmar. Les prédateurs du merlu, en particulier des juvéniles, comprennent les phoques et la morue de l'Atlantique (Scott et Scott 1988).

Anguille égorgée bécue

L'anguille égorgée bécue est un poisson démersal, que l'on trouve à des profondeurs allant de 238 à 3 656 m, qui préfère une eau à 1,4 °C ou plus chaude. On la trouve dans la zone d'étude, dans l'abyssal profond au sud des Grands Bancs et du banc Banquereau. Elles frayent en été. Aucune migration n'est décrite pour l'anguille égorgée bécue, on suppose donc que le frai a lieu dans la zone d'étude. L'alimentation de l'anguille égorgée bécue se compose de céphalopodes, de poissons à nageoires juvéniles, d'amphipodes et d'autres crustacés benthiques (FishBase 2002). Cette espèce n'est pas pêchée commercialement dans les eaux canadiennes.

Poule de mer

La poule de mer est commune sur le banc de Saint-Pierre et sur le banc à Vert (Gomes et coll. 1992) jusqu'à des profondeurs de 330 m. Une migration de frai vers des eaux peu profondes et côtières se produit à la fin du printemps et au début de l'été (Scott et Scott 1988). Les frayères préférées de cette espèce sont les rivages rocheux peu profonds, avec des algues abondantes, le long des côtes de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse, à l'extérieur de la zone d'étude.

Leur nourriture se compose principalement d'invertébrés comme le krill, les amphipodes, les copépodes et les méduses, et des poissons comme le hareng et le lançon (MPO 2002g). La poule de mer adulte a tendance à se nourrir principalement pendant l'hiver. La poule de mer est une proie pour les phoques et autres mammifères marins (Scott et Scott 1988).

Maquereau

Le maquereau est un poisson pélagique et fait partie des migrateurs les plus actifs, formant de grands bancs contenant des poissons de taille uniforme. On les trouve à des profondeurs de 70 à 200 m, le long du talus du banc de Saint-Pierre pendant l'hiver, à des températures de 9 à 12 ºC (Scott et Scott 1988). Le frai a lieu dans les eaux de surface du sud du chenal Laurentien en juin et juillet (Grégoire 1997). L'éclosion se produit en une semaine à des températures de 11 à 14 ºC (Scott et Scott 1988). Les larves se rassemblent en amont dans la colonne d'eau la nuit, mais se déplacent plus en profondeur pendant la journée. Pendant les périodes du matin et de l'après-midi, les larves se concentrent dans la thermocline, à une profondeur de 10 à 20 m (Fortier et Villeneuve 1996). La mortalité larvaire est élevée (50 %) en raison de la prédation par les poissons pélagiques et les poissons de fond et des larves plus grandes (Ahens 1985).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le maquereau se nourrit de différentes manières à différents stades de son développement. Au début, ils filtrent de grandes quantités de petits organismes planctoniques à l'aide de leurs branchiospines. A l'âge adulte, le maquereau est un mangeur sélectif. Ils consomment des invertébrés planctoniques tels que des amphipodes, des euphausiacés, des crevettes, des larves de crabes et des œufs de poissons. Ils s'attaquent également aux jeunes poissons, notamment au capelan et au hareng (Scott et Scott 1988).

Grenadier du Grand Banc

Le grenadier du Grand Banc est un poisson benthique, vivant sur les fonds vaseux. Au large de Terre-Neuve, il est le plus abondant à des profondeurs allant de 183 à 732 mètres. Dans la zone d'étude, il est présent sur le talus inférieur des emplacements du banc de Saint-Pierre. On pense que le frai a lieu pendant l'été, bien que le lieu du frai et les caractéristiques des œufs et des larves ne soient pas connus (Scott et Scott 1988).

Baudroie d'Amérique/baudroie

La baudroie d'Amérique (parfois aussi appelée diable) est présente le long du talus sud-ouest du banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien (Simpson et Kulka 2001) jusqu'à une profondeur de 650 m, avec une migration saisonnière vers des eaux de plateau moins profondes pendant l'été. On n'a jamais observé le frai dans la zone d'étude. Le frai estival en zone côtière produit des masses ovigères pélagiques pouvant atteindre 12 m de long (MPO 2000e). Les larves passent plusieurs mois dans les eaux de surface avant de se fixer sur le fond (Scott et Scott 1988).

Les baudroies d'amériques adultes sont des prédateurs voraces, qui consomment la plupart des invertébrés et des poissons qui peuvent être attirés par le « leurre » sur le dessus de la tête. On a même trouvé des oiseaux de mer dans leurs estomacs (Scott et Scott 1988).

Lançon du Nord

Le lançon du Nord est un petit poisson benthique que l'on observe dans les zones de plateau peu profondes, à des profondeurs inférieures à 90 m (Scott et Scott 1988). Le lançon du Nord est présent sur le banc de Saint-Pierre, mais ne fraie pas dans la zone d'étude. Pendant l'hiver, le lançon du Nord migre vers les eaux peu profondes pour frayer. Les œufs tombent au fond, où ils se collent aux grains de sable. Après l'éclosion, les larves remontent vers les eaux de surface, où elles restent pendant plusieurs semaines (Scott 1985) en se nourrissant principalement de copépodes planctoniques. Ces larves constituent une nourriture importante pour les prédateurs tels que la morue de l'Atlantique, l'aiglefin, la goberge et les oiseaux de mer. Le lançon remonte vers la surface la nuit pour se nourrir, et retourne au fond pendant la journée (Scott et Scott 1988).

Les lançons adultes constituent une source de nourriture extrêmement importante pour de nombreux poissons commerciaux, notamment la morue de l'Atlantique, l'aiglefin, la plie canadienne, la goberge et la limande à queue jaune (Scott et Scott 1988). Comme le lançon est un poisson fouisseur, il est particulièrement sensible aux perturbations du substrat dans son aire de distribution.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Goberge

La goberge mature est présente sur les talus du banc de Saint-Pierre, qui s'approche de la limite nord de son aire de distribution dans l'Atlantique nord-ouest (MPO 2002h). Bien qu'elle soit considérée comme un poisson de fond, la goberge passe beaucoup de temps à nager au fond de l'eau en mer. Ils ne sont pas inactifs sur le fond, comme le sont parfois la morue ou l'aiglefin. Avec une gamme de profondeur préférée de 110 à 180 m, la goberge a été observée à des profondeurs allant jusqu'à 365 m (Scott et Scott 1988). L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une diminution de l'abondance du début des années 1990 (plus marquée en 1991) à la fin des années 1990, avec une légère augmentation de 1998 à 2000 (Kulka et coll. 2003).

Dans le chenal Laurentien, la goberge d'un an se nourrit presque exclusivement de petits poissons, dont le hareng, le lançon et le sébaste. Les goberges adultes consomment ces mêmes espèces, ainsi que des crustacés, dans des proportions égales, mais les goberges de grande taille consomment plus de poissons que les petites goberges. La goberge a relativement peu de prédateurs naturels, mais elle est parfois victime de cannibalisme, ainsi que des phoques communs (Scott et Scott 1988). Les larves de goberge sont mangées par un certain nombre de prédateurs.

Dans la zone d'étude, la goberge fraie dans les régions 3Psg et 3Psh de l'OPANO, le long du talus du banc de Saint-Pierre. Le frai a lieu principalement à la fin de l'été et au début de l'automne (Murphy 1996).

Requin-taupe commun

Le requin-taupe commun est un grand requin pélagique d'eau froide que l'on trouve sur le banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien au printemps et en été (Scott et Scott 1988). Le requin-taupe commun est ovovivipare, avec une portée moyenne de quatre petits. L'accouplement a lieu dans la division 3Ps de l'OPANO à la fin de l'été (Campana et coll. 2001). La naissance a lieu huit à neuf mois plus tard, pendant l'hiver dans l'Atlantique nord-ouest.

L'alimentation du requin-taupe commun est composé de poissons et de céphalopodes (Campana et coll. 2001). Au printemps, l'alimentation se compose principalement d'espèces pélagiques telles que le hareng et le maquereau (Scott et Scott 1988), pour passer en hiver à des poissons de fond tels que l'aiglefin. Cela reflète les répartitions des requins-taupes communs à différentes périodes de l'année, car ils se déplacent plus profondément en automne (Campana et coll. 2001).

Sébaste

Le sébaste est principalement une espèce d'eau profonde (Orr et coll. 2000), mais il aurait tendance à se déplacer au-dessus de l'intervalle de profondeur de 150 à 200 m et occasionnellement jusqu'à 100 m de profondeur (Gomes et coll. 1992). Les sébastes ont une distribution complexe et variable tout au long de l'année, occupant des profondeurs allant de 100 à 1 400 m. Ils sont stratifiés par taille, les petits poissons se trouvant dans les eaux peu profondes et les grands poissons dans les eaux plus profondes (McKone et LeGrow 1984).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le sébaste est présent le long du talus inférieure et dans le chenal Laurentien, qui est une route de migration essentielle (Breeze et coll. 2002). Le sébaste de l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent, auparavant géré comme les divisions 4RST de l'OPANO) migre du golfe du Saint-Laurent vers le détroit de Cabot (plus précisément les subdivisions 3Pn, 4Vn et 3Ps) d'octobre à décembre. En raison du déclin du nombre de sébastes, les zones 3Pn et 4Vn sont fermées à la pêche pendant ces mois depuis 1995 (Morin et coll. 2001; MPO 2000f). Comme d'autres migrateurs, le sébaste hiverne dans le détroit de Cabot (MPO 2001e) et retourne dans le haut golfe du Saint-Laurent au printemps.

Le frai a lieu dans les divisions 3Ps et 4Vn de l'OPANO, le long du plateau du banc de Saint-Pierre et dans les eaux plus profondes du chenal. L'accouplement a lieu à la fin de l'hiver et les femelles portent les petits en développement jusqu'à leur mise à l'eau entre avril et juillet (Scott et Scott 1988). Après l'éclosion, les larves de sébaste se rassemblent dans les eaux de surface pendant la nuit. Pendant le jour, on les retrouve dans ou sous la thermocline à une profondeur de 10 à 20 m (Fortier et Villeneuve 1996). Le succès du recrutement est variable, de nombreuses classes d'âge étant observées à des intervalles d'au moins cinq ans, et il leur faut environ sept ans pour atteindre la taille commerciale minimale (MPO 2000f).

Les sébastes sont des prédateurs pélagiques qui se nourrissent principalement de copépodes, d'amphipodes et de crevettes (Rodforageuez-Marin et coll. 1994), et du capelan dans certaines zones (Frank et coll. 1996).

En raison de son abondance décroissante au cours de la dernière décennie, le sébaste a été placé sur la liste de priorité des espèces candidates par le COSEPAC (COSEPAC 2003b).

Grenadier de roche

Le grenadier de roche se trouve dans les eaux profondes du talus continental et de la zone abyssale, à des profondeurs de 350 à 2 500 m, et à des températures de 3,5 à 4,5 °C. Il effectue une importante migration trophique verticale de jour, et se déplaçe jusqu'à 480 m du fond pour se nourrir. Il se nourrit principalement d'invertébrés pélagiques et de petits poissons, dont des crustacés, des euphausiacés et des calmars. Le frai ne se produit pas dans la zone d'étude (Scott et Scott 1988).

Le grenadier de roche est un poisson qui nage à faible vitesse et est la proie de nombreux autres poissons, dont le flétan du Groenland et le sébaste. Il n'est sont pas pêché commercialement par les pêcheurs canadiens, mais il été pêché par les flottes de l'URSS dans les années à 1960 à 1980 (Scott et Scott 1988).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Grande raie

La grande raie n'est pas commune dans la zone d'étude, mais elle est présente sur certaines parties du banc de Saint-Pierre et du chenal Laurentien (Simon et coll. 2002). On les trouve depuis les hauts-fonds jusqu'à 750 mètres. La grande raie est la plus grande espèce de raie de l'Atlantique Nord, atteignant une longueur de 152 cm. L'accouplement se fait par fécondation interne, après quoi la femelle dépose de grandes capsules ovigères (12,7 cm de long). La jeune raie émerge de la capsule ovigère comme un individu nageant librement. La grande raie est un prédateur benthique qui se nourrit de mollusques bivalves, de calmars, de crevettes et de vers marins. Ils se nourrissent également de poissons tels que le hareng, l'aiguillat commun, le lançon, le merlu et divers poissons plats. Il n'y a pas de prédateurs naturels, à l'exception de très grands requins. Aucune migration nord-sud n'a été observée, mais on sait que les populations côtières migrent vers le large de façon saisonnière (Scott et Scott 1988).

Raie à queue de velours

La raie à queue de velours se trouve sur le banc de Saint-Pierre et sur le talus (McKone et LeGrow 1983), à des profondeurs de 45 à 915 m sur des fonds meubles de vase et d'argile. Elles se concentrent le long du bord du plateau et des bords des bassins profonds. Peu d'entre elles ont été capturées au-dessus des bancs (Breeze et coll. 2002). La période de frai n'est pas connue, et on pense que l'accouplement a lieu sur l'ensemble de leur aire de distribution. La jeune raie quitte la capsule ovigère en nageant librement (McKone et LeGrow 1983).

La raie épineuse et la raie à queue de velours sont des espèces sympatriques, qui se disputent les mêmes sources de nourriture, notamment les crustacés décapodes, les mysidés et les euphausiacés (Scott et Scott 1988).

Raie à queue épineuse

La raie à queue épineuse est la raie de profondeurs la plus commune dans les eaux canadiennes. On l'observe généralement dans des eaux d'une profondeur supérieure à 165 m, jusqu'à 256 m au maximum. Peu fréquente dans la zone d'étude, elle a été capturée sur le talus du banc de Saint-Pierre. On sait qu'elle se nourrit de capelan et de raie à queue épineuse (Scott et Scott 1988).

Raie épineuse

La raie épineuse est probablement présente dans l'ensemble de la zone d'étude, mais plus fréquemment à des profondeurs d'eau comprises entre 90 et 200 m (Gomes et coll. 1992), sur des fonds durs et meubles (Kulka et coll. 1996). Elle est considérée comme sédentaire, et se déplaçe rarement de plus de 100 km au cours de sa vie (Templeman 1984). Une analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une réduction continue de la densité de la raie épineuse de la fin des années 1980 jusqu'au début des années 1990 (dans la partie nord de son aire de répartition) (Kulka et coll. 2003). L'accouplement, par fécondation interne, a lieu toute l'année (Scott et Scott 1988) dans toute la zone d'étude du banc de Saint-Pierre. Les capsules ovigères sont libérés par la femelle (deux par semaine), et l'éclosion a lieu environ six mois plus tard. Les jeunes raies quittent la capsule ovigère en nageant librement (McKone et Legrow 1983).

La raie épineuse se nourrit de polychètes, de crabes et de buccins et, à mesure qu'elle grossit, les cottidés, le sébaste, le lançon et l'aiglefin deviennent des proies plus importantes (Rodforageuez-Marin et coll. 1994). On a observé des raies dans l'estomac de phoques, de requins et de flétans de l'Atlantique.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Raie tachetée

La raie tachetée est un poisson des grandes profondeurs que l'on trouve sur les substrats de sable et de gravier et dont sa gamme de profondeur préférée se situe entre 37 et 90 m (Scott et Scott 1988). Dans la zone d'étude, on l'observe et on l'exploite commercialement sur le haut-fond est du banc Banquereau et dans les eaux de talus de la zone 4Vs de l'OPANO (MPO 2002k). La reproduction se fait par fécondation interne en été et en automne. Les femelles déposent des capsules ovigères démersales, d'où sortent de jeunes vivants. La reproduction a probablement lieu dans la zone d'étude, bien que l'endroit précis soit inconnu (Scott et Scott 1988).

L'alimentation de la raie tachetée se compose principalement d'amphipodes et de polychètes. Les poissons tels que le lançon, les décapodes, les isopodes et les bivalves sont également des sources de nourriture importantes. Elles sont la proie des requins, d'autres raies et des phoques gris (Scott et Scott 1988).

Aiguillat commun

L'aiguillat commun est un petit requin migrateur et grégaire. On l'observe sur le banc de Saint-Pierre en juin, apparemment en direction des baies Placentia, St. Mary's et Fortune Bays (Walsh 1993). Ce requin migre sur de grandes distances, de Terre-Neuve à l'Islande, en passant par la Nouvelle-Angleterre et la Virginie. L'aiguillat commun est ovovivipare (il porte des jeunes vivants), avec une période de gestation de 22 à 24 mois. On considère que tous les aiguillats de l'Atlantique nord-ouest appartiennent à une seule grande population (Scott et Scott 1988). La naissance a lieu pendant l'hiver, au large du sud-est des États-Unis (Walsh 1993), et les jeunes mesurent de 25 à 30 cm de long à la naissance (Scott et Scott 1988). L'aiguillat commun s'alimente des ressources disponibles. Dans les eaux au large de Terre-Neuve, il se nourrit principalement de petits poissons, dont le capelan, le hareng et la morue de l'Atlantique. Il a peu de prédateurs naturels. Les poissons osseux et les requins prédateurs s'attaquent aux nouveau-nés (Scott et Scott 1988).

Encornet nordique

L'encornet nordique est un mollusque pélagique que l'on trouve du Labrador à la Floride. Habitant généralement les eaux plus profondes, on l'observe le long des talus du chenal Laurentien au printemps et à l'automne et sur les bancs néo-écossais et de Saint-Pierre pendant l'été (Breeze *et coll.* 2002). Avec une durée de vie d'un an et demi seulement, l'encornet a un taux de croissance extrêmement élevé et ne se reproduit qu'une seule fois. Le frai a lieu uniquement au sud du cap Hatteras pendant l'hiver. Les larves sont transportées vers le nord par le courant du Golfe (Breeze et coll. 2002). Il n'y a pas eu d'importantes pêches commerciales d'encornet nordique en raison du déclin des stocks, dû à la période prolongée d'eaux froides. L'encornet nordique préfère des températures de fond de 9 à 13 ºC et des températures de surface de 13 à 20 ºC (Breeze et coll. 2002).

Prédateur vorace, l'encornet nordique est en concurrence avec des espèces telles que le merlu argenté pour la nourriture. Il consomme des poissons, des crustacés et des mollusques. Le calmar est une source de nourriture importante pour les poissons commerciaux (merlu argenté, aiglefin, morue, goberge et thon), les mammifères marins et les oiseaux de mer (Breeze *et coll.* 2002).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Espadon

L'espadon est une grande espèce pélagique migratrice que l'on retrouve partout dans le monde. Il entre dans les eaux canadiennes en juin et en sort en novembre, et migre ainsi des eaux plus chaudes du courant du Golfe au large (Scott et Scott 1988). Pendant l'été et l'automne, on peut observer l'espadon dans toute la zone d'étude. On l'observe dans une large gamme de profondeurs, depuis les eaux de surface jusqu'à plus de 500 m de profondeur. Il migre souvent verticalement, préférant les eaux profondes pendant la journée et remontant à la surface la nuit. La reproduction n'a pas lieu dans les eaux canadiennes (Scott et Scott 1988).

S'alimentant des ressources disponibles, l'espadon se nourrit dans les eaux canadiennes de plusieurs espèces de poissons, dont le maquereau, le merlu argenté, le sébaste et le hareng, ainsi que d'encornet nordique. Le seul prédateur observé de l'espadon dans les eaux canadiennes est le requin (Scott et Scott 1988).

Plie grise

La plie grise a été enregistrée à des profondeurs de 1 570 m, les plus grands nombres enregistrés à des profondeurs comprises entre 185 et 365 m. Elle ne migre pas (Scott et Scott 1988). L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé une baisse de l'abondance de la fin des années 1980 au début des années 1990 (Kulka et coll. 2003). Des concentrations de frai de plie grise ont été observées sur le talus sud-ouest du banc de Saint-Pierre, ainsi que dans le chenal Esquiman et l'est du chenal Laurentien dans le golfe du Saint-Laurent (Bowering 1990). Le frai au large du sud-ouest de Terre-Neuve et dans le nord du golfe du Saint-Laurent semble avoir lieu principalement en janvier et février. Le frai a lieu le long du talus du banc de Saint-Pierre entre janvier et mai (Bowering 1996), à des profondeurs supérieures à 500 m où la température de l'eau est favorable. Les œufs fécondés flottent et éclosent en une à deux semaines à une température d'eau de 8 °C. Les proies de la plie grise sont les vers polychètes, les amphipodes, les petits poissons, les petits bivalves et les escargots. Il existe peu d'informations concernant les prédateurs, mais on sait qu'ils constituent une nourriture pour les phoques du Groenland (Scott et Scott 1988).

Loup de mer

Trois espèces de loups de mer peuvent être présentes dans les eaux plus profondes de la zone d'étude.

Le loup à tête large est présent dans le chenal Laurentien (Simpson et Kulka 2001), le long du talus du banc de Saint-Pierre à des profondeurs intermédiaires de 90 à 200 m (Gomes et coll. 1992), et a été observé à des profondeurs de 600 m (Scott et Scott 1988). Des études par marquage ont montré que le loup à tête large ne migre pas sur de longues distances et ne forme pas de grands bancs. Le loup à tête large est un prédateur benthique et bathypélagique, qui se nourrit de méduses, de cténophores, de crabes, d'ophiures, d'étoiles de mer et d'oursins. Les prédateurs du loup à tête large comprennent le sébaste et la morue de l'Atlantique (Scott et Scott 1988). En raison du déclin de son abondance dans toute son aire de distribution, le loup à tête large a été inscrit par le COSEPAC en mai 2001 comme espèce menacée (COSEPAC 2003a).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le loup tacheté est présent dans les eaux profondes du chenal Laurentien et du chenal Hermitage (Simpson et Kulka 2002), à des profondeurs de 475 m ou plus (MPO 2002i). Des études par marquage ont montré que le loup tacheté ne migre que localement et ne forme pas de bancs (MPO 2002I). L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a révélé que l'abondance du loup tacheté a diminué de la fin des années 1980 au milieu des années 1990, mais qu'elle a augmenté au cours des deux saisons de levé depuis le milieu des années 1990 (Kulka et coll. 2003). Ses proies sont des invertébrés à carapace dure tels que des crustacés, des mollusques et des échinodermes, ainsi que des poissons, principalement ceux rejetés par les chalutiers. L'espèce a peu de prédateurs, bien que des restes aient été trouvés dans l'estomac de morues de l'Atlantique, de goberges et de laimargues atlantiques (Scott et Scott 1988). Le loup tacheté a été inscrit par le COSEPAC sur la liste des espèces menacées en mai 2001 (COSEPAC 2003a) en raison de la diminution de son abondance et de sa répartition à la fin des années 1990 dans la division 3Ps de l'OPANO (MPO 2002i).

Le loup atlantique est présent plus au sud que le loup à tête large ou le loup tacheté, en faible nombre à des profondeurs intermédiaires (90 à 200 m) le long du talus du banc de Saint-Pierre (Gomes et coll. 1992), et dans le chenal Laurentien au printemps (Simpson et Kulka 2002). Il a été observé à des profondeurs allant jusqu'à 350 m (Scott et Scott 1988). Il s'agit du loup de mer le plus abondant dans la zone d'étude (MPO 2002i). Rien ne prouve que le loup atlantique migre sur de longues distances ou forme des bancs dans les eaux de Terre-Neuve (MPO 2002i). Dans l'Atlantique nord-ouest, le loup atlantique se nourrit principalement d'invertébrés benthiques tels que des échinodermes, des mollusques et des crustacés, ainsi que de petites quantités de poissons. Aucun prédateur du loup atlantique adulte n'a été observé, mais des juvéniles ont été trouvés dans l'estomac de morues de l'Atlantique (Scott et Scott 1988). Le loup atlantique a été inscrit par le COSEPAC comme espèce préoccupante en novembre 2000 (COSEPAC 2003a).

On ne sait pas avec certitude si l'une ou l'autre de ces trois espèces de loups fraie dans la zone d'étude, bien que le frai soit probable étant donné la migration limitée de l'espèce. Si le frai a lieu dans le sous-bassin Laurentien, il aura probablement lieu sur le talus du banc de Saint-Pierre, comme activité coloniale sur les rebords sous-marins. À la fin de l'automne, les œufs fécondés sont déposés sur un fond dur ou un rebord sous-marin (Scott et Scott 1988), ce qui produit des larves de grande taille (2 cm de long à l'éclosion) et semi-pélagiques (MPO 2002i).

Limande à queue jaune

Une petite population de limande à queue jaune se trouve sur le banc de Saint-Pierre (Pitt 1983), et on a relevé la présence de cette espèce aussi loin vers le nord que dans le détroit de Belle-Isle. L'analyse spatiale des données sur les prises des navires de recherche du MPO a indiqué que l'abondance a diminué pendant les levés printaniers de la fin des années 1980 au début des années 1990; l'abondance a augmenté par la suite (Kulka et coll. 2003). Il s'agit d'une population d'eau peu profonde, non migratrice (Gomes et coll. 1992), qui est probablement soutenue par la dérive de larves planctoniques des frayères de la partie sud des Grands Bancs (Pitt 1983). Les larves se rassemblent dans les eaux de surface (moins de 20 m) pendant la nuit et se déplacent plus profondément pendant le jour (Fortier et Villeneuve 1996).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

En raison de la petite taille de leur bouche, les limandes à queue jaune se nourrissent principalement de petits vers polychètes benthiques et d'amphipodes. Elles sont la proie de grands poissons comme la morue, mais on manque d'informations spécifiques sur leurs prédateurs (Scott et Scott 1988).

3.2.3.2 Espèces en péril et zones et périodes spéciales

Comme indiqué ci-dessus, cinq espèces de poissons dont la présence est connue ou probable dans la zone d'étude ont été désignées par le COSEPAC : La morue de l'Atlantique, le brosme, le loup à tête large, le loup tacheté et le loup atlantique (COSEPAC 2003a).

La morue de l'Atlantique est présente dans toute la zone d'étude, y compris sur le banc de Saint-Pierre, dans le chenal Laurentien et dans le chenal du Flétan. La principale frayère de la zone d'étude est le banc de Saint-Pierre (zones 3Psf, 3Psg et 3Psh de l'OPANO), où le frai a lieu de mars à juin. La morue de l'Atlantique a été inscrite par le COSEPAC en avril 1998 comme une espèce préoccupante dans l'océan Atlantique (COSEPAC 2003a). Elle a été désignée comme telle parce qu'il s'agit d'une espèce à forte capacité de reproduction, mais qui a connu des déclins importants au cours de la dernière décennie dans de grandes parties de son aire de distribution canadienne et qui n'a pas montré de rétablissement significatif malgré un moratoire sur la pêche.

En mai 2003, la population nord-laurentienne de morue de l'Atlantique, qui s'étend du nord du golfe du Saint-Laurent à la côte sud de Terre-Neuve (zones 3Ps, 3Pn, 4RS de l'OPANO), a été évaluée comme étant menacée. Il a été noté que la morue reste abondante dans la partie est de la région (côte sud de Terre-Neuve), mais qu'elle a considérablement diminué dans le nord du golfe, où la pêche est maintenant fermée. La population de morue de l'Atlantique des Maritimes (zones de l'OPANO 4TVn, 4VsW, 4X, banc George) demeure dans la catégorie des espèces préoccupantes. Des parties de chacun de ces stocks chevauchent la zone du sous-bassin Laurentien. La population de morue de l'Atlantique de Terre-Neuve-et-Labrador (zones 2GH, 2J3KL et 3NO de l'OPANO, à l'extérieur de la zone d'étude, voir la figure 3.10) a été désignée comme étant en voie de disparition en mai 2003 (COSEPAC 2003a).

Le brosme a été désigné comme une espèce menacée par le COSEPAC en mai 2003. La population principale de ce grand poisson benthique, solitaire et à croissance lente réside dans le golfe du Maine et le sud-est du plateau néo-écossais. Elle connait un déclin depuis 1970. Au cours de trois générations, le taux de déclin est de plus de 90 % (COSEPAC 2003a). Comme nous l'avons indiqué précédemment, le brosme fraie probablement le long du talus sud-ouest du chenal Laurentien de mai à août, le frai maximal est atteint en juin.

Le loup à tête large et le loup tacheté ont été inscrits par le COSEPAC en mai 2001 comme espèces menacées dans les océans Atlantique et Arctique et à l'annexe 1, partie 3 (menacées) de la *Loi sur les espèces en péril*. Les espèces menacées sont celles qui risquent de devenir des espèces en danger si les facteurs limitants ne sont pas inversés. Ces espèces de loups de mer ont été inscrites sur la liste parce que leur nombre a diminué de plus de 95 % en trois générations et que le nombre d'endroits où on les observe a diminué. Les menaces qui pèsent sur ces espèces comprennent la mortalité due aux prises accessoires et l'altération de l'habitat essentiel par les chalutiers de fond (COSEPAC 2003a).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le loup atlantique a été inscrit par le COSEPAC en novembre 2000 comme espèce préoccupante dans l'océan Atlantique Nord et à l'annexe 1, partie 4 (préoccupantes) de la *Loi sur les espèces en péril*. Les espèces préoccupantes sont répertoriées comme telles en raison de caractéristiques qui les rendent particulièrement sensibles aux activités humaines ou aux événements naturels (COSEPAC 2003a). Cette espèce a été désignée parce que sa population est en déclin depuis la fin des années 1970. Les menaces possibles pour le loup atlantique comprennent l'altération de l'habitat par la pêche et peut-être des changements environnementaux (COSEPAC 2003a).

Encore une fois, on ne sait pas avec certitude si l'une ou l'autre de ces trois espèces de loups de mer fraie dans la zone d'étude, bien que le frai soit probable étant donné la migration limitée de ces espèces. Si le frai a lieu dans le sous-bassin Laurentien, il aura probablement lieu sur le talus du banc de Saint-Pierre, comme activité coloniale sur les rebords sous-marins. Le loup de mer fraie généralement en automne (septembre à novembre).

En outre, un certain nombre d'espèces de poissons présentes dans le sous-bassin Laurentien ont été placées sur la liste de priorité des espèces candidates par le COSEPAC. Cette liste comprend des espèces que l'on soupçonne d'appartenir à une catégorie du COSEPAC, mais qui n'ont pas encore été examinées par le processus d'évaluation du statut. Les espèces du *groupe 1* sont celles dont l'évaluation est la plus prioritaire. Les *groupes 2 et 3* contiennent des espèces de priorité intermédiaire et inférieure (COSEPAC 2003b). Les espèces de poissons présentes dans la zone d'étude qui sont incluses dans le groupe 1 de la liste de priorité des espèces candidates comprennent : le lançon du nord, la plie canadienne, le flétan de l'Atlantique, la raie à queue de velours, l'aiglefin, la merlu argenté, la goberge, le sébaste et la merluche blanche (COSEPAC 2003b). Plusieurs de ces espèces sont connues pour frayer dans la division 3Ps de l'OPANO, à l'intérieur de la zone d'étude (tableau 3.11).

Le sébaste, par exemple, a été placé sur la liste de priorité des espèces candidates par le COSEPAC en raison du déclin de son abondance au cours de la dernière décennie. On sait que le sébaste est présent sur le banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien à différentes profondeurs tout au long de l'année. Le chenal Laurentien est connu pour être une route de migration et un habitat essentiels pour le sébaste. À l'automne, le sébaste migre hors du golfe du Saint-Laurent par le détroit de Cabot et dans le chenal Laurentien où il passe l'hiver, pour revenir dans le golfe du Saint-Laurent au printemps. Le frai a lieu le long du plateau du banc de Saint-Pierre et dans les eaux plus profondes du chenal. L'accouplement a lieu à la fin de l'hiver et les femelles portent les petits en développement jusqu'à leur mise à l'eau entre avril et juillet.

La *Loi sur les espèces en péril* canadienne a reçu la sanction royale en décembre 2002 et est entrée en vigueur en 2003. Cette loi vise à protéger les espèces en péril au Canada et leur habitat essentiel. Les principales dispositions de la loi sont l'évaluation scientifique et l'inscription des espèces, le rétablissement des espèces, la protection de l'habitat essentiel, la compensation, ainsi que les permis et l'application de la loi. La loi prévoit l'élaboration de plans de rétablissement pour les espèces jugées les plus menacées, ainsi que de plans de gestion pour les espèces préoccupantes. Ces plans seront élaborés par le gouvernement fédéral en consultation avec les provinces, les territoires, les conseils de gestion des ressources fauniques, les organisations autochtones, l'industrie et d'autres intervenants. Une fois qu'un plan d'action pour le rétablissement est en place, il prévoit la protection de l'habitat essentiel de cette espèce par le biais d'accords de conservation, de lois provinciales ou territoriales, ou d'interdictions fédérales. Le besoin d'autorisations spécifiques pour les activités de développement sera clarifié par l'élaboration de règlements d'application et de plans d'action de rétablissement spécifiques aux espèces. Les implications potentielles de cette nouvelle législation dans la planification et l'évaluation des levés sismiques en mer et des programmes de forage sont examinées au chapitre 5 et à la section 6.1.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La zone de Stone Fence est situé le long du côté sud-ouest du chenal Laurentien (voir la section 3.2.7, figure 3.8). Cette caractéristique est reconnue comme fournissant un habitat pour une variété d'espèces de poissons. On sait également qu'il y a du corail de profondeur sur le site, ce qui fournit des habitats pour une communauté benthique diversifiée. Ces derniers constituent à leur tour une source de nourriture importante pour les espèces de poissons des grandes profondeurs, dont beaucoup ont une importance commerciale. La zone de Stone Fence est également une importante zone de pêche, avec une grande variété d'espèces de poissons capturés. La zone de Stone Fence est reconnue comme une zone d'importance écologique et sociale particulière pour l'ensemble de la région. En 2002, quelques monticules de *Lophelia pertusa* vivants ont été enregistrés sur un récif essentiellement mort dans la zone de Stone Fence. C'est la première fois que cette espèce a été identifiée dans les eaux de l'Atlantique Ouest.

En outre, comme nous l'avons vu précédemment, les bords du plateau et les talus de la rive peuvent être des zones très productives et sont donc souvent des lieux critiques pour le frai et l'alimentation des poissons, des oiseaux et des mammifères marins. Par conséquent, les zones et les périodes connues et potentielles de haute productivité (p. ex., la bordure ouest du banc de Saint-Pierre) sont également des aspects importants en lien avec le poisson et son habitat dans la région.

3.2.4 Oiseaux marins

Cette section donne un aperçu général des oiseaux marins présents dans le sous-bassin Laurentien ou à proximité, y compris une description des espèces régulièrement présentes ainsi que leur répartition et leur abondance. Les oiseaux marins que l'on observe généralement dans le sous-bassin Laurentien sont des espèces pélagiques présentes toute l'année et des oiseaux qui nichent dans les colonies côtières de la fin du printemps à l'été. La composition et l'abondance des espèces dans les zones extracôtières, comme le sous-bassin Laurentien, changent selon les saisons. La côte sud de Terre-Neuve et la côte de la Nouvelle-Écosse, bien qu'à l'extérieur des limites du sous-bassin Laurentien, offrent des aires de nidification, de repos et d'alimentation à une variété d'oiseaux marins tout au long de l'année. Les oiseaux marins sont protégés par la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* administrée par Environnement Canada.

Un certain nombre de sources d'information ont été utilisées pour fournir une description des oiseaux marins du sous-bassin Laurentien. La compilation la plus récente d'informations complète sur les oiseaux marins de la région est contenue dans le document *Environmental Assessment of Exploration Drilling off Nova Scotia* (LGL Limited et coll. 2000). Ce rapport contient un examen des ressources en oiseaux marins dans les zones situées entre la côte sud de Terre-Neuve et la côte est de la Nouvelle-Écosse, y compris l'ensemble du sous-bassin Laurentien, selon des informations compilées à partir des publications suivantes :

- *Gazetteer of Marine Birds in Atlantic Canada* (Lock et coll. 1994);
- *Revised Atlas of Eastern Canadian Seabirds* (Brown 1986);
- *The Birds of Nova Scotia* (Tufts 1986);
- *The Atlas of Breeding Birds of Maritime Provinces* (Erskine 1992);

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- *The Researchers Guide to Newfoundland Seabird Colonies* (Cairns et coll. 1989);
- Études locales sur la présence d'oiseaux marins le long du sud-est de Terre-Neuve, dans la baie Placentia et au cap Ste-Marie (Goudie 1981; Threfall et Goudie 1986; LeGrow 1995);
- Levés aériens et à bord de navires pour les oiseaux marins effectués à l'appui de l'évaluation environnementale du projet de mise en valeur Hibernia (Williams et coll. 1981, Mobil 1985) (qui contiennent des renseignements pertinents pour la partie est du sous-bassin Laurentien);
- Données d'observation des oiseaux marins recueillies dans le cadre du programme PIROP (Programme Intégré de Recherches sur les Oiseaux Pélagiques). La base de données du PIROP est maintenue par le Service canadien de la faune et contient des enregistrements de levés systématiques d'oiseaux effectués par des navires depuis 1966 (des données détaillées sont fournies dans LGL Limited et coll. 2000, Annexe 4).

En outre, la publication de Breeze et coll. (2002) est une compilation récente des informations existantes. Bien que seule une partie de la zone du sous-bassin Laurentien ait été incluse dans la zone d'étude pour cet aperçu, elle fournit des informations régionales pertinentes sur les oiseaux marins.

3.2.4.1 Répartition et abondance

Les principales espèces et groupes d'oiseaux marins présents dans le sous-bassin Laurentien sont décrits dans les sections suivantes. La première décrit les espèces pélagiques et leur présence dans la zone d'étude. Ces espèces ou groupes d'espèces sont généralement plus abondants et ont le potentiel d'interagir directement avec les activités courantes ou les événements accidentels. Suit une description des groupes d'espèces qui ont tendance à se trouver le long de la côte sud de Terre-Neuve et de la côte de la Nouvelle-Écosse, soit dans les eaux côtières, soit le long de la rive. Ces espèces pourraient être affectées par des événements accidentels qui peuvent être associés aux activités extracôtières.

Oiseaux marins extracôtiers

Les oiseaux marins sont souvent associés aux zones de remontée des eaux et au mélange des masses d'eau (Brown 1986). Les bancs du large peu profonds et le rebord continental sont également des zones où l'on trouve un grand nombre d'oiseaux (Lock et coll. 1994). Ces zones ont tendance à abriter de grandes communautés de phytoplancton et de zooplancton qui offrent directement, ou indirectement, des possibilités accrues d'alimentation aux oiseaux marins.

Fulmars, puffins et pétrels tempêtes

Sept espèces d'oiseaux marins de ce groupe peuvent être présentes dans le sous-bassin Laurentien. Les éléments communs comprennent entre autres :

- fulmar boréal
- puffin majeur
- puffin fuligineux
- puffin cendré

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- puffin des Anglais
- océanite de Wilson
- océanite cul-blanc

Le fulmar boréal est un résident commun à l'année qui niche en petit nombre dans l'est de Terre-Neuve, à l'extérieur du sous-bassin Laurentien (Brown 1986). La plupart des fulmars nichent dans l'Arctique, et l'espèce est plus abondante dans le sous-bassin Laurentien en hiver et au début du printemps. En hiver, les fulmars sont communs dans les zones peu profondes des bancs (Breeze et coll. 2002) et on peut s'attendre à ce qu'ils soient présents sur le banc de Saint-Pierre.

Les puffins se trouvent principalement dans la zone d'étude en été, et sont plus abondants de juin à août (Brown 1986). Les puffins majeurs et fuligineux nichent dans l'hémisphère sud et passent l'hiver austral dans les eaux de l'Atlantique Nord. Le puffin cendré niche dans l'est de l'Atlantique Nord et peut également être présent dans le sous-bassin Laurentien pendant l'été, bien qu'il ait tendance à fréquenter les eaux influencées par le courant du Golfe, qui est plus chaud (Brown 1986). Au moins cinq millions de puffins majeurs, et un nombre moindre de puffins fuligineux, sont présents en été du banc George au sud du Groenland. Les congrégations de puffins se trouvent aussi bien au large et que le long des côtes, de grands nombres étant documentés dans les baies côtières (Brown 1986). Les puffins cendrés et les puffins des Anglais sont observés régulièrement en petits nombres sur le plateau néo-écossais (Tufts 1986). On sait que le puffin des Anglais se reproduit sur l'île Middle Lawn, au large de la côte sud de la péninsule de Burin, le seul lieu de nidification confirmé en Amérique du Nord.

La majeure partie de la population de l'Atlantique Nord de l'océanite cul-blanc (plus d'un million d'oiseaux) niche à Terre-Neuve, avec environ 300 000 couples nichant sur des îles au large de la côte sud de Terre-Neuve. Ces dernières années, le nombre d'océanites cul-blanc a diminué en raison de la prédation des goélands le long de la côte de l'Atlantique. Cependant, il existe des indications que les populations reproductrices sont en augmentation (Breeze et coll. 2002). L'océanite de Wilson peut être présente dans le sous-bassin Laurentien, mais les plus grands nombres se trouvent à l'embouchure de la baie de Fundy et sur le banc George (Tufts 1986).

Fou de Bassan

Environ 5 500 couples de fous de Bassan nichent sur la côte sud de Terre-Neuve, au cap Ste-Marie, à l'est du sous-bassin Laurentien (Cairns et coll. 1989). En dehors de la saison de reproduction, les fous de Bassan sont largement pélagiques et il est peu probable qu'on les trouve dans le sous-bassin Laurentien, sauf au printemps et à l'automne, lorsqu'ils se déplacent entre les zones côtières et les zones extracôtières. Cette espèce n'a pas tendance à se rassembler en grands groupes, mais plutôt à se présente en petits regroupement. Bien que tous les oiseaux marins soient sensibles au mazoutage, les fous de Bassan sont peut-être moins vulnérables que d'autres espèces, car ils passent moins de temps sur l'eau et se nourrissent en plongeant depuis les airs (LGL Limited et coll. 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Goélands, sternes et labbes

Les goélands argentés et les goélands marins sont communs et peuvent être trouvés dans la zone d'étude tout au long de l'année. D'autres espèces de goélands moins communs peuvent être présentes en automne, en hiver et au printemps, notamment le goéland bourgmestre, le goéland arctique et la mouette blanche. La mouette blanche, inscrite sur la liste des espèces préoccupantes du COSEPAC, peut se trouver le long du pourtour de la banquise en hiver. Les mouettes tridactyles sont pélagiques en hiver, mais se reproduisent au cap Ste-Marie (10 000 couples) et aux îles Bird du cap Breton (1 456 couples) (LGL Limited et coll. 2000). Pendant l'été, les mouettes tridactyles ont tendance à rester près des colonies de nidification (Breeze et coll. 2002). Une réduction de l'activité de pêche dans le Canada atlantique a entraîné des changements d'alimentation chez les goélands, en particulier chez le goéland marin et le goéland argenté. Par conséquent, le goéland marin affecte le succès de la reproduction des mouettes tridactyles et des macareux moines à Terre-Neuve en s'attaquant davantage aux oisillons de ces espèces (Tasker et coll. 1999b, cité dans Breeze et coll. 2002).

Les sternes arctiques et les sternes pierregarin sont présentes dans la région du sous-bassin Laurentien au printemps et en été, et on sait qu'elles nichent dans environ 50 sites le long de la côte sud de Terre-Neuve et le long de la côte de la Nouvelle-Écosse et de l'île de Sable. Les sternes migrent vers le sud pour l'hiver. D'autres espèces de sternes qui peuvent être présentes de façon peu fréquente dans la région du sous-bassin Laurentien comprennent la sterne caspienne, qui niche à Terre-Neuve (Service canadien de la faune – Région de l'Atlantique, données non publiées), et la sterne de Dougall.

La sterne de Dougall, inscrite sur la liste des espèces en danger du COSEPAC, se reproduit en petit nombre en Nouvelle-Écosse, dans des colonies d'autres espèces de sternes. La population pour le Canada a été estimée entre 86 et 130 couples (Whittam 1999) avec plus de 30 couples nichant à l'île Country (Twolon et Nadeau 1998). Les autres sites de reproduction comprennent les îles Brothers, les îles Grassy et Westhaver et l'île de Sable. En 2000, quatre sternes de Dougall ont été observées en train de nicher sur l'île de Sable, bien qu'un seul couple ait été observé en train de nicher en 2001 (Horn et Taylor 2000; Taylor et coll. 2001). La réduction du nombre de sternes de Dougall est préoccupante, car, en 2000 et 2001, la forte mortalité des œufs et des jeunes était positivement corrélée à la proximité des colonies de goélands et au nombre de goélands chasseurs observés dans la colonie de sternes.

Tout comme les fous de Bassan, les goélands et les sternes peuvent être moins vulnérables au mazoutage, car ils passent moins de temps sur l'eau que les autres espèces.

Les labbes, qui se reproduisent dans l'hémisphère sud, passent l'hiver austral dans les eaux de l'Atlantique Nord, principalement au large (Brown 1986).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Alcidés

Six espèces d'alcidés peuvent être observées dans le sous-bassin Laurentien, la plupart en dehors de la saison de nidification. Le groupe des alcidés comprend les marmettes de Troïl et de Brünnich, les petits pingouins, les mergules nains, les macareux moines et les guillemots à miroir. Les alcidés, en particulier les guillemots, sont probablement le groupe le plus vulnérable à la pollution par les hydrocarbures, car ils passent beaucoup de temps sur l'eau (Montevecchi et coll. 1999). Plus de 10 000 couples de marmettes de Troïl et un nombre moindre de marmettes de Brünnich, de petits pingouins et de guillemots à miroir nichent au cap Ste-Marie. Les marmettes de Troïl et de Brünnich sont plus abondants en hiver, mais on peut les trouver toute l'année dans la région du sous-bassin Laurentien. Le macareux moine se reproduit en nombre relativement faible le long de la côte sud de Terre-Neuve et sur les îles Bird et Pearl au large de la Nouvelle-Écosse. Il est observé en automne et en hiver, mais moins fréquemment que les marmettes de Troïl et de Brünnich. De même, les petits pingouins sont des résidents moins courants en dehors de la saison de reproduction. Les mergules nains passent les mois d'hiver dans les zones extracôtières et côtières de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse, et peuvent utiliser les baies côtières en grand nombre (Threfall et Goudie 1986). Comme les pétrels, les mergules nains sont souvent associés à des caractéristiques topographiques telles que le rebord continental où les occasions de s'alimenter sont maximisées (Breeze et coll. 2002).

Oiseaux marins côtiers et littoraux

Plongeons et grèbes

Les plongeons et les grèbes sont généralement peu nombreux dans la zone d'étude. Cependant, pendant la migration, des nombres relativement importants peuvent passer par le sous-bassin Laurentien. Deux espèces, le plongeon catmarin et le plongeon huard, peuvent être observées dans la zone d'étude au printemps et à l'automne, dans les eaux côtières et littorales (LGL Limited et coll. 2000). Le grèbe cornu et le grèbe jougris présentent une répartition similaire et de grandes concentrations de grèbes jougris (400 à 600 individus) ont été observées à Saint-Pierre-et-Miquelon (Threfall et Goudie 1986).

Cormorans

Le grand cormoran et le cormoran à aigrettes peuvent être présents dans le sous-bassin Laurentien, et à l'ouest le long de la côte sud de Terre-Neuve. Le grand cormoran est un résident à l'année dans le milieu marin, tandis que le cormoran à aigrettes migre loin de la région pendant l'hiver et peut utiliser des zones d'eau douce pour se reproduire. Les cormorans sont plus nombreux en Nouvelle-Écosse que dans les eaux côtières de Terre-Neuve. Il y a environ 6 000 couples de grands cormorans au Canada (Bird Life International 2001), et des milliers de couples se reproduisent en colonies le long de la côte sud de la Nouvelle-Écosse et à l'est des îles du Cap-Breton (Tufts 1986). Par contre, seulement environ 110 couples de grands cormorans et 140 couples de cormorans à aigrettes nichent le long de la côte sud de Terre-Neuve et à Saint-Pierre-et-Miquelon (Cairns et coll. 1989).

Oiseau d'eau

Diverses espèces d'oiseaux d'eau fréquentent les eaux marines au large des côtes est et sud de Terre-Neuve. Pour de nombreuses espèces, la reproduction a lieu sur des plans d'eau douce à l'intérieur des terres et les eaux marines sont utilisées pour les haltes printanière et automnales et l'hivernage. Les oiseaux d'eau se retrouvent souvent en grandes congrégations dans les eaux marines pendant ces périodes de non-reproduction.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

L'eider à duvet, la macreuse, le cacaoui et le harle sont des espèces communes hivernant en zones cotières. La plus grande concentration d'oiseaux d'eau se trouve autour du cap Ste-Marie et dans la baie Placentia, à l'est du sous-bassin Laurentien. En particulier, de grands nombres d'eiders à duvet ont été enregistrés dans la région de la baie Placentia (Goudie 1981). La zone allant du cap Race au cap Ste-Marie et les îles de Saint-Pierre-et-Miquelon abritent également d'importantes populations hivernantes d'eiders à duvet. D'autres espèces moins communes sont le canard noir, le grand morillon et le garrot à œil d'or. La côte de la Nouvelle-Écosse fournit également un vaste habitat de nidification, de mue et d'hivernage pour ces espèces (LGL Limited et coll. 2000).

Comme la plupart des espèces d'oiseaux d'eau nichent à l'intérieur des terres (c.-à-d. la bernache du Canada, le canard noir, le canard colvert, le canard pilet, la sarcelle à ailes bleues, la sarcelle à ailes vertes, le grand harle), il y a peu ou pas d'interaction avec le milieu marin pendant l'été. Cependant, l'eider à duvet a tendance à nicher sur les îles côtières et peut être présent dans la zone d'étude. Les nids de cette espèce sont relativement rares le long de la côte sud de Terre-Neuve, avec seulement 22 couples identifiés sur quatre sites par Caines et coll. (1989). Les eiders à duvet nichent en plus grand nombre le long de la côte de la Nouvelle-Écosse, avec environ 8 000 couples dans les sites côtiers du sud-ouest et de l'est de la Nouvelle-Écosse (Erskine 1992).

L'arlequin plongeur est considéré comme une espèce préoccupante par le COSEPAC. L'espèce est présente au large du cap Ste-Marie pendant l'hiver et peut compter plus de 100 oiseaux certaines années (LGL Limited et coll. 2000).

Oiseaux de rivage

Diverses espèces d'oiseaux de rivage sont présentes dans ou près de la zone d'étude, principalement en tant que migrateurs s'alimentant le long du littoral avant de se déplacer vers un habitat d'hivernage ou de reproduction. Les oiseaux de rivage migrateurs sont peu nombreux le long de la côte est et sud de Terre-Neuve, car les aires d'alimentation appropriées sont limitées. Toutefois, à certains endroits où l'habitat est adéquat (p. ex. port de Little Lawn sur la péninsule de Burin), de petites bandes d'oiseaux de rivage migrateurs se produisent régulièrement. Par contre, la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse peut accueillir des bandes allant jusqu'à 20 000 oiseaux dans les zones de vasières étendues (LGL Limited et coll. 2000).

On sait que plusieurs couples de pluviers siffleurs, inscrits sur la liste des espèces en voie de disparition du COSEPAC, nichent le long de la côte sud de Terre-Neuve à Burgeo et à Port aux Basques (à environ 200 km et 300 km au nord-ouest du sous-bassin Laurentien, respectivement), le long de la côte de la Nouvelle-Écosse et sur Miquelon (LGL Limited et coll. 2000).

Autres espèces

Le pygargue à tête blanche et le balbuzard pêcheur fréquentent les zones marines côtières et nichent souvent le long du littoral. Le pygargue à tête blanche est un résident à l'année et des groupes d'individus se rassemblent souvent le long des baies ouvertes de la côte sud de Terre-Neuve en hiver. Le balbuzard pêcheur migre vers le sud des États-Unis et l'Amérique du Sud pendant l'hiver.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.2.4.2 Espèces en péril et zones et périodes spéciales

Le sous-bassin Laurentien, ainsi que les rivages et les eaux adjacentes, constituent un habitat pour un grand nombre d'oiseaux marins tout au long de l'année, de nombreuses espèces entrant et sortant de la zone à différents moments. La figure 3.6 présente un résumé des présences saisonnières probables des oiseaux marins dans le sous-bassin Laurentien et à proximité. Un grand nombre d'espèces qui nichent dans l'hémisphère sud passent l'hiver austral dans les eaux du large de l'Atlantique Nord pendant l'été et le début de l'automne. Les groupes les plus importants sont les puffins et les océanites de Wilson. Il est possible qu'un grand nombre de ces oiseaux utilisent les eaux du large du sous-bassin Laurentien et des régions avoisinantes, bien qu'il soit difficile de prévoir la répartition et l'abondance des espèces en tout temps. Un grand nombre de marmettes de Troïl et de Brünnich ainsi que d'autres alcidés hivernent dans les eaux du large. Des populations d'oiseaux d'eau hivernant, dont l'arlequin plongeur et un grand nombre d'eiders à duvet, sont présentes le long de la côte sud de Terre-Neuve et de la côte est de la Nouvelle-Écosse. Comme indiqué ci-dessus, la répartition et l'abondance des populations hivernantes sont difficiles à prévoir à tout moment.

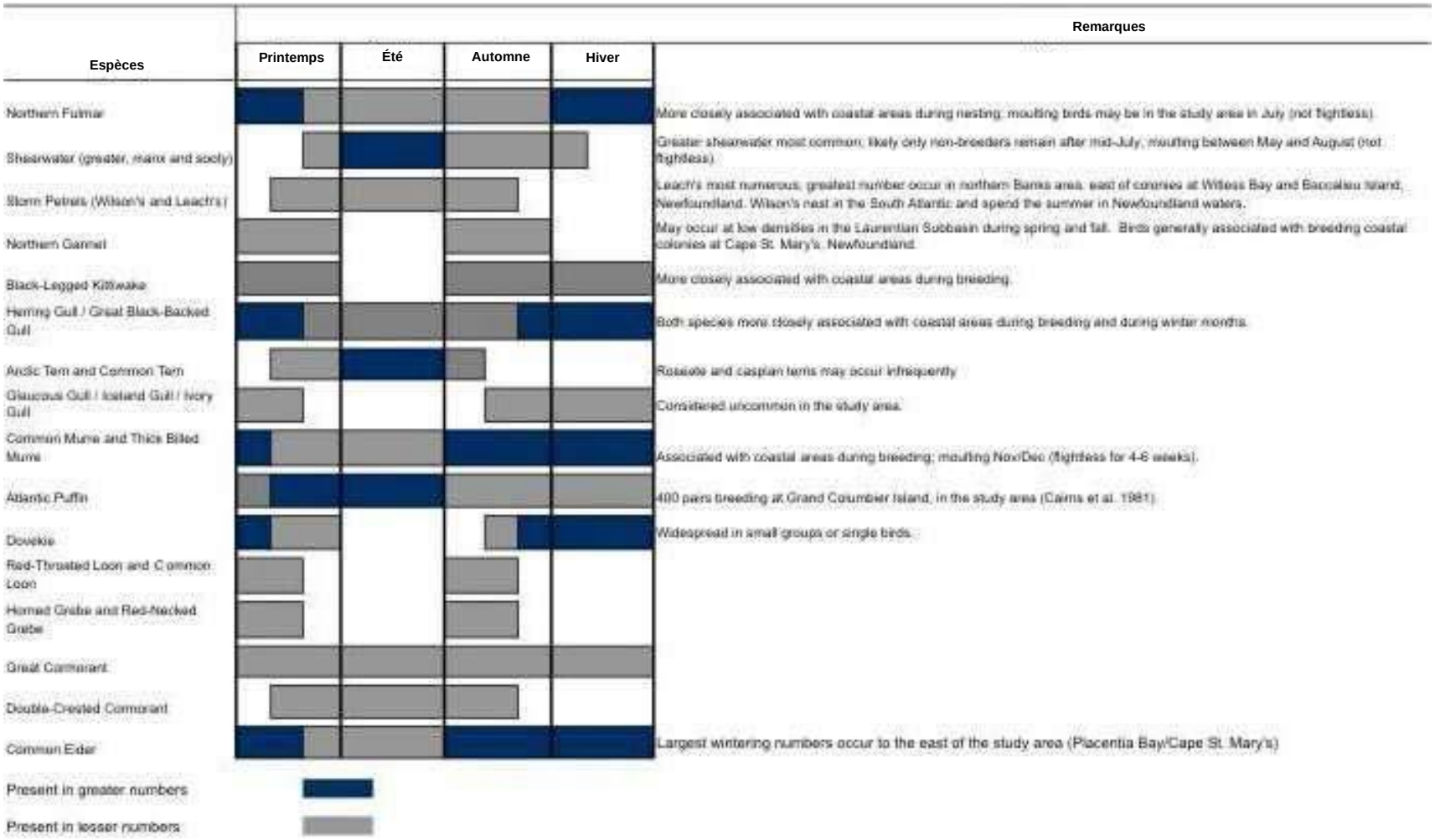
La région de cap Ste-Marie est importante pour plusieurs espèces d'oiseaux marins nicheurs, notamment les fous de Bassan, les mouettes tridactyles et les marmettes de Troïl. Plusieurs îles près de la péninsule de Burin abritent de grandes colonies d'océanite cul-blanc. Les eiders à duvet nichent en grand nombre dans des sites situés le long des côtes sud-ouest et est de la Nouvelle-Écosse. De petits nombres (22 couples) nichent dans quatre sites le long de la côte sud de Terre-Neuve (Cairns et coll. 1989).

Les emplacements des colonies d'oiseaux marins et d'autres sites importants pour les oiseaux à proximité de la zone d'étude sont illustrés à la figure 3.7. Le cap Ste-Marie accueille plus de 5 000 couples reproducteurs de fous de Bassan, 10 000 couples de mouettes tridactyles et 10 000 couples de marmettes de Troïl (Cairns et coll. 1989). L'île Middle Lawn, au large de la péninsule de Burin, fournit un habitat de nidification à plus de 25 000 couples d'océanites cul-blanc, tandis que l'île du Grand Colombier, au large de Saint-Pierre-et-Miquelon, accueille 100 000 couples (Cairns et coll. 1989). En Nouvelle-Écosse, les îles Pearl et Bird abritent des populations nicheuses de macareux moines, de petits pingouins, d'océanites cul-blanc et de mouettes tridactyles (Breeze et coll. 2002). L'île Seal et le groupe d'îles Tusket, au large de la côte sud de la Nouvelle-Écosse, sont des haltes importantes pour les oiseaux migrateurs ainsi que des sites de reproduction pour de grandes populations d'oiseaux (Breeze et coll. 2002) (figure 3.7).

Plusieurs espèces ayant un statut de conservation particulier peuvent se trouver dans le sous-bassin Laurentien ou le long de la côte sud de Terre-Neuve ou au large de la Nouvelle-Écosse. L'arlequin plongeur (préoccupant en vertu de l'annexe 1, partie 4 de la *Loi sur les espèces en péril)* est présent au large du cap Ste-Marie et le long des côtes sud et est de la Nouvelle-Écosse en hiver (figure 3.7). Le pluvier siffleur (en voie de disparition en vertu de l'annexe 1, partie 2 de la *Loi sur les espèces en péril*) niche sur les plages près de Burgeo et de Port aux Basques, à Terre-Neuve, le long de la côte de la Nouvelle-Écosse et sur l'île de Miquelon en été. La sterne de Dougall (en voie de disparition selon l'annexe 1, partie 2 de la *Loi sur les espèces en péril*) se reproduit en petit nombre sur l'île Country et l'île de Sable, au large de la Nouvelle-Écosse (figure 3.7). La mouette blanche (préoccupante en vertu de l'annexe 1, partie 4 de la *Loi sur les espèces en péril*) est une espèce errante hivernale peu commune et est habituellement associée à la banquise.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

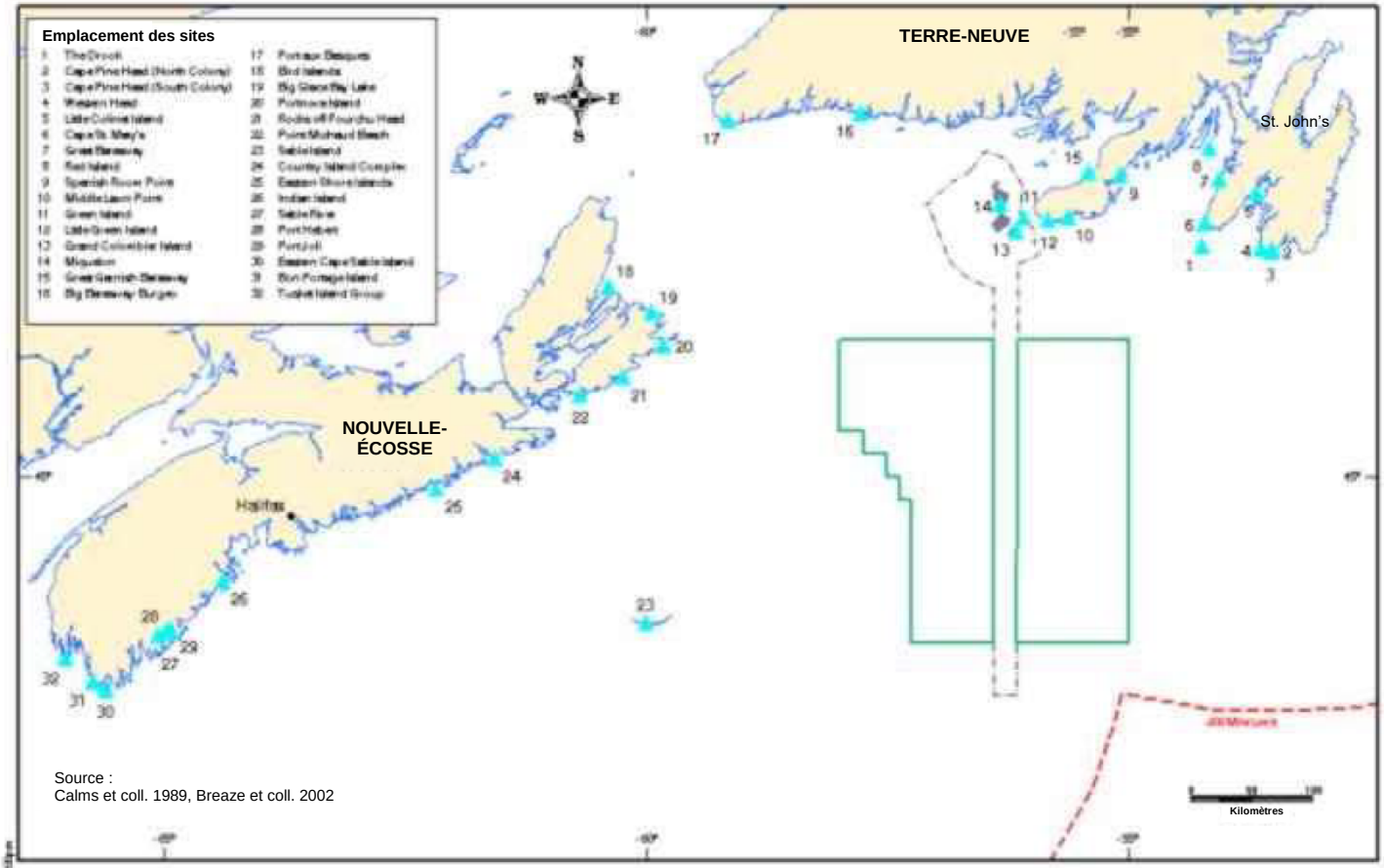
Figure 3.6 Présences saisonnières des oiseaux marins dans la zone d'étude



Sources : Breaze et coll. (2002)
LGL Limited at al. (2000)
Huettman et Diamond (2000)
Brown (1985)

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.7 Emplacements des colonies d'oiseaux marins et autres sites importants pour les oiseaux



Jacques Whitford Environment Limited

Figure 3.7

EMPLACEMENTS DES COLONIES D'OISEAUX MARINS ET AUTRES SITES IMPORTANTS POUR LES OISEAUX

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Comme nous l'avons vu à la section 3.2.3.2, la *Loi sur les espèces en péril* canadienne a reçu la sanction royale en décembre 2002 et est entrée en vigueur en 2003. Cette loi vise à protéger les espèces en péril au Canada et leur habitat essentiel. Les implications potentielles de cette nouvelle législation dans la planification et l'évaluation des levés sismiques en mer et des programmes de forage sont examinées au chapitre 5 et à la section 6.1.

3.2.5 Mammifères marins

3.2.5.1 Baleines et dauphins

Un certain nombre d'espèces de baleines et de dauphins (cétacés) sont connues ou susceptibles d'être présentes dans la région générale du sous-bassin Laurentien. Elles sont énumérées au tableau 3.12, ainsi que l'état de la population de celles qui ont été classées par le COSEPAC (2003a) et par le National Marine Fisheries Service ([NMFS] 2002a) en vertu de la *United States Endangered Species Act*. De plus amples informations sur le statut régional de chaque espèce sont présentées dans le texte qui suit.

Tableau 3.12 Cétacés dont la présence est connue ou prévue dans le sous-bassin Laurentien

ESPÈCES		Statut selon le COSEPAC	Désignation de la *US Endangered Species Act*
Nom commun	**Nom scientifique**		
Baleine	*Eubalaena glacialis*	Espèce en voie de disparition	Espèce en voie de disparition
Petit rorqual	*Balaenoptera acutorostrata*		
Rorqual commun	*Balaenoptera physalus*	Préoccupante (Atlantique)	Espèce en voie de disparition
Rorqual bleu	*Balaenoptera musculus*	En voie de disparition (Atlantique)	Espèce en voie de disparition
Rorqual boréal	*Balaenoptera borealis*	Données insuffisantes (Atlantique)	Espèce en voie de disparition
Baleine à bosse	*Eubalaena glacialis*	Non en péril	Espèce en voie de disparition
Cachalot	*Physeter macrocephalus*	Non en péril	Espèce en voie de disparition
Béluga	*Delphinapterus leucas*	En voie de disparition (Saint-Laurent)	
Baleine à bec commune	*Hyperoodon ampullatus*	En voie de disparition (plateau néo-écossais)	
Baleine à bec de Sowerby	*(Mesoplodon bidens)*	Préoccupante (Atlantique)	
Épaulard	*Orcinus orca*	Données insuffisantes (Atlantique nord-ouest)	
Globicéphale noir	*Globicephala melæna*	Non en péril	
Dauphin à nez blanc	*Lagenorhynchus albirostris*	Non en péril	
Dauphin à flancs blancs	*Lagenorhynchus acutus*	Non en péril	
Dauphin commun	*Delphinus delphis*	Non en péril	
Dauphin à gros nez	*Tursiops truncatus*	Non en péril	
Dauphin bleu	*Stenella coeruleoalba*	Non en péril	
Marsouin commun	*Phocoena phocoena*	Préoccupante (Atlantique nord-ouest)	Espèce candidate (Golfe du Maine)

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le NMFS (2002b) fournit des informations sur la répartition, l'abondance, le cycle saisonnier et le statut de conservation des différentes espèces de cétacés dans l'Atlantique nord-ouest. Whitehead et coll. (1998) et Breeze et coll. (2002) sont d'autres sources d'information sur les mammifères marins du plateau néo-écossais.

Cependant, il n'existe pratiquement aucune information publiée sur la présence de cétacés dans la zone du sous-bassin Laurentien elle-même, à l'exception des observations cartographiées suivantes : deux baleines à bosse signalés par Sergeant (1966); plusieurs rorquals boréaux dans Mitchell et Chapman (1977); et quelques dauphins communs et à flancs blancs (peut-être des groupes) dans Palka (2001).

Une importante base de données sur les observations de cétacés dans l'ensemble de la région, y compris le sous-bassin Laurentien, est en cours d'élaboration par le MPO, mais n'est pas disponible au moment de la rédaction du présent document. Par conséquent, à ce stade, il n'est possible que d'envisager le statut probable des cétacés dans la zone du sous-bassin Laurentien en se basant essentiellement sur des informations concernant d'autres régions.

Mitchell (1977) donne les positions de marquage de 672 baleines au large de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve-et-Labrador. De ce nombre, aucune n'a apparemment été marquée dans la région du sous-bassin Laurentien (sur 286 rorquals communs, 190 baleines à bosse, 109 cachalots, 30 rorquals boréaux, 22 rorquals bleus, 12 petits rorquals, 8 baleines, 7 globicéphales, 6 épaulards et 2 baleines à bec communes). Cela semble suggérer que la zone d'étude n'est pas une zone de concentration importante pour les baleines par rapport à l'ensemble du Canada atlantique.

Les registres de la chasse à la baleine passée dans la région donnent un aperçu de la présence de grandes baleines dans la zone d'étude générale. La vue d'ensemble la plus récente de la chasse à la baleine dans la région est celle de Sanger et Dickinson (1995), qui résument les opérations des stations de baleiniers du 20e siècle à Terre-Neuve. Ils notent que 6 de ces 16 stations étaient situées le long de la côte sud de l'île. Sergeant (1966) énumère les mortalités survenues dans ces stations de la côte sud entre 1906 et 1914 (97 rorquals bleus et 66 baleines à bosse) et Sanger et Dickinson (1995) présentent celles survenues dans une station de la baie Placentia entre 1927 et 1936 (335 rorquals communs, 80 rorquals bleus, 35 rorquals boréaux, 24 baleines à bosse et 5 cachalots). Bien que l'on ne connaisse pas l'emplacement précis de ces mortalités, certaines pourraient avoir eu lieu dans la zone d'étude. Cependant, les seules positions cartographiées des mortalités apparemment disponibles (sept rorquals bleues tués dans ou près de la baie Placentia, 1941-1946; Sergeant 1966), suggèrent que ces baleiniers opéraient principalement dans des eaux plus proches de la côte sud de Terre-Neuve.

Les estimations des densités minimales de population (non corrigées pour le temps passé sous l'eau) basées sur des levés aériens de l'est du plateau néo-écossais et du golfe du Saint-Laurent sont d'une certaine pertinence (tableau 3.13). Bien que la précision globale des informations du levé soit incertaine, elle permet des comparaisons entre ces deux régions. À l'exception du petit rorqual et du marsouin commun (dont on sait qu'ils fréquentent tous deux les eaux côtières et ne s'aventurent qu'occasionnellement dans les eaux plus profondes du large), les cétacés semblaient beaucoup plus dispersés dans le Golfe que dans l'est du plateau néo-écossais. Cependant, on ne peut pas en déduire que les cétacés du sous-bassin Laurentien peuvent se trouver dans des densités approximativement intermédiaires. Il y a deux raisons principales à cela : 1) comme le Golfe et l'est du plateau néo-écossais comportent tous deux des zones de concentration de cétacés, les estimations globales peuvent être trompeuses si de telles concentrations se produisent également dans le sous-bassin Laurentien; et 2) on sait que certaines espèces migrent par le détroit de Cabot pour passer la période libre de glace dans les zones du Golfe ayant une grande biodiversité, et qu'elles peuvent ou non passer beaucoup de temps dans le sous-bassin Laurentien.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.13 Densités de cétacés dans l'est du plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent

Espèces	Est du plateau néo-écossais		Golfe du Saint-Laurent	
	Densité (par km^2)	Coefficient de variation (CV)	Densité (par km^2)	Coefficient de variation (CV)
Rorqual commun	0,0071	0,76	0,0019	0,79
Baleine à bosse	0,0074	0,74	0,0006	0,42
Petit rorqual	0,0023	0,47	0,0052	0,27
Cachalot	0,0006	1,06	0	--
Globicéphale noir	0,0323	0,57	0,0082	0,65
Dauphin à flancs blancs	0,2588	0,54	0,1236	0,47
Dauphin à nez blanc	0	--	0,0135	0,79
Dauphin commun	0,0130	0,98	0	--
Dauphin à gros nez	0,0156	0,76	0	--
Marsouin commun	0	--	0,1274	0,26
Cétacés moyens et grands non identifiés	--	--	0,0001	--
Petit cétacé non identifié	--	--	0,0001	--

Remarque : Densités de cétacés par km^2 basées sur les levés aériens de 1995 dans l'est du plateau néo-écossais (d'après le tableau 4 de Palka 2001) et dans le golfe du Saint-Laurent (d'après les tableaux 2, 8 de Kingsley et Reeves 1998). Il s'agit d'estimations minimales, non corrigées pour les proportions de temps passé sous l'eau par les différentes espèces.

Malgré le manque d'informations directes sur les populations de cétacés dans le sous-bassin Laurentien, son chenal profond allant jusqu'au rebord continental et ses bancs latéraux fournissent clairement un mélange de conditions environnementales connues pour être importantes pour les populations de cétacés ailleurs dans l'ouest de l'Atlantique Nord.

Hamazaki (2002) a développé des « modèles de prédiction de l'habitat » pour les espèces de cétacés dans la région entre la Caroline du Nord et le sud de la Nouvelle-Écosse, ce qui montre que certaines espèces préfèrent le littoral (p. ex., le petit rorqual, le marsouin commun, le dauphin à flancs blancs), d'autres le plateau (p. ex., le rorqual commun, la baleine à bosse, le globicéphale et le dauphin commun), et d'autres encore la zone extracôtière (p. ex., le cachalot). Les observations graphiques de Hamazaki (2002) ont toutefois indiqué que la plupart des rorquals communs, des cachalots, des dauphins communs et des globicéphales (surtout en automne-hiver) étaient en fait concentrés au niveau et au-delà du rebord continental.

Une indication plus pertinente à l'échelle régionale de l'importance des eaux plus profondes le long du rebord continental est la démonstration par Whitehead et coll. (1998) que les abondances relatives (observations par heure) de tous les cétacés sauf deux (petit rorqual et marsouin commun) étaient considérablement plus élevées dans le Gully que dans les autres zones de l'est du plateau néo-écossais. Sutcliffe et Brodie (1977) ont noté que la production et les densités élevées de plancton peuvent favoriser la concentration de baleines à fanons le long du talus du plateau néo-écossais. On sait que les copépodes (McLaren et coll. 2001) et les euphausiacés (Sameoto et Cochrane 1996), dont les baleines à fanons peuvent se nourrir, se concentrent dans les eaux plus profondes des bassins du plateau néo-écossais et au large du rebord continental.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Certaines grandes baleines à dents plongent profondément pour se nourrir de calmars et de poissons. Il est clair que le sous-bassin Laurentien et ses environs offrent une gamme d'habitats appropriés pour une variété d'espèces de cétacés.

Des renseignements supplémentaires sur les espèces individuelles des tableaux 3.12 et 3.13 peuvent être obtenus à partir de diverses sources. Il faut se rappeler que la plupart des « meilleures estimations » (NMFS 2002b) de la taille des populations dans les comptes rendus d'espèces qui suivent proviennent de données de levés aériens, non corrigées pour les temps de plongée, et sont donc minimes. Sans informations plus détaillées sur la présence et les mouvements des mammifères marins dans la zone d'étude, il n'est pas possible actuellement de cartographier les répartitions ou les migrations saisonnières des espèces individuelles dans le sous-bassin Laurentien et les régions voisines. Les informations disponibles sont résumées dans le texte suivant.

Les sections suivantes donnent un aperçu des baleines et des dauphins dont la présence est connue ou attendue dans la zone d'étude. Comme l'indique le tableau 3.12, 11 des 18 cétacés connus ou susceptibles d'être présents dans la zone et un phoque sont répertoriés par le COSEPAC et/ou le NMFS ou les deux, et peuvent donc être considérés comme des espèces en péril. Une discussion sur chacune de ces espèces est incluse dans le texte suivant.

La **baleine**, une espèce en voie de disparition (COSEPAC 2003a), compte une population totale d'environ 300 individus selon l'analyse des observations (NMFS 2002b), et son statut d'espèce en voie de disparition est bien connu. Dans les eaux canadiennes, elle passe les étés principalement dans la baie de Fundy et dans l'ouest du plateau néo-écossais (Breeze et coll. 2002). Elle pourrait également se présenter en de rares occasions dans la région du sous-bassin Laurentien, comme l'indique sa présence antérieure à Terre-Neuve (Sergeant 1966) et dans le golfe du Saint-Laurent (Kingsley et Reeves 1998), ainsi que ses déplacements occasionnels plus récents. Comme il s'agit d'une espèce migratrice nord-sud, ses rares déplacements dans le sous-bassin Laurentien se produiraient probablement du printemps à la fin de l'été, et les individus pourraient vraisemblablement faire une pause pour se nourrir des grandes concentrations de copépodes *Calanus* descendus que l'on sait présentes dans le chenal (Zakardjian et coll., sous presse).

Le **petit rorqual**, la plus petite baleine à fanons de la région, a tendance à se nourrir de poissons pélagiques en bancs et de poissons de fond plus petits. Il est considéré comme un « stock de la côte Est canadienne », avec une « meilleure estimation » de 4 018 (coefficient de variation [CV] de 0,16) individus, par le NMFS (2002a), qui ne considère pas que les mortalités liées à l'activité humaine nécessitent de l'inscrire comme « stock stratégique ». Le NMFS (2002b) l'a cartographié comme étant concentré dans le golfe du Maine, la baie de Fundy et le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, et décrite comme étant « largement absent » de ces zones en hiver. Breeze et coll. (2002) la cartographient comme étant également « de présence régulière probable » dans tout le plateau néo-écossais. Dans le golfe du Saint-Laurent à proximité (Kingsley et Reeves 1998), la plupart des observations aériennes ont eu lieu sur le plateau et dans les zones côtières. Bien qu'aucune observation n'ait été publiée à son sujet dans le sous-bassin Laurentien, il est probable qu'il s'y trouve, surtout en tant que migrateur au printemps et à l'automne entre le plateau néo-écossais et le golfe du Saint-Laurent, et surtout sur les rives latérales.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le **rorqual commun** est la grande baleine la plus abondante dans la région générale, ses effectifs étant augmentés en été par la migration des eaux plus au sud. Le stock de l'Atlantique nord-ouest se trouve principalement dans les bassins plus profonds et sur les talus du plateau, du nord-est des États-Unis au sud-est de Terre-Neuve, avec une « meilleure estimation » de la taille de population dans cette région de 2 814 (CV de 0,21) selon le NMFS (2002a). Parce que la mortalité d'origine humaine est estimée être supérieure à 10 % du prélèvement biologique potentiel (PBP) extrêmement prudent supposé pour les espèce en voie de disparition, il est classé comme un « stock stratégique » par le NMFS (2002b). Il est cartographiée par Breeze et coll. (2002) comme étant « de présence régulière connue » dans le bassin Roseway, la région du Gully et le sud-ouest du banc de l'île de Sable, et « de présence régulière probable » dans tout le plateau néo-écossais jusqu'au milieu du banc Banquereau. Par ailleurs, on sait qu'ils migrent dans le Golfe et en sortent, où ils sont associés aux contours abrupts du chenal Laurentien (Sergeant 1977; Kingsley et Reeves 1998). Il ne fait aucun doute que cette espèce migre régulièrement dans la région du sous-bassin Laurentien (surtout dans le chenal Laurentien) au printemps et à l'automne, et que certains s'y attardent en tant qu'estivants. Le COSEPAC (2003a) considère que le rorqual commun est une espèce préoccupante.

Le **rorqual bleu** est la plus grande baleine à fanons, avec un stock de l'ouest de l'Atlantique Nord se trouvant en grande partie dans les eaux canadiennes, mais s'étendant au sud du nord-est des États-Unis en hiver (NMFS 2002a). Un total de 308 individus ont été identifiés à l'aide de photographies dans le golfe du Saint-Laurent jusqu'en 1988 (Sears et coll. 1990), mais ils ne peuvent être utilisés pour estimer la taille totale de la population (Hammond 1988). Le « niveau de mortalité et de blessures graves de causes anthropiques est considéré comme négligeable », mais son statut d'espèce en voie de disparition exige sa désignation comme « stock stratégique » (NMFS 2002a). Il est particulièrement dépendant des euphausiacés et donc des eaux plus profondes où se concentre cette espèce alimentaire (Sutcliffe et Brodie 1977). Il est cartographiée par Breeze et coll. (2002) comme étant de présence régulière « connue » ou « probable » près des chenaux et des bassins de l'ouest du plateau néo-écossais, et comme migrant le long du rebord continental vers le nord-est et dans le chenal Laurentien. Bien que seulement cinq d'entre eux aient été repérés lors de levés aériens dans le golfe du Saint-Laurent en 1995 et 1996 (Kingsley et Reeves 1998), on sait qu'ils migrent dans le golfe du Saint-Laurent et en sortent, et des photographies prises dans le Golfe ont été comparées à d'autres prises dans le golfe du Maine et à l'ouest du Groenland (Kingsley et Reeves 1998). Il est possible qu'une proportion mesurable du stock de rorquals bleus de l'Atlantique nord-ouest passe ou fasse une pause dans le sous-bassin Laurentien, surtout dans les parties plus profondes et principalement au printemps, en été et en automne. Les statistiques baleinières indiquent qu'il peut également se trouver en zone côtière au sud de Terre-Neuve (Sergeant 1966), où il est également connu pour être présent en hiver (Mansfield 1985). La population atlantique de rorqual bleu est également classée comme espèce en voie de disparition par le COSEPAC (2003a).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le **rorqual boréal** est une espèce tempérée apparaissant dans la région en été, et consommant principalement des copépodes et des euphausiacés. Sa population a été estimée par la méthode d'étiquetage-recapture comme étant entre 1 393 et 2 248 individus par Mitchel et Chapman (1977), mais il n'y a pas d'estimations récentes (NMFS 2002b). Le niveau de mortalité lié à l'activité humaine est suggéré comme étant « négligeable », mais son statut d'espèce en voie de disparition exige sa désignation comme « stock stratégique » (NMFS 2002a). En mai 2003, la population atlantique de rorqual boréal a été désignée comme étant « insuffisamment documentée » par le COSEPAC (COSEPAC 2003a). Pendant la saison d'alimentation estivale, il peut être surtout concentré au large des bancs du plateau néo-écossais, où des observations individuelles (Mitchell et Chapman 1977) sont regroupées au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, le long du rebord continental et autour du Gully, ainsi qu'à l'intérieur et autour du sous-bassin Laurentien. Au large de la Nouvelle-Écosse, le nombre de rorquals boréaux tués était souvent distribué plus près de l'isobathe de 2 000 m que celui des rorquals communs (Mitchell 1977). Certains étés, on observe des incursions dans des eaux moins profondes et côtières (NMFS 2002b). D'après ces preuves, Breeze et coll. (2002) cartographient l'espèce comme ayant une « présence régulière connue » ou « probable » dans les bassins de l'est du plateau néo-écossais et le long du rebord continental. Il est possible que le rorqual boréal soit plus fréquent pendant l'été dans les parties plus profondes du sous-bassin Laurentien que ne le suggère son statut général au large des côtes atlantiques du Canada.

La « meilleure estimation » de la taille de la population de **baleines à bosse** dans l'Atlantique Nord est de 10 600 (CV de 0,067), dont peut-être seulement 1 100 dans les parties nord-est (NMFS 2002b). Bien que l'on pense qu'elle soit en augmentation, son statut d'espèce en voie de disparition et un niveau de mortalité et de blessures graves de causes anthropiques qualifié d'important, imposent le maintien de sa désignation comme « stock stratégique » (NMFS 2002a). En mai 2003, la population de l'ouest de l'Atlantique Nord de la baleine à bosse, précédemment inscrite dans la catégorie des espèces préoccupantes par le COSEPAC, a été retirée de la liste en partie grâce au succès des efforts de rétablissement (COSEPAC 2003a). Son régime alimentaire piscivore l'associe à des poissons pélagiques en bancs dans les eaux profondes et peu profondes. La compréhension des stocks de baleines à bosse de l'ouest de l'Atlantique Nord est un sujet de discussion et de révision récent. Ils peuvent être présents dans quatre « stocks d'alimentation » génétiquement distincts, mais avec un certain échange entre eux (NMFS 2002b) : dans le golfe du Maine, le golfe du Saint-Laurent, Terre-Neuve-et-Labrador et l'ouest du Groenland. L'espèce est caractérisée par Breeze et coll. (2002) comme étant « connue » pour passer l'été dans une vaste zone située au sud-ouest du banc de l'île de Sable et autour du Gully, et d'une « présence régulière probable » dans la moitié extérieure du plateau néo-écossais jusqu'au milieu du banc Banqueau. Whitehead et coll. (1998) documentent des observations ponctuelles dans le Gully entre mai et novembre. Cependant, l'espèce était assez rare dans les levés aériens effectués dans le golfe du Saint-Laurent (tableau 3.13), principalement le long de la Côte-Nord du Québec et du détroit de Belle-Isle (Kingsley et Reeves, 1998). Une vision quelque peu différente est présentée par la International Whaling Commission (2002), dans laquelle seules deux principales zones d'alimentation sont tracées dans le golfe du Maine et la baie de Fundy, et au large des côtes sud et est de Terre-Neuve et au nord du Labrador. Ces dernières aires d'alimentation sont représentées comme s'étendant sur la partie nord-est du sous-bassin Laurentien. Waring et coll. (2002) suggèrent que la population de baleines à bosse du plateau néo-écossais est plus importante qu'on ne le pensait auparavant. Un relevé de grandes baleines effectué en 2002 (Clapham et Wenzel 2002) a révélé que la baleine à bosse était le mysticète le plus commun dans l'est du plateau néo-écossais, les principales concentrations se trouvant sur l'extrémité nord du banc Banquereau, dans la zone de Stone Fence.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le **cachalot**, la plus grande baleine à dents, est connu dans une grande partie du monde, y compris dans l'est du Canada, de la baie de Fundy jusqu'au nord du Labrador, au moins (Mitchell 1974). La « meilleure estimation » de la population de l'ouest de l'Atlantique Nord est de 4 702 (CV de 0,36) selon NMFS (2002a). Bien que la mortalité de cette population de causes anthropiques soit jugée « négligeable », elle reste un « stock stratégique » en raison de son maintien sur la liste des espèces « en voie de disparition » (NMFS 2002b). La population canadienne est composée presque exclusivement de mâles (Mitchell 1974; Reeves et Whitehead 1997). Bien qu'il y ait un certain retrait vers le sud en hiver (NMFS 2002b), certains se produisent tout au long de l'année comme en témoignent les échouages hivernaux sur l'île de Sable (Lucas et Hooker 2000). Des densités élevées ont été trouvées le long du bord de l'est du plateau néo-écossais, en particulier dans le Gully, par Whitehead et coll. (1992), et Breeze et coll. (2002) considèrent que l'espèce a une « présence régulière probable » le long du bord du plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent, le long du chenal Laurentien. Des cachalots ont été enregistrés à l'est de Stone Fence dans le chenal Laurentien lors d'un relevé des grandes baleines en 2002 (Clapham et Wenzel 2002). Cependant, il n'a pas été observé lors des levés aériens dans le Golfe (Kingsley et Reeves 1998). Malgré cette possible contradiction dans la répartition perçue, les talus et les eaux profondes de l'entrée du chenal Laurentien semblent être un environnement propice aux cachalots, qui sont donc attendus dans la région du sous-bassin Laurentien (peut-être plus fréquemment que d'autres grandes baleines), surtout en été, mais probablement à tout moment de l'année.

La population menacée de **bélugas** (COSEPAC 2003a) du bas Saint-Laurent se trouve surtout en amont du golfe proprement dit, et elle n'y a pas été détectée lors du relevé aérien de 1995 (Kingsley et Reeves 1998). Étant donné qu'un individu connu de cette population s'est égaré dans la zone du Canada atlantique (Brown Gladden et coll. 1999), il est possible qu'un béluga s'égare à l'occasion dans le sous-bassin Laurentien, peut-être à n'importe quel moment de l'année.

Le statut de la population de **baleine à bec commune** du plateau néo-écossais (anciennement appelée population du Gully) a été classée « en voie de disparition » (COSEPAC 2003a). On sait que cette population d'environ 130 animaux se déplace le long du talus du nord-est du plateau néo-écossais, entre l'extrémité ouest de l'île de Sable et le milieu du banc Banquereau (Breeze et coll. 2002), et qu'environ 40 d'entre eux se trouvent en tout temps dans le Gully (Gowans et coll. 2000). Les limites de la répartition de cette population, et la présence possible d'autres populations le long du bord du plateau néo-écossais, n'ont pas été entièrement explorées. On sait que l'espèce a été présente depuis la bordure sud des Grands Bancs jusqu'au nord du Labrador au moins (Mitchell 1974), et des individus ont erré jusqu'au golfe du Saint-Laurent (Kingsley et Reeves 1998). La baleine à bec commune est évidemment une espèce potentiellement préoccupante dans le sous-bassin Laurentien. Bien qu'il n'y ait aucune trace de cette espèce dans la région, il semblerait qu'il y ait un habitat approprié le long des talus et des profondeurs du chenal et qu'elle puisse se présenter à tout moment de l'année.

Le COSEPAC (2003a) considère que la **baleine à bec de Sowerby** est une espèce préoccupante (tableau 3.12). La taille de sa population, les taux de mortalité, etc. sont pratiquement inconnus, mais elle est répertoriée avec les autres baleines à bec comme un stock stratégique par le NMFS (2002b). Elle a été observée dans le Gully (Baird et Hooker 1999), s'est échouée sur l'île de Sable (Lucas et Hooker 2000) et est présente beaucoup plus au nord (Lien et coll. 1990). En raison de sa propension à fréquenter les eaux plus profondes, il est probable qu'elle soit présente dans la zone d'étude, au moins en petit nombre, éventuellement à n'importe quel moment de l'année.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

L**'épaulard** de l'ouest de l'Atlantique Nord pourrait former un stock unique dont l'aire de distribution est étendue, mais son statut est pratiquement inconnu (NMFS 2002b). La population d'épaulards de l'Atlantique nord-ouest figure sur la liste des données insuffisantes du COSEPAC (2003a). Elle est rarement signalée sur le plateau néo-écossais (Breeze et coll. 2002) et n'a pas été détectée lors de levés aériens (Palka 2001) dans cette région ou dans le golfe du Saint-Laurent (Kingsley et Reeves 1998). Néanmoins, comme elle est d'une espèce à distribution étendue, il est presque certain qu'elle est présente dans la région du sous-bassin Laurentien, ne serait-ce qu'à titre de transitoire très rare.

Le **globicéphale noir** est répandu dans l'ouest de l'Atlantique Nord, où l'on estime que la population de l'été 1995 est de 9 776 (CV de 0,55), du golfe du Saint-Laurent jusqu'à la Virginie (NMFS 2002b). Bien qu'il ne figure pas sur les listes d'espèces en voie de disparition du Canada ou des États-Unis, la mortalité de causes anthropiques dans la population de l'Atlantique nord-ouest est considérée comme considérable par rapport au PBP, et il est désigné comme un stock stratégique par le NMFS (2002b). On pense qu'il est répandu sur le plateau néo-écossais et plus au large tout au long de l'année (Breeze et coll. 2002), mais il est probablement plus commun au niveau et au-delà du rebord continental, comme c'est le cas au large du nord-est des États-Unis. (Payne et Heinemann 1993). Bien qu'il ne semble pas y avoir de rapports publiés sur la présence du globicéphale noir dans le sous-bassin Laurentien, son abondance relative dans les levés aériens du plateau néo-écossais et du golfe du Saint-Laurent (tableau 3.13) suggère qu'il pourrait être également concentré dans la région du sous-bassin Laurentien, à la fois en tant que transitoire et résident, et surtout dans les parties plus profondes.

Le **dauphin à nez blanc** a une grande aire de répartition dans les mers du Nord, avec des estimations de population au début des années 1980 de 3 486 (CV de 0,22) pour le plateau continental du Labrador, 5 500 (pas d'estimation de CV) pour l'est de Terre-Neuve et le sud-est du Labrador (Ailing et Whitehead 1987), et seulement 573 (CV de 0,69) entre le cap Hatteras et la Nouvelle-Écosse (NMFS 2002b). Il existe certaines indications d'une commutation temporelle entre les zones de plateau et de talus du nord-est des États-Unis (NMFS 2002b). Bien qu'il y ait peu d'enregistrements sur le plateau néo-écossais, Breeze et coll. (2002) l'ont qualifié de « probablement assez commun » dans cette région. Cependant, l'espèce n'a pas été identifiée dans les levés aériens sur le plateau et était relativement rare dans les levés aériens du golfe du Saint-Laurent (tableau 3.13). Néanmoins, sa régularité au large de l'est de Terre-Neuve suggère fortement qu'il est présent dans le sous-bassin Laurentien (d'un bout à l'autre) à n'importe quel moment de l'année.

Le **dauphin à flancs blancs** est une espèce à distribution étendue autant que celle de l'espèce précédente, mais s'étend généralement plus au sud le long de la côte est des États-Unis, où il est classé comme une « espèce littorale » (Hamazaki 2002). Les estimations récentes de la population comprennent 51 640 (CV de 0,43) entre le banc Georges et l'entrée du golfe du Saint-Laurent (NMFS 2002b) et 11 740 (CV de 0,47) dans le golfe du Saint-Laurent (Kingsley et Reeves 1998). Étant donné que la mortalité estimée de causes anthropiques est faible par rapport à la taille de la population, le NMFS (2002b) ne le considère pas comme un « stock stratégique ». Une interruption des observations ponctuelles estivales sur la côte de l'Atlantique de la Nouvelle-Écosse a été considérée comme une indication de la séparation des stocks du golfe du Maine et du golfe du Saint-Laurent (NMFS 2002b). Elle est cependant cartographiée comme ayant une « présence régulière probable » sur tout le plateau néo-écossais par Breeze et coll. (2002), et s'y trouve certainement en été dans les eaux plus profondes (Gowans et Whitehead 1995). Comme il s'agissait de l'espèce la plus commune dans les levés aériens du plateau néo-écossais et qu'elle n'était dépassée que par le marsouin commun plus strictement côtier dans les levés du golfe du Saint-Laurent (tableau 3.13), elle pourrait être l'espèce de cétacé la plus commune dans le sous-bassin Laurentien, avec peut-être des périodes de pointe au printemps et à l'automne liées à la migration du stock présumé du golfe du Saint-Laurent.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Bien que l'on estime que la taille de la population de **dauphins communs** est de 30 768 (CV de 0,32) entre le Maryland et le golfe du Saint-Laurent, le niveau de mortalité lié à la pêche justifie son statut de « stock stratégique » (NMFS 2002b). On les trouve généralement dans les eaux profondes du talus au large du nord-est des États-Unis (NMFS 2002b), mais la migration vers le plateau néo-écossais (Gowans et Whitehead 1995) et l'est de Terre-Neuve (Sergeant et coll. 1970) se produit avec le réchauffement estival. Bien qu'ils n'aient pas été détectés dans les levés aériens du golfe du Saint-Laurent, un des deux groupes observés dans les levés de l'est du plateau néo-écossais se trouvait en fait dans la partie nord-ouest du sous-bassin Laurentien (Palka 2001). Il est donc certain qu'ils sont présents, au moins en petit nombre, dans les zones de plateau et de chenal du sous-bassin pendant l'été.

Un « stock extracôtier de l'ouest de l'Atlantique Nord » du **dauphin à gros nez** fréquente les eaux profondes du large jusqu'au nord du Canada atlantique en été, avec une « meilleure estimation » de la taille de la population de 30 633 (CV de 0,25), et n'est pas considéré comme un « stock stratégique » (NMFS 2002b). On sait qu'il est présent dans le Gully (Gowans et Whitehead 1995) et un groupe a été détecté lors de levés aériens dans l'est du plateau néo-écossais (Palka 2001). Bien qu'il puisse être présent dans la région du sous-bassin Laurentien en été (surtout dans le chenal), il est peu probable qu'il le fasse fréquemment ou en grand nombre.

Les **dauphins bleus** forment un stock de l'ouest de l'Atlantique Nord dont la « meilleure estimation » de la taille de la population est de 61 546 (CV de 0,40) et qui n'est pas considéré comme un « stock stratégique » (NMFS 2002b). Ils sont caractéristiques des zones chaudes et tempérées du plateau continental du nord-est des États-Unis, mais ont été observés aussi loin au nord que les Grands Bancs (Lens 1997). Bien qu'ils soient considérés comme peu communs au Canada atlantique (Baird *et coll.* 1997), ils ont été observés en certains nombres dans la région du Gully (Gowans et Whitehead 1995), et Breeze et coll. (2002) affirment qu'on les observe dans les eaux de la Nouvelle-Écosse lorsque la température de l'eau dépasse 15 °C, bien qu'ils se soient échoués en hiver sur l'île de Sable (Lucas et Hooker 2000). Cependant, ils n'ont pas été détectés lors des levés aériens d'été du plateau ou du Golfe (tableau 3.13). Cette espèce pourrait être présente, peut-être seulement occasionnellement et en petit nombre, pendant les mois d'été dans la région du sous-bassin Laurentien.

On pense que le **marsouin commun** forme quatre stocks résidents génétiquement distincts (ADN mitochondrial) dans l'ouest de l'Atlantique Nord : golfe du Maine et baie de Fundy; golfe du Saint-Laurent; Terre-Neuve; et Groenland (NMFS 2002b). La « meilleure estimation » de la taille du stock du golfe du Maine et de la baie de Fundy est de 89 700 (CV de 0,22), et ce stock est considéré comme « stratégique » par le NMFS (2002b). Il existe également une possibilité d'une population distincte le long de la côte de l'Atlantique de la Nouvelle-Écosse (Reeves 1999, cité dans Breeze et coll. 2002). Dans toutes ces régions, on le trouve presque entièrement dans les eaux côtières (voir aussi Hamazaki 2002). Lors de levés aériens du plateau néo-écossais, il n'a été détecté que dans l'extrémité sud-est (Palka 2001), bien qu'il soit connu au large grâce à des échouages sur l'île de Sable (Lucas et Hooker 2000). C'est le cétacé le plus souvent détecté dans les levés effectués dans le Golfe (tableau 3.13). En mai 2003, le COSEPAC (2003a) a reclassé la population de marsouin commun de l'Atlantique nord-ouest dans une catégorie de moindre risque, passant de la catégorie « espèce menacée » à « espèce préoccupante ». Compte tenu de l'existence de stocks dans le Golfe et autour de Terre-Neuve, il est certainement présent dans la zone du sous-bassin Laurentien (surtout sur les plateaux latéraux), mais il est peu probable qu'il y soit fréquent ou commun.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Un certain nombre d'autres cétacés sont connus pour n'avoir été présents que très rarement au Canada atlantique (voir Breeze et coll. 2002 pour un bref résumé). Aucun n'a reçu le statut d'espèce en voie de disparition par le COSEPAC (2003a) ou le NMFS (2002a). Parce qu'ils sont répandus, mais rares dans leurs aires de distribution, ou qu'ils ne sont réguliers que dans des régions éloignées de la zone d'étude, ils ne sont pas pris en compte ici.

3.2.5.2 Phoques

Quatre espèces de phoques de la famille des phocidés sont connues ou prévues dans le sous-bassin Laurentien : le phoque gris, le phoque du Groenland, le phoque commun et le phoque à capuchon. Seul le phoque commun est évalué par le COSEPAC (2003a), et seulement comme catégorie « données insuffisantes ». Aucune des espèces ne figure sur la liste des espèces en voie de disparition des États-Unis (NMFS 2002a).

On pense que la population de **phoque gris** continue d'augmenter par rapport celle de 173 500 individus en 1996 (Hammill et Stenson 2000). Ils se reproduisent maintenant à Saint-Pierre-et-Miquelon (MPO – Terre-Neuve, information non publiée). Les échanges entre les phoques fréquentant l'île de Sable et le golfe du Saint-Laurent sont bien documentés (Stobo et coll. 1990), et certains d'entre eux se déplacent vraisemblablement dans le sous-bassin Laurentien. Beck (2002) a suivi des phoques gris en quête de nourriture munis d'étiquettes pouvant être lues par satellite sur l'île de Sable d'octobre à janvier dans des zones allant du banc George au golfe du Saint-Laurent. Sur 58 phoques étiquetés, seuls quatre ont été détectés dans l'est du plateau néo-écossais et/ou sur le banc de Saint-Pierre. Les mouvements des animaux munis d'étiquettes pouvant être lues par satellite de la population du golfe du Saint-Laurent n'ont pas été aussi bien examinés de cette façon. La seule information publiée (Goulet et coll. 1999) concerne deux femelles capturées et munies d'étiquettes pouvant être lues par satellite dans le Golfe qui se sont retrouvées à l'île de Sable au cours de la saison de reproduction suivante (pas nécessairement via le sous-bassin Laurentien). Cependant, les phoques gris qui passent l'été à Miquelon ont été aperçus plus tard à l'île de Sable (MPO – Terre-Neuve, information non publiée), de sorte que ces résidents et migrateurs se trouvent dans le sous-bassin Laurentien ou à proximité. En résumé, une fraction inconnue, mais probablement relativement faible, de la population de phoques gris de l'Atlantique nord-ouest s'alimente ou se déplace probablement dans le sous-bassin Laurentien. Néanmoins, il est probable que ce soit le phoque le plus courant dans cette zone.

L'état de la population du **phoque commun** au Canada atlantique est beaucoup moins certain, mais elle a été estimée à environ 32 000 individus en 1996 (Hammill et Stenson, 2000). Il fréquente l'ensemble de la côte de la Nouvelle-Écosse et une grande partie du golfe du Saint-Laurent, mais est moins commun le long du sud de Terre-Neuve. Il est observé régulièrement dans les eaux côtières, mue et se reproduit à Miquelon (mai à septembre), mais pourrait être indapté à la reproduction sur des sites exposés en mer comme l'île de Sable (Boulva et McLaren 1979), d'où il semble disparaître en raison de la prédation par les requins (Lucas et Stobo 2000). Par conséquent, il est probable qu'il ne soit présent qu'en petit nombre dans la région du sous-bassin Laurentien.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le **phoque du Groenland** est visé par chasse commerciale (quelque 325 000 individus en 2002, principalement des jeunes de l'année, et non des blanchons), et sa population a probablement atteint une taille record (environ 5,2 millions en 1999 (McLaren et coll. 2001). Il produit des petits en abondance au large du sud du Labrador et de l'est de Terre-Neuve, et en plus petit nombre (selon l'état des glaces) dans le golfe du Saint-Laurent, où il entre et sort en grande partie par le détroit de Belle-Isle (Sergeant 1991). Selon Walsh et coll. (2000, cité dans McLaren et coll. 2001), les phoques du Groenland sont régulièrement pris dans les filets de poule de mer dans la subdivision 3Ps de l'OPANO (côte sud de Terre-Neuve). Par conséquent, il semble certain que certains phoques du Groenland seraient présents de façon saisonnière dans le sous-bassin Laurentien, peut-être le plus souvent associés à la dérive des glaces hors du Golfe.

Le **phoque à capuchon** se reproduit également sur la banquise plus épaisse au large du sud du Labrador et du nord-est de Terre-Neuve et, dans une moindre mesure, dans le golfe du Saint-Laurent. La population canadienne a été estimée en 1990 et 1991 à 470 000 individus (Hammill et Stenson 2000), dont les limites de capture pour la chasse de 10 000 individus n'a généralement pas été atteint ces dernières années. Bien qu'une nouvelle estimation de la population soit nécessaire, il existe des preuves indirectes que la population a augmenté depuis 1991, et la conservation de la population n'est pas considérée comme préoccupante (McLaren et coll. 2001). Bien que l'on suppose que, comme le phoque du Groenland, il entre et sort du golfe en grande partie par le détroit de Belle-Isle, l'ampleur de toute migration de sortie tardive en hiver par le sous-bassin Laurentien est incertaine. Ces dernières années, de plus en plus d'individus ont errés sur le plateau néo-écossais et au-delà. De plus, des études récentes (G. Stenson, comm. pers., cité dans McLaren et coll. 2001) indiquent qu'il s'alimente plus fréquemment qu'on ne l'avait supposé dans les eaux plus profondes du versant nord du chenal Laurentien, du Bonnet Flamand et du sud des Grands Bancs, et il est possible que l'espèce soit attirée, à l'automne et au printemps, vers les talus et les eaux profondes du sous-bassin Laurentien.

Les visites occasionnelles du **phoque annelé** arctique-subarctique, qui s'est reproduit sur la Côte-Nord du Québec, et du **phoque barbu**, et très rarement du **morse**, peuvent être ignorées dans le contexte actuel.

Les informations fournies dans la section précédente concernant la présence probable, le moment et les habitats des mammifères marins dans le sous-bassin Laurentien sont résumées dans le tableau 3.14. Sur la base des informations existantes et disponibles, seules de grandes catégories peuvent être faites, et le tableau doit être considéré comme une série de prévisions générales concernant la zone d'étude. Les espèces désignées en vertu de la législation sur les espèces en voie de disparition au Canada, aux États-Unis ou dans les deux pays présentent un intérêt particulier. Comme l'indique le tableau, le statut d'un certain nombre de ces espèces est incertain dans la zone d'étude.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.14 Résumé de la présence probable de mammifères marins dans le sous-bassin Laurentien

Espèces	Présence	Saison	Habitat	Espèces en péril (désignations du Canada et/ou des États-Unis)
Baleine	Peu fréquente, rare	Été	Chenal principalement	✓
Petit rorqual	Régulière, commune	Printemps, été, automne	Bancs principalement	
Rorqual commun	Régulière, peu commune	Printemps, été, automne	Sur tout le territoire	✓
Rorqual bleu	Régulière, peu commune	Toute l'année, surtout au printemps et à l'automne	Chenal principalement	✓
Rorqual boréal	Régulière, peu commune	Été	Chenal principalement	✓
Baleine à bosse	Régulière, peu commune	Printemps, été, automne	Bancs principalement	✓
Cachalot	Régulière, peu commune	Toute l'année, surtout l'été	Sur tout le territoire	✓
Béluga	Peu fréquente, très rare	Toute l'année?	Sur tout le territoire	✓
Baleine à bec commune	Peu fréquente, rare?	Toute l'année?	Chenal	✓
Baleine à bec de Sowerby	Peu fréquente, très rare	Toute l'année?	Chenal	✓
Épaulard	Presque jamais, très rare	Toute l'année	Sur tout le territoire?	✓
Globicéphale noir	Régulière, commune	Toute l'année?	Sur tout le territoire	
Dauphin à nez blanc	Régulière, commune?	Toute l'année?	Sur tout le territoire	
Dauphin à flancs blancs	Régulière, commune	Toute l'année, surtout au printemps et à l'automne	Chenal principalement	
Dauphin commun	Irrégulière, peu fréquente	Été	Sur tout le territoire	
Dauphin à gros nez	Irrégulière, rare	Été	Chenal principalement	
Dauphin bleu	Irrégulière, peu fréquente	Été	Bancs principalement	
Marsouin commun	Régulière, peu commune?	Toute l'année?	Principalement sur les bancs, dans les zones côtières	✓
Phoques gris	Régulière, commune	Principalement l'été	Sur tout le territoire	
Phoque commun	Régulière, peu commune	Toute l'année	Principalement sur les bancs, dans les zones côtières	✓
Phoque du Groenland	Régulière, peu commune	Fin de l'hiver, début du printemps	Sur tout le territoire	
Phoque à capuchon	Régulière, peu commune?	Surtout à la fin de l'hiver?	Chenal principalement?	
Note :? indique un statut particulièrement incertain.				

3.2.6 Tortues de mer

Deux espèces de tortues marines sont connues pour être des migrateurs estivaux réguliers au Canada atlantique, la tortue luth et la tortue caouanne. Une troisième, la tortue bâtarde, est rare et n'est apparue qu'au sud de la zone d'étude. Des renseignements généraux sur la répartition et la biologie des tortues marines présentes au Canada atlantique sont disponibles dans Breeze et coll. (2002), du site Web du NMFS (NMFS 2002c) et du Nova Scotia Sea Turtle Working Group (s.d.). Les principales menaces qui pèsent sur les tortues de mer sont l'exploitation à des fins alimentaires, en particulier dans leurs aires de répartition en période de reproduction, les prises accessoires dans les pêcheries et, dans une moindre mesure, les collisions avec les bateaux.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La population mondiale de **tortues luths** a récemment été estimée entre 26 000 et 43 000 individus (Dutton et coll. 1999). L'espèce est inscrite sur la liste des espèces en voie de disparition aux États-Unis (NMFS 2002c) et au Canada (COSEPAC 2003a). L'espèce est inscrite à l'annexe 1, partie 2 (en voie de disparition) de la *Loi sur les espèces en péril* canadienne. Doherty (2002) a démontré, à partir des taux de prises accessoires au large de l'est des États-Unis et des Grands Bancs, corrigés en fonction de l'effort, que la population de tortues luths continue à diminuer. Ils sont régulièrement observés dans les eaux aussi loin au nord qu'au large de l'est de Terre-Neuve de juin à octobre, avec un pic d'abondance en août (Husky Oil 2000). Brise et coll. (2002) affirment qu'ils sont régulièrement observés sur le plateau néo-écossais, mais consignent les prises accessoires exclusivement dans des zones situées au large du plateau, dont une dans le sous-bassin Laurentien à l'embouchure du chenal Laurentien. Au moins trois individus ont été munis d'étiquettes pouvant être lues par satellite près du sous-bassin ou dans celui-ci (Nova Scotia Sea Turtle Working Group, s.d.) et de nombreuses observations ont été faites le long du flanc nord-est du plateau néo-écossais (M. James, comm. pers.). Par conséquent, la population menacée de tortues luth est une espèce potentiellement vulnérable qui est connue pour être présente dans la zone d'étude du sous-bassin Laurentien pendant les mois d'été.

La **tortue caouanne** est l'espèce de tortue de mer la plus commune dans les eaux de l'Amérique du Nord, où l'on a estimé récemment que sa population comptait entre 9 000 et 50 000 adultes (Ernst et coll. 1994). L'espèce figure sur la liste des espèces menacées de la *United States Endangered Species Act* (NMFS 2002c), mais le COSEPAC (2003a) ne lui a pas conféré de statut. Doherty (2002), à partir des taux de prises accessoires de l'est des États-Unis jusqu'aux Grands Bancs (corrigées en fonction de l'effort), a conclu que la population de tortues caouannes dans cette région est en augmentation, bien qu'ailleurs les populations soient en déclin (NMFS 2002c). Elle n'a pas été observée aussi fréquemment que la tortue luth sur le plateau néo-écossais, et presque toutes les prises accessoires au Canada atlantique ont eu lieu bien au large du plateau ou au sud-est des Grands Bancs (représentées par les « tortues à carapace dure » par Breeze et coll. (2002). On prévoit que sa présence estivale dans le sous-bassin Laurentien sera très rare.

Les informations fournies dans la section précédente concernant la présence probable, le moment et les habitats des tortues de mer dans le sous-bassin Laurentien sont résumées dans le tableau 3.15.

Tableau 3.15 Résumé de la présence probable de tortues marines dans le sous-bassin Laurentien

Espèces	Présence	Saison	Habitat	Espèces en péril (désignations du Canada et/ou des États-Unis)
Tortue luth	Régulière, peu commune	Été	Chenal	✓
Tortue caouanne	Régulière, rare?	Été	Chenal	✓
Tortue bâtarde	Presque jamais, très rare	Été	Chenal	✓
Note :? indique un statut particulièrement incertain.				

3.2.7 Zones spéciales

Actuellement, il n'y a pas de zones de protection marine désignées dans la zone d'étude (D. Fenton, comm. pers.).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La zone de Stone Fence est située le long du côté sud-ouest du chenal Laurentien, le long du rebord continental du banc Banquereau (figure 3.8), sur une distance d'environ 100 km. Cette caractéristique est reconnue comme fournissant un habitat pour une variété d'espèces de poissons, et est une zone de pêche privilégiée avec une grande variété de poissons capturés (R. O'Boyle, comm. pers.). Comme l'indiquent les cartes de répartition des pêches de l'annexe C, la zone connaît une activité de pêche considérable pour une grande variété d'espèces, notamment la morue, le sébaste, le flétan, la plie canadienne, la plie, la raie, l'espadon, le requin, le brosme et la merluche blanche ces dernières années. Comme indiqué dans la section 3.2.2.2, les coraux de profondeur sont également présents sur le site. En raison de la découverte récente du *récif de Lophelia*, le MPO a reconnu cette zone comme importante. La zone de Stone Fence est reconnue comme une zone d'importance écologique et sociale particulière pour l'ensemble de la région.

3.3 Environnement socioéconomique

3.3.1 La pêche

La pêche a joué un rôle important dans l'histoire du Canada atlantique et reste une composante essentielle de l'économie de la région.

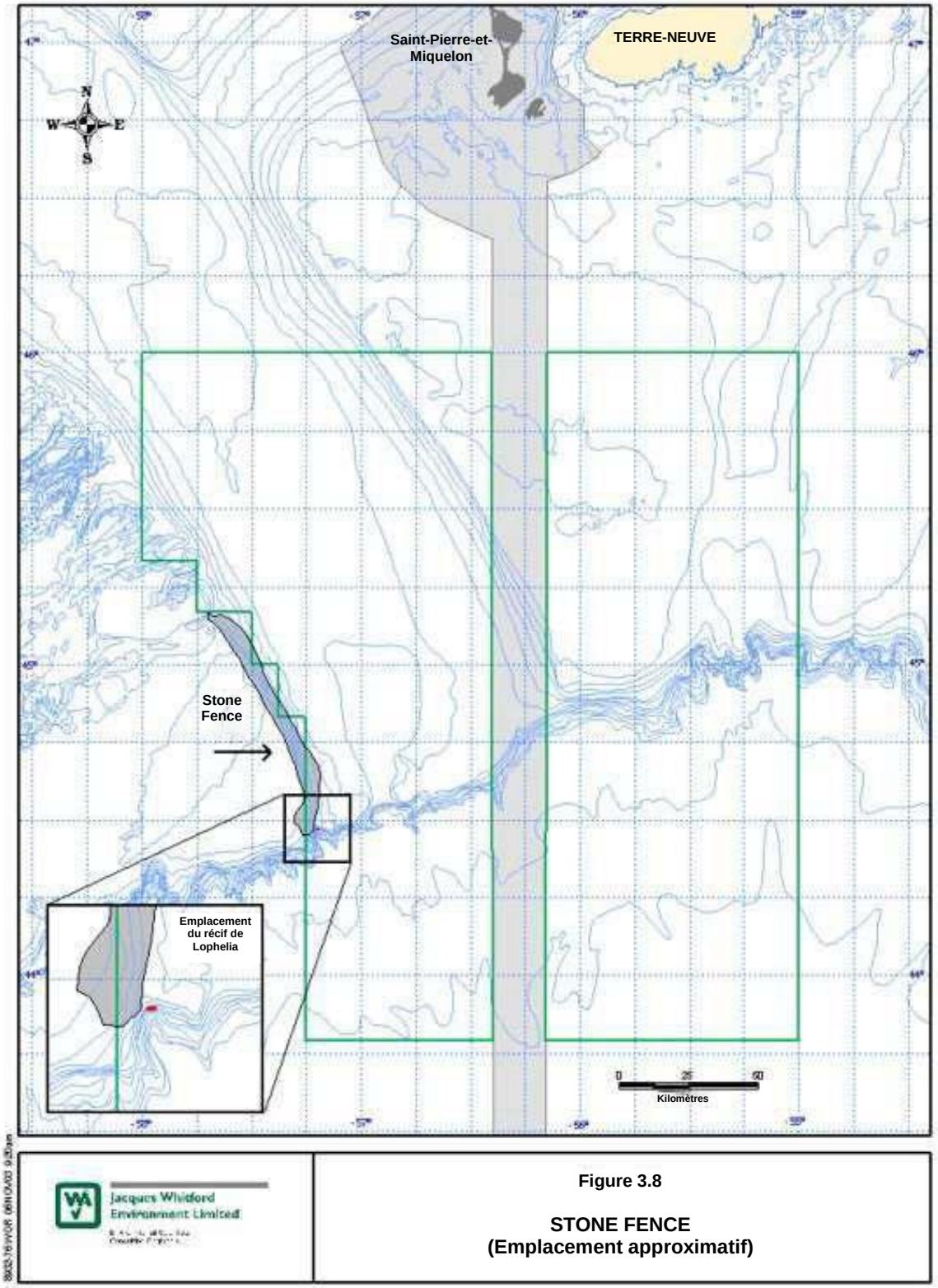
3.3.1.1 Gestion régionale et sources de données

L'Atlantique nord-ouest est divisé en une série de divisions et de zones unitaires de l'OPANO (figures 3.9 et 3.10). Bien que les activités de gestion et de récolte des pêches s'étendent au-delà des frontières de l'OPANO, ces régions sont largement utilisées pour décrire l'activité de pêche. Aux fins de la présente évaluation, les pêches dans les divisions 3Ps, 4Vn et 4Vs de l'OPANO sont décrites (figure 3.9), tout comme les pêches dans les zones unitaires de l'OPANO, qui chevauchent la zone du sous-bassin Laurentien (c.-à-d. les zones unitaires 3Psf, 3Psg, 3Psh, 4Vsb, 4Vsc; figure 3.10).

L'OPANO et le MPO gèrent tous deux les pêches dans cette zone. Le MPO est le principal responsable des stocks qui ne chevauchent pas la limite des 200 milles ou qui sont sédentaires. L'OPANO est la principale responsable de la plupart des stocks situés à l'extérieur de la limite de 20 milles et des stocks chevauchants, avec l'apport du MPO. Les espèces de grands poissons pélagiques sont gérées par la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (ICATT). Le MPO, région de Terre-Neuve gère les pêches dans les zones 3L, 3O et 3Ps; le MPO, région des Maritimes gère les pêches dans les zones 4V et 4W. Le MPO gère également les pêches autochtones dans ces zones, les pêches exploratoires et les pêches dans la zone économique exclusive (ZEE) de Saint-Pierre-et-Miquelon. Les limite de captures à l'intérieur et autour de cette ZEE sont accordés à la France en vertu d'un traité signé en décembre 1994 (D. Bryand, comm. pers.).

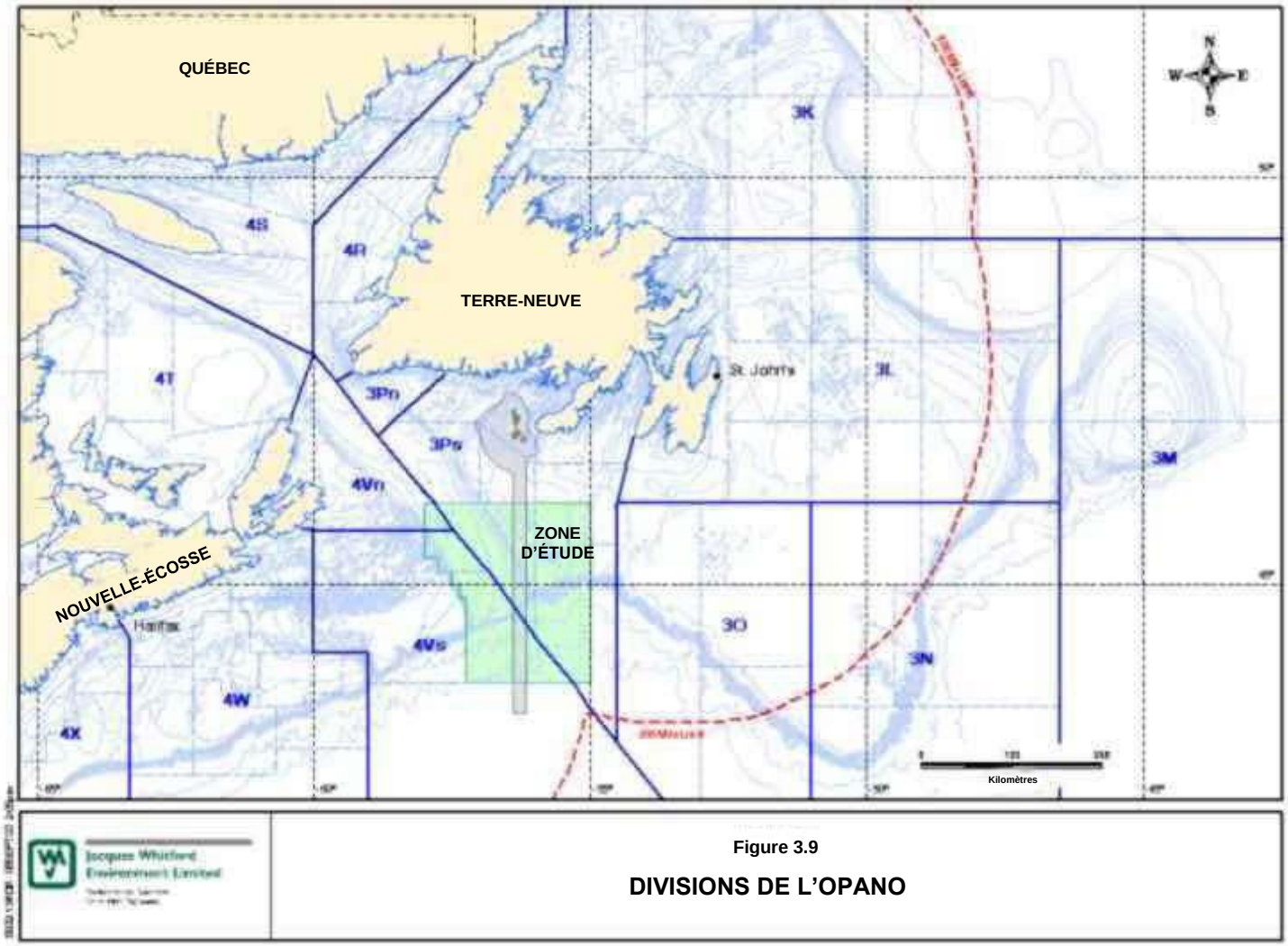
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.8 Stone Fence



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.9 Divisions de l'OPANO



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.10 Zones unitaires de l'OPANO

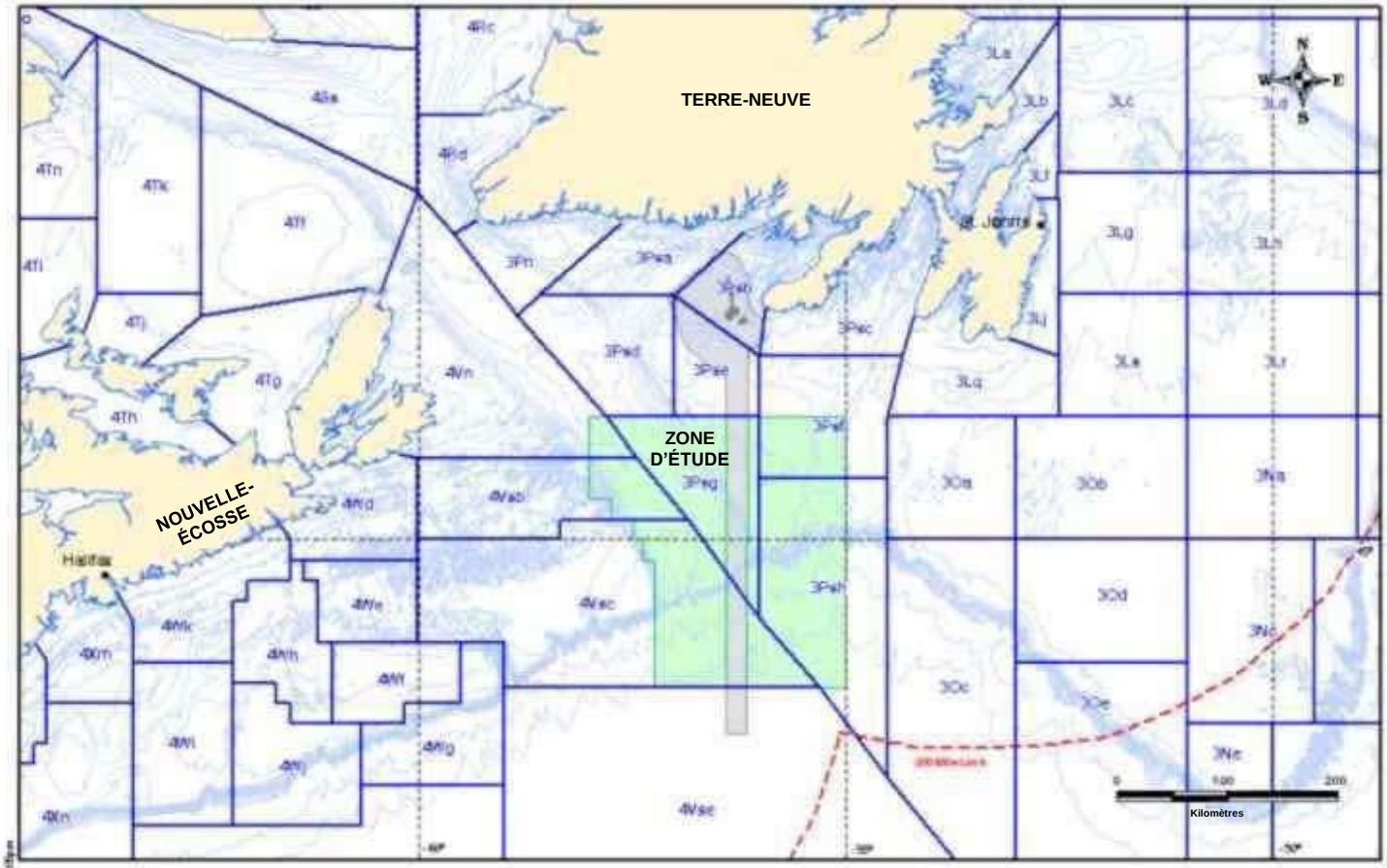


Figure 3.10

ZONES UNITAIRES DE L'OPANO

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les principales sources d'information utilisées pour décrire la pêche sont les données sur les prises des pêches canadiennes de 1995 à 2001 obtenues du MPO, et les prises de Saint-Pierre-et-Miquelon, également de 1995 à 2001, obtenues de l'OPANO. Les débarquements canadiens de prises pour 2001 pour les divisions 4Vn et 4Vs de l'OPANO ne sont actuellement pas disponibles. Par conséquent, les débarquements de prises de 2000 sont utilisés dans ce rapport comme les statistiques en espèces les plus récentes pour ces divisions. La capture en poids est déclarée pour 2001 pour ces divisions; la capture en poids pour 2000 est également fournie à des fins de comparaison avec les débarquements de prises de 2000. Les débarquements de prises ne sont pas disponibles pour les captures de Saint-Pierre-et-Miquelon. Lorsque des informations géospatiales sont disponibles, l'emplacement de certaines pêcheries principales par rapport à la zone d'étude et aux voies de circulation potentielles est présenté. En général, l'information géospatiale est disponible pour les pêches hauturières canadiennes, mais elle est limitée pour les pêches côtières (voir tableaux 1 et 2, annexe C).

3.3.1.2 Aperçu des pêches

Divisions 3Ps de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la division 3Ps de l'OPANO de 1995 à 2001 ont atteint en moyenne 33 479 tonnes par
année, allant d'un minimum de 13 946 tonnes en 1995 à un maximum de 48 162 tonnes en 1999 (voir l'annexe C pour les données détaillées sur les prises). Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises ont été la poule de mer, le crabe des neiges, le homard, le pétoncle d'Islande et le pétoncle géant, le sébaste, la raie, le hareng et la morue. Parmi ceux-ci, le sébaste et le crabe des neiges ont toujours constitué une part importante de la capture globale en poids, bien que la morue ait augmenté depuis 1997.

Sur les 35 912 tonnes récoltées dans la division 3Ps en 2001, la morue représentait 38,2 % des prises, le crabe des neiges 21,9 % et le sébaste 11,5 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson pêché par les navires canadiens dans la division 3Ps était d'environ 67 millions de dollars. Le crabe des neiges représentait 45,4 % de cette quantité, la morue 27,3 % et le homard 12,9 %. La pêche au sébaste, moins lucrative, ne représentait que 3,1 % des débarquements de prises de la pêche de la division 3Ps en 2001. En revanche, bien que la pêche au homard ait contribué de façon notable aux débarquements de prises, cette pêche ne représentait que 2 % des captures en poids en 2001.

La pêche dans la division 3Ps est principalement une pêche à engin fixe (casiers ou filets maillants fixes) et est pratiquée par des navires de moins de 45 pieds de long, bien que des navires de plus de 65 pieds de long opèrent plus au large. Un total de 7 804 calées de pêche ont été effectuées dans la division 3Ps en 2001. Un total de 49 % des calées visaient la morue, 19,6 % le crabe et 10,3 % le sébaste. Les navires immatriculés à Terre-Neuve représentaient 92,1 % de l'activité de pêche et les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse représentaient le reste.

En plus de ce qui précède, il y a maintenant 119 permis exploratoires ou supplémentaires pour le crabe dans la division 3Ps au sud de 46°30' (T. Curran, comm. pers.) De plus, le ministère des Pêches et de l'Aquaculture de Terre-Neuve-et-Labrador prévoit de promouvoir le développement d'une pêche expérimentale d'holothuries dans la zone d'étude et ses environs (P. Shea, comm. pers.).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Pour Saint-Pierre-et-Miquelon, les captures dans la division 3Ps de l'OPANO ont atteint une moyenne de 3 342 tonnes de 1995 à 2001, allant de 309 tonnes en 1995 à 6 430 tonnes en 2000 (annexe C). La composition de la pêche de Saint-Pierre-et-Miquelon dans cette division est similaire à celle des pêches canadiennes, bien qu'un peu moins diversifiée. Les espèces qui ont représenté plus de 5 % du total des captures depuis 1995 sont la poule de mer, la morue, le crabe des neiges, le requin-taupe commun, le pétoncle d'Islande et le sébaste. Sur les 3 802 tonnes de poisson récoltées par les pêcheurs de Saint-Pierre-et-Miquelon en 2001, la morue représentait 61,8 % et le crabe des neiges 13,1 % des prises. Inversement, la poule de mer représentait 73,1 % des captures en poids en 1995. Les pêcheurs de Saint-Pierre-et-Miquelon n'ont pas pêché dans les autres divisions de l'OPANO de la zone d'étude depuis 1995.

Division 4Vn de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la division 4Vn de l'OPANO ont atteint une moyenne de 9 927 tonnes de 1995 à 2001, allant de 7 320 tonnes en 2001 à 14 119 tonnes en 1995. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises ont été le homard, le maquereau, le sébaste, le hareng, le crabe des neiges, la plie canadienne et la crevette.

Le crabe des neiges et le homard ont toujours dominé les débarquements de prises. Sur les 7 320 tonnes récoltées dans la division 4Vn en 2001, le homard représentait 23,8 % des prises, le crabe 20,7 %, le hareng 20,8 %, le sébaste 10,8 % et la crevette 7 %. En 2000, le homard représentait environ 19 % des 7 451 tonnes débarquées, le sébaste 18,6 %, le crabe des neiges 18,3 %, le hareng 12,6 % et le maquereau 9,7 %. La valeur au débarquement du poisson capturé par les navires canadiens dans la division 4Vn en 2000 était d'environ 28 millions de dollars. Le homard représentait 60,4 % de ce total et le crabe des neiges 26,3 %.

La pêche canadienne dans la division 4Vn se fait principalement à l'aide d'engins fixes (casier) et est surtout pratiquée par des bateaux de moins de 45 pieds de long. Là encore, les navires de plus de 45 pieds opéreraient plus au large. Un total de 1 984 calées de pêche ont été effectuées dans la division 4Vn en 2001. Un total de 41 % de ces calées visaient la pêche côtière au homard, tandis que 17,6 % visaient le crabe des neiges. Les autres ont ciblé diverses espèces, dont la morue, le sébaste, le hareng et le crabe commun. Les pêcheurs de la Nouvelle-Écosse représentaient 97,7 % de l'activité de pêche, ceux du Québec, 1,7 %, et ceux du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve, le reste.

Des pêches exploratoires ont également eu lieu dans l'ensemble de la région, y compris, p. ex., des activités exploratoires de pêche des crevettes au chalut ces dernières années. Il y aurait toujours un intérêt considérable pour les crevettes dans l'enseemble de la région (B. Osborne, comm. pers.; P. Koeller, comm. pers.).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Division 4Vs de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la division 4Vs de l'OPANO ont atteint une moyenne de 28 201 tonnes de 1995 à 2001, allant de 22 339 tonnes en 1995 à 35 383 tonnes en 1999. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises sont la crevette, le sébaste, la raie, l'espadon, la mactre de Stimpson et le crabe des neiges.

La mactre de Stimpson domine la pêche dans cette division depuis 1995. Sur les 23 727 tonnes récoltées dans la division 4Vs en 2001, cette espèce représentait 48,2 % des prises, le sébaste 16,6 %, le crabe des neiges 15,6 % et la crevette 5,2 %. En 2000, la mactre de Stimpson représentait 64,2 % des 30 038 tonnes débarquées, le crabe des neiges 11,6 % et la crevette 6 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson récolté par les navires canadiens dans la division 4Vs était d'environ 44 millions de dollars. La mactre de Stimpson représentait 35,8 % de ce total, le crabe des neiges 41,2 % et la crevette 8,7 %.

Les engins mobiles (drague) et fixes (casier) sont fréquemment utilisés dans la division 4Vs. Ces deux types d'engins constituaient plus de 50 % des types d'engins utilisés dans cette division en 2001. Au total, 3 996 calées de pêche ont été réalisées dans la division 4Vs en 2001. Un total de 31 % de ces calées visaient le crabe et 22,2 % la mactre de Stimpson. Les autres se sont concentrés sur le sébaste, le flétan de l'Atlantique, le pétoncle géant et la crevette. Les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse représentaient 71,3 % de cette activité de pêche en 2001 et les navires immatriculés à Terre-Neuve représentaient le reste.

3.3.1.3 Pêches dans les zones unitaires de l'OPANO qui chevauchent la zone d'étude

Zone unitaire 3Psf de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la zone unitaire 3Psf de l'OPANO ont atteint une moyenne de 4 311 tonnes de 1995 à 2001, allant de 1 427 tonnes en 1995 à 6 991 tonnes en 1999. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises ont été le crabe des neiges, le pétoncle d'Islande, le pétoncle géant, la morue et le requin-taupe commun. Sur les 5 590 tonnes récoltées dans la zone 3Psf en 2001, le crabe des neiges représentait 65 % des captures, la morue 25,1 % et le pétoncle d'Islande 5,3 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson récolté par les navires canadiens dans la zone 3Psf était d'environ 16,4 millions de dollars. Le crabe des neiges représentait 84,6 % de ce total et la morue 11,9 %. Le pétoncle représentait moins de 5 % des débarquements de prises

La pêche canadienne dans la zone 3Psf est essentiellement une pêche aux engins fixes (casier) et est principalement pratiquée par des navires de moins de 45 pieds de long. Au total, 1 713 calées de pêche ont été effectuées dans la zone 3Psf en 2001. Un total de 65 % de ces calées visaient le crabe et 28 % la morue. Les navires immatriculés à Terre-Neuve représentaient 99,3 % de cette activité de pêche et les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse représentaient le reste.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Zone unitaire 3Psg de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la zone unitaire 3Psg de l'OPANO de 1995 à 2001 se sont élevées en moyenne à 2 660 tonnes par an, allant de 367 tonnes en 1996 à 4 673 tonnes en 1999. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements en espèces sont la raie, le flétan de l'Atlantique, le requin-taupe commun, le pétoncle géant, le pétoncle d'Islande, le flétan du Groenland, le sébaste et la morue. Sur les 940 tonnes récoltées dans la zone 3Psg en 2001, le sébaste représentait 46,8 %, la raie 15,8 %, la morue 12,8 % et le pétoncle d'Islande 9,5 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson récolté par les navires canadiens dans la zone 3Psg était d'environ 0,6 million de dollars. Le sébaste représentait 34,4 % de ce total, la morue 20,4 %, le pétoncle d'Islande 21,2 %, le pétoncle géant 8,9 % et la raie 6,0 %.

La pêche canadienne dans la zone 3Psg se fait principalement à l'aide d'engins mobiles (chalut de fond) et est surtout pratiquée par des navires de plus de 65 pieds. Au total, 264 calées de pêche ont été réalisées dans la zone 3Psg en 2001. Un totla de 36 % ont ciblé le sébaste, 19,3 % la morue, 15,9 % la raie, 13,3 % le flétan de l'Atlantique, 7,2 % le pétoncle d'Islande et 6,8 % la merluche blanche. Les navires immatriculés à Terre-Neuve représentaient 67,4 % de ce total et les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse représentaient le reste.

Zone unitaire 3Psh de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la zone unitaire 3Psh de l'OPANO de 1995 à 2001 se sont élevées en moyenne à 3 966 tonnes par année, allant de 1 298 tonnes en 1996 à 6 817 tonnes en 2000. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises ont été la morue, le flétan de l'Atlantique, le flétan du Groenland, la raie, la goberge, la merluche blanche, la baudroie d'Amérique, le requin-taupe commun, l'aiglefin, la plie grise, la plie canadienne et le sébaste. Sur les 5 601 tonnes récoltées dans la zone 3Psh en 2001, la morue représentait 45,1 %, la raie 16,5 %, la merluche blanche 8,1 %, la plie canadienne 5,9 % et la plie grise 5,4 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson récolté par les navires canadiens dans la zone 3Psh était d'environ 5,3 millions de dollars. La morue représentait 55,6 % de ce total, le flétan de l'Atlantique 6,8 %, la plie grise 5,8 % et la plie canadienne 5,6 %.

La pêche canadienne dans la zone 3Psh est principalement une pêche aux engins mobiles (chalut de fond) et est surtout pratiquée par des navires de plus de 65 pieds de long. Au total, 1 536 calées de pêche ont été effectués dans la zone 3Psh en 2001. Les espèces cibles les plus courantes étaient la morue (30,8 %), la raie (16,5 %), la plie (13,5 %), la merluche blanche (12,7 %), le flétan de l'Atlantique (9,1 %), la baudroie d'Amérique (7,2 %) et le sébaste (6,1 %). Les navires immatriculés à Terre-Neuve représentaient 84,4 % de cette activité de pêche et les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse représentaient le reste.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Zone unitaire 4Vsb de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la zone unitaire 4Vsb de l'OPANO de 1995 à 2001 ont atteint une moyenne de 1 095 tonnes par année, allant de 419 tonnes en 1995 à 2 463 tonnes en 2000. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises ont été le crabe des neiges, la crevette, le sébaste, la goberge et la plie canadienne. Sur les 2 067 tonnes récoltées dans la zone 4Vsb en 2001, le crabe des neiges représentait 80,3 %, le sébaste 10,5 % et la crevette 6,4 %. En 2000, le crabe des neiges représentait 84 % des 2 463 tonnes débarquées et les crevettes 5 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson récolté par les navires canadiens dans la zone 3Vsb était d'environ 11 millions de dollars et le crabe des neiges représentait 95,3 % de ce total.

La pêche canadienne dans la zone 4Vsb se fait principalement à l'aide d'engins fixes (caiser) et est surtout pratiquée par des navires de moins de 45 pieds de long. Au total, 683 calées de pêche ont été réalisées dans la zone 4Vsb en 2001. Au total 82 % des calées visaient le crabe des neiges et 8,6 % le sébaste. Les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse ont représenté 99,8 % de cette activité de pêche et les navires de Terre-Neuve ont représenté le reste.

Zone unitaire 4Vsc de l'OPANO

Les prises commerciales canadiennes dans la zone unitaire 4Vsc de l'OPANO de 1995 à 2001 se sont élevées en moyenne à 26 819 tonnes par année, allant de 21 397 tonnes en 1995 à 34 017 tonnes en 1999. Au cours de ces années, les pêcheries qui ont représenté plus de 5 % de l'ensemble des captures en poids ou des débarquements de prises ont inclus la mactre de Stimpson, le sébaste, la crevette, le crabe des neiges, le flétan de l'Atlantique, l'espadon, le pétoncle géant et la raie. Des 21 398 tonnes récoltées dans la zone 4Vsc en 2001, la mactre de Stimpson représentait 53,3 %, le sébaste 16,9 %, le crabe des neiges 9,6 % et la crevette 5,1 %. En 2000, la mactre de Stimpson représentait 70 % des 27 532 tonnes capturées, les crevettes 6,1 % et le crabe des neiges 5,1 %. Au cours de cette année, la valeur au débarquement du poisson récolté par les navires canadiens dans la zone 4Vsc était d'environ 33,1 millions de dollars. La mactre de Stimpson représentait 48,1 % de ce total, le crabe des neiges 23,2 % et la crevette 10,8 %.

La pêche canadienne dans la zone 4Vsc est principalement une pêche aux engins mobiles (drague) et est surtout pratiquée par des navires de moins de 65 pieds de long. Un total de 3 249 calées de pêche ont été réalisées dans a zone 4Vsc en 2001. Les principales espèces ciblées en 2001 comprenaient la mactre de Stimpson (27,4 % des calées), le crabe (21,6 %), le sébaste (15,2 %), le flétan de l'Atlantique (9,1 %), le pétoncle géant (8,4 %) et la crevette (6,4 %). Les navires immatriculés en Nouvelle-Écosse représentaient 64,7 % de cette activité de pêche en 2001 et les navires immatriculés à Terre-Neuve représentaient le reste.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.3.1.4 Pêches dans le sous-bassin Laurentien

Les figures 3.11 à 3.14 donnent une indication de la répartition générale des pêches dans le sous-bassin Laurentien lui-même pour la période de 1995 à 2001 (d'après les coordonnées géospatiales valides disponibles, voir l'annexe C).

Comme le montre l'illustration, la répartition globale de l'activité de pêche dans la zone d'étude varie selon la saison, avec un certain nombre de tendances générales évidentes ces dernières années. Par exemple :

- en hiver (janvier à mars), l'activité de pêche des dernières années s'est concentrée principalement le long du plateau dans la partie sud de la zone d'étude, ainsi qu'au nord-ouest dans le chenal Laurentien;
- au printemps (avril à juin), une pêche importante a eu lieu le long du plateau dans la partie sud-est de la zone d'étude, ainsi que sur le banc de Saint-Pierre et le chenal du Flétan et le long du talus du banc;
- en été (juillet à septembre), l'activité de pêche est relativement plus dispersée dans toute la région, la pêche ayant lieu sur le banc de Saint-Pierre et dans le chenal du Flétan, le long du plateau continental et le long des talus et dans le chenal Laurentien;
- à l'automne (octobre à décembre), une activité de pêche importante a lieu le long du plateau dans la partie sud de la zone d'étude, ainsi que dans toute la partie est de la zone sur le banc de Saint-Pierre et le talus.

Des informations sur la répartition spatiale et saisonnière de l'effort de pêche pour les différentes espèces sont fournies à l'annexe C.

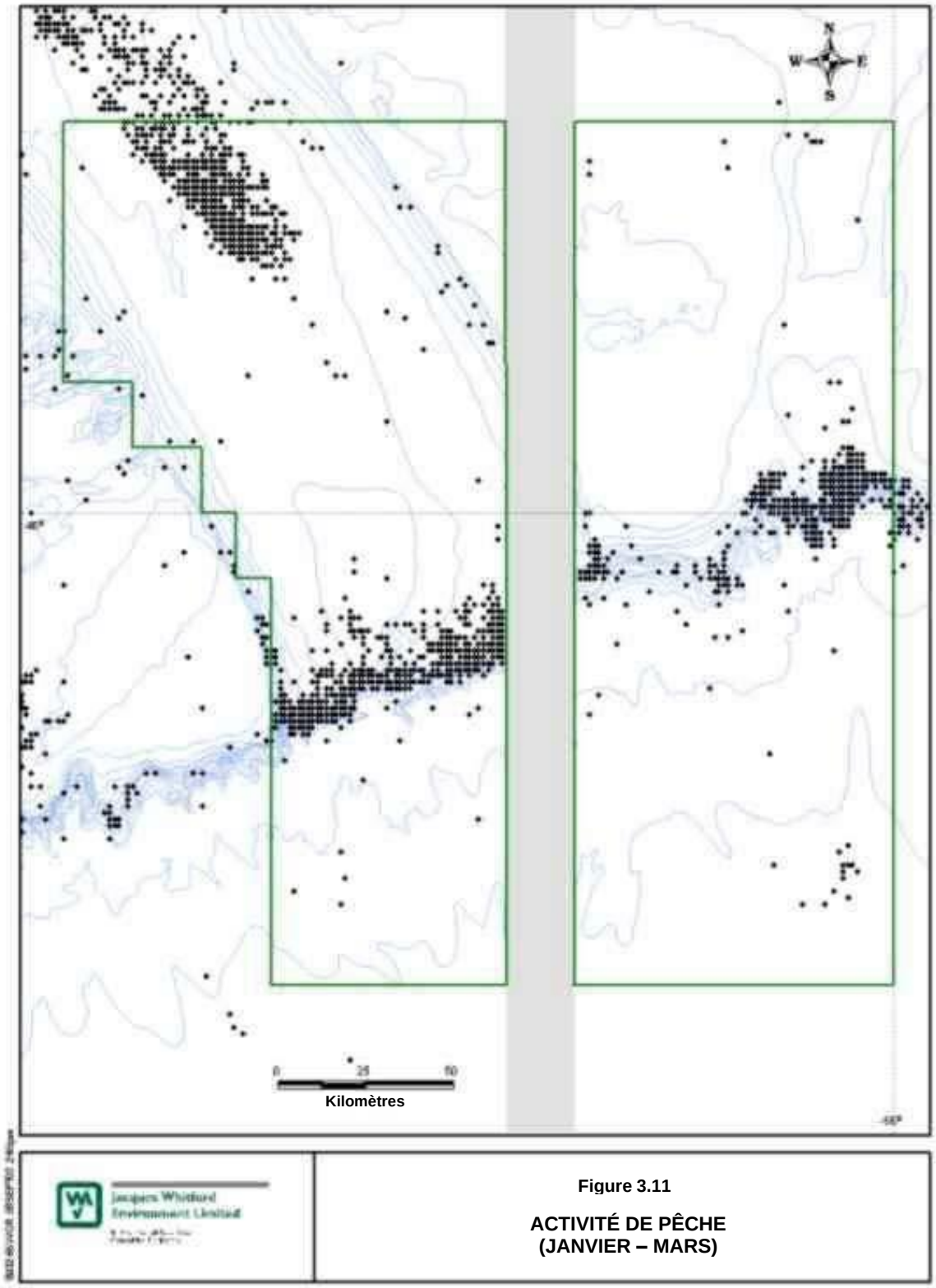
Le tableau 3.16 présente des informations sur la valeur des débarquements par espèce pour les pêches dirigées dans la zone d'étude de 1995 à 2001.

Des informations sommaires sur la répartition de l'activité de pêche par valeur de capture sont fournies dans les figures 3.15 à 3.18. Les figures indiquent les débarquements de prises en moyenne sur des blocs de 5 km^2 (graphique supérieur) et les débarquements interpolés sur des blocs de 10 km^2 (graphique inférieur). Les informations présentées dans les deux cas sont similaires, mais l'interpolation spatiale permet de mieux définir les principales aires de pêche, tandis que la moyenne spatiale, telle qu'elle est fournie, donne une meilleure indication de la distribution globale de la pêche.

La plupart des activités de pêche ont lieu en automne (figures 3.11 à 3.18). De 1995 à 2001, les débarquements de poissons dans la zone d'étude à l'automne ont totalisé 26 320 339 $. Les débarquements au printemps, en été et en hiver ont totalisé 17 973 701 $, 15 291 615 $ et 12 666 397 $, respectivement (tableau 3.16). Les mois de pêche les plus actifs par espèce sont illustrés à la figure 3.19. L'effort de pêche par espèce et par saison est illustré à l'annexe C.

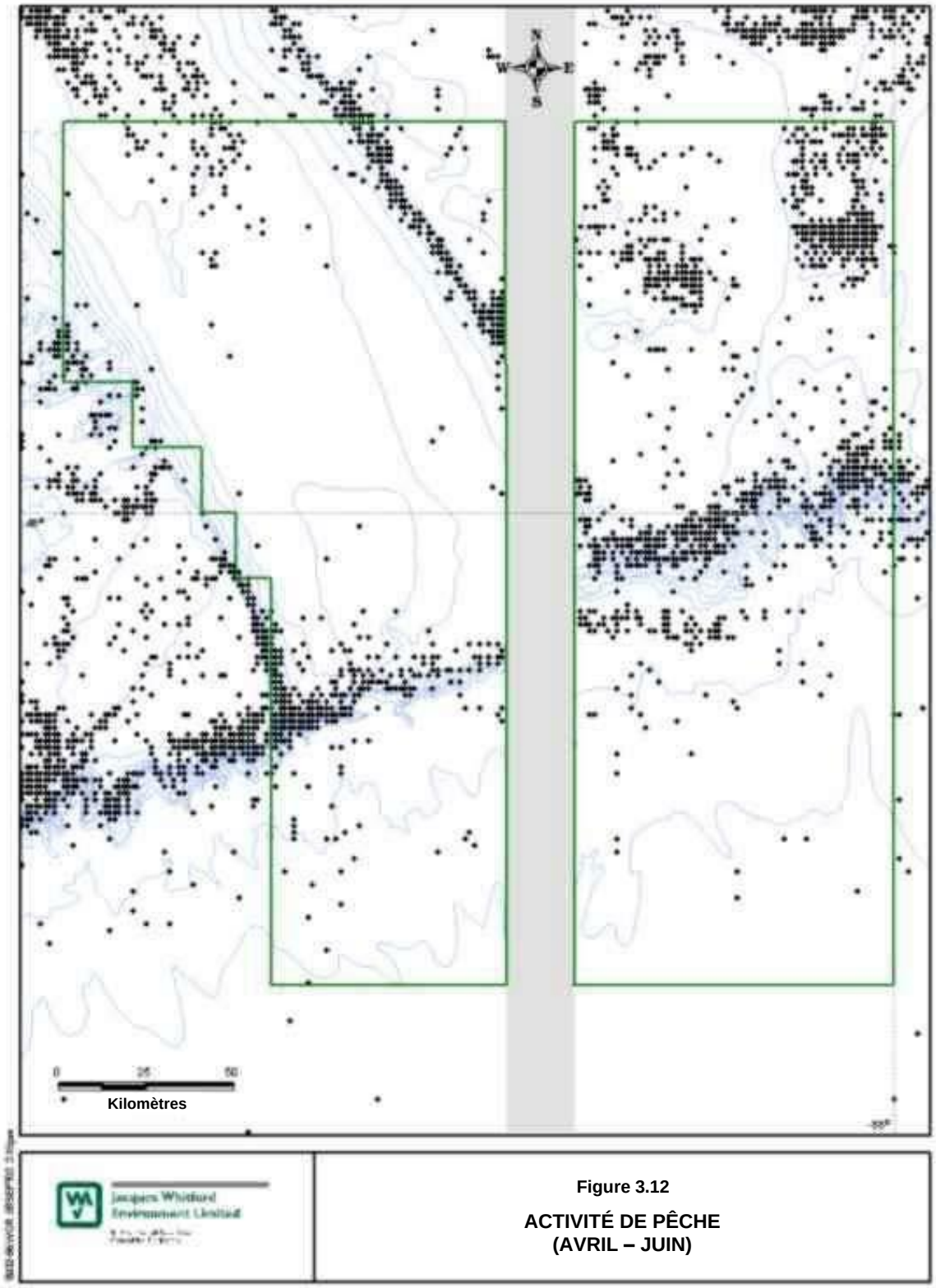
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.11 Activité de pêche (janvier – mars)



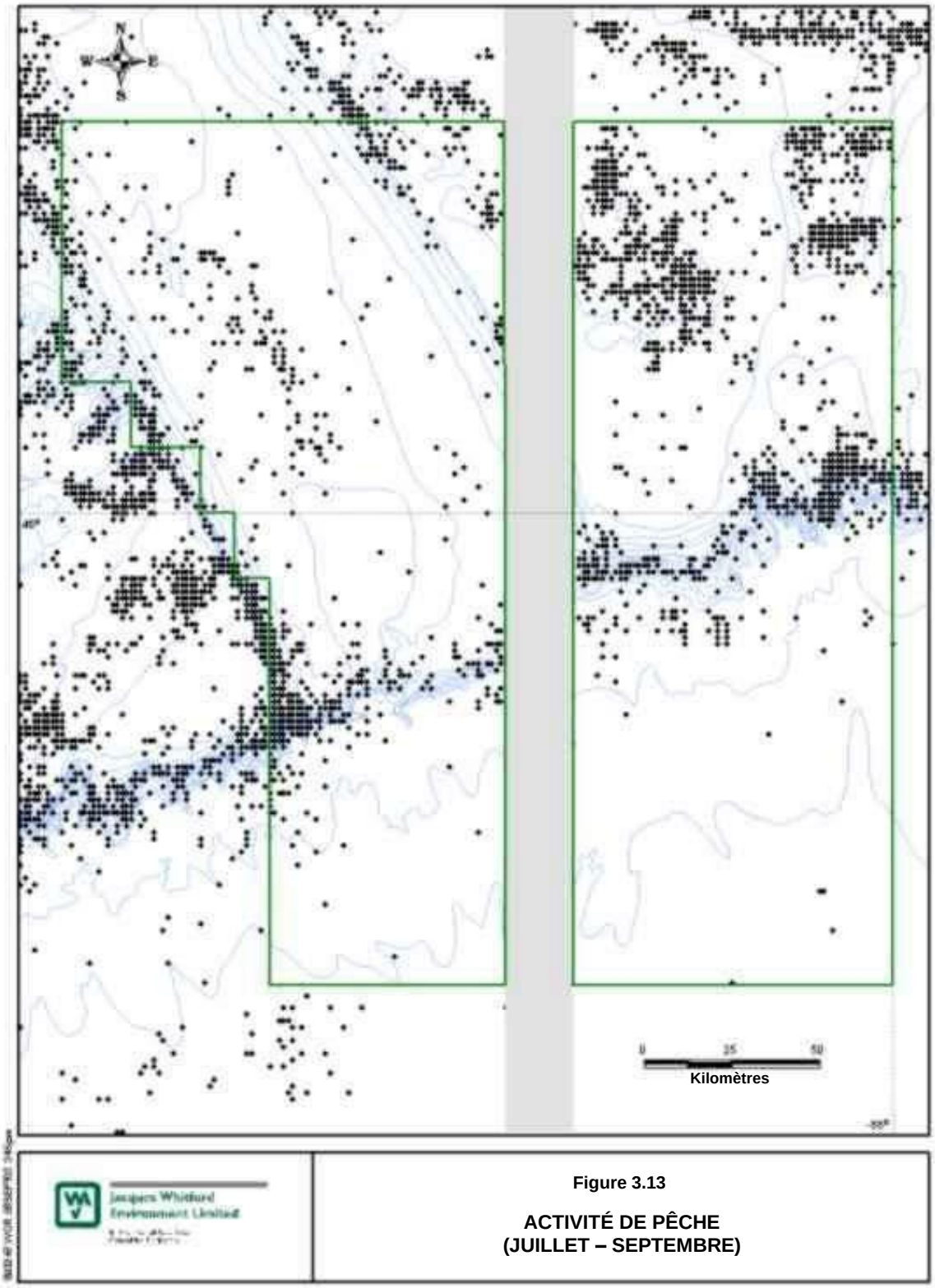
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.12 Activité de pêche (avril – juin)



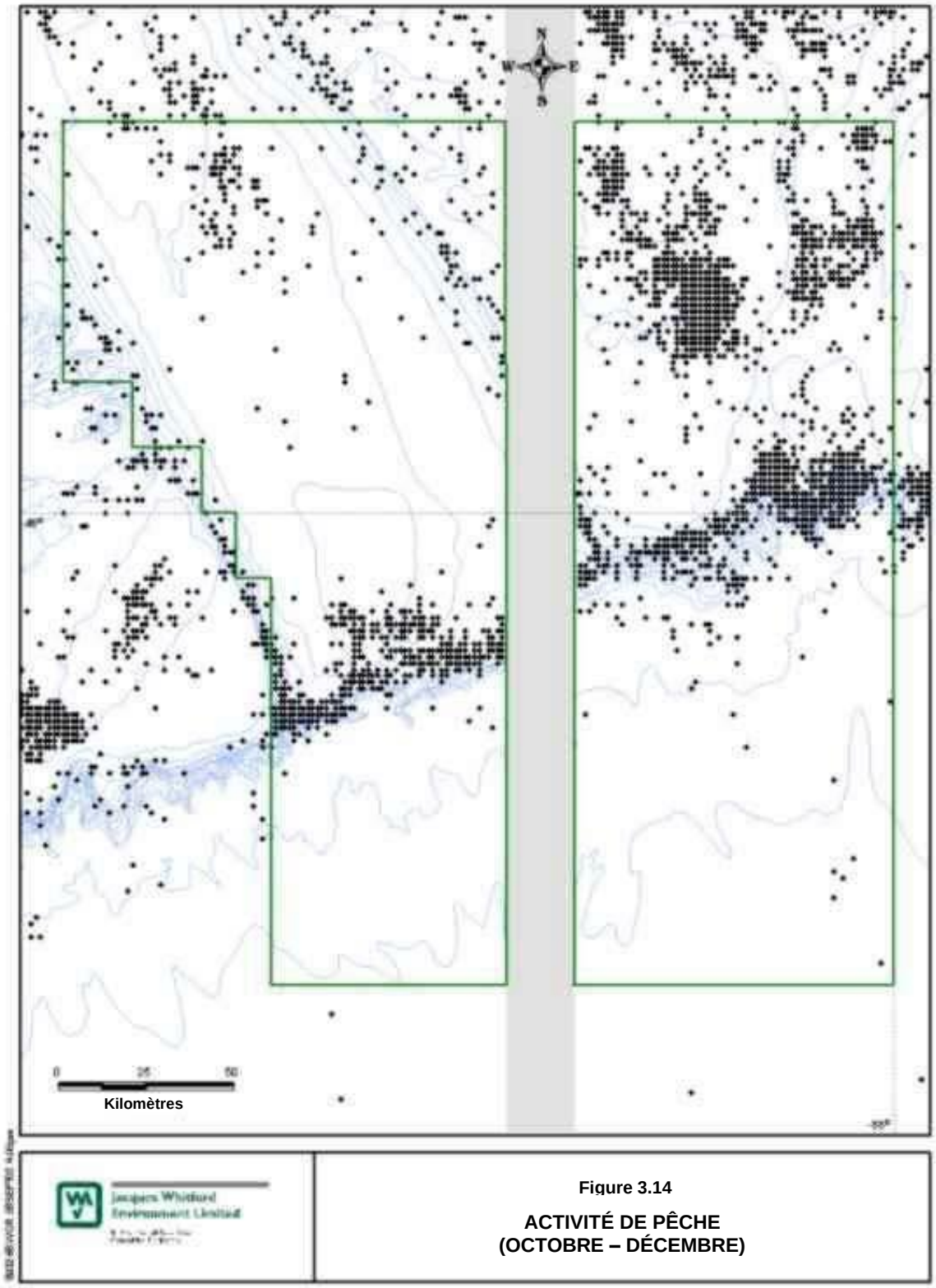
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.13 Activité de pêche (juillet – septembre)



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.14 Activité de pêche (octobre – décembre)



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 3.16 Valeur des débarquements par espèce et par saison dans la zone d'étude (1995-2001)

Espèces	Hiver (Janv. – Mars)	Printemps (Avr. – juin)	Été (Juill. – sept.)	Automne (Oct. – déc.)	Total
Morue	4 023 223 $	2 240 202 $	5 068 889 $	15 083 317 $	**26 415 631 $**
Crabe des neiges	0 $	10 348 300 $	4 938 117 $	5 575 302 $	**20 861 719 $**
Sébaste	5 378 099 $	818 797 $	572 740 $	2 343 064 $	**9 112 699 $**
Flétan de l'Atlantique	3 361 846 $	1 660 398 $	325 112 $	981 562 $	**6 328 919 $**
Pétoncle d'Islande	0 $	1 015 586 $	918 390 $	613 689 $	**2 547 664 $**
Raie	44 728 $	1 144 563 $	120 909 $	318 824 $	**1 629 024 $**
Merluche blanche	398 992 $	295 903 $	503 806 $	369 342 $	**1 568 043 $**
Requin-taupe commun	4 802 $	699 261 $	323 814 $	514 031 $	**1 541 908 $**
Goberge	256 801 $	333 610 $	816 171 $	571 713 $	**1 978 295 $**
Plie canadienne	245 343 $	62 850 $	321 271 $	362 297 $	**991 760 $**
Turbot/flétan du Groenland	38 090 $	331 057 $	195 923 $	108 554 $	**673 623 $**
Pétoncle géant	0 $	73 656 $	511 924 $	53 032 $	**638 612 $**
Plie grise	312 155 $	13 200 $	4 668 $	257 239 $	**587 262 $**
Espadon	0 $	0 $	1 379 788 $	2 933 $	**1 382 721 $**
Aiglefin	63 211 $	55 081 $	239 574 $	193 024 $	**550 889 $**
Baudroie d'Amérique	12 926 $	199 891 $	127 152 $	34 816 $	**374 785 $**
Limande à queue jaune	25 778 $	1 911 $	52 035 $	216 917 $	**296 641 $**
Crevette	0 $	59 030 $	158 389 $	0 $	**217 419 $**
Mactre de Stimpson	0 $	95 663 $	0 $	0 $	**95 663 $**
Brosme	14 673 $	19 099 $	9 902 $	13 999 $	**57 674 $**
Thon obèse	0 $	0 $	12 414 $	0 $	12 414 $
Total	**12 666 397 $**	**17 973 701 $**	**15 291 615 $**	**26 320 339 $**	**72 252 052 $**

Remarque : Les informations fournies dans ce tableau concernent les pêches dirigées qui ont eu lieu dans les limites de la zone d'étude de 1995 à 2001. Les valeurs sont dérivées des données géospatiales disponibles sur la répartition des pêches (voir annexe C, tableaux 1 et 2).

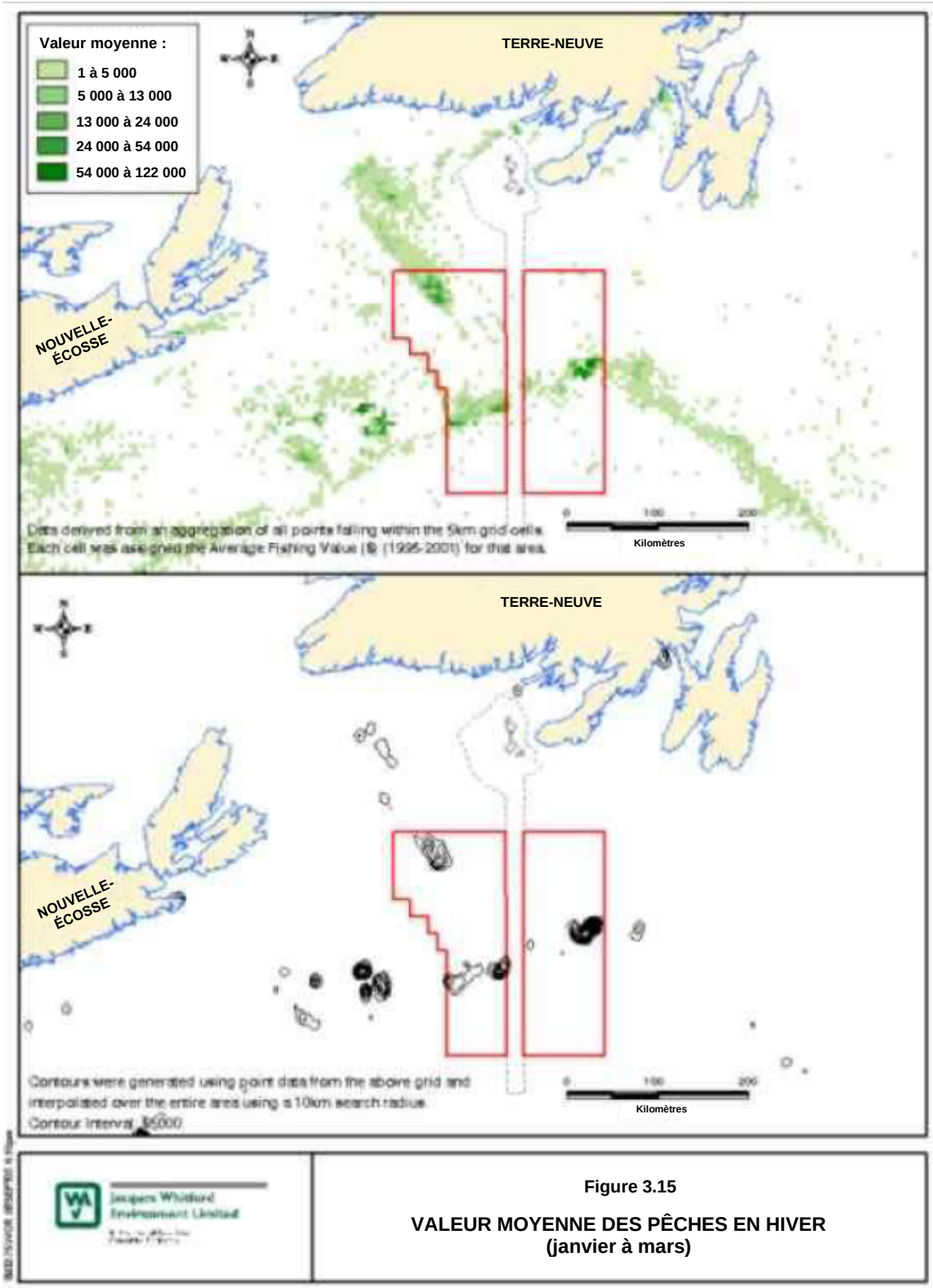
D'après la répartition et le moment des débarquements de prises (tableau 3.16; figures 3.15 à 3.18) et de l'effort de pêche (annexe C), les principales pêches dans la zone d'étude (c.-à-d. les espèces qui ont généré des débarquements saisonniers (1995 à 2001) de 1 million de dollars ou plus dans la zone d'étude) sont les suivantes :

- la pêche au sébaste, à la morue et au flétan de l'Atlantique de janvier à mars;
- la pêche au crabe des neiges, à la morue, au flétan de l'Atlantique, à la raie et au pétoncle d'Islande d'avril à juin;
- la pêche à la morue, au crabe des neiges, à l'espadon et au pétoncle d'Islande de juillet à septembre;
- la pêche à la morue, au crabe des neiges et au sébaste d'octobre à décembre.

Ces dernières années, les pêches les plus lucratives dans la zone d'étude ont été de loin celles de la morue et du crabe des neiges. Chacune de ces espèces a généré des débarquements de prises de plus de 20 millions de dollars de 1995 à 2001. En 2001, les débarquements de morue étaient de l'ordre de 4,5 millions de dollars et ceux de crabe de 5 millions de dollars. Les débarquements déclarés dans la zone d'étude pour le pétoncle d'Islande, le sébaste et le flétan de l'Atlantique (espèces qui suivent de près la morue et le crabe en termes de débarquements de prises), étaient de l'ordre de 1,2, 0,6 et 0,5 million de dollars en 2001, respectivement.

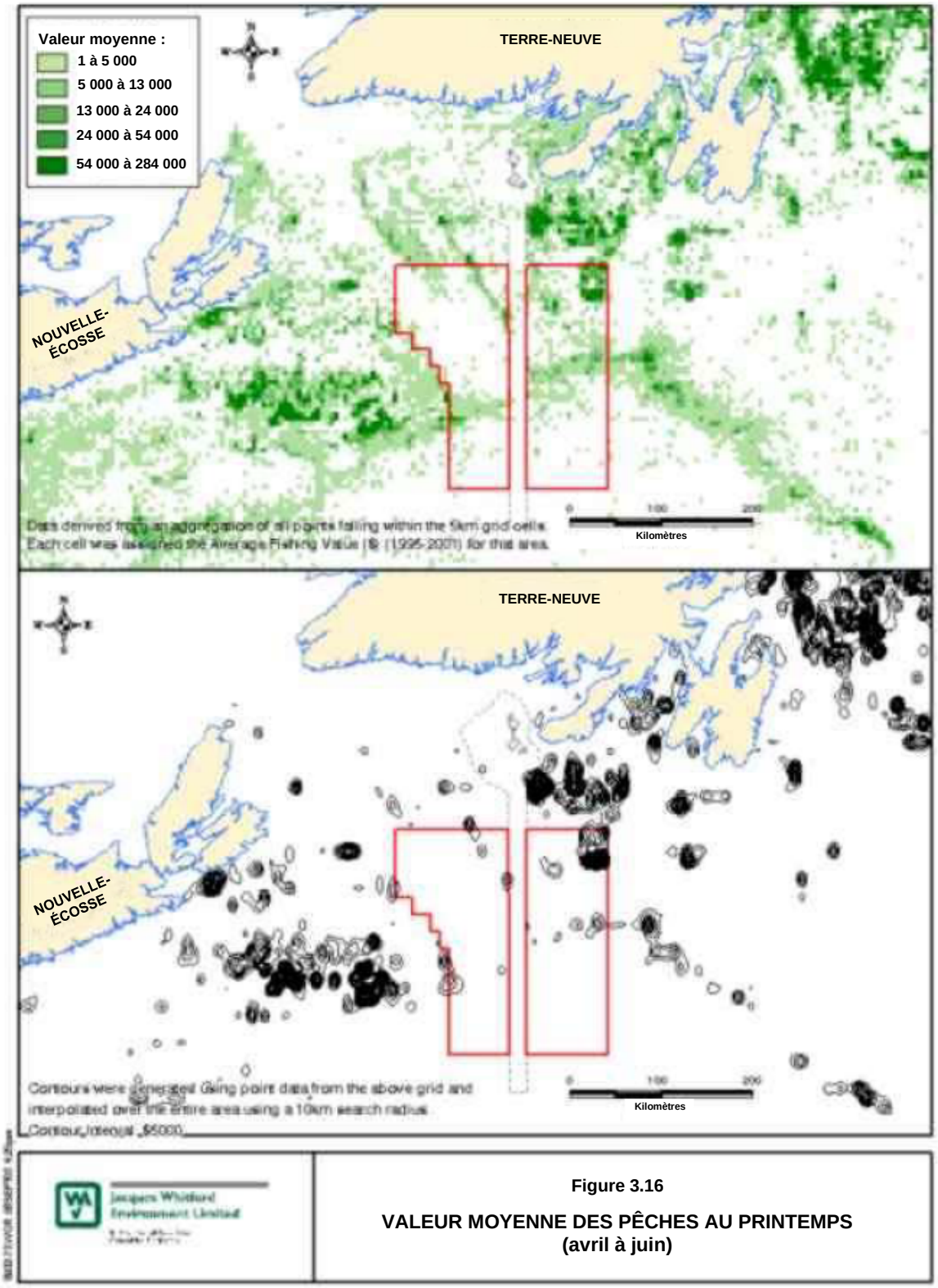
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.15 Valeur moyenne des pêches en hiver (janvier à mars)



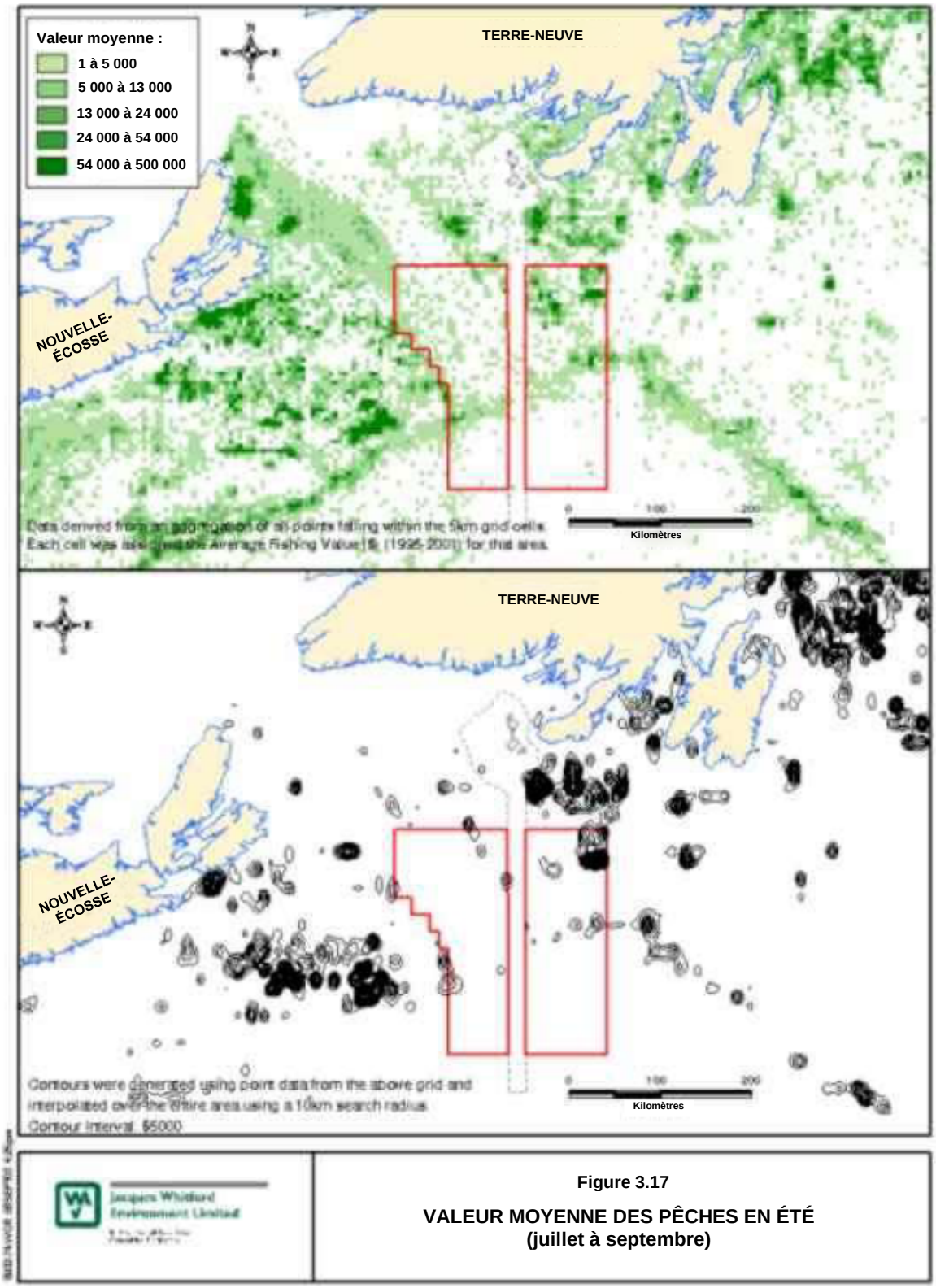
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.16 Valeur moyenne des pêches au printemps (avril à juin)



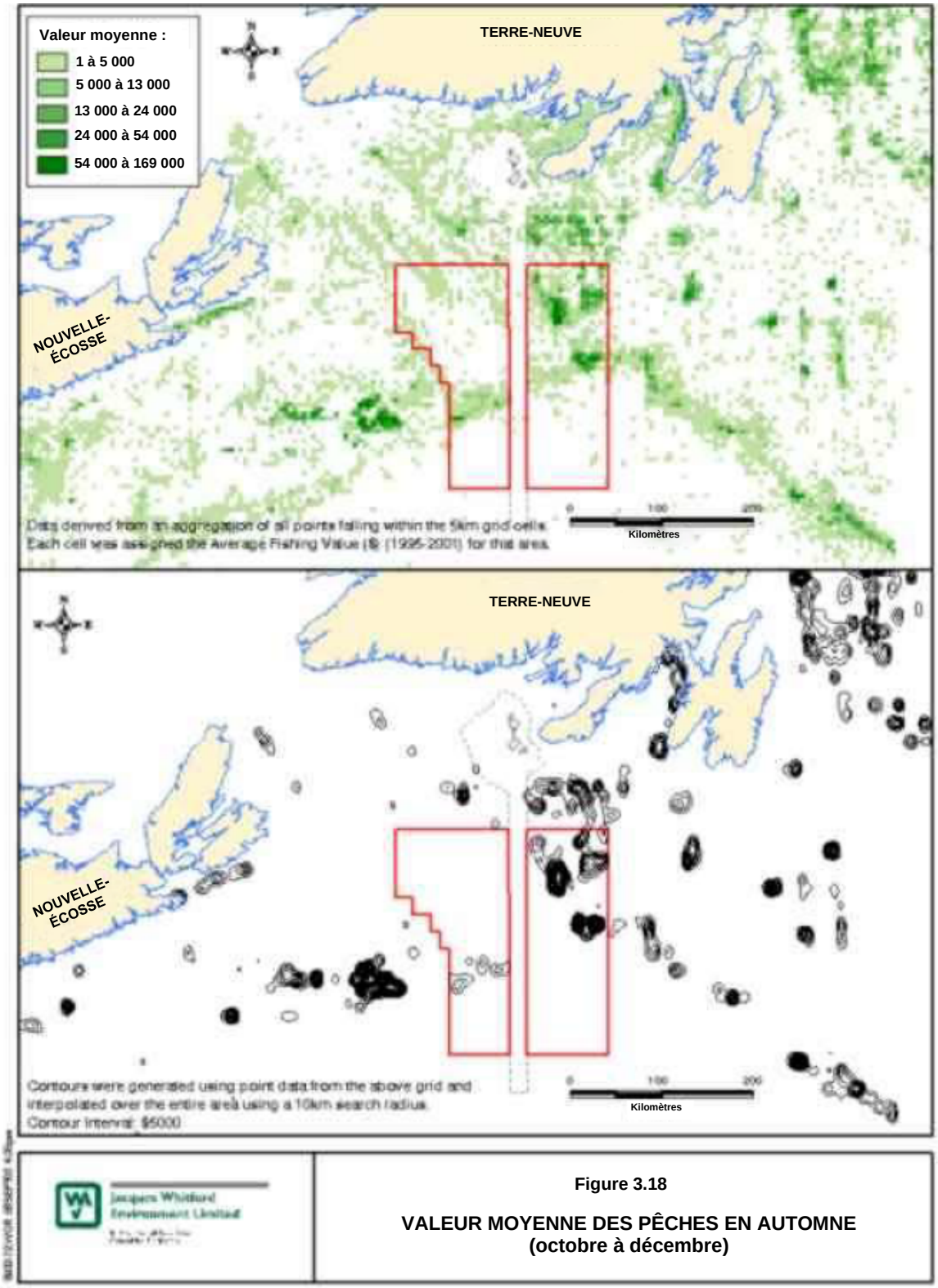
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.17 Valeur moyenne des pêches en été (juillet à septembre)



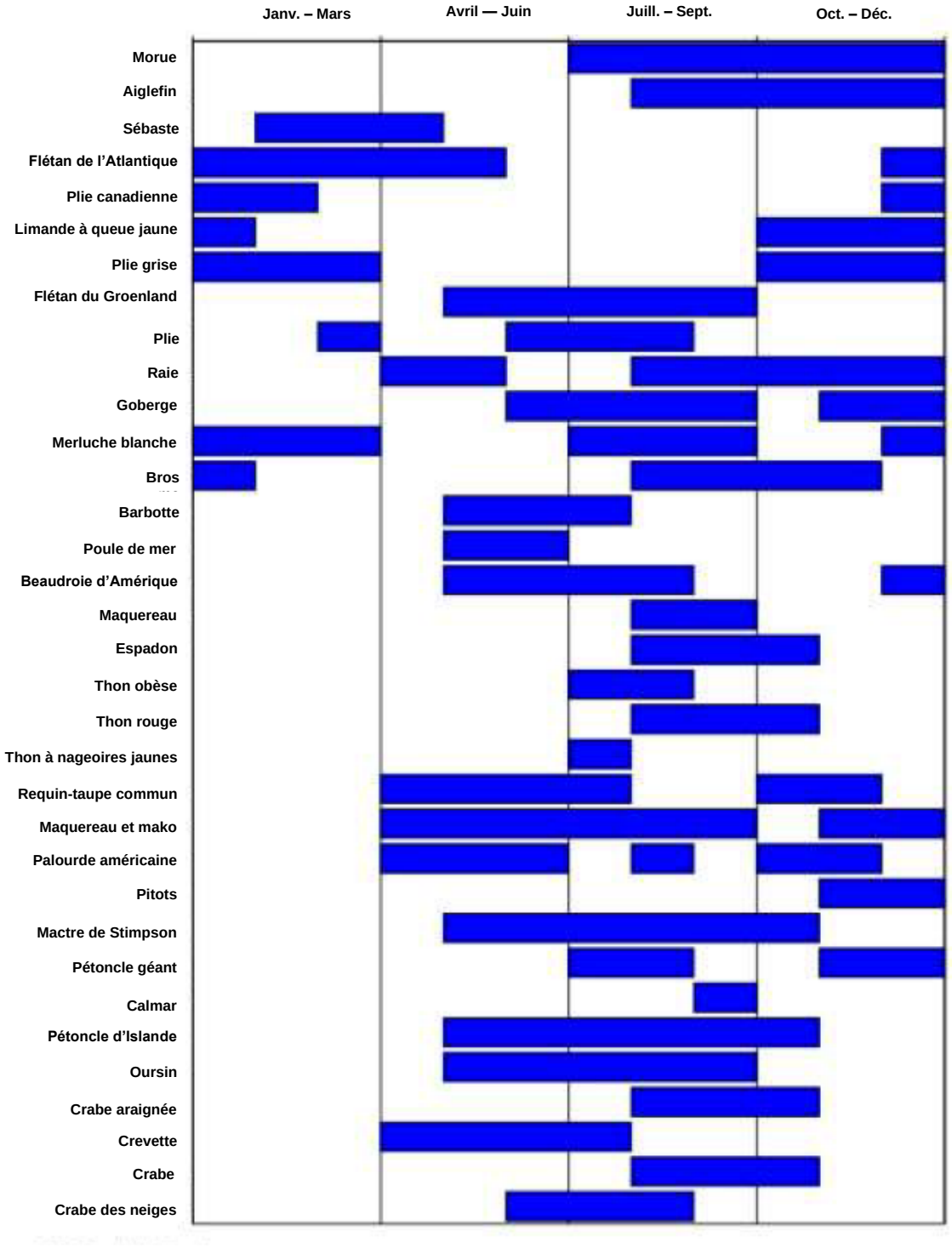
© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.18 Valeur moyenne des pêches en automne (octobre à décembre)



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.19 Mois de captures élevées pour certaines espèces pêchées dans l'ensemble de la région



Source : Services statistiques du MPO
Les espèces sélectionnées sont celles qui ont généré un total cumulatif de plus de 60 000 $ en débarquements de prises de 1995 à 2001 dans les divisions 3Ps, 4V et 4vs de l'OPANO.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

3.3.1.5 Activité des navires

L'activité de pêche canadienne la plus intense dans la région a lieu d'avril à décembre, l'activité de pêche étant relativement faible de janvier à mars. Les informations sur la densité des navires de pêche (moyenne sur des zones carrées de 2 km^2) par saison pour les engins de pêche fixes et mobiles sont fournies à l'annexe C.

Les plus fortes densités de navires pour les pêches aux engins fixes se produisent d'avril à juin sur la bordure sud du banc de Saint-Pierre, au large de la péninsule de Burin et dans les baies Fortune et Placentia, et de juillet à septembre autour de l'île du Cap-Breton et au milieu du plateau néo-écossais. L'activité de pêche la plus intensive avec des engins mobiles a lieu d'avril à juin au large du plateau néo-écossais et principalement dans la zone du banc Banquereau.

Les zones les plus exploitées dans l'ensemble comprennent le bord des plateaux de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve, les zones entourant la région de la péninsule de Burin et du banc de Saint-Pierre, la zone entourant l'île du Cap-Breton et le Banquereau au large de la Nouvelle-Écosse.

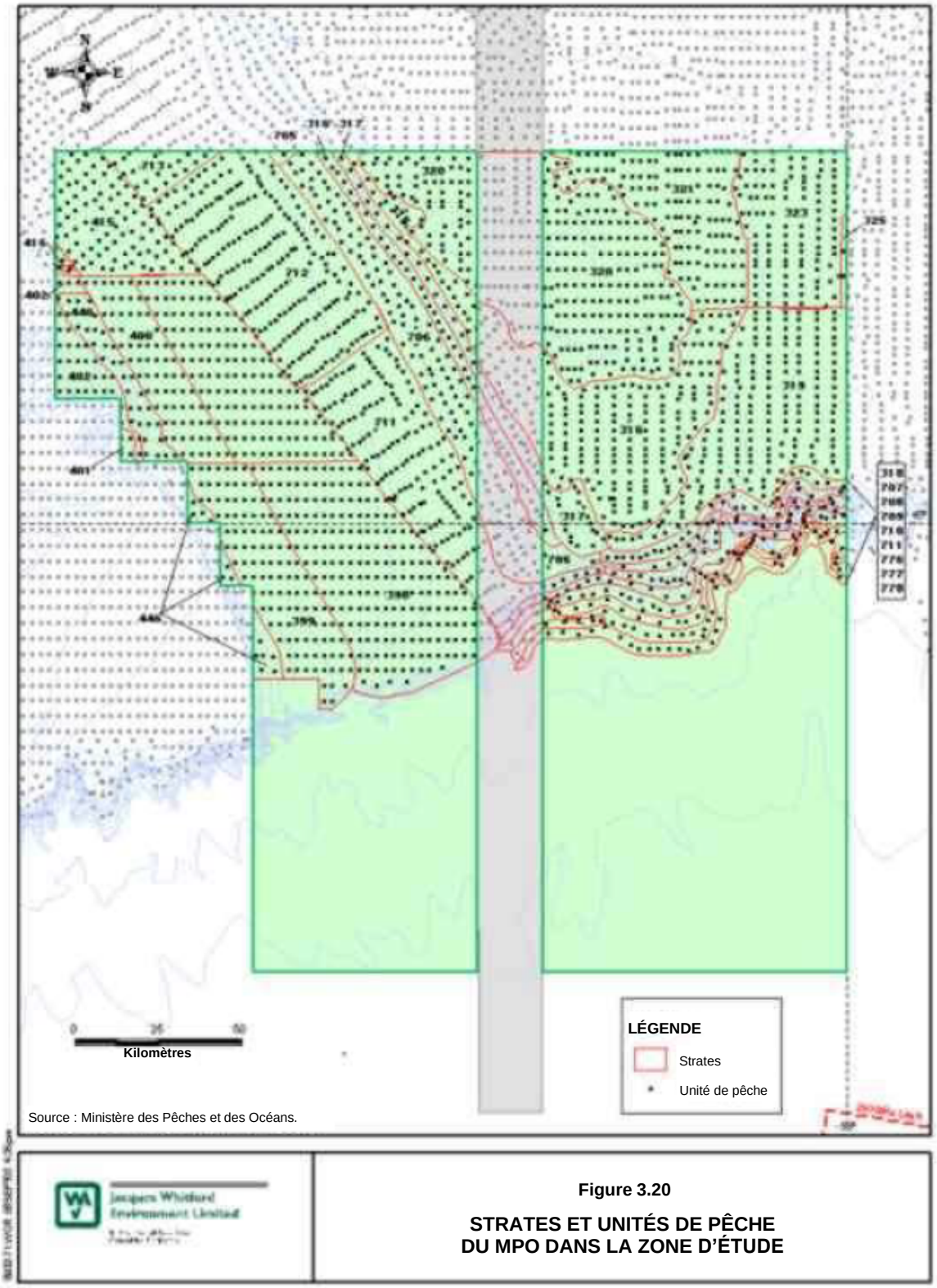
En plus du trafic des navires de pêche, le MPO effectue des levés des ressources au printemps, à l'été et à l'automne pour évaluer l'état des stocks de poissons. Le MPO entreprend également une variété d'autres levés de pêche liés à la recherche tout au long de l'année. La grille d'échantillonnage du MPO pour les levés de ressources est illustrée à la figure 3.20. Le MPO peut utiliser deux chaluts de recherche ou plus dans chaque strate à des endroits déterminés par les unités de pêche. Le nombre de chaluts de recherche dans chaque strate est généralement proportionnel à la taille de la strate. Le nombre maximal de chaluts dans les strates se situe entre 13 (levé de printemps – région de Terre-Neuve) et 17 (levé de printemps – région des Maritimes). Les mois d'échantillonnage habituels pour la région de Terre-Neuve sont d'avril à juin (levé de printemps), de juillet à août (levé d'été) et de septembre à décembre (levé d'automne).

3.3.2 Autres activités

Outre les mouvements des navires de pêche (décrits ci-dessus), la zone d'étude connaît également une quantité considérable d'autres activités de navigation, notamment des pétroliers et d'autres navires civils. Les principales routes de navigation entre Terre-Neuve et les provinces Maritimes du Canada passent par le banc de Saint-Pierre. Le chenal Laurentien est la principale voie d'entrée et de sortie des navires dans le golfe du Saint-Laurent et la Voie maritime du Saint-Laurent. Le détroit de Cabot, par exemple, reçoit environ 6 400 navires civils en transit par an (Coffen-Smout et coll. 2001). Le transport maritime dans la région comprend également le trafic des traversiers, la navigation récréative et le trafic des navires de croisière. Le service de traversier entre Argentia, Terre-Neuve, et North Sydney, Nouvelle-Écosse, par exemple, fonctionne de juin à octobre, avec environ 80 traversées par an. L'industrie des navires de croisière a également connu une croissance considérable au Canada atlantique au cours des dernières années, avec environ 70 escales annuelles dans les ports de Terre-Neuve-et-Labrador au cours des dernières années, y compris dans plusieurs collectivités de la côte sud de l'île (p. ex., François, Ramea) [ministère du Tourisme, de la Culture et des Loisirs 2002].

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 3.20 Strates et unités de pêche du MPO dans la zone d'étude



© Jacques Whitford Environment Limited 2003

De mai 2002 à avril 2003, il y a eu un total de 3 801 sorties en mer dans la zone du sous-bassin Laurentien (tableau 3.17). Le nombre moyen de sorties par mois sur cette période était de 317, allant de 248 en janvier à 390 en mai.

Le ministère de la Défense nationale a désigné des zones opérationnelles qui couvrent toute la région extracôtière de la Nouvelle-Écosse et au large de l'ouest et du sud de Terre-Neuve, y compris toute la zone du sous-bassin Laurentien.

L'immersion des munitions en mer a été une méthode d'élimination acceptée de la Première Guerre mondiale jusqu'aux années 1970. Il existe un seul lieu d'immersion de munitions connu (d'une superficie d'environ 10 milles nautiques sur 10 milles nautiques) situé à la limite sud-est de la zone d'étude (44°40'N, 55°00'O) (K. Penny, comm. pers.) (voir figure 6.1). Les exploitants doivent tenir compte de la possibilité de la présence de munitions lorsqu'ils planifient des travaux en mer dans la zone (p. ex., toute « anomalie » relevée lors des levés du site du puits doit être examinée avant de poursuivre).

En plus des levés sismiques précédents dans le sous-bassin Laurentien (section 2.2.3), des levés sismiques et des forages ont également eu lieu dans le couloir français entourant les îles de Saint-Pierre-et-Miquelon (figure 1.1). Gulf Canada a obtenu des droits d'exploration dans cette région en 1998 (Penny 2000). Après des recherches sismiques approfondies, ExxonMobil Canada, Gulf Canada et Murphy Oil ont foré en mars 2001 un puits d'exploration dans le couloir français, à environ 160 km au sud des îles de Saint-Pierre-et-Miquelon. Ce programme de forage d'exploration comprenait également l'établissement d'une base terrestre et d'un bureau à Saint-Pierre (Doane 2001). Le puits n'a pas détecté d'hydrocarbures et a été bouché et abandonné fin avril (Anonyme 2001). Cependant, l'intérêt pour le couloir français reste élevé et il est probable que des levés sismiques et des programmes de forage soient réalisés dans la région à l'avenir.

Tableau 3.17 Trafic maritime dans le sous-bassin Laurentien (mai 2002 – avril 2003)

Type de navire	2002								2003				Total Sorties de navires
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	
Barges, plateforme de forage pétrolier	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	4
Garde côtière – brise-glace	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5
Garde côtière – sauvetage	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Garde côtière – Recherche	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Navire-usine	0	1	2	3	2	0	2	1	2	3	4	4	24
Navires de pêche	1	1	2	0	2	0	2	2	1	4	5	5	25
Navire marchand – cargaison sèche	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Navire marchand – pétrolier	68	60	70	73	59	69	71	76	72	72	70	69	829
Navire marchand – transporteurs de véhicules	5	2	3	3	5	4	4	4	4	5	7	4	50
Navire marchand – marchandises générales	115	97	81	84	74	94	102	65	38	28	45	71	894
Navire marchand – Produits chimiques	6	8	4	10	8	2	5	4	9	7	8	20	91
Navire marchand – côtier	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5
Navire marchand – porte-conteneur	96	90	73	65	61	73	68	63	65	73	86	88	901
Navire marchand – pétrole brut	12	10	14	13	8	16	10	17	9	11	12	13	145

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Type de navire	2002								2003				Total Sorties de navires
	M	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**J**	**F**	**M**	**A**	
Navire marchand – cargo	2	2	9	11	6	1	0	0	0	0	0	0	31
Navire marchand – Essence	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Navire marchand – marchandises générales	52	54	37	42	23	47	42	28	22	26	22	27	422
Navire marchand – gas liquéfié	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Navire marchand – mélasse	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Navire marchand – minerai	2	1	2	4	0	1	0	0	2	4	1	4	21
Navire marchand – minerai/vrac/pétrole	6	3	1	2	0	6	3	0	0	2	3	4	30
Navire marchand – passagers	0	3	0	1	9	0	1	0	0	0	0	0	14
Navire marchand – frigorifique	4	3	2	5	3	4	3	2	1	1	3	3	34
Navire marchand – roulier	6	6	9	12	7	6	4	8	5	5	10	11	89
Navire marchand – superpétrolier	0	1	0	0	0	0	2	3	1	4	1	4	16
Navire marchand – pétrolier géant	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	5
Navire marchand – super pétrolier	0	4	3	1	2	1	4	6	8	2	2	2	35
Navire à usage spécial	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	6
Navire à usage spécial – recherche	0	2	0	1	6	1	1	0	0	0	0	0	11
Navire à usage spécial – navire d'intervention sur le fond	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Navire à usage spécial – approvisionnement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Chalutier	5	0	2	2	0	0	1	0	5	5	10	6	36
Remorqueurs	6	8	6	10	3	1	4	8	2	6	3	4	61
Yacht – à moteur	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Type de navire non spécifié	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total des sorties de navires	**390**	**363**	**324**	**345**	**280**	**329**	**332**	**291**	**248**	**259**	**293**	**347**	**3 801**
Source : D.A. Delisle, comm. pers.													

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

4.0 PORTÉE ET MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION

Le chapitre suivant décrit la portée de l'EES, ainsi que l'approche et la méthodologie utilisées pour réaliser l'évaluation.

4.1 Portée de l'évaluation

Une évaluation environnementale ciblée nécessite un processus de détermination de la portée pour définir les composantes et les activités à évaluer, ainsi que les limites spatiales et temporelles de l'évaluation, et pour déterminer les principaux problèmes environnementaux à prendre en compte. La portée d'une évaluation environnementale doit être établie dès le début du processus afin de garantir que l'analyse reste ciblée et gérable. Les sections suivantes donnent un aperçu de la nature et des résultats de l'établissement de la portée réalisé dans le cadre de cette EES.

4.1.1 Limites de l'évaluation

L'EES se concentre sur la détermination des enjeux environnementaux potentiels et des interactions qui pourraient survenir à la suite d'éventuels levés sismiques et de programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien. Les limites de cette région, plus précisément la zone relevant de la compétence de C-TNOHE et de l'OCNEHE, sont illustrées dans la figure 1.1. La zone d'étude entoure, mais n'inclut pas, une zone adjacente aux îles de Saint-Pierre-et-Miquelon (connue sous le nom de couloir français), une zone d'exclusion économique qui relève de la compétence de la France.

Comme indiqué au chapitre 2, certaines activités d'exploration en mer peuvent être d'une envergure relative (p. ex., les levés sismiques 2D) et peuvent s'étendre au-delà des limites des permis d'exploration individuelles. En outre, en raison de l'étendue et de la nature mobile de certaines composantes de l'environnement, les systèmes écologiques et socio-économiques s'étendent très souvent au-delà de ces limites administratives. Le potentiel d'interactions environnementales dans les zones adjacentes à la zone d'étude à la suite de levés sismiques, de programmes de forage et d'activités connexes dans le sous-bassin Laurentien est donc également pris en compte dans l'EES, comme il se doit. Bien que l'EES n'inclue pas directement les zones littorales dans sa portée spatiale, les interactions potentielles avec le trafic maritime et aérien associé à destination et en provenance de la région sont également prises en compte.

En termes de limites temporelles, l'EES se concentre sur la « phase d'exploration » de l'activité pétrolière au large dans le sous-bassin Laurentien. Elle comprend la prise en compte de toutes les composantes et activités qui peuvent être associées aux levés sismiques et aux programmes de forage de puits dans la région, comme indiqué au chapitre 2 du présent rapport. Le potentiel et la nature de toute activité ultérieure de production de pétrole et de gaz dans le sous-bassin Laurentien ne sont pas connus et ne peuvent être prédits à ce stade. Cependant, ces projets possibles sont pris en compte dans la mesure du possible dans la discussion des effets environnementaux cumulatifs potentiels. Toute activité de production pétrolière proposée dans la région à l'avenir fera l'objet d'une évaluation environnementale détaillée et propre au projet.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

4.1.2 Établissement de la portée des enjeux

Il est difficile, voire impossible, d'évaluer tous les problèmes environnementaux potentiels associés à une entreprise proposée (Beanlands et Duinker 1983). Par conséquent, on reconnait généralement qu'une évaluation environnementale doit se concentrer sur les composantes de l'environnement auxquelles la société accorde une valeur particulière et/ou qui peuvent servir d'indicateurs de changement environnemental. Ces composantes sont connues sous le nom de CVE, et peuvent inclure des aspects biophysiques et socio-économiques de l'environnement.

Après le lancement de l'EES à la mi-novembre 2002, un premier exercice d'établissement de la portée des enjeux a été réalisé. Ce processus comprenait la prise en compte des environnements biophysiques et socio-économiques existants de la région (chapitre 3), ainsi que les connaissances existantes concernant les effets environnementaux des levés sismiques en mer et des programmes de forage. D'autres EES et évaluations environnementales génériques entreprises en rapport avec l'exploration extracôtière au Canada atlantique et ailleurs ont également été examinées, notamment les suivantes :

- *Environmental Assessment for Exploration Drilling off Nova Scotia* (LGL Limited et coll. 2000);
- *Environmental Assessment of Seismic Exploration on the Scotian Shelf* (Davis et coll. 1998);
- *Strategic Environmental Assessment Parcels #1 to 9, Call for Bids NS01-1* (OCNEHE 2001a);
- *Strategic Environmental Assessment of Potential Exploration Rights Issuance for Eastern Sable Island Bank, Western Banquereau Bank, the Gully Trough and the Eastern Scotian Slope* (OCNEHE 2002).

Les évaluations environnementales réalisées en rapport avec des levés sismiques individuels, des programmes de forage d'exploration et des projets de mise en valeur au Canada atlantique et ailleurs ont également été examinées, ainsi que les études scientifiques disponibles concernant les effets des levés sismiques en mer et du forage d'exploration. Les résultats de ces évaluations et études antérieures ont également été pris en compte dans le cadre de l'exercice d'établissement de la portée, le cas échéant, en tenant dûment compte des différences entre leurs zones d'étude et celle de la présente EES (p. ex., les différences de profondeur d'eau, de physiographie marine, de biote marin, etc.)

Les règlements et directives pertinents relatifs au forage d'exploration au large de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse ont également été pris en compte dès le début de l'évaluation, notamment les suivants :

- *Guidelines Respecting Drilling Programs in the Newfoundland Offshore Area* (C-TNOHE 2000);
- *Guidelines Respecting Drilling Programs in the Nova Scotia Offshore Area* (OCNEHE 2001b);
- *Lignes directrices du programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique* (C-TNOHE 2001);
- *Geophysical and Geological Programs in the Nova Scotia Offshore Area - Guidelines for Work Programs, Authorizations and Reports* (OCNEHE 1992);
- Directives sur le traitement des déchets extracôtiers (DTDE) (ONE et coll. 2002);

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques (ONE et coll. 1999);
- *Directives concernant les programmes relatifs à l'environnement physique réalisés pendant les activités de forage pétrolier et de production des terres pionnières* (ONE et coll. 1994).

En fonction des résultats de ce premier exercice d'établissement de la portée, une ébauche préliminaire du document a été préparée en décembre 2002. Cette ébauche a été élaborée pour servir de base à une portée plus approfondie par le biais d'une consultation directe avec les organismes de réglementation, les représentants de l'industrie et les groupes d'intervenants. Cette ébauche préliminaire du rapport a été distribuée aux organisations suivantes pour examen et commentaires :

- Division de la gestion de l'habitat, MPO, St. John's, T.-N.-L.;
- Environnement Canada, Mount Pearl, T.-N.-L.;
- Division de la politique des ressources, ministère des Pêches et de l'Aquaculture de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, T.-N.-L.;
- Ministère de l'Environnement de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, T.-N.-L.;
- Forces maritimes de l'Atlantique, ministère de la Défense nationale, Halifax, Halifax, N.-É.;
- Association canadienne des producteurs pétroliers (ACPP), St. John's, T.-N.-L.;
- Fishermen Food and Allied Workers Union, St. John's, T.-N.-L.;
- Fisheries Association of Newfoundland and Labrador, St. John's, T.-N.-L.;
- Natural History Society de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, T.-N.-L.;
- Newfoundland and Labrador Protected Areas Association, St. John's, T.-N.-L.;
- Division de la gestion de l'habitat, MPO, Dartmouth, N.-É.;
- Direction de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Dartmouth, N.É.;
- Canada-Nova Scotia Fisheries and Environmental Advisory Committee (toutes les organisations membres);
- Ecology Action Centre, Halifax, N.-É;
- Fonds mondial pour la nature (Canada), Halifax, N.-É.;
- Association canadienne des producteurs pétroliers (ACPP), Halifax, N.-É.

Des réunions ont eu lieu avec ces personnes et ces groupes à St. John's, Terre-Neuve, et à Halifax, Nouvelle-Écosse, les 21 et 24 janvier 2003, respectivement, pour discuter de l'EES. Chaque organisation a également été invitée à fournir des commentaires écrits sur le document préliminaire. Le but de ces discussions était d'entreprendre l'établissement plus poussé de la portée afin de déterminer les interactions environnementales potentielles et les questions et préoccupations majeures qui pourraient être associées à l'exploration du sous-bassin Laurentien.

Les commentaires, questions et problèmes soulevés au cours de ce processus ont été pris en compte dans la rédaction de l'ébauche de l'EES en mars 2003. Le 10 avril 2003, cette version provisoire du rapport a été publiée par le C-TNOHE et l'OCNEHE pour examen et commentaires du public. Des communiqués de presse ont été publiés pour annoncer la disponibilité de cette version provisoire du rapport et inviter le public à l'examiner et à la commenter. La version provisoire a été distribuée directement à diverses agences et organisations, et a été publiée dans son intégralité sur les sites Web du C-TNOHE et du OCNEHE. Les commentaires du public sur la version provisoire du rapport ont été acceptés jusqu'au 15 mai 2003.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les commentaires, questions et problèmes soulevés au cours de cette période de consultation publique ont été pris en compte dans la rédaction du rapport d'EES.

4.1.3 Détermination des composantes valorisées de l'écosystème

Comme nous l'avons vu précédemment, on reconnait généralement qu'une évaluation environnementale doit se concentrer sur les composantes de l'environnement auxquelles la société attache de l'importance et/ou qui peuvent servir d'indicateurs de changement environnemental, et qui sont donc les plus pertinentes pour la décision finale concernant l'acceptabilité environnementale d'une proposition.

Basées sur les résultats de l'établissement de la portée décrite ci-dessus, les CVE suivantes sont prises en compte dans cette EES :

- le poisson et l'habitat du poisson;
- les oiseaux marins;
- les mammifères marins et les tortues de mer;
- les pêches.

La justification de la sélection de ces CVE est présentée ci-dessous.

- **Poisson et habitat du poisson :** Les ressources ichtyennes constituent un élément important de l'évaluation environnementale des activités susceptibles d'affecter le milieu marin. Il convient de noter que cette CVE plutôt large inclut la couverture de composantes de l'habitat du poisson telles que l'eau et les sédiments, le plancton et le benthos. Les poissons et leur habitat sont évalués comme une seule CVE, car ils sont clairement interdépendants. La prise en compte du poisson et de l'habitat du poisson comme une seule CVE est conforme à la pratique actuelle en matière d'évaluation environnementale et permet une approche plus complète, fondée sur l'écosystème, tout en minimisant les répétitions et en améliorant la brièveté.

- **Oiseaux marins :** Les milieux marins de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse accueillent une avifaune variée tout au long de l'année. Les oiseaux marins sont une composante écologique clé, près du sommet de la chaîne alimentaire, et constituent une ressource importante pour le tourisme et les activités récréatives ainsi que pour l'étude scientifique. Ils sont donc importants sur le plan social, économique, esthétique, écologique et scientifique. Les oiseaux sont également plus sensibles au pétrole sur l'eau que de nombreux autres composants de l'environnement.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- **Mammifères marins et tortues de mer :** Les mammifères marins sont des éléments clés des environnements écologiques et culturels du Canada atlantique. Historiquement, les phoques ont été une ressource importante en raison de l'importante chasse annuelle aux phoques, et une partie considérable de l'industrie touristique est actuellement basée sur l'observation des baleines. Ces espèces suscitent également un intérêt considérable de la part des scientifiques et du public, et nombre d'entre elles sont désignées au Canada et/ou aux États-Unis comme des espèces en péril. Bien que les tortues de mer soient généralement peu communes, elles sont également considérées comme faisant partie de cette CVE en raison de leur statut d'espèce en voie de disparition et/ou menacée.

- **Pêches :** Les pêches commerciales ont été aussi choisies comme CVE parce que, historiquement, la pêche a joué un rôle important dans l'économie de Terre-Neuve-et-Labrador et a contribué à définir une grande partie du caractère de la province. La pêche demeure une composante intégrale des économies de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse. Les interactions potentielles entre les opérations pétrolières et gazières extracôtières des pêcheries sont des sujets de préoccupation majeurs pour les deux industries.

Bien qu'il ne s'agisse pas de CVE distinctes, une attention particulière est accordée aux espèces en péril et aux zones spéciales dans l'analyse fournie pour chacune des CVE.

Ces CVE représentent les composantes environnementales clés qui sont évaluées dans le présent document et qui ont servi de base aux évaluations environnementales précédentes réalisées dans le cadre d'autres projets pétroliers et gaziers au large de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse. Cette EES se concentre sur les composantes environnementales et les interactions potentielles qui sont les plus préoccupantes et qui, par conséquent, sont les plus pertinentes pour la planification et la prise de décision concernant l'exploration pétrolière et gazière dans le sous-bassin Laurentien.

Les sections suivantes décrivent l'approche et les méthodes utilisées pour effectuer l'analyse des effets sur l'environnement pour chacune des CVE considérées.

4.2 Approche et méthodologie d'EES

Grâce à l'EES, les considérations environnementales peuvent être prises en compte dès le commencement de la planification, au même titre que les considérations techniques, économiques et sociales (Agence 2000).

L'EES implique généralement une approche relativement « générale » de l'évaluation environnementale, qui se concentre sur les questions et interactions environnementales générales plutôt que sur la prévision d'effets environnementaux précis. Au niveau de la politique, du plan et du programme, les projets et activités spécifiques ne sont généralement pas encore proposés ou définis. Par conséquent, il y a souvent peu ou pas d'informations disponibles concernant la nature, le calendrier et l'emplacement de ces projets et activités. Les EES sont donc généralement moins précises que les évaluations environnementales propres à un projet (Bisset 1996). Une évaluation environnementale d'un programme proposé de forage d'exploration en mer tiendrait compte, par exemple, des caractéristiques et des activités spécifiques du projet (p. ex., l'emplacement des puits; les itinéraires des navires) et prévoirait des effets environnementaux spécifiques (p. ex., la répartition des déblais de forage). Les EES, cependant, se concentrent généralement sur des questions plus générales et décrivent les effets environnementaux potentiels en termes beaucoup plus larges.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Comme indiqué précédemment, on ne dispose pas actuellement de détails sur la nature spécifique et la répartition spatiale et temporelle des levés sismiques et des programmes de forage potentiels dans le sous-bassin Laurentien et sur leurs effets environnementaux. Comme indiqué à la section 2.2.3, on suppose toutefois qu'un total de huit à dix puits seront forés dans la région pendant la durée des permis, avec un maximum de deux appareils de forage actifs à tout moment (un en eau profonde et un en eau peu profonde), avec un certain chevauchement de la durée de forage prévue aux fins de l'EES. On prévoit également qu'il pourrait y avoir environ deux ou trois demandes de programmes sismiques pour le sous-bassin Laurentien chaque année au cours des deux prochaines années, les activités sismiques étant susceptibles d'être entreprises séquentiellement plutôt que simultanément. Il est toutefois impossible de prévoir le nombre, l'emplacement et le moment précis des levés sismiques.

L'objectif de cette EES est de fournir une consolidation des informations existantes et disponibles sur le cadre environnemental du sous-bassin Laurentien, et de déterminer les problèmes environnementaux potentiels qui pourraient être associés à ces activités dans la région. Elle définit les lacunes en matière d'information, les activités requises et les mesures d'atténuation spécifiques au site, et met en évidence un certain nombre de considérations clés en matière de planification afin de réduire ou d'éviter les problèmes et interactions environnementaux ciblés. Les résultats de cette évaluation seront utilisés par le C-TNOHE et l'OCNEHE dans le cadre des processus de planification et de prise de décision liés à la conversion des permis d'exploration fédéraux pour le sous-bassin Laurentien en permis d'exploration. Il s'agit notamment de décisions concernant l'octroi de permis, en tout ou en partie, pour une zone donnée, et/ou de mesures générales de restriction ou d'atténuation pour les activités sismiques et/ou de forage.

L'EES fournira également aux exploitants une vue d'ensemble du cadre environnemental actuel du sous-bassin Laurentien et contribuera à définir les principales questions et interactions environnementales qui pourraient nécessiter un examen dans les premières phases de planification des levés sismiques individuels et des programmes de forage d'exploration, ainsi que dans leurs évaluations environnementales ultérieures.

4.2.1 Interactions potentielles et connaissances existantes

Cette EES se concentre sur a détermination des problèmes environnementaux généraux qui peuvent être associés à l'exploration extracôtière dans le sous-bassin Laurentien. L'analyse de chacune des CVE définies comprend la prise en compte des composantes et des activités qui sont généralement associées aux levés sismiques et aux programmes de forage (chapitre 2) et de l'environnement existant de la région (chapitre 3), afin de déterminer les interactions potentielles entre elles.

Comme partie intégrante des analyses, les connaissances existantes concernant les effets des activités pétrolières et gazières extracôtières sur les CVE définies sont examinées et résumées. Cette section ne vise pas à fournir une revue exhaustive et complète de la documentation disponible concernant les effets de l'exploration pétrolière et gazière, mais plutôt à fournir des informations de base pour les analyses des effets environnementaux.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Étant donné le manque de connaissances spécifiques sur la nature, l'emplacement et le calendrier des levés sismiques et des programmes de forage potentiels dans la zone d'étude, les problèmes et interactions potentiels sont décrits en termes assez généraux. Cette section se termine par un résumé des interactions environnementales potentielles définies, ainsi que par un aperçu des mesures d'atténuation générales qui sont souvent mises en œuvre pour éviter ou réduire les effets potentiels.

Les programmes de suivi qui sont généralement requis sont également abordés, le cas échéant.

4.2.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement

Sur la base de l'environnement existant de la région et des interactions et problèmes environnementaux potentiels déterminés, l'EES établit également les considérations environnementales clés pour aider à guider la prise de décision et la planification future de l'exploration en mer dans le sous-bassin Laurentien afin de réduire ou d'éviter les effets environnementaux sur chaque CVE. Cette section comprend un résumé des informations clés sur le cadre environnemental existant de la zone (en particulier les principales périodes, zones et espèces sensibles). Les principales considérations en matière de planification et de gestion ainsi que les mesures supplémentaires spécifiques à l'activité, au site ou au moment qui peuvent contribuer à éviter ou à réduire les effets potentiels sur l'environnement sont également définies.

Cette section fournit également une évaluation de la nature et de l'adéquation des informations disponibles sur les CVE dans la zone d'étude, et cible toute lacune importante dans les données et les exigences en matière d'information.

4.2.3 Effets environnementaux cumulatifs

Les effets environnementaux de projets et d'activités individuels ne sont pas nécessairement mutuellement exclusifs l'un envers l'autre, mais peuvent s'accumuler et interagir pour créer des effets environnementaux cumulatifs. L'EES permet une analyse préliminaire des effets environnementaux des politiques, des plans et des programmes, et donc des effets cumulatifs des actions qui peuvent résulter de ces décisions plus importantes (Bonnell et Storey 2000). Ce n'est souvent qu'au niveau stratégique que l'on peut déterminer (et évaluer) les conséquences environnementales globales des projets et activités qui résultent des politiques, plans et programmes (BFEEE 1992). Les effets cumulatifs pouvant résulter des levés sismiques en mer et des programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien sont évalués dans le cadre des analyses (en fonction du niveau d'activité prévu dont il est question à la section 2.2.3). Pour chaque CVE, l'EES tient également compte des effets cumulatifs potentiels de l'exploration extracôtière dans le sous-bassin Laurentien en combinaison avec d'autres projets et activités dans la zone d'étude (c.-à-d. la circulation maritime générale, les pêches).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.0 ANALYSES DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 Poisson et habitat du poisson

5.1.1 Interactions potentielles et connaissances existantes

Les interactions potentielles entre les levés sismiques en mer et les activités de forage et les poissons et leur habitat concernent principalement :

- les effets comportementaux, les blessures ou la mortalité dus aux signaux sismiques;
- l'attraction des structures de subsurface et des lumières;
- l'évitement en raison du bruit ou d'autres perturbations;
- la contamination potentielle due aux rejets d'eaux usées (p. ex., l'eau du pont);
- le risque d'étouffement, de contamination et d'altération de l'habitat dû à l'évacuation et au dépôt de boues de forage et de déblais;
- la cessation de l'exploitation d'un puits;
- la contamination en cas de déversement ou d'éruption.

Les sections suivantes donnent un aperçu général des connaissances existantes concernant les effets potentiels des levés sismiques en mer et des programmes de forage sur le poisson et son habitat. Des examens plus détaillés et plus complets sont fournis dans d'autres sources (p. ex. Turnpenny et Nedwell 1994; Davis et coll. 1998; LGL Limited et coll. 2000; McCauley et coll. 2000; Boudreau et coll. 2001).

5.1.1.1 Signaux sismiques

Les effets potentiels du bruit sous-marin dû aux levés sismiques sont les suivants :

- lésion tissulaire et blessure dues à l'exposition aux explosions à distance rapprochée (pouvant être mortelles ou non);
- lésion auditive non létale due à une stimulation excessive (à distance rapprochée);
- perturbation du comportement ou déplacement (p. ex., provoque l'évitement de la zone insonifiée ou la perturbation des activités de quête de nourriture ou de reproduction);
- masquage des appels de communication.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Blessures et mortalité

Plancton

Des études expérimentales ont établi que les blessures graves et les effets mortels ne se produisent probablement qu'à une très courte distance des canons à air, où les niveaux d'énergie sont les plus élevés. Le niveau d'énergie décroît avec la distance de la source, de sorte que même à quelques mètres de distance (en fonction du niveau d'émission sonore), la perturbation cellulaire ou les lésions tissulaires sont peu probables.

Cette constatation a été confirmée pour divers stades de vie planctoniques, y compris les œufs et les larves de poisson et les larves de crabe (tableau 5.1). Les blessures chez les larves de poisson sont principalement causées par l'expansion excessive de vessie natatoire, mais la délamination de la rétine a également été signalée (il convient de noter qu'il ne faut pas accorder une confiance excessive aux chiffres de mortalité signalés, car le maniement peut être un facteur et la signification statistique peut être douteuse).

Tableau 5.1 Observations des stades de vie planctoniques marins exposés à des canons à air sismiques à distance rapprochée

Organisme	Étape du cycle de vie	Distance d'exposition du canon à air (m)	Niveau d'exposition estimé dB re 1 µPa	Réponse observée	Références :
Goberge *(Pollachius virens)*	Œufs	0,75	242	Certains cas de mortalité différée	Booman et coll. (1996)
Morue *(Gadus morhua)*	Larves	5	220	Environ 3 % de mortalité immédiate	
	Alevin	1,3	234		
	Larves de 5 jours	1	250	Délamination de la rétine	Matishov (1992)
Plie *(Pleuronectes platessa)*	Œufs et larves	1	220	Mortalité élevée (non précisée)	Kosheleva (1992)
		2	214	Aucun effet	
Anchois *(Engraulis mordax)*	Œufs	?	223	8,2 % de mortalité	Holliday et coll. dans Turnpenny et Nedwell (1994)
	Larves de 2 jours	3	238	Rupture de la vessie natatoire	
Rouget de roche *(Mullus surmuletus)*	Œufs	1	230	7,8 % d'œufs endommagés	Kostyvchenko (1973)
		10	210	Aucune blessure	
Poissons *(diverses spp.)*	Œufs	0,5	236	17 % de mortalités en 24 h	
		10	210	2,1 % de mortalités en 24 h	
Crabe dormeur *(Cancer magister)*	Larves	1	231	Aucun effet observé	Pearson et coll. 1992

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Plusieurs auteurs ont tenté d'estimer le taux de mortalité potentiel du plancton pendant un levé sismique. Pour ces estimations, il est courant de supposer une mortalité de 100 % dans un rayon donné autour de la source (p. ex., à la limite supérieure observée de la mortalité qui est de cinq mètres). Lorsque le réseau est remorqué, chaque canon à air est supposé tuer tout le plancton dans un cylindre de 10 m de diamètre le long de la trajectoire du levé. La mortalité globale peut alors être calculée comme le pourcentage du volume total d'eau délimité par les limites du levé qui a été insonifié de façon létale par le passage du réseau remorqué. Comme le plancton peut être concentré dans les niveaux supérieurs, cela peut également être pris en compte.

De cette façon, Davis et coll. (1998) ont estimé que jusqu'à 1 % du plancton dans les 50 premiers mètres de la colonne d'eau pouvait être tué par un levé 3D au large de la Nouvelle-Écosse. Dans une étude norvégienne, Saetre et Ona (1996) ont estimé jusqu'à 0,45 % de pertes pour les espèces concentrées dans les 10 m supérieurs, bien que Kenchington (2001) ait souligné qu'ils avaient supposé que 90 % de la faune en question se trouvait en dehors de la zone d'étude; dans la zone d'étude, cela équivaut à une perte de 4,5 %. Kenchington (2001) a estimé une limite supérieure de 6 % de mortalité en supposant que le plancton est concentré dans les 10 m supérieurs de l'eau, et ne s'élèverait qu'à 7,5 % si le plancton était concentré dans « une mince couche nettement improbable centrée à la profondeur du réseau ».

D'après les chiffres présentés dans le tableau 5.1, il est évident que même pour la composante ichtyoplancton, le taux de mortalité réel n'est probablement qu'une fraction de ce chiffre, bien que la gamme d'effets puisse être plus grande que suggérée lorsque de grands réseaux de canons à air sont utilisés. Pour la majorité des autres planctons, qui semblent ne pas être sensibles aux impulsions sismiques, la mortalité peut être très faible.

Le moment et l'emplacement des activités de levé sismique influencent fortement la nature et l'ampleur de leurs effets sur le plancton. Par exemple, les opérations sismiques à proximité d'une forte stratification saisonnière, de systèmes frontaux ou de zones convergentes affecteraient à certaines périodes de l'année un plus grand nombre d'œufs et de larves en raison de leur densité plus élevée. Dans d'autres régions, les pertes seraient plus graves pour les espèces dont les œufs, les larves et les juvéniles habitent la couche superficielle saisonnière (Bourdreau et coll. 2001).

Macro-invertébrés

Tout indique que la plupart des macro-invertébrés ne risquent guère d'être blessés par des signaux sismiques. Voici les principales raisons :

i) une quantité faible d'invertébrés possèdent des vessies gazeuses, qui représentent les emplacements principaux de blessure chez les espèces vertébrées vulnérables;
ii) les espèces d'invertébrés benthiques et épibenthiques sont généralement suffisamment éloignées des canons à air pour ne pas être blessées (sauf dans les eaux très peu profondes, soit moins de 20 m), comme la zone létale se trouve à quelques mètres des canons à air;
iii) certaines espèces peuvent être capables de détecter et d'éviter les NPA nuisibles.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La résilience de divers invertébrés a été testée par une exposition à une courte distance d'un canon à air actif (tableau 5.2). Pour les raisons susmentionnées, le pourcentage de dommages subis par les macro-invertébrés en raison du passage d'un levé sismique devrait être inférieur à celui des organismes planctoniques.

Tableau 5.2 Observations des macro-invertébrés marins exposés à des canons à air

Organisme	Distance d'exposition du canon à air (m)	Niveau d'exposition estimé (dB re 1µPa)	Réponse observée	Références :
Pétoncle d'Islande	2	217	La coquille s'est fendue dans 1 des 3 tests.	Matishov (1992)
Oursin			15 % des épines sont tombées.	
Moule comestible	0,5	229	Aucun effet détectable dans les 30 jours.	Kosheleva (1992)
Bigorneau *(Littorina spp.)*				
Crustacé *(Gammarus locusta)*				
Crevette grise *(Crangon crangon)*	1	190	Aucune mortalité.	Webb et Kempf (1992)
Gastéropode *(Bolinus brandaris)*	15	186	Réduction temporaire de la mobilité; aucune mortalité.	La Bella (1996)
Calmar *(Sepioteuthis australis)*	-	174 156 à 161	Forte réaction de sursaut, évitement et tir de la poche d'encre. Réaction d'alarme.	McCauley et coll. (2000)

Un atelier parrainé par le Fonds pour l'étude de l'environnement (FEE) à Halifax, en Nouvelle-Écosse, en septembre 2000, a déterminé les effets potentiels des activités sismiques sur les mollusques et crustacés (en particulier le crabe des neiges et le homard) comme une priorité de recherche, car on connait mal leurs réactions au bruit sismique (Thomson et coll. 2000). Une étude des effets de l'activité sismique sur le crabe, parrainée par le FEE, est en cours et devrait être disponible plus tard en 2003.

Poissons

La capacité des poissons à entendre les sons varie considérablement. Certains ont une vessie natatoire reliée directement à l'oreille interne (p. ex., le hareng), et sont donc relativement sensibles aux sons. D'autres n'ont pas de connexions directes entre la vessie natatoire et l'oreille interne (comme la morue), et sont donc moins sensibles aux sons que les autres espèces de poissons (Davis et coll. 1998).

Il n'existe aucune trace de mortalité massive de poissons associée à l'exploitation de réseaux de canons à air. Les temps de montée sont trop lents et les pressions de crête sont trop faibles pour provoquer des blessures graves, sauf peut-être pour les poissons qui se trouvaient à quelques mètres d'un canon à air au moment du déclenchement. Avant de s'approcher aussi près d'un canon à air, il est probable que la plupart des poissons soient chassés par la source de bruit qui s'approche (Turnpenny et Nedwell 1994). Ce risque n'est élevé que dans les cas où les poissons sont incapables d'éviter l'exposition. À des distances un peu plus grandes, des blessures non mortelles peuvent survenir, comme une perte d'audition, une hémorragie des yeux, une rupture de la vessie natatoire ou un étourdissement. Les NSE pour ces effets sont présentés dans le tableau 5.3.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 5.3 Seuils d'effets létaux et de blessures chez les poissons et distances équivalentes à partir de canons à air de différents niveaux d'émission sonore

Effet	NSE : dB re 1 µPa	Distance équivalente de la source pour une dispersion sphérique (m)	
		NS = 240 dB re 1 µPa @ 1 m	NS = 260 dB re 1 µPa @ 1 m
Étourdissement transitoire	192	80 à 250	800 à 2 500
Lésions internes non auditives	220	3 à 10	32 à 100
Dommages aux œufs/larves	220	3 à 10	32 à 100
Mortalité des poissons	230 à 240	1-3	3 à 32
Remarque : Les hypothèses concernant la dispersion sphérique sont une généralisation, utilisée comme point de départ pour l'examen des effets possibles. La transmission de l'énergie sonore dépendra du levé et des conditions propres au site, en particulier sur de longues distances (plus de 1 km). Après : Turnpenny et Nedwell (1994).			

En fonction de la taille du réseau de canons à air et de la position du poisson par rapport au navire, les blessures aux yeux et aux organes internes ne se produiraient que dans un rayon de quelques dizaines de mètres autour du navire sismique, les symptômes moins importants, comme les dommages auditifs, pouvant se produire jusqu'à quelques kilomètres. Cependant, les données relatives à l'étourdissement transitoire citées par Turnpenny et Nedwell (1994) et présentées dans le tableau 5.3 proviennent d'expériences utilisant un son continu plutôt qu'un son pulsé (dans lequel l'énergie totale est plus faible), et peuvent largement surestimer la sensibilité par rapport au bruit des canons à air. Ces auteurs présentent également des données relatives au seuil de lésions auditives (180 dB) basées sur des expériences de signaux continus, mais il est probablement trompeur d'appliquer un tel chiffre dans le contexte des émissions des canons à air. Les dommages auditifs chez les poissons (contrairement aux mammifères), s'ils se produisent à la suite de levé sismique, peuvent être réversibles (Song et coll. 1995), bien que le potentiel de dommages auditifs à long terme chez les poissons exposés à des sources sismiques ait également été noté dans des études expérimentales (McCauley et coll. 2000). Même dans le cas d'effets auditifs à court terme, les poissons seraient, entre-temps, désavantagés.

Les effets sublétaux potentiels de l'activité sismique sur les organismes marins ont été relativement peu étudiés. Il n'existe pratiquement aucune étude ayant évalué les relations entre l'exposition et la distance pour les effets physiologiques et pathologiques ou la mortalité différée chez les organismes marins.

COMMUNICATIONS

Plus de 50 familles de poissons sont connues pour utiliser le son pour la communication intraspécifique (Myrberg 1981). Les signaux sonores sont utilisés, par exemple, dans les comportements antagonistes, les cris d'avertissement et les manifestations de reproduction. Les connaissances disponibles sont insuffisantes pour évaluer le risque de masquage par le bruit sismique, ou ses implications si cela se produit. Le plus grand risque serait probablement pour les espèces qui communiquent par le son pendant les rituels de reproduction. L'aiglefin en est un exemple, dans lequel le poisson mâle émet une série de coups, de râles et de bourdonnements pendant la parade nuptiale (Hawkins 1986; Hawkins et Amorim 2000; Bremmer et coll. 2002). La communication acoustique a également été définie comme un mécanisme potentiel d'évaluation des partenaires par la morue (Nordeide et Kjellsby 1999).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Effets comportementaux

Un certain nombre de taxons d'invertébrés, dont les crustacés, sont connus pour être sensibles au son. Cependant, n'ayant pas de vessies gazeuses, ils ne répondent pas principalement à la pression acoustique, mais seulement au mouvement des particules (vibrations). Puisque le mouvement des particules est excité principalement dans le champ acoustique proche d'une source sonore, il s'ensuit que la détection par les invertébrés est plus susceptible de se produire ici aussi. Le champ proche correspond à une portée d'environ 5 m à 50 Hz et 10 m à 25 Hz. Les déplacements à grande échelle de macro-invertébrés par comportement d'évitement semblent très peu probables.

Les poissons sont sensibles aux sons émis sous l'eau principalement dans la bande de 0 à 3 kHz (Hawkins 1986). Par conséquent, les fréquences d'émission des canons à air se situent dans la bande auditive de la plupart des poissons et pourraient être audibles et, potentiellement, influencer le comportement des poissons à des distances où les niveaux sont suffisamment élevés. Les effets du bruit des canons à air sismiques sur le comportement des poissons ont fait l'objet d'un certain nombre d'études dans les eaux britanniques, norvégiennes, nord-américaines et australiennes.

Les études norvégiennes, qui concernent les gadidés (principalement la morue, l'aiglefin et la goberge), ont montré que le comportement des poissons était affecté sur des distances relativement importantes. Ces études ont démontré une dispersion des poissons à partir de l'épicentre du levé, avec des réductions de densité de moitié ou plus sur des distances de plusieurs kilomètres, voire des dizaines de kilomètres de la source. Des études menées par Lokkeborg et Soldal (1993) dans la mer de Norvège et la mer de Barents ont comparé les captures de navires commerciaux de pêche à la palangre et au chalut qui se trouvaient à proximité de quatre levés sismiques distincts, au cours desquelles des réseaux de canons à air de 160 à 4 800 po^3 ont été déployés. Le NPA de sortie n'a pas été mesuré, mais on peut s'attendre à ce que des canons à air de ces dimensions émettent des NPA de crête d'environ 225 et 250 dB re 1 µPa @ 1 m, respectivement (Turnpenny et Nedwell 1994). Les captures ont été réduites dans un rayon d'au moins 9 km, mais elles sont revenues à la normale au bout d'une douzaine d'heures. Les poissons ont semblé être repoussés hors des zones de levé, ce qui a permis des prises plus élevées là où les poissons étaient temporairement concentrés à la périphérie de la zone d'étude.

La plus complète des études norvégiennes a été rapportée par Engas et coll. (1993). Contrairement aux études norvégiennes précédentes, il s'agissait d'un essai scientifique et le réseau de canons à air utilisé a été déployé uniquement pour déterminer les effets sur les poissons et non pour recueillir des données géologiques. L'essai s'est déroulé sur un total de cinq jours de tirs sismiques, avec des périodes de contrôle (aucun fonctionnement du canon à air) de sept et cinq jours avant et après les tirs, respectivement. Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- les captures de morue et d'aiglefin à la palangre et au chalut ont été réduites jusqu'à 50 % dans un rayon de 30 km autour de l'épicentre du tir;
- les densités acoustiques de poissons déterminées par échosondeur ont été réduites de manière similaire;

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- les poissons d'une longueur supérieure à 60 cm ont été davantage touchés que les poissons plus petits;
- les densités de poissons dans la zone d'étude n'étaient pas revenues aux niveaux d'avant l'étude dans la période de cinq jours suivant la surveillance.

La source sonore utilisée dans cet essai était un réseau de 18 canons à air ayant un niveau d'émission sonore estimé à 248,7 dB re 1 µPa @ 1 m. La profondeur de l'eau pouvait atteindre 250 m.

Skalski et coll. (1992) ont étudié les effets des dispositifs de levé géophysique acoustique sur une pêche commerciale à la ligne et à l'hameçon du sébaste *(Sebastes spp.)* au large de la côte de la Californie. Un seul canon à air avec un niveau d'émission sonore de 223 dB re 1 Pa a été utilisé pour produire des pressions de crête supérieures à 186 dB re 1 µPa à la base des agrégations de sébastes. L'étude a révélé une baisse moyenne de 52,4 % des prises par unité d'effort dans les conditions d'émission par rapport aux essais de contrôle, ce qui a été attribué à un changement dans la hauteur d'agrégation des poissons. La période pendant laquelle les effets se sont produits n'a pas été déterminée dans cette étude, bien qu'une expérience comportementale connexe (Pearson et coll. 1992) a révélé que le retour des sébastes aux modèles de comportements antérieurs à l'exposition se produisait quelques minutes après la fin de l'exposition au son, ce qui suggère que les effets sur la pêche peuvent être transitoires, se produisant principalement pendant l'exposition au son elle-même (Skalski et coll. 1992).

Turnpenny et Nedwell (1994) ont examiné d'autres études, dont certaines ont montré que les poissons réagissaient aux bruits sismiques et d'autres dans lesquelles aucun effet n'a été observé. Les réactions observées comprennent l'évitement des eaux insonifiées, la réduction des possibilités de capture par des méthodes d'hameçons appâtés et la plongée vers le fond marin. Les NSE pour la réaction comportementale au bruit des canons à air sont résumés dans le tableau 5.4, et vont de 160 à 188 dB re 1 µPa (moyenne 168 dB). Les gammes prédites de l'effet potentiel sont indiquées pour deux niveaux d'émission du réseau de canons à air.

Tableau 5.4 Seuils d'effets pour la perturbation du comportement de différentes espèces de poissons estimés à partir d'études de terrain et de distances équivalentes à partir de canons à air de différent niveau d'émission sonore

Espèces	NSE pour la perturbation du comportement (dB re 1 µPa)	Distance équivalente de la source pour une dispersion sphérique (km)	
		NS = 240 dB re 1 µPa @ 1 m	NS = 260 dB re 1 µPa @ 1 m
Bar *(Dicentrarchus labrax)*	163	2,2 à 7,1	22 à 71
Sébaste	160	3,1 à 10	31-100
Gaspareau	176, 181	0,3 à 1,6	3 à 16
Morue	160	3,1 à 10	31-100
Goberge	160	3,1 à 10	31-100
Aiglefin	160	3,1 à 10	31-100
Merlan *(Merlangius merlangus)*	188	0,13 à 0,4	1,3 à 4,0
Moyenne/Gamme	**168**	**0,13 à 10**	**1,3 à 100**
Adapté de Turnpenny et Nedwell (1994).			

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Ces résultats concernent tous des poissons de « sensibilité moyenne » (c'est-à-dire possédant une vessie natatoire, mais sans spécialisation auditive connue). Aucune donnée comparable n'est disponible pour les espèces à haute sensibilité (c'est-à-dire les téléostéens dotés d'une vessie natatoire et de couplages auditifs spécialisés) ou à faible sensibilité (c'est-à-dire les élasmobranches et les téléostéens dont la vessie natatoire est réduite ou absente). En utilisant ces données à des fins prédictives, certaines hypothèses doivent être reconnues, à savoir que :

- étant donné que les NPA aux gammes d'effet observées n'ont en aucun cas été réellement mesurés dans la plupart des études susmentionnées, les niveaux ont été décrits avec précision par la simple dispersion sphérique;
- les poissons réagissaient aux émissions des canons à air et non à un autre stimulus (p. ex., le bruit du navire);
- la réaction était terminée (c'est-à-dire que le poisson ne se serait pas éloigné davantage s'il avait eu plus de temps).

Tant que ces facteurs n'auront pas été étudiés de manière plus approfondie, les NSE resteront incertains. Il faut également préciser que les gammes supérieures d'effets indiquées n'ont pas été observées dans la pratique, et que la gamme maximale à laquelle un effet sur le comportement des poissons a été observé est de l'ordre de 30 km, bien qu'à un niveau d'émission sonore intermédiaire entre ceux indiqués.

Un certain nombre d'études ont également révélé que les poissons réagissent peu ou pas du tout au bruit des levés sismiques (p. ex., Pickett et coll. 1994). Wardle et coll. (2001) ont étudié la réaction des poissons aux signaux sismiques dans une zone de récifs peu profonds au large de la côte écossaise, et ont examiné les réactions des poissons de récifs (connus sous le nom de lieu jaune au Royaume-Uni). Un canon à air sismique Triple G (NPA approximativement 230 dB re 1 µPa @ 1 m) a été monté sur le bord du récif et les mouvements du lieu jaune ont été observés par caméra de télévision sous-marine et par marquage acoustique de quelques individus. L'étude n'a montré que des changements mineurs dans le comportement des poissons qui se déplaçaient autour du récif et passaient périodiquement devant le réseau de canons à air, qui était tiré à des intervalles de 60 secondes. Les petits lieus jaunes passant à quelques mètres du réseau (niveau de réception probablement d'environ 229 dB) ont montré une réaction de sursaut, mais ne se sont éloignés que de quelques mètres. Divers facteurs peuvent avoir contribué aux résultats de ces études, tels que les niveaux sonores relativement faibles utilisés, la profondeur de l'eau (les conditions de propagation sont moins bonnes dans les eaux côtières peu profondes) et les types de poissons étudiés.

Bien qu'il y ait actuellement un manque d'informations scientifiques concluantes concernant l'ampleur et la portée des effets des levés sismiques sur le comportement des poissons dans le Canada atlantique, certaines informations anecdotiques sont disponibles. Sur le banc de Saint-Pierre en 1999, par exemple, un chalutier de la National Sea Products aurait vu ses prises de poissons diminuer après qu'un navire sismique ait commencé à tirer. Le capitaine Ernest Syme a rapporté qu'à une occasion, la prise est passée de 25 000 à 30 000 livres par remorquage à quelques milliers de livres par remorquage après le début du levé sismique. Cependant, environ un jour plus tard, le taux de capture semblait être revenu au niveau antérieur aux tirs (Thomson et coll. 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Collins et coll. (2002) ont également examiné les effets potentiels sur les captures de poissons pendant et après deux levés sismiques indépendants effectués dans les eaux côtières et près des côtes dans la région de Baie St-George et de Port-au-Port à Terre-Neuve à l'été 1995 et à l'automne 1996. Bien qu'elles ne soient pas statistiquement concluantes, leurs analyses ne suggèrent aucun effet observable sur les prises globales de poissons dans la région, ou sur les prises de crabe des neiges en particulier, pendant ou dans les années qui ont suivi les levés sismiques côtiers de l'ouest de Terre-Neuve. Ceci est également soutenu par les observations des pêcheurs locaux dans les années qui ont suivi les levés (Collins et coll. 2002).

Une étude des effets des signaux sismiques sur les taux de prises lorsque la pêche à la morue et les activités sismiques sont prévues dans la même zone a également été définie comme une importante priorité de recherche lors de l'atelier du FEE tenu à Halifax, en Nouvelle-Écosse, en septembre 2000 (Thomson et coll. 2000).

La plupart des informations indiquent que les effets du bruit sur les poissons sont transitoires, de sorte que des changements évidents de comportement peuvent avoir de faibles effets biologiques sur les poissons. Dans la plupart des cas, il semble que les effets d'effarouchement sur les poissons résultant d'une opération sismique devraient entraîner des effets négligeables sur les individus et les populations (Davis et coll. 1998). Le principal problème est le potentiel d'interactions pendant des périodes particulièrement sensibles, comme le frai. Par exemple, les espèces qui nichent sur le fond, comme le loup de mer, ne peuvent pas s'éloigner sans risquer de perdre leurs masses ovigères à cause des prédateurs.

5.1.1.2 Présence de structures

La présence d'un appareil de forage dans les eaux du large attirera probablement certaines espèces de poissons et d'invertébrés (ce que l'on appelle l'« effet de récif »). La structure ajoute de la diversité à l'habitat disponible pour les poissons, en particulier dans les environnements homogènes à fond meuble. Les algues s'accumulent sur les structures sous-marines, et attirent ainsi les crustacés et les poissons. Les adultes des espèces migratrices (p. ex., le calmar ou le capelan) et les juvéniles pélagiques de toute espèce peuvent être attirés par une plus grande disponibilité de nourriture. Dans la mer du Nord, par exemple, on a vu des morues et des aiglefins se rassembler près des installations de production extracôtières (Picken et McIntyre 1989). L'effet de récif autour des appareils de forage exploratoire est beaucoup moins important que celui des plateformes de production, car la structure de subsurface est moins importante (LGL Limited et coll. 2000), et parce que la durée de l'interaction est plus courte. Cependant, cet effet de récif, combiné à l'arrêt de l'activité de pêche à proximité pendant le forage, peut augmenter temporairement la productivité localisée de certaines espèces en fournissant une source de nourriture (benthos local) et une protection contre la pêche. Les poissons qui se nourrissent du benthos local (p. ex. la morue, qui est attirée par les structures, et les prédateurs invertébrés comme les étoiles de mer, qui sont attirés par la présence de proies épifauniques) ont le potentiel de modifier, sinon la densité globale, du moins la composition de la population d'espèces benthiques (Davis et coll. 1982).

Il est prouvé que les petits poissons attirés par une plateforme peuvent être la proie de plus gros poissons, même de la même espèce. Soldal et coll. (1999) ont indiqué un certain degré de cannibalisme parmi les plus grosses morues attirées par les plateformes extracôtières et capturées près de celles-ci. Les espèces connues pour être attirées par les récifs artificiels sont présentes dans la zone d'étude.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les lumières des appareils de forage et des navires sismiques et de soutien peuvent également attirer certaines espèces. L'éclairage de l'eau avec une lumière scintillante est une technique de pêche commerciale utilisée pour concentrer les bancs d'espèces comme le hareng et le calmar. Dans l'ensemble, l'attraction potentielle d'espèces de poissons vers les plateformes de forage d'exploration ne devrait pas avoir d'effet mesurable sur les populations de poissons, car elle est localisée et de courte durée.

5.1.1.3 Bruit (autre que sismique)

Outre les signaux sismiques, le bruit des appareils de forage, du trafic maritime et aérien peut être transmis par l'eau. Il y a un bruit ambiant considérable dans l'océan à tout moment, en particulier autour des secteurs de pêche commerciale et des voies de navigation. Il existe également un bruit considérable généré par les conditions océanographiques naturelles qui peut masquer d'autres bruits non naturels (Buerkle 1975).

Le bruit des activités de forage peut entraîner l'évitement de certaines espèces. Les bruits soudains ou irréguliers peuvent effrayer les poissons et provoquer un comportement d'évitement, mais le rassemblement en banc n'est généralement pas affecté (Blaxter et coll. 1981). Les poissons seraient revenus vers les appareils de forage, même s'ils ne semblent pas s'habituer aux bruits irréguliers (LGL Limited et coll. 2000). Les bruits de courte durée et de basse fréquence semblent susciter des réponses de sursaut directionnel de courte durée, avec des réponses d'évitement à plus long terme si le bruit est de plus haute fréquence ou continu (Wilson et Dill 2002). L'évitement sera probablement intermittent et de courte durée, car les poissons sont effrayés par les changements soudains des niveaux de bruit et semblent s'acclimater au « bruit ambiant » (Misund et coll. 1996). Les espèces les plus susceptibles d'être affectées sont celles qui sont attirées vers la structure sous-marine par une densité accrue de proies telles que les invertébrés. La zone d'influence associée à de tels effets sera également très réduite.

Le bruit continu généré par un appareil de forage peut entraîner l'évitement prolongé de certaines espèces de poissons démersaux de la zone immédiate. L'évitement par les poissons jusqu'à 400 m du navire le plus bruyant est considéré comme probable (CIEM 1995). Des effets physiologiques et reproductifs du bruit ont été signalés lorsque les poissons sont continuellement exposés (Clark et coll. 1996). Cependant, des effets similaires sur les poissons non captifs n'ont pas été documentés. S'ils en ont la possibilité, les poissons évitent généralement les zones où les niveaux de bruit dépassent leur seuil d'audition de 30 dB ou plus (CIEM 1995). Cet évitement permettra probablement d'empêcher, mais certainement de minimiser, tout effet physiologique ou sur le succès reproducteur, d'autant plus que l'évitement sera temporaire. Encore une fois, l'enjeu central est le déplacement des poissons de l'habitat important de frai ou d'alimentation pendant les périodes clés.

5.1.1.4 Eaux usées

L'eau du pont (c'est-à-dire l'eau qui a atteint le pont d'un appareil de forage par les précipitations, les embruns, les lavages) peut également contenir des hydrocarbures. Les eaux usées provenant des éviers, des douches, de la lessive et des égouts, ainsi que les déchets sanitaires et alimentaires, seront également rejetées par les plateformes de forage. L'élimination en mer d'autres déchets domestiques n'est pas autorisée, et ceux-ci sont transportés à terre pour être éliminés ou recyclés.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le rejet de toutes les eaux usées en mer est régi par les DTDE (ONE et coll. 2002). L'eau du pont est généralement traitée par un séparateur d'eaux mazouteuses avant d'être rejetée, et le composant mazouteux est envoyé à terre pour une élimination appropriée. Les eaux usées provenant des éviers, des douches, de la lessive et des égouts sont susceptibles d'être rejetées, bien que les volumes des programmes exploratoires soient généralement faibles et de relativement courte durée. La contamination du biote ou d'autres effets dus au rejet d'eaux usées ne sont donc pas attendus. Les déchets sanitaires et alimentaires sont normalement broyés à une taille maximale de 6 mm ou moins, ce qui favorise la biodégradation. L'enrichissement ou l'appauvrissement en oxygène de l'eau ou des sédiments par l'élimination des déchets organiques sont également peu probables.

5.1.1.5 Eau produite

Si la présence d'importantes ressources en hydrocarbures est observée, le puits est alors évalué et testé, ce qui peut impliquer des essais d'écoulement de la formation. Pendant les essais, les fluides de formation, qui peuvent contenir des hydrocarbures et/ou de l'eau, s'écoulent vers l'appareil de forage. Les hydrocarbures produits sont séparés de l'eau produite sur l'appareil de forage. Cependant, la quantité d'eau produite potentiellement observée lors des forages d'exploration est généralement très faible par rapport à celle des activités de production. Ces petites quantités d'eau produite sont envoyées à la torche ou traitées conformément aux DTDE (ONE et coll. 2002) et éliminées en mer.

Les hydrocarbures les plus toxiques présents dans l'eau produite sont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, le xylène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les HAP sont les seuls composés persistants, car tous les autres s'évaporent très rapidement. Les HAP sont donc probablement à l'origine de la mortalité signalée du plancton, des œufs et des larves de poisson dans les rejets d'eau produite (Patin 1999). Toutefois, leur zone d'influence est assez limitée. Les concentrations initiales d'eau produite sont diluées 100 fois immédiatement après le rejet, et diluées 1 000 fois dans les 50 à 100 m suivant le rejet (Somerville et coll. 1987; Neff et coll. 1987; GESAMP 1993). Les effets létaux sur le biote ne sont pas attendus au-delà de quelques dizaines de mètres du point de rejet (Somerville et coll. 1987).

L'eau produite peut également avoir des effets non létaux. De récentes études en laboratoire ont conclu que les alkylphénols présents dans l'eau produite peuvent perturber les processus hormonaux chez la morue (Meier et coll. 2002). Une réduction des niveaux d'œstrogènes chez les morues femelles a été signalée pour des expositions aussi faibles que 0,032 ppm pendant cinq semaines. Cela a eu pour effet de ralentir le développement de l'œuf et, par conséquent, de retarder le frai. On a signalé que les morues mâles présentaient une réduction de la testostérone et de la capacité de fécondation à cette exposition après cinq semaines. Bien que le banc de Saint-Pierre soit une zone de frai connue pour la morue (section 3.2.3), il est difficile d'établir un lien entre les résultats d'une étude en laboratoire et la pleine mer. D'autres effets non létaux de l'eau produite peuvent survenir en raison de la présence de métaux lourds, de radionucléides ou d'une surcharge en nutriments. Cumulativement, l'eau produite non traitée est considérée comme non dangereuse avec la CL50 à 96 h de 0,1 à < 1 % (GESAMP 1993). Les modèles de dispersion de l'eau produite dans la mer du Nord prévoyaient une dilution de 0,1 % dans un rayon de 50 m en aval et une dilution de 0,03 % dans un rayon de 250 m (Somerville et coll. 1987). Par conséquent, les effets non létaux ne sont pas attendus au-delà de quelques centaines de mètres.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le potentiel et la nature de ces effets dépendront clairement du fait que les poissons soient exposés à des concentrations suffisamment élevées pendant une durée suffisante pour produire un effet. Cela dépendra, en retour, de la quantité d'eau produite rejetée. Encore une fois, s'il y a de l'eau produite pendant le forage d'exploration, les volumes sont généralement très faibles par rapport à l'exploitation de la production (ils diffèrent par une intensité de deux ou plus). L'eau produite résultant du forage d'exploration est généralement atomisée avec les hydrocarbures et chauffée. Encore une fois, toute quantité qui ne peut pas être envoyée à la torche est traitée conformément aux limites des DTDE (ONE et coll. 2002) et rejetée en profondeur. Les poissons individuels peuvent également éviter tout panache d'eau produite, ce qui réduira encore plus le risque que les poissons soient exposés à des concentrations suffisamment élevées pendant une durée suffisante pour entraîner de tels effets.

5.1.1.6 Boues et déblais de forage

Les principaux problèmes liés au rejet et au dépôt des boues et aux déblais de forage sont les suivants : dépôt (étouffement de l'habitat, création de piles, étendue du dépôt); toxicité (fondée sur les constituants chimiques de la boue); bioaccumulation (c.-à-d. absorption d'hydrocarbures par le poisson et perception d'une odeur parasite); et effets physiques (c.-à-d. exposition des organismes à de fines particules de déchets).

Les déblais de forage ont généralement un diamètre de quelques centimètres, mais une petite partie de matériau plus fin peut également être libérée. La libération des déblais de forage crée initialement un panache de particules en suspension dans l'eau pendant plusieurs secondes. En fonction des courants, la plupart des déblais tomberont dans un rayon de quelques mètres autour du point de déversement, les matériaux plus fins restant en suspension plus longtemps et étant dispersés sur une zone plus large. La zone affectée dépendra des conditions océanographiques spécifiques au site. Les déblais de forage forment généralement un monticule en forme de beignet centré sur le puits. La taille et la profondeur ultimes de la pile de déblais dépendent du volume de déblais libérés, de leur granulométrie, de la profondeur de l'eau et du remaniement ultérieur par les courants ou l'action des vagues. L'étouffement des organismes benthiques sessiles se produira si l'épaisseur de la couche de déblais dépasse 1 cm (Bakke et coll. 1989). Boudreau et coll. (2001) notent que, bien que les rejets opérationnels puissent avoir des effets biologiques sur des périodes relativement courtes et à de faibles distances de la source, les effets sont propres au site et au programme. Ils poursuivent en concluant que l'étouffement des organismes benthiques par les boues et les déblais déposés ne devrait pas se produire en dehors d'un rayon d'environ 0,5 km autour de l'appareil de forage.

Les piles de débris peuvent être reconstituées et revenir à leur état d'origine une fois qu'elles ont été enterrées par la sédimentation normale ou dispersées par des moyens physiques. La vitesse du courant et les taux de sédimentation dans la zone d'étude sont variables, et le temps nécessaire à la récupération complète d'une zone de dépôt varie en conséquence.

Boues de forage à base d'eau

Pendant le forage de la partie initiale d'un puits, les BBE et les déblais de forage sont déversés directement sur le fond marin, car le tube prolongateur n'est pas encore en place pour les réacheminer vers l'appareil de forage. Le rejet des boues à base d'eau (BBE) est approuvé par les DTDE (ONE et coll. 2002), car ils sont considérés comme non toxiques.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les principaux composants des BBE sont la bentonite et la barytine, dont la taille des particules peut atteindre 10 et 40 µm, respectivement. Les taux de sédimentation dans l'eau de mer sont généralement de l'ordre de 0,1 à 0,5 cm/s. Les BBE sont généralement rejetées par impulsions de 100 kg au fur et à mesure que le trou est foré. La concentration de BBE continue de diminuer au fur et à mesure que le panache se disperse. Selon la zone forée et le régime local des courants local, ces particules peuvent être transportées sur plusieurs kilomètres avant de se déposer. Les invertébrés benthiques et les poissons démersaux qui se trouvent dans la zone du panache seront exposés aux BBE pendant plusieurs minutes lors de chaque rejet. Les concentrations initiales de BBE au moment du rejet sont estimées entre 100 et 200 ppm. Les composants de BBE ont généralement une CL50 à 96 heures chez les poissons et les invertébrés de l'ordre de 100 000 ppm (Thomas et coll. 1984). Cependant, les métaux lourds présents dans les BBE usagées (seuls ou en combinaison avec d'autres composants) peuvent affecter les espèces sensibles à proximité immédiate des plateformes de forage (Kenchington 2001). Les deux groupes les plus sensibles dans la zone d'étude sont probablement les pétoncles et les coraux de mer.

On pense que les effets des déblais de forage associés aux BBE sont relativement mineurs, limités dans leur portée géographique et de courte durée (c'est-à-dire quelques années dans les zones d'eau homogène peu profonde [Neff et coll. 1989; LGL Limited et coll. 2000; United Kingdom Department of Trade and Industry 2002]). Boudreau (1998) a déterminé que la zone touchée par le déversement de BBE provenant de puits d'exploration isolés dans la zone énergétique élevée du banc George se limiterait à la zone située sous la plateforme et à proximité de celle-ci, et qu'il n'y aurait pas d'effets importants sur des espèces comme le pétoncle. Cependant, Boudreau (1998) a déterminé qu'il y avait un certain potentiel d'effets dans les zones énergétiques plus faibles du banc George (qui est plus comparable aux zones du sous-bassin Laurentien). Dans les zones énergétiques faibles, l'accumulation des déblais de forage rejetés peut entraîner l'étouffement des organismes benthiques (Boudreau et coll. 1999; Gordon et coll. 2000).

Les effets notables du déversement de BBE d'un seul puits sur les communautés benthiques sont généralement limités à une zone de quelques centaines de mètres de la source (LGL Limited et coll. 2000), et sont réversibles une fois le forage terminé (Boudreau et coll. 1999).

On a signalé que les déblais de BBE n'ont aucun effet sur la reconstitution des tas de déblais (Bakke et coll. 1989b). Le rétablissement de l'abondance de base du macrobenthos peut se produire en 11 mois dans une profondeur d'eau de 1 240 m (Kukert et Smith 1992). Les courants aident à la dispersion des déblais ainsi qu'à l'apport de larves et de juvéniles pour la reconstitution. Les espèces s'alimentant des ressources disponibles, qui peuvent être tolérantes aux polluants, comme certains polychètes et nématodes, coloniseront probablement une pile de déblais de boue à base d'huile en quelques mois (Kingston 1992); ce principe devrait s'appliquer pour une pile de déblais de BBE. Les organismes benthiques mobiles (p. ex., les crevettes) recolonisent rapidement une zone perturbée si la qualité de l'eau n'est pas affectée de façon permanente (Levings 1982). Les poissons qui s'alimentent sur le fond (p. ex., la plie) suivront probablement bientôt la recolonisation d'espèces proies telles que les polychètes et les nématodes.

Les dépositivores sessiles (p. ex., certaines espèces de polychètes) peuvent accumuler des métaux à partir de BBE (Neff et coll. 1989). Les espèces mobiles qui s'alimentent sur le fond (p. ex., les poissons plats) ne devraient pas accumuler de métaux provenant de BBE, car elles éviteront probablement la zone immédiate des activités de forage. Une fois le forage terminé, les espèces qui s'alimentent sur le fond peuvent revenir dans la zone et être exposées à une zone limitée dans l'espace de métaux supérieurs aux concentrations de fond. Le niveau d'exposition ne devrait pas entraîner de toxicité chronique ou aiguë.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

On s'est inquiété du fait que des concentrations élevées de barytine et de bentonite dans l'eau puissent affecter la croissance, le succès reproducteur et la survie d'espèces sensibles, en particulier les pétoncles géants (Cranford et Gordon 1992; Cranford et coll. 1999; 2001). Des effets chroniques sur la croissance et la reproduction des pétoncles ont été observés à des concentrations de bentonite aussi faibles que 2 ppm, la mort survenant à des niveaux supérieurs à 10 ppm. La mortalité des pétoncles a été observée à des niveaux de barytine inférieurs à 0,5 ppm. Toutefois, ces conclusions sont fondées sur des expériences en laboratoire (qui reposaient sur la modélisation et les observations sur le terrain) avec une exposition prolongée (72 jours) de pétoncles adultes à des concentrations élevées (comme indiqué à la section 2.2.2.4, le forage d'un seul puits d'exploration peut nécessiter de 30 à 120 jours, la plupart prenant environ 45 jours). Cependant, ces études n'ont pas non plus tenu compte du mélange actif des vents et des marées et ont modifié les caractéristiques biophysiques du fond. La concentration de matières particulaires fines change également à la suite de la prolifération phytoplanctonique, lors d'un broutage intense par le zooplancton et lors de l'agrégation/floculation provoquée par les tempêtes (Kepkay 1994; Muschenheim et Milligan 1996; Kiørboe 2001).

Cranford et coll. (1999) ont noté que la croissance des pétoncles était améliorée par un mélange de fines particules de déblais de BBE à des concentrations inférieures à 10 mg/L, probablement en raison de la disponibilité accrue de nourriture provenant de la matière organique adsorbée sur les particules. Il est intéressant de noter que les larves véligères de pétoncles sont beaucoup moins sensibles que les adultes (Cranford et coll. 1998), peut-être en raison de leur poids similaire aux particules de barytine et de bentonite; toutefois, la raison demeure inconnue. La sensibilité apparente des pétoncles adultes à la barytine peut être liée au fait qu'elle cause des dommages physiques à leurs branchies plutôt qu'à des mécanismes toxicologiques (Barlow et Kingston 2001). La possibilité d'effets sur les pétoncles est plus susceptible d'être un problème pour les activités de forage sur le banc de Saint-Pierre que dans le chenal Laurentien ou sur le talus, étant donné la répartition de la pêche printanière et estivale des pétoncles (annexe C).

Les coraux sont particulièrement sensibles aux changements de la charge sédimentaire dans la colonne d'eau. Une augmentation de la quantité de sédimentation, telle que celle produite par les boues de forage, pourrait réduire la croissance des coraux et d'autres organismes filtreurs. Une forte augmentation de la sédimentation peut tuer les colonies de coraux en stimulant une production accrue de mucus, ce qui finit par tuer les coraux. Outre la sédimentation, l'exploration pétrolière et gazière pourrait modifier les courants et les flux de nutriments autour des colonies de coraux, ce qui augmenterait le stress environnemental subi par ces dernières. Cela rendra les colonies plus sensibles aux infections bactériennes, une autre cause de mortalité des coraux (Breeze et coll. 1997). En raison de leur faible taux de croissance dans les eaux profondes et froides, les colonies de coraux de la zone d'étude mettront plus de temps à se remettre des dommages subis que les colonies de coraux tropicaux. Des études sur les colonies de coraux d'eau froide de l'Alaska suggèrent qu'il faudrait de 10 à 100 ans pour qu'une colonie de coraux se rétablisse si elle est endommagée par l'exploration pétrolière et gazière (Cimberg et coll. 1981).

Les coraux de profondeur sont présents dans la zone d'étude dans le chenal Laurentien, le long des talus à des profondeurs de 293 m ou plus, le long de la zone de Stone Fence et sur la bordure sud du banc de Saint-Pierre (section 3.2.2.2). Ces espèces ont une durée de vie extrêmement longue, puisqu'il leur faut plusieurs centaines d'années pour atteindre une hauteur de quelques mètres. En raison de ce taux de croissance lent, le rétablissement de tout effet négatif pourrait prendre jusqu'à 100 ans. Les sédiments lourds et fins peuvent lentement étouffer le corail. La capacité des coraux à faire face à l'augmentation des sédiments est propre à chaque espèce. Les espèces branchues, telles que celles que l'on trouve au large de la côte est du Canada, sont efficaces pour rejeter passivement les sédiments grâce à leur morphologie. Cependant, les sédiments se déposent facilement sur les espèces à large surface plane (Bak 1978, Cimberg et coll. 1981; Dustan et Halas 1987, cités dans LGL Limited et coll. 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Il existe peu d'informations concernant les effets de la sédimentation (c'est-à-dire l'étouffement par les sédiments déposés, dans ce cas, les déblais de BBE) sur les espèces de coraux connues ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude. Des expériences menées sur des coraux tropicaux ronds et en forme de plaque ont montré que l'exposition à 100 ppm de BBE usées entraînait une réduction de la respiration, de la calcification, de l'alimentation, de la croissance et une certaine mortalité. L'exposition à 1 et 10 ppm n'a eu aucun de ces effets. Une exposition à 1 000 ppm a été fatale dans les 65 heures chez trois des sept espèces testées (Dodge 1982; Dodge et Szmant-Froelich 1985, cités dans LGL Limited et coll. 2000).

Boue de forage à base de pétrole synthétique

Les BBPS peuvent être utilisées pour le forage des sections inférieures des puits si l'utilisation de fluides à base d'eau est techniquement impossible. Les BBPS sont réacheminées sur le pont de l'appareil de forage, où les déblais et la boue sont séparés. Les déblais sont traités conformément aux DTDE et sont ensuite évacués sous la surface de l'eau; cependant, une certaine quantité de boue est retenue sur les déblais.

Les BBPS ont été développés pour éviter les effets toxiques associés aux fluides de forage à base d'huile. Les principaux effets des BBPS devraient être l'enrichissement organique et l'appauvrissement en oxygène des sédiments. Leur potentiel de toxicité est généralement faible, mais cela varie selon les types de fluides de forage. Pendant les programmes de forage exploratoire généralement courts, l'étouffement des organismes benthiques et l'enrichissement des fonds marins en nutriments peuvent se produire entre 50 et 500 m de la plateforme de forage (ERT 1996; EPA 1999a; 1999b, cité dans LGL Limited et coll. 2000).

Une BBPS couramment utilisée dans l'exploration est la PureDrill IA-35, un alcane synthétique qui présente une très faible toxicité. Ce fluide est constitué d'isoalcanes et de cycloalcanes de C12 à C20. Les alcanes de cette taille moléculaire ne sont pas connus pour produire une irritation des tissus vivants ni pour causer des effets biologiques puisqu'ils sont métabolisés par les organismes vivants dans les sédiments et qu'aucun métabolite toxique persistant n'est formé. Il n'y a pas d'effets de bioaccumulation ni de preuve d'altération des poissons (Kiceniuk 1999). Payne et coll. (2001a; 2001b) ont démontré que l'IA-35 présentait une très faible toxicité aiguë pour différents stades de vie de plusieurs espèces d'invertébrés et de poissons; cependant, on ne sait pas comment ces résultats in situ se traduisent dans les conditions naturelles. Payne et coll. (2001a; 2001b) ont également indiqué que les effets chroniques et cumulatifs des BBPS et/ou des BBE sont inconnus. Les programmes de SEE en phase de production peuvent apporter des réponses à ces inconnues. L'habitat physique situé dans l'empreinte de la pile de déblais de BBPS sera altéré jusqu'à ce que le processus physique naturel ramène le substrat à son état initial. Les courants vont disperser les déblais et apporter les larves et les juvéniles pour la recolonisation. La recolonisation par des espèces démersales mobiles se produira rapidement si la mauvaise qualité de l'eau ne persiste pas (Levings 1982), et les poissons qui s'alimentent sur le fond reviendront après la recolonisation par des espèces proies telles que les polychètes et les nématodes. D'autres échinodermes, amphipodes, harpacticoïdes et pétoncles peuvent avoir besoin de deux à trois ans pour coloniser les piles de déblais s'il reste une contamination mesurable (Peterson et coll. 1996).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.1.1.7 Activités de cessation d'exploitation des puits

À la fin d'un programme de forage, les puits sont généralement abandonnés. Les exploitants tenteront probablement de retirer les têtes de puits par des moyens mécaniques, c'est-à-dire en bouchant le puits et en coupant et retirant le tubage du puits juste sous la surface du plancher océanique. Un VST est ensuite utilisé pour inspecter le fond marin. Il y a généralement peu d'interaction avec les poissons et leur habitat pendant la séparation mécanique et la récupération des têtes de puits.

Dans le cas peu probable où cette méthode s'avérerait insuffisante, des explosifs sous-marins seraient utilisés pour retirer la tête de puits. Dans ce cas, les charges sont descendues dans le tubage et explosées (généralement entre 1 et 10 m sous le substrat de mer). Ces charges sont généralement de l'ordre de 16 à 20 kg (35 à 45 lb) (Howorth et coll. 1996; Howorth 1997).

Les explosions diffèrent du bruit continu en ce qu'elles ont un temps de montée rapide et produisent à la fois une composante acoustique et une composante d'onde de choc (Greene et Moore 1995). Le temps de montée de l'impulsion est très bref (environ une microseconde). Le niveau d'émission à large bande d'une charge de 20 kg est d'environ 279 dB re 1 µPa, avec des fréquences dominantes inférieures à 50 Hz (Richardson et coll. 1995). Une charge qui explose sous le plancher océanique aura un taux initial d'élévation de la pression un peu plus atténué qu'une explosion dans la colonne d'eau. Une grande partie du signal de choc initial et de l'énergie de l'explosion est absorbée par le plancher océanique.

Les ondes de choc produites par les explosifs détonants sont plus dommageables pour les poissons que celles produites par les canons à air (Davis et coll. 1998). L'ampleur et le moment de l'explosion déterminent généralement l'effet potentiel des explosifs sous-marins sur les poissons et leur habitat. Il y aurait mortalité dans la communauté benthique du substrat situé immédiatement au-dessus du site d'explosion. Les effets sur la colonne d'eau dépendent du stade de vie et de l'abondance dans les environs immédiats du site de dynamitage. Les effets létaux seraient plus susceptibles de se produire chez les poissons et les mollusques juvéniles que chez les adultes, le seuil d'un effet létal pour un juvénile étant jusqu'à 10 fois inférieur à celui d'un adulte (Side 1992). Des effets allant d'une légère hémorragie dans les cavités abdominales des juvéniles à une dispersion temporaire des adultes peuvent se produire dans les environs immédiats d'une explosion, les dommages aux tissus pouvant se produire jusqu'à 600 m du site de l'explosion (Nedwell et coll. 2001). La mortalité des poissons a été observée dans 25 % des 16 sites de têtes de puits surveillés pendant les explosions par Nedwell et coll. (2001).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Goertner (1981) a déterminé que pour une explosion de démantèlement de 56 lb (25 kg) enfouie à 4,6 m (15 pieds) dans un fond vaseux à 61 m (200 pieds) de profondeur, des mortalités mesurables de poissons peuvent se produire près de la surface jusqu'à une distance horizontale de 27 m (90 pieds), les plus gros poissons étant considérablement moins vulnérables aux blessures. Près du fond, la prévision des mortalités significatives de poissons de toutes tailles était limitée à une distance horizontale maximale d'environ 21 m (70 pieds). Il a été constaté qu'à des profondeurs d'eau de 152 m (500 pieds), le risque est considérablement réduit et n'est probablement significatif que pour les petits poissons, aucune mortalité n'étant mesurable à des profondeurs d'eau de 305 m (1 000 pieds). La nature et les effets potentiels de l'utilisation d'explosifs pendant le retrait de la tête de puits sont examinés plus en détail à la section 5.3.1.

Compte tenu des effets environnementaux potentiels associés à ces explosions sous-marines, on encourage les exploitants à s'assurer que la conception des puits et des tubages facilitera la coupe mécanique et le retrait efficace de la tête de puits.

5.1.1.8 Événements accidentels

Un déversement d'hydrocarbures peut résulter d'une éruption en surface ou sous-marine ou d'un rejet accidentel de la plateforme de forage ou d'un navire associé. Bien qu'un déversement soit improbable, les hydrocarbures rejetés affectent la qualité de l'eau, qui à son tour peut affecter les œufs et les larves de poissons et, éventuellement, les poissons juvéniles et adultes. La nature et la gravité d'une telle interaction dépendront de l'ampleur, du moment et de l'emplacement du déversement.

Le comportement potentiel d'un panache de pétrole provenant d'un déversement en surface ou sous la surface est très variable et dépend de paramètres physiques et chimiques tels que la température de l'eau, le vent et l'énergie des vagues au moment du déversement (section 2.2.2.6). Les propriétés du produit déversé, ainsi que la profondeur et la pression de l'eau à laquelle il est libéré, sont également fondamentales pour déterminer les effets qui en résultent.

Dans le cas peu probable d'un déversement, la qualité de l'eau serait dégradée dans la zone touchée. Le pétrole ne recouvrirait pas le fond de la mer et ne serait pas susceptible de troubler la colonne d'eau pendant une longue période ou sur une grande surface. Les poissons juvéniles et adultes peuvent détecter les eaux contaminées par le pétrole, mais peuvent ou non les éviter, en fonction de facteurs tels que l'impulsion de migration ou les concentrations de composants toxiques (Rice 1985, cité dans LGL Limited et coll. 2000).

Le pétrole provenant d'une éruption en surface ou sous-marine se dépose à la surface de l'eau. Selon le moment et l'ampleur de l'événement, les œufs et les larves de poissons près de la surface dans la zone pourraient être affectés. Le résultat d'une telle interaction dépendrait des circonstances. Les œufs et les larves de poisson ont une mortalité naturelle élevée, et l'ampleur d'un effet sur une telle population dépendrait du fait que l'effet soit dépendant ou indépendant de la densité, et de la proportion de la population frayante qui est affectée. Si, par exemple, un stock ou une population qui fraie sur un site précis, et que ce site subit un déversement (ou d'un déversement accidentel de fluides de forage), l'ampleur de l'effet au sein du stock ou de la population pourrait être élevée. Si un stock ou une population fraie dans des zones plus générales (c'est-à-dire des endroits non spécifiques), alors l'effet résultant d'un déversement sur les poissons serait probablement de faible intensité et n'affecterait probablement pas les populations de poissons de manière mesurable.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.1.1.9 Résumé

Le tableau 5.5 présente un résumé des activités susceptibles d'être menées dans le cadre des levés sismiques et des programmes de forage d'exploration dans le sous-bassin Laurentien et des interactions potentielles avec le poisson et son habitat. Le tableau fournit également des exemples de mesures d'atténuation générales qui peuvent être mises en œuvre pour éviter ou réduire tout effet négatif sur le poisson et son habitat, ainsi qu'un certain nombre de normes de conformité qui peuvent s'appliquer à ces activités. Le tableau 5.5 ne se veut ni exhaustif ni normatif, mais fournit plutôt un résumé général des interactions typiques et des mesures d'atténuation à un degré de précision approprié pour une EES. Les effets propres aux projets varient en fonction de la nature, de l'emplacement et du calendrier des projets particuliers et activités, et les mesures d'atténuation seront déterminées par le C-TNOHE et l'OCNEHE lors de l'évaluation des levés sismiques et des programmes de forage d'exploration spécifiques.

Tableau 5.5 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Poisson et habitat du poisson

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
LEVÉS SISMIQUES		
Exploitation du canon à air	• possibilité de blessure, de mortalité ou d'évitement	• minimisation du niveau d'émission sonore du canon à air • utilisation de procédures de « démarrage souple » • évitement des zones et des périodes sensibles
Trafic maritime	• possibilité d'évitement • rejets entraînant une contamination	• minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
FORAGE		
Activités planifiées		
Trafic maritime	• possibilité d'évitement • rejets entraînant une contamination	• minimisation du volume de trafic • utilisation, dans la mesure du possible, des voies de déplacement existantes et communes • minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
Trafic aérien	• possibilité d'évitement	• évitement des opérations à basse altitude • minimisation des activités
Présence de structures et de lumières	• attraction possible	
Rejets par-dessus bord		
- Eaux usées, eau du pont, eau de cale/de refroidissement, fluides de lavage	• contamination, altération, bioaccumulation • diminution de la qualité de l'eau • altération de l'habitat	• conformité avec les DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection • utilisation d'un séparateur d'eaux mazouteuses pour traiter les eaux du pont contenues; le composant mazouteux recueilli est expédié à terre • expédition de tous les déchets solides et dangereux vers des installations d'élimination à terre
- Déblais de forage	• étouffement des communautés benthiques • contamination, altération, bioaccumulation • diminution de la qualité de l'eau • altération de l'habitat	• utilisation des BBE dans la mesure du possible • utilisation de fluides de forage à faible toxicité • traitement des déblais de forage découlant d'utilisation de BBPS conformément aux DTDE de 2002 en vigueur avant leur rejet; • criblage chimique et sélection
Rejets en profondeur		
- Boues de forage (BBE) - Déblais de forage	• étouffement des communautés benthiques • contamination, altération, bioaccumulation • diminution de la qualité de l'eau • altération de l'habitat	• conformité avec les DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
Émissions atmosphériques (échappement, ventilation et torchage des gaz)	• dépôt de particules sur l'eau	• utilisation de brûleurs à rendement élevé
Essais de puits	• contamination	• atomisation de l'eau produite avec les hydrocarbures dans la torche • conformité avec les DTDE de 2002
Activités de cessation d'exploitation des puits		
- Séparation mécanique	• s.o.	
- Explosifs chimiques	• effets de dynamitage (si nécessaire)	• utilisation de la séparation mécanique lorsque cela est possible • conception du puits et des tubages pour assurer une coupe mécanique et une récupération efficaces • programmation du dynamitage • mise en place des charges sous la surface sédimentaire • minimisation de la quantité d'explosifs utilisés • utilisation d'explosifs détonants • minimisation du nombre de détonations consécutives par groupe de détonations • échelonnement des détonations individuelles
Événements non planifiés		
Déversements de carburant/d'hydrocarbures (en surface et sous la surface)	• toxicité et bioaccumulation • mortalité du plancton • diminution de la qualité de l'eau	• considérations liées à la prévention et la conception • procédures de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures

La surveillance de la conformité environnementale (y compris les rapports sur les rejets de déchets, les émissions et les systèmes de traitement) est nécessaire pour vérifier le respect de la législation applicable et de toutes les conditions de l'approbation réglementaire.

Dans le cas peu probable d'un déversement accidentel ou d'une éruption, les procédures d'intervention appropriées seraient activées, et un programme de surveillance des effets environnementaux du déversement serait mis en œuvre. Des informations océanographiques propres au site (c'est-à-dire les courants, les vents) sont nécessaires pour prédire avec précision la trajectoire du déversement d'éventuels événements accidentels dans le cas de programmes spécifiques de forage d'exploration.

5.1.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement

La section suivante met en évidence un certain nombre de considérations clés en matière de planification et de gestion liées à d'éventuels levés sismiques et programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien. Elle définit également les principales lacunes et exigences en matière d'information.

5.1.2.1 Espèces en péril

Un certain nombre d'espèces en péril se trouvent dans le sous-bassin Laurentien et devraient faire l'objet d'une attention particulière lors de la planification et de la prise de décision concernant l'exploration en mer dans cette région. La morue de l'Atlantique est présente sur tout le banc de Saint-Pierre et dans le chenal Laurentien et le chenal du Flétan pendant l'hiver, une partie de la population migrant vers des zones plus côtières pendant les mois d'été. Le brosme est également présent dans la région toute l'année. Trois espèces de loups de mer sont également susceptibles d'être présentes toute l'année dans les eaux plus profondes de la zone d'étude (loup à tête large, loup tacheté et loup atlantique), chacune de ces espèces ayant été répertoriée par le COSEPAC. Le loup atlantique est probablement la plus abondante des trois espèces dans la région; il est présent principalement dans le chenal Laurentien au printemps et en plus petit nombre le long du talus. Un certain nombre d'autres espèces figurant sur la liste de priorité des espèces candidates par le COSEPAC sont également présentes dans la zone d'étude (p. ex. le sébaste).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La morue de l'Atlantique fraie dans la zone d'étude (banc de Saint-Pierre et chenal du Flétan (zones unitaires de l'OPANO 3Psf, 3Psg, 3Psh) entre mars et juin. Le brosme fraie probablement le long du talus sud-ouest du chenal Laurentien de mai à août, le frai maximal étant atteint en juin. Bien que l'on ne sache pas avec certitude si l'une ou l'autre des trois espèces de loups de mer fraie dans la zone d'étude, il est probable que le frai ait lieu dans la région étant donné la migration limitée de ces espèces. Le frai a lieu à l'automne (septembre à novembre). Si le frai a lieu dans le sous-bassin Laurentien, il aura probablement lieu sur le talus du banc de Saint-Pierre, comme activité coloniale sur les rebords sous-marins. De plus, le sébaste fraie le long du plateau du banc de Saint-Pierre et dans les eaux plus profondes du chenal, les jeunes vivants étant libérés d'avril à juillet.

Dans la mesure du possible, les levés sismiques doivent être programmés de manière à limiter l'interaction avec les périodes et les zones de frai connues, ou à éviter les périodes de frai potentielles de ces espèces.

De plus, des rapports de situation du COSEPAC sont en cours de préparation pour les espèces suivantes présentes dans la zone d'étude : grande raie, sébaste d'Acadie, hoki, requin-taupe commun, grenadier berglax, grenadier de roche, raie à queue épineuse et raie tachetée. Ces nouveaux rapports sont soit à l'étude (hoki, requin-taupe commun, grenadier berglax, grenadier de roche, raie à queue épineuse et raie tachetée), soit en cours de rédaction (grande raie et sébaste d'Acadie); et ne sont pas considérées comme définitifs jusqu'à ce qu'une espèce soit désignée lors d'une réunion d'évaluation des espèces, qui devrait avoir lieu en mai 2004 (sébaste d'Acadie, hoki, requin-taupe commun, grenadier berglax, grenadier de roche et raie à queue épineuse), en mai 2005 (raie tachetée) ou à une date non encore déterminée (grande raie) (COSEPAC 2003b).

Comme nous l'avons vu à la section 3.2.3.2, la *Loi sur les espèces en péril* canadienne a reçu la sanction royale en décembre 2002 et est entrée en vigueur en 2003. Cette loi vise à protéger les espèces en péril au Canada et leur habitat essentiel, et peut avoir des répercussions sur la planification et l'évaluation de l'exploration en mer dans la région. En fonction de l'activité spécifique proposée, de son emplacement et de son calendrier, des renseignements supplémentaires peuvent être utiles pour déterminer si les espèces inscrites et les habitats essentiels sont présents et susceptibles d'être touchés par les levés sismiques et les programmes de forage proposés. Dans les cas où la présence d'espèces ou d'habitats protégés par la *Loi sur les espèces en péril* est connue ou prévue, l'atténuation de ces effets sera une considération importante dans le processus décisionnel lié à l'exploration en mer.

5.1.2.2 Autres zones spéciales et périodes sensibles

En plus de ce qui précède, un certain nombre d'autres espèces sont connues ou susceptibles de frayer dans la zone d'étude. Comme l'indique la section 3.2.3, les périodes de frai varient considérablement, certaines espèces frayant principalement au printemps ou au début de l'été (p. ex. la plie canadienne, la morue de l'Atlantique, le sébaste), d'autres pendant les mois d'été (p. ex. l'aiglefin, la merluche blanche, le maquereau), d'autres à la fin de l'été et à l'automne (p. ex. la goberge, le loup de mer) et d'autres encore en hiver (p. ex. le flétan du Groenland, le requin-taupe commun). Des informations sur les lieux de frai documentés pour ces espèces et la durée du stade planctonique pour chaque espèce sont également fournies dans la section 3.2.3.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le sous-bassin Laurentien sert également de route de migration importante pour un certain nombre d'espèces de poissons. Par exemple, à l'automne, le sébaste migre hors du golfe du Saint-Laurent par le détroit de Cabot et dans le chenal Laurentien, où il passe l'hiver, pour revenir dans le golfe du Saint-Laurent au printemps. Le saumon atlantique migre dans la région du printemps à l'automne en direction et en provenance des aires d'alimentation estivales au large du Labrador et du Groenland. De plus, les bords du plateau et les talus des bancs peuvent être des zones très productives (p. ex., le côté ouest du banc de Saint-Pierre), et sont donc souvent des endroits critiques pour le frai et l'alimentation des poissons, ainsi que pour les oiseaux et les mammifères marins.

Comme indiqué dans la section 3.2.3, une gamme d'espèces de poissons habite la zone d'étude à différents moments de l'année. La région est caractérisée par un modèle spatial et temporel complexe de présences et de répartitions saisonnières, d'habitudes migratoires, de périodes et de lieux de frai, ainsi que par des relations écologiques complexes au sein des espèces et entre elles. En général, la plupart des espèces produisent des œufs et des larves au printemps, mais les larves et les juvéniles pélagiques restent dans la colonne d'eau pendant la majeure partie de l'été.

Étant donné la diversité des périodes, des durées et des lieux de frai et de migration dans l'ensemble du sous-bassin Laurentien, et le niveau assez global des informations disponibles concernant des lieux et des périodes spécifiques, il est difficile de spécifier des périodes et des sites particuliers qui pourraient être particulièrement sensibles. Il est certain que la planification des programmes sismiques individuels doit tenir compte du potentiel de frai et de migration des poissons dans la zone générale. Le calendrier doit tenir compte des périodes et des lieux de frai et de migration des poissons et, si possible, être établi de manière à réduire les interactions potentielles.

Un certain nombre de sources d'information à venir sur le frai des poissons dans la région seront très utiles pour planifier et évaluer les programmes de levés sismiques individuels proposés afin d'éviter ou de réduire les interactions potentielles. Le MPO termine actuellement un projet financé par le Fonds pour l'étude de l'environnement (FEE) visant à cartographier les lieux et les périodes de frai des poissons sur les Grands Bancs. Des cartes sont produites pour certaines espèces de poissons et de mollusques et crustacés afin de montrer l'emplacement et le cycle saisonnier du frai et des aires d'alevinage, à l'aide des données des levés des navires de recherche du MPO. Le rapport technique final du FEE est attendu vers le milieu de l'année 2003. Le MPO travaille actuellement à une étude similaire financée par le FSE afin de déterminer les lieux et les périodes de frai et des aires d'alevinage de diverses espèces de poissons et de mollusques sur le plateau néo-écossais. Le rapport final de cette étude est attendu à la fin de 2003.

5.1.2.3 Benthos marin et coraux

Une gamme de profondeurs d'eau et de types de substrat est présente dans le sous-bassin Laurentien, ce qui suggère la présence d'une variété de communautés benthiques. La faune benthique constitue une source de nourriture importante pour de nombreuses espèces du biote marin. Un certain nombre d'espèces de mollusques et de crustacés ont également une importance commerciale considérable dans la zone d'étude, les pêches du crabe des neiges, du pétoncle géant et d'Islande et des palourdes étant parmi les plus lucratives de la région ces dernières années.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les coraux de profondeur sont également un élément important à prendre en compte dans le cadre des programmes de forage potentiels dans la région. Les concentrations de coraux présentent un intérêt scientifique et public considérable et constituent des habitats pour une communauté benthique diversifiée. Celle-ci constitue à son tour une source de nourriture importante pour les espèces de poissons des grandes profondeurs, dont beaucoup ont une importance commerciale. Comme indiqué précédemment, les coraux sont particulièrement sensibles à l'augmentation de la sédimentation dans la colonne d'eau due aux activités de forage ou à d'autres perturbations. Les coraux de profondeur sont présents ou présumés l'être dans certaines parties de la zone du sous-bassin Laurentien (les informations existantes sur les coraux sont résumées dans la section 3.2.2.2). La zone de Stone Fence est, par exemple, connue pour être une telle zone et la seule zone connue avec des *Lophelia* vivants sur la côte atlantique du Canada a été confirmée dans la zone de Stone Fence en septembre 2003.

Cependant, il y a un manque général d'informations existantes sur le benthos marin dans la zone d'étude. Les informations disponibles, bien qu'utiles, sont rares et quelque peu désuètes. De même, peu de recherches ont été menées sur les coraux du Canada atlantique, et leur répartition dans le sous-bassin Laurentien n'est pas bien connue à l'heure actuelle. Dans l'ensemble, il est nécessaire d'obtenir davantage d'informations sur les communautés biologiques et les associations des espèces présentes dans les eaux plus profondes de la zone du sous-bassin Laurentien. Le récif de *Lophelia*, récemment découvert, étant situé sur des terres non autorisées, les décisions futures concernant les activités sismiques et d'exploration devront tenir pleinement compte de leur présence.

Les évaluations environnementales de programmes spécifiques de forage d'exploration peuvent inclure une modélisation de la dispersion des boues de forage et des rejets de déblais, en fonction d'informations détaillées sur le projet et de données océanographiques physiques spécifiques au site. Celles-ci fournissent des informations sur le volume de boues et de déblais qui sera libéré, la taille de la zone de dépôt et l'épaisseur de la pile de déblais et les temps de sédimentation, ce qui aiderait à évaluer les effets potentiels des programmes de forage individuels sur le benthos marin, les coraux et les poissons.

Des données environnementales de base supplémentaires, propres au site, peuvent également être requises en relation avec les programmes de forage proposés dans le sous-bassin Laurentien. Étant donné le manque d'informations existantes et disponibles sur le benthos marin dans la zone d'étude, la collecte de données benthiques propres au site dans le cadre des processus d'approbation réglementaire pour des programmes de forage spécifiques peut être nécessaire (y compris, si possible, la collecte d'échantillons de sédiments pour une analyse chimique). Une étude des conditions du fond par un VST avant le forage permettrait d'obtenir des renseignements supplémentaires sur l'habitat naturel (p. ex., caractéristiques des sédiments, présence de coraux de profondeur, possibilité de communautés benthiques sensibles à l'air froid) à proximité de l'emplacement du forage avant que les activités de forage aient lieu.

Dans les cas où des activités de forage sont proposées à l'intérieur ou à proximité de zones où des concentrations de coraux de profondeur ou d'autres éléments sensibles peuvent être présentes (p. ex., la zone de la Stone Fence), la zone de ces études peut être étendue pour inclure la zone d'influence des boues de forage et des rejets de déblais (telle que déterminée par une modélisation détaillée de la dispersion) afin de déterminer si des coraux sont présents et susceptibles d'être touchés. Si des concentrations de coraux ou d'autres éléments sensibles sont découvertes dans la zone d'influence des activités de forage proposées, des mesures d'atténuation supplémentaires peuvent être requises, telles que des restrictions sur le rejet en mer de déchets.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

En outre, des programmes de surveillance après le forage peuvent être requis. Il peut s'agir d'un levé visuel du fond marin et d'un échantillonnage des sédiments autour du site du puits pour vérifier les prévisions faites avant le forage concernant l'étendue de la pile de déblais et les effets résultants sur les organismes benthiques. Ces informations sont utiles pour comparer les perturbations du plancher océanique lorsque le nettoyage après le forage et les inspections du site sont terminés. L'Office respectif peut exiger qu'un rapport après le forage soit soumis pour chaque programme de forage.

Bien que l'information existante et celle qui pourrait être recueillie par le biais de levés et d'évaluations propres à chaque site seront utiles pour planifier à court terme des programmes de forage spécifiques dans la zone d'étude, dans l'ensemble, il y a actuellement un manque d'information sur le benthos marin et les coraux de profondeur dans le sous-bassin Laurentien. Un certain nombre de sources d'information à venir viendront toutefois enrichir considérablement cette base de connaissances. Par exemple, des levés vidéo ont été effectués par le MPO à 48 stations dans le chenal Laurentien, le long de la bordure sud des Grands Bancs et au large de la zone de Stone Fence en 2002. Les informations recueillies dans le cadre de ces levés sont en cours de traitement, et les données devraient être disponibles au début de 2004. Les rapports préliminaires indiquent que 11 espèces de coraux ont été observées, la plus grande diversité se trouvant dans la zone de Stone Fence. Une fois disponibles, ces données constitueront une source d'information importante pour la planification et l'évaluation des activités de forage dans le sous-bassin Laurentien.

Compte tenu de l'intérêt considérable des scientifiques et des parties prenantes pour ces espèces, d'autres programmes de recherche financés par le gouvernement et l'industrie pourraient également envisager d'explorer cette question de manière plus approfondie (comme ceux menés par le FEE, le Comité interministériel de la recherche et du développement énergétiques (GRDE) ou le Petroleum Research Atlantic Canada [PRAC]).

5.1.3 Effets environnementaux cumulatifs

Les levés sismiques en mer et les programmes de forage dans la région, combinés entre eux et avec d'autres projets et activités dans la région, peuvent avoir des effets environnementaux cumulatifs.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Comme indiqué précédemment, on ne dispose pas actuellement de détails sur la nature spécifique et la répartition spatiale et temporelle des levés sismiques et des programmes de forage potentiels dans le sous-bassin Laurentien et sur leurs effets environnementaux. Toutefois, comme nous l'avons vu à la section 2.2.3, on suppose qu'un total de huit à dix puits sera foré dans la région pendant la durée des permis, avec un maximum de deux appareils de forage actifs à tout moment (un en eau profonde et un en eau peu profonde). L'activité de forage sur un site donné de la zone d'étude sera également de relativement courte durée. Il est donc peu probable que les zones d'influence des programmes de forage individuels interagissent dans l'espace et/ou dans le temps avec d'autres dans la zone d'étude (bien qu'un certain chevauchement des périodes de forage soit supposé aux fins de l'EES). Il est prévu qu'environ deux à trois levés sismiques soient menés chaque année au cours des prochaines années dans la région. Les activités sismiques seraient probablement entreprises de manière séquentielle plutôt que simultanée, et ne se dérouleraient probablement pas à proximité les unes des autres ou des opérations de forage en cours. Cependant, la nature souvent étendue de ces levés (surtout dans le cas des levés 2D) augmente le potentiel d'interactions entre les effets des programmes individuels. En outre, une bonne propagation du son est probable dans certaines parties du sous-bassin Laurentien (en particulier dans les zones de chenal plus profondes). L'étendue et la nature migratoire de nombreuses espèces et populations de poissons augmentent également le potentiel d'effets environnementaux cumulatifs.

La prise en compte des effets environnementaux cumulatifs sera donc un élément important de la planification réglementaire et de la prise de décision concernant l'exploration en mer dans le sous-bassin Laurentien. Cela permettra de minimiser le potentiel d'interaction spatiale et temporelle entre les levés sismiques individuels et/ou les programmes de forage dans la zone et leurs effets, et donc de minimiser le potentiel d'effets cumulatifs, en particulier pendant les périodes sensibles.

Les poissons de la zone d'étude ont été affectés par d'autres activités de développement passées et présentes dans la région et dans d'autres parties de leurs aires de répartition souvent étendues, en particulier la pêche commerciale (décrite en détail dans la section 3.3.1). Les effets négatifs de la pêche commerciale, notamment du chalutage en eaux profondes, sur les poissons et leur habitat sont bien connus (CIEM 2000). Les ressources ichtyennes de la zone du banc de Saint-Pierre, en particulier, ont toujours subi une pression considérable. Il semble également que le chalutage sur le fond ait considérablement réduit la population de coraux dans la zone de Stone Fence (Auld 2002). Le trafic maritime passé et actuel dans la zone a aussi probablement contribué aux effets sur le poisson et son habitat.

Bien que le potentiel et l'intensité possible des activités d'exploitation pétrolière et gazière en mer dans le sous-bassin Laurentien dépendent des résultats des levés sismiques et des programmes de forage dans la région, une telle exploitation est possible. Selon l'emplacement et le calendrier de ces activités de mise en valeur dans la région, les effets de ces projets pourraient entraîner des effets environnementaux cumulatifs en combinaison avec les levés sismiques et les programmes de forage d'exploration dans la région. Encore une fois, l'emplacement et le calendrier de toute activité éventuelle de développement pétrolier et gazier extracôtier dans la région sont inconnus en ce moment.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.2 Oiseaux marins

5.2.1 Interactions potentielles et connaissances existantes

Les interactions potentielles entre les levés sismiques en mer et les programmes de forage et les oiseaux marins sont les suivantes :

- l'attraction des oiseaux par les lumières des navires et des plateformes de forage et par les torches;
- les perturbations et les changements de la répartion dus à l'activité des navires et des aéronefs et à la présence de structures;
- les effets dus à l'exposition à des bruits intenses et instantanés pendant l'exploration sismique;
- la mortalité des oiseaux à la suite de rejets accidentels des plateformes de forage et des navires.

Les sections suivantes présentent une discussion de chacune de ces interactions potentielles, ainsi qu'un aperçu des connaissances actuelles concernant les effets potentiels de l'exploration pétrolière extracôtière sur les oiseaux marins.

5.2.1.1 Feux, torches et trafic

Les effets potentiels des activités extracôtières de routine sur les oiseaux marins concernent principalement les feux, les torches et les déplacements des navires et des aéronefs.

Un certain nombre d'observateurs et de chercheurs ont noté l'attirance des oiseaux vers les plateformes extracôtières. Après la mise en place d'une plateforme dans la mer de Béring, les densités d'oiseaux étaient six à sept fois supérieures à celles observées précédemment dans la région (Baird 1990). Tasker et coll. (1986) ont noté des densités d'oiseaux plus élevées dans un rayon de 500 m d'une plateforme en mer du Nord que dans les eaux environnantes. Wiese et Montevecchi (2000) ont noté que les concentrations d'oiseaux marins autour des plateformes pétrolières extracôtières des Grands Bancs étaient de 19 à 38 fois plus élevées que sur les transects de levé menant aux plateformes.

Les oiseaux marins qui sont attirés par les installations en mer peuvent les heurter mortellement ou être incinérés dans les torches. Les oiseaux peuvent également être désorientés par les feux et ont été observés volant continuellement autour de ces derniers, dépensant de l'énergie et retardant la recherche de nourriture ou la migration (Avery et coll. 1978; Bourne 1979; Sage 1979; Wiese et coll. 2001). Cette désorientation semble se produire le plus souvent pendant les périodes de bruine et de brouillard, des conditions qui se produisent souvent dans les zones extracôtières. Les gouttelettes d'humidité présentes dans l'air en cas de bruine et de brouillard réfractent la lumière et augmentent considérablement la surface éclairée, ce qui renforce l'attraction (Wiese et coll. 2001). Bien qu'il arrive que les oiseaux heurtent mortellement les installations extracôtières, le nombre d'individus concernés semble généralement faible. Lors d'une surveillance à bord d'un navire de Terra Nova pendant une période de trois semaines au cours de l'été 1998, 52 océanites cul-blanc ont été récupérées et relâchées sans qu'aucune mortalité ne soit observée (Husky Oil 2000). Bien qu'il existe une association entre les oiseaux et les plateformes pétrolières extracôtières, le degré, la nature, le moment et l'étendue de la mortalité associée sont généralement inconnus (Montevecchi et coll. 1999).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

De même, si les oiseaux semblent être attirés par les torches, les cas de mortalité semblent peu fréquents. Au cours d'études sur l'attraction des oiseaux vers une torche sur une plateforme extracôtière en mer du Nord, il a été noté que les oiseaux marins (principalement des fulmars et des goélands) étaient attirés à la surface de la mer directement sous la torche pendant la nuit et semblaient se nourrir à la surface. Cependant, un seul oiseau a été observé volant près de la flamme pendant la période d'observation de cinq semaines en automne (fin septembre et octobre). Aucune mortalité d'oiseaux n'a été observée en raison de la torche, ce qui indique qu'il est possible qu'un grand nombre d'oiseaux soient attirés par les torches sans que se produise de mortalité (Hope-Jones 1980). D'autres installations de la mer du Nord ont signalé des mortalités dues aux torches, mais les chiffres sont généralement faibles (Sage 1979; Hope-Jones 1980). Le torchage, s'il est nécessaire pendant le forage d'exploration, est généralement une activité intermittente et à court terme seulement.

Les réactions des oiseaux marins aux navires et aux aéronefs sont complexes et dépendent d'un certain nombre de facteurs, notamment les espèces concernées, les niveaux d'exposition antérieurs, ainsi que le lieu, l'altitude et le nombre de déplacements (Hunt 1985, cité dans MMS 2001a). Les itinéraires des aéronefs et des navires de ravitaillement ne devraient pas se trouver à proximité de colonies connues d'oiseaux marins. Les aéronefs associés à l'exploration extracôtière volent généralement à une altitude et à une vitesse qui limitent le potentiel d'interactions avec les oiseaux marins au large. Les oiseaux qui fréquentent la zone générale sont probablement déjà quelque peu habitués au bruit et aux perturbations causés par le trafic maritime, étant donné que la zone est actuellement le théâtre d'une activité de pêche et de déplacements importants de navires de charge.

5.2.1.2 Signaux sismiques

Les oiseaux plongeurs en profondeur risquent de subir des lésions ou de voir leur activité de recherche de nourriture perturbée lorsqu'ils sont exposés au bruit des canons à air sous-marins pendant l'exploration sismique. Il est peu probable que les espèces non plongeuses, telles que les goélands, soient affectées par les canons à air. Il existe peu d'informations sur les effets des niveaux de bruit sous-marins élevés sur les oiseaux plongeurs. Turnpenny et Nedwell (1994) s'appuient sur des données portant sur trois espèces (guillemot, fulmar et mouette tridactyle) qui ont été suivies par des observateurs entraînés au cours de levés sismiques utilisant des canons à air. Aucun individu n'a semblé présenter de conséquences néfastes. Il n'y a pas eu de recherches sur les effets auditifs possibles sur les oiseaux (Turnpenny et Nedwell 1994). Les systèmes auditifs des oiseaux sont largement similaires à ceux des autres vertébrés et sont probablement vulnérables à une stimulation excessive et, par conséquent, à une perte auditive. Contrairement aux poissons ou aux mammifères marins, les oiseaux plongeurs placent leur tête sous l'eau de façon soudaine à la poursuite d'une proie et pourraient potentiellement être exposés à des niveaux sonores élevés, sans gradient constant. Par conséquent, il leur serait difficile de prévoir ou d'éviter des niveaux trop élevés.

Les oiseaux plongeurs en profondeur, comme les alcidés (p. ex. les mergules nains, les macareux), qui peuvent être particulièrement sensibles à l'activité sismique, sont plus nombreux dans le sous-bassin Laurentien pendant les mois d'hiver (septembre à avril).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.2.1.3 Rejets et émissions de forage

D'autres effets potentiels sont liés au rejet chronique d'eau huileuse par le biais de rejets comme l'eau de pont, l'eau de cale, etc. Les rejets des plateformes de forage en mer doivent être gérés conformément aux DTDE (ONE et coll. 2002) (section 2.2.2.5). Les concentrations d'hydrocarbures associées à ces rejets ne sont donc généralement pas associées à la formation d'une nappe de surface et ne devraient donc pas avoir d'effet mesurable sur les oiseaux marins.

Les rejets sous-marins, tels que les déblais de forage, n'interagiront pas directement avec les oiseaux marins, bien que tout effet sur les espèces de poissons dont dépend cette avifaune (section 5.1) puisse également affecter indirectement cette CVE.

5.2.1.4 Événements accidentels

Un rejet accidentel d'hydrocarbures peut entraîner une exposition externe des oiseaux aux hydrocarbures à la surface de l'eau. Cette exposition peut entraîner une perte d'étanchéité, de capacité thermorégulatoire (hypothermie) et de flottabilité (noyade) puisqu'ils se lissent les plumes (Montevecchi et coll. 1999; MMS 2001a; Wiese et coll. 2001). Du pétrole peut également être ingéré lors du lustrage/nettoyage excessif (de plumes même légèrement souillées par les hydrocarbures [Stout 1993]), entraînant des effets létaux et sublétaux dus à des systèmes physiologiques compromis, notamment le manque de nourriture dû à des besoins énergétiques accrus pour compenser la perte de chaleur résultant du mazoutage et de la perte d'isolation (Peakall et coll. 1980; 1982; MMS 2001a).

Il n'y a pas de relation directe entre le volume du déversement d'hydrocarbures et la mortalité des oiseaux, c'est plutôt le moment et l'emplacement des déversements qui influencent principalement les taux de mortalité (Wiese et coll. 2001). Les effets d'un déversement accidentel d'hydrocarbures dépendent de la période de l'année, de l'état de la mer, du volume et du type de matériau déversé, et du type de déversement (c'est-à-dire en surface ou sous la surface). Les effets ne se produiront que si des oiseaux se trouvent dans la zone immédiate et, comme indiqué précédemment, les espèces particulières présentes dans la région varient considérablement selon la saison. Cependant, les effets d'un déversement d'hydrocarbures accidentel sur les oiseaux pélagiques pourraient être considérables dans la zone d'influence d'un déversement.

Les alcidés sont probablement les plus vulnérables aux déversements d'hydrocarbures, car ils passent beaucoup de temps à la surface de l'eau. Ces espèces sont présentes dans la zone principalement pendant la période hivernale (septembre à avril), lorsque les basses températures de l'eau peuvent également ralentir la dégradation ou l'altération des hydrocarbures déversés.

En général, l'évolution des rejets de surface est influencée par les vents et les courants dominants. Le comportement du pétrole dans l'eau est fonction des propriétés pétrolifères, des caractéristiques d'écoulements du puits et de la profondeur de l'eau, autant de facteurs qui influencent la taille des gouttelettes de pétrole lorsqu'elles atteignent la surface. Si les gouttelettes de pétrole qui atteignent la surface sont de petite taille, la dispersion peut se produire plus rapidement, ce qui réduit les effets potentiels de la nappe sur les oiseaux. La modélisation de la trajectoire des déversements d'hydrocarbures réalisée par LGL Limited et coll. (2000) a indiqué que les déversements dans la zone d'étude se disperseraient probablement avant d'atteindre la terre (section 2.2.2.6).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Bien qu'il existe un risque d'effets sur les oiseaux marins à la suite d'un déversement d'hydrocarbures important en mer, la probabilité qu'un tel événement se produise est extrêmement faible. La nature et le degré d'un tel effet dépendront de la taille, de l'emplacement et du moment du déversement. Les plans de prévention, de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures établis par les différents exploitants permettront de réduire au minimum la possibilité et les effets de tels événements.

5.2.1.5 Résumé

Un résumé des activités susceptibles de se produire en association avec les levés sismiques et les programmes de forage d'exploration dans le sous-bassin Laurentien et des interactions potentielles avec les oiseaux marins est fourni dans le tableau 5.6.

Le tableau fournit également des exemples de mesures d'atténuation générales qui peuvent être mises en œuvre pour éviter ou réduire tout effet négatif sur les oiseaux marins, ainsi qu'un certain nombre de normes de conformité qui peuvent s'appliquer à ces activités. Le tableau 5.6 ne se veut ni exhaustif ni normatif, mais fournit plutôt un résumé général des interactions typiques et des mesures d'atténuation à un degré de précision approprié pour une EES. Les effets propres aux projets varient en fonction de la nature, de l'emplacement et du calendrier des projets particuliers et activités, et les mesures d'atténuation seront déterminées par le C-TNOHE et l'OCNEHE lors de l'évaluation des levés sismiques et des programmes de forage d'exploration spécifiques.

Tableau 5.6 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Oiseaux marins

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
LEVÉS SISMIQUES		
Exploitation du canon à air	• effets sur certaines espèces d'oiseaux plongeurs	• minimisation du niveau d'émission sonore du canon à air • utilisation de procédures de « démarrage souple »
Trafic maritime	• attraction et perturbation	• minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
FORAGE		
Activités planifiées		
Trafic maritime	• attraction et perturbation	• évitement des colonies d'oiseaux et des grandes concentrations d'avifaune • minimisation du trafic maritime • minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
Trafic aérien	• perturbation	• évitement des colonies d'oiseaux et des grandes concentrations d'avifaune • minimisation des activités • évitement des opérations à basse altitude
Présence de structures et de lumières	• attraction et perturbation • échouage	• collecte et remise en liberté des oiseaux échoués sur les installations
Rejets par-dessus bord		
Eaux usées, eau du pont, eau de cale/de refroidissement, fluides de lavage	• mortalité des oiseaux • effets sur les espèces proies	• traitement des rejets opérationnels avant leur rejet, conformément aux directives applicables (DTDE) • sélection des produits chimiques à l'aide des LDSPC
Déblais de forage	• effets sur les espèces proies	• utilisation des BBE dans la mesure du possible • traitement pour se conformer aux DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
Rejets en profondeur		
Boues de forage (BBEs)	• effets sur les espèces proies	• conformité avec les DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection
Déblais de forage	• effets sur les espèces proies	
Émissions atmosphériques (échappement, ventilation et torchage des gaz)	• mortalité des oiseaux	• utilisation de brûleurs à rendement élevé
Essais de puits	• mortalité des oiseaux et effets sur les espèces proies	• atomisation de l'eau produite avec les hydrocarbures dans la torche • conformité avec les DTDE de 2002
Activités de cessation d'exploitation des puits		
Séparation mécanique	• s.o.	
Explosifs chimiques	• effets du dynamitage (si nécessaire) • effets sur les espèces proies	• utilisation de la séparation mécanique lorsque cela est possible • conception du puits et des tubages pour assurer une coupe mécanique et une récupération efficaces • programmation du dynamitage • mise en place des charges sous la surface sédimentaire • minimisation de la quantité d'explosifs utilisés • utilisation d'explosifs détonants • minimisation du nombre de détonations consécutives par groupe de détonations • échelonnement des détonations individuelles
Événements non planifiés		
Déversements de carburant/d'hydrocarbures (en surface et sous la surface)	• mortalité des oiseaux • effets sur les espèces proies	• prévention des déversements d'hydrocarbures • plans de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures

La mise en œuvre de mesures d'atténuation normalisées (tableau 5.6) réduirait les effets potentiels sur les oiseaux marins des levés sismiques et des programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien. La collecte et la remise en liberté des oiseaux échoués sont quelques-unes de ces mesures visant à réduire les effets potentiels de la présence d'installations extracôtières et de leurs éclairages sur les oiseaux marins pendant les activités opérationnelles normales. Des conseils généraux pour la manipulation des oiseaux marins sont disponibles (p. ex., Williams et Chardine 1998). L'autorisation de mettre en œuvre de tels protocoles est requise auprès du Service canadien de la faune. D'autres mesures d'atténuation propres à l'activité, au site ou au moment peuvent être requises, selon le moment et l'emplacement de ces activités.

La surveillance de la conformité environnementale (y compris les rapports sur les rejets de déchets, les émissions et les systèmes de traitement) est nécessaire pour vérifier le respect de la législation applicable et de toutes les conditions de l'approbation réglementaire. Dans le cas peu probable d'un déversement ou d'une éruption, un plan d'urgence opérationnel en cas de déversement d'hydrocarbures serait activé. Un programme de SEE après le déversement pour les oiseaux marins peut constituer un aspect précis du plan d'intervention.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.2.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement

5.2.2.1 Présence et tendances spatiales et temporelles

Les oiseaux marins sont présents dans le sous-bassin Laurentien tout au long de l'année, de nombreuses espèces entrant et sortant de la zone à différentes périodes de l'année. Les informations sur la présence saisonnière de l'avifaune dans le sous-bassin Laurentien et à proximité sont présentées à la section 3.2.4 et résumées à la figure 3.6. La zone d'étude étant située au large, il n'y a pas de colonies d'oiseaux marins ni d'aires de nidification dans les environs immédiats. La présence d'oiseaux marins dans la zone d'étude est généralement associée à des individus ou des groupes qui se déplacent dans la zone pendant les périodes de migration (généralement au printemps et à l'automne) et pendant les mois d'hiver (septembre à avril), lorsque des rassemblements d'espèces comme les guillemots et les mergules nains peuvent être présents au large.

Bien que des informations précises et détaillées sur la répartition spatiale des oiseaux marins et des espèces particulières dans la zone d'étude ne soient pas disponibles, certaines généralisations et tendances peuvent être notées. Par exemple, des zones telles que la bordure ouest du banc de Saint-Pierre et le rebord continental, qui sont probablement caractérisées par des zones de remontée des eaux et du mélange des masses d'eau, peuvent accueillir un nombre relativement important d'oiseaux marins qui sont attirés par les communautés de phytoplancton et de zooplancton qui leur fournissent une nourriture abondante.

5.2.2.2 Espèces en péril

Un certain nombre d'espèces en péril se trouvent dans le sous-bassin Laurentien ou dans les zones côtières adjacentes. L'arlequin plongeur est présent au large du cap Ste-Marie et le long des côtes sud et est de la Nouvelle-Écosse en hiver. Le pluvier siffleur niche sur les plages du sud de Terre-Neuve, le long de la côte de la Nouvelle-Écosse et sur l'île de Miquelon en été. La sterne de Dougall se reproduit en petit nombre sur plusieurs îles au large de la Nouvelle-Écosse. Les périodes les plus probables d'interactions potentielles avec ces espèces dans la zone d'étude seraient les périodes de migration de printemps et d'automne, généralement de la mi-avril à mai et de la fin août à septembre. La mouette blanche est une espèce errante hivernale peu commune et est habituellement associée à la banquise.

Comme nous l'avons vu à la section 3.2.3.2, la *Loi sur les espèces en péril* du Canada est entrée en vigueur en 2003 et vise à protéger les espèces en péril au Canada et leur habitat essentiel. Cette loi peut avoir des répercussions sur la planification et l'évaluation de l'exploration extracôtière dans la région. En fonction de l'activité spécifique proposée, de son emplacement et de son calendrier, des renseignements supplémentaires peuvent être utiles pour déterminer si les espèces inscrites et les habitats essentiels sont présents et susceptibles d'être touchés par les levés sismiques et les programmes de forage proposés. Dans les cas où la présence d'espèces ou d'habitats protégés par la *Loi sur les espèces en péril* est connue ou prévue, l'atténuation de ces effets sera une considération importante dans le processus décisionnel lié à l'exploration en mer.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.2.2.3 Disponibilité de l'information

Dans l'ensemble, il existe toujours une quantité limitée d'informations détaillées sur la répartition spatiale et temporelle et l'abondance des espèces de l'avifaune au large de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse. Ainsi, la présence et l'abondance d'une espèce à un endroit donné de la zone d'étude à un moment donné ne sont pas connues. Cependant, les informations existantes et disponibles sur les oiseaux marins dans la région permettent une compréhension générale de la présence des oiseaux marins et des tendances spatiales et temporelles.

Les exploitants peuvent également élaborer et mettre en œuvre des programmes de surveillance opérationnelle des oiseaux marins pendant les programmes d'exploration en mer. Il s'agit notamment de la surveillance des oiseaux pendant les programmes de forage d'exploration au large de Terre-Neuve et du Labrador, ainsi que pendant les levés sismiques au large de la Nouvelle-Écosse. Les protocoles de suivi des oiseaux en mer sont en cours de révision, et une méthodologie normalisée est en cours d'élaboration. Toute information recueillie grâce à ces observations contribuerait, avec le temps, à la base de connaissances globale concernant la présence, l'abondance et la répartition spatiale et temporelle des oiseaux marins dans le sous-bassin Laurentien.

5.2.3 Effets environnementaux cumulatifs

On ne dispose pas actuellement de détails précis sur la nature et la répartition spatiale et temporelle des levés sismiques et des programmes de forage potentiels dans le sous-bassin Laurentien et sur leurs effets environnementaux. Aux fins de l'EES, on suppose que huit à dix puits seront forés dans la région pendant la durée des permis, avec au maximum deux appareils de forage actifs à tout moment (un en eau profonde et un en eau peu profonde). Il est prévu qu'environ deux à trois levés sismiques soient menés chaque année au cours des prochaines années dans la région.

Les effets potentiels des activités de routine sur les oiseaux marins concernent principalement les lumières, les torches et les déplacements des navires et des aéronefs. Le niveau d'exploration prévu dans le sous-bassin Laurentien et la courte durée de ces actions signifieront probablement que les levés sismiques et les programmes de forage (et éventuellement, tout projet de mise en valeur) seront probablement suffisamment séparés dans l'espace et dans le temps pour qu'un « effet de récif » provenant de l'éclairage des appareils de forage et des navires ne devrait pas se produire (c.-à-d. que les oiseaux marins ne percevraient pas les structures multiples comme une chaîne continue de stimuli). Cela dépendra bien sûr de l'intensité éventuelle et de la répartition spatiale et temporelle de ces activités. L'étendue et la nature migratoire de nombreuses espèces d'oiseaux marins augmentent également le potentiel d'effets environnementaux cumulatifs.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La répartition et l'abondance des oiseaux marins peuvent être influencées par des processus naturels tels que les conditions météorologiques, la disponibilité de la nourriture et les variations océanographiques, ainsi que par des activités humaines telles que la pêche, le trafic maritime, les grandes structures extracôtières et la pollution (Wiese et Montevecchi 2000). Les déplacements de navires associés à l'activité de pêche et au trafic maritime général dans toute la région, ainsi que l'exploration extracôtière antérieure, peuvent avoir, à divers degrés, affecté les populations d'oiseaux marins dans la zone d'étude. La chasse, tant légale qu'illégale, exerce également une pression sur certaines populations d'oiseaux. Outre ces perturbations locales, les espèces d'oiseaux migrateurs peuvent également être affectées par toute une série d'activités et d'effets associés au sein de leur aire de répartition souvent très étendue, notamment la chasse, les pesticides et autres pollutions.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.3 Mammifères marins et tortues de mer

5.3.1 Interactions potentielles et connaissances existantes

Les effets potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer qui peuvent résulter des levés sismiques et du forage exploratoire concernent principalement :

- le bruit, qui peut entraîner
  - l'évitement de certaines zones qui seraient autrement utilisées par les individus touchés;
  - l'interférence avec la communication vocale entre les individus;
  - l'attraction de certains individus vers la source sonore, les exposant à un risque de collision ou de contamination;
  - une altération temporaire ou une lésion permanente de l'appareil auditif due à des sons extrêmement intenses;
- la contamination potentielle des mammifères marins et des tortues de mer, ainsi que de leurs sources de nourriture, à la suite des rejets;
- les effets potentiels des déversements accidentels.

Une discussion générale des effets potentiels de l'exploration sismique et du forage en mer sur les mammifères marins et les tortues de mer est fournie dans les sections suivantes. Des informations plus détaillées figurent dans d'autres examens (p. ex., Turnpenny et Nedwell 1994; Richardson et coll. 1995; Davis et coll. 1998; LGL Limited et coll. 2000; McCauley et coll. 2000).

5.3.1.1 Signaux sismiques

Parmi les diverses activités généralement associées à l'exploration extracôtière, les levés sismiques sont généralement considérés comme ayant le plus grand potentiel d'effets sur les mammifères marins et, éventuellement, sur les tortues de mer.

Le niveau d'énergie sonore produit varie, et la propagation du son est largement déterminée par les caractéristiques océanographiques propres à chaque zone. Les caractéristiques d'atténuation du bruit dans le sous-bassin Laurentien peuvent être complexes, en raison de la gamme des topographies du fond concernées (section 3.1.1). Dans les zones de plateau moins profondes (comme l'est du plateau néo-écossais et, par extension, le banc de Saint-Pierre dans la zone d'étude), la propagation du son est amortie. On sait moins de choses sur la propagation dans les zones plus profondes comme le chenal Laurentien, bien que le son soit susceptible de se propager davantage dans les eaux plus profondes, en particulier lorsqu'il existe des canaux acoustiques.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Mammifères marins

Compte tenu des considérations pratiques et éthiques associées à l'expérimentation sur les mammifères marins, il n'existe pas de preuves directes concernant les effets des lésions possibles associées aux émissions des canons à air. Dans la plupart des cas, les blessures graves causées par les effets d'une explosion sont considérées comme peu probables en raison de l'intensité relativement faible des impulsions générées par la plupart des réseaux de canons à air (Richardson et coll. 1995), et les effets potentiels se limitent principalement au risque de dommages auditifs. Bien que ces blessures soient peu probables, les dommages auditifs pourraient, potentiellement, être déshabilitant en mettant en danger l'audition ou les capacités de navigation.

Le déplacement temporaire du seuil (TTS) est une détérioration de l'audition due à une exposition prolongée ou répétée à des niveaux sonores élevés. Le TTS peut durer quelques minutes ou quelques heures et peut aller jusqu'à plusieurs jours. L'ampleur du TTS dépend, entre autres, de la durée et du niveau d'exposition au bruit (Davis et coll. 1998). Cependant, les seuils spécifiques du TTS ne sont pas connus et il existe très peu d'informations publiées sur les TTS chez les mammifères marins (Davis et coll. 1998), en particulier en ce qui concerne les sons émis par les réseaux de canons à air.

Une étude des niveaux de TTS chez les odontocètes (dauphin à gros nez) (Ridgway et coll. 1997) a conclu que les niveaux reçus des impulsions sismiques ne dépasseraient le seuil de TTS de cette espèce qu'à des distances nettement inférieures à 100 m du faisceau du réseau. Les seuils des TTS chez les baleines à fanons restent essentiellement inconnus et on ne peut pas supposer que ces résultats s'appliqueraient à ces espèces, qui semblent être beaucoup mieux adaptées à l'audition des basses fréquences et qui pourraient donc être plus sensibles aux effets possibles des signaux sismiques. Cependant, il est probable que la plupart des baleines à fanons individuelles évitent la zone relativement petite autour d'un navire sismique dans laquelle des effets sur l'audition peuvent se produire, bien qu'étant donné leur présence observée à proximité des réseaux sismiques, il est possible que certains phoques puissent se trouver assez près pour être affectés (Davis et coll. 1998).

Effets comportementaux – Cétacés

Les effets potentiels non liés à des blessures sont d'ordre comportemental et découlent du fait que les animaux sont perturbés ou désorientés par les émissions sonores, ou que la communication entre animaux est masquée. Les effets indirects pourraient également provenir du déplacement des proies par les émissions sonores ou du fait que le bruit masque les sons générés par les espèces proies.

<u>L'audition des cétacés et les portées prévues pour la détection du bruit des canons à air</u>

Les capacités auditives des odontocètes ont été étudiées pour un certain nombre d'espèces maintenues en captivité. La sensibilité maximale des odontocètes (p. ex., les épaulards et les bélugas, les marsouins communs) se situe entre 10 et 100 kHz, et est donc bien au-dessus de la bande d'émission principale d'un réseau de canons à air (Richardson et coll. 1995). Moins d'études ont été menées sur les effets sur l'audition à des fréquences inférieures à 1 kHz. Tyack et coll. (1993), par exemple, ont fait écouter des bruits de basse fréquence (800 à 900 Hz, niveau d'émission de 150 à 170 dB re 1 µPa à 1 m) à des dauphins à gros nez et ont observé peu de réactions aux sons pulsés ou continus. Néanmoins, il a été démontré que certaines espèces sont capables de détecter des fréquences inférieures à 100 Hz.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Comme pour les poissons, les niveaux de seuil indiqués dans les audiogrammes des cétacés ne peuvent pas être utilisés directement pour prédire la détection du bruit des canons à air. Le facteur d'utilisation du signal et le bruit de fond doivent également être pris en considération. Richardson et coll. (1995), par exemple, montrent une sensibilité auditive d'environ 130 dB re 1µPa à 100 Hz chez les bélugas. Cela pourrait suggérer qu'un signal d'une puissance de source de 255 dB re 1µPa à 1 m pourrait être entendu à une distance de 1 800 km (en supposant une dispersion sphérique simple). Compte tenu du facteur d'utilisation faible du signal (environ 0,3 %) et du bruit ambiant, de la portée de détection et de l'absorption, qui devient importante à des distances plus longues, il est probable qu'en pratique, il soit entendu entre un dixième et un centième de cette valeur (18 à 180 km), mais cela devrait être évalué par modélisation ou mesure acoustique.

Aucune étude auditive similaire n'est disponible pour les mysticètes (baleine à fanons), qui comprennent toutes les espèces de grandes baleines. À partir de preuves indirectes des spectres des émissions de vocalises des baleines à fanons, qui se situent généralement dans la gamme subsonique (10 à 20 Hz) (Evans et Nice 1997), on en déduit que leur audition doit être sensible dans cette gamme inférieure. Richardson et coll. (1995) ont estimé que les baleines à fanons seraient capables d'entendre les émissions des canons à air des navires sismiques à plus de 100 km de distance.

Odontocètes

La réaction des odontocètes au bruit des canons à air est peu documentée. Les exploitants de navires sismiques signalent parfois des dauphins nageant près des réseaux de canons à air (Duncan 1985; Chamberlain 1985; Stronach 1993). Dans ces cas, les animaux ont été observés à des distances comprises entre 50 m et 2 km du navire sismique pendant le tir. Cela concorde avec la faible capacité auditive aux fréquences d'émission des canons à air (principalement inférieures à 150 Hz), bien que des composantes de plus haute fréquence soient également émises, bien qu'à des niveaux plus faibles. Toutefois, d'autres espèces peuvent être plus sensibles. Richardson et coll. (1995) citent des cas de cachalots dans le golfe du Mexique qui se sont éloignés d'environ 50 km pendant des levés sismiques et, dans le sud de l'océan Indien, qui ont cessé leurs appels alors que des tirs sismiques avaient lieu jusqu'à 300 km de distance (niveau de bruit +10 à 15 dB au-dessus du bruit de fond). De même, Stone (2001) a constaté que les observations de certaines espèces (p. ex., les dauphins à flancs blancs) diminuaient considérablement pendant les périodes de tirs sismiques.

Des informations sur les eaux du Royaume-Uni sont fournies par Evans et Nice (1997), qui ont examiné des études non publiées entreprises par Baines (1993) et Goold (1996b) au cours d'un levé sismique réalisée au large de la côte ouest du pays de Galles. Baines (1993) a effectué des dénombrements réguliers de marsouins communs au large de Strumble Head au cours des mois précédant un levé sismique entrepris durant les mois d'octobre et de novembre 1993, et a noté leur absence temporaire le jour où les tirs ont commencé. Cependant, les chiffres sont revenus au niveau préalable au levé en l'espace d'une semaine et sont restés les mêmes pendant le reste des trois semaines du levé. Aucune estimation des niveaux d'émission ou des niveaux d'exposition n'a été donnée. L'étude de Goold (1996b), entreprise pour Chevron United Kingdom lors d'un levé sismique 2D au mois d'octobre et de novembre 1994, a suivi les appels des cétacés à l'aide d'hydrophones. Les contacts acoustiques avec les odontocètes ont diminué pendant la période du levé, et 86 % des contacts avec les dauphins ont eu lieu lorsque les canons à air ne fonctionnaient pas. Cependant, Evans et Nice (1997) rapportent que les dauphins communs migrent vers le sud à cette période de l'année, ce qui peut expliquer leur disparition pendant le levé. Ils citent également une autre étude entreprise par Goold (1996a) à la même époque l'année suivante (1995), alors qu'aucun essai sismique n'avait eu lieu, ce qui démontre une réduction marquée similaire de l'activité des dauphins après septembre.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Dans le Moray Firth, l'un des habitats les plus connus de Grande-Bretagne du dauphin à gros nez, 40 000 km de lignes de levé sismique ont été tirées entre 1965 et 1994 sans dommage apparent (Turnpenny et Nedwell 1994). Des réactions comportementales et des déplacements hors des zones de forte activité sismique dans le golfe du Mexique ont été signalés par Mate et coll. (1994). Cependant, une étude menée dans la région du Gully n'a pas observé de changements évidents dans le comportement ou la répartition des cachalots en réponse aux activités sismiques (McCall Howard 1999).

Par conséquent, les preuves des effets des levés sismiques sur les odontocètes ne sont pas concluantes. En l'absence de données définitives, il n'est pas possible d'estimer un NSE pour les changements de comportement des odontocètes, même s'il est probable qu'il soit considérablement inférieur à celui des baleines à fanons. Les études entreprises jusqu'à présent laissent croire que les essais sismiques peuvent causer des perturbations transitoires, mais que les odontocètes s'approcheront volontairement des navires sismiques en activité, peut-être comme l'a suggéré Goold (1996b), lorsque les récompenses en lien avec l'alimentation sont suffisamment élevées. Davis et coll. (1998) ont conclu que la zone d'effet comportemental du plateau néo-écossais pour les odontocètes peut être d'environ un kilomètre de rayon.

Le tableau 5.7 présente un résumé des réactions observées des baleines aux canons à air sismiques.

Tableau 5.7 Réactions observées des cétacés au niveau d'émission des canons à air

Espèces	Réaction observée	NPA (dB re 1µPa)
Cachalot	Arrêt des appels	+10 à 15 dB au-dessus du bruit ambiant
Baleine grise	10 % de probabilité d'évitement 50 % de probabilité d'évitement 90 % de probabilité d'évitement Détournement de la source, éloignement, augmentation du rythme respiratoire	164 dB 170 dB 180 dB >160 dB
Baleine boréale	Comportement d'évitement, retours à la surface moins fréquents, intervalles plus longs entre les souffles Quelques changements dans le comportement de retour à la surface, de respiration et de plongée.	152 à 178 dB 125 à 133 dB
Baleine à bosse	Réaction de sursaut Comportement d'évitement	150 à 159 dB > 172 dB
Source : Richardson et coll. (1995).		

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Mysticètes

Les études sur les réactions des baleines à fanons ont été examinées par Richardson et coll. (1995) et Evans et Nice (1997). Elles concernent principalement des observations de baleines boréales et de baleines grises au large des côtes de l'Amérique du Nord au cours d'essais sismiques. Une variété de réactions a été observée chez les deux espèces. Il s'agit notamment de réactions de sursaut lors du démarrage des canons à air, de l'évitement des zones insonifiées près de la source, de changements dans le comportement de retour à la surface, de respiration et de plongée et de changements dans les appels de communication. Des réactions apparentes d'évitement ont également été observées chez d'autres espèces à fanons, notamment la baleine à bosse et le rorqual bleu. Un évitement clair semble se produire à des NSE d'environ 160 à 170 dB re 1µPa (environ 12 à 25 km de la source pour NS=255 dB re 1µPa) chez toutes les espèces, bien que ces niveaux soient invariablement déduits plutôt que mesurés. Les baleines individuelles peuvent réagir à des niveaux sonores plus faibles, l'estimation la plus basse pour l'évitement par les baleines grises étant de 115 dB re 1µPa.

Des observations aériennes effectuées lors d'un levé sismique dans la mer de Beaufort en Alaska ont montré que les baleines boréales en migration active évitaient un navire sismique actif sur une distance de 20 à 30 km, où les niveaux sonores reçus ont été calculés comme étant de 116 à 135 dB (Richardson et coll. 1999). Malme et coll. (1986; 1988) ont montré que 50 % des baleines grises du nord de la mer de Béring cessaient de se nourrir lorsqu'elles recevaient un niveau de pression sonore de crête de 173 dB re 1µPa. Cela correspondait à une zone située à moins de 2,8 km du navire sismique. En Australie, les baleines à bosse ont montré un comportement d'évitement jusqu'à 8 km de distance d'un levé sismique, en maintenant principalement une distance de 3 à 4 km du réseau actif (McCauley et coll. 1998). Cependant, des groupes de rorquals communs ont été observés en train de se nourrir à moins de 4 km d'un levé sismique, ce qui peut indiquer que la perturbation était négligeable à cette distance (Moscrop et Swift 1999). Les études réalisées à ce jour indiquent que ces perturbations sont probablement transitoires, le comportement normal reprenant dans l'heure ou les deux heures qui suivent le passage du navire (Davis et coll. 1998).

Les réponses comportementales des mammifères marins à l'activité sismique ont été observées dans les eaux du Royaume-Uni et dans les zones adjacentes (Stone 1997; 1998; 2000; 2001). Stone (2001), par exemple, a noté une tendance accrue des cétacés à nager rapidement et faire une échappée, à sauter et à faire des culbutes pendant les périodes de tirs sismiques. Cette tendance accrue était évidente à des distances allant jusqu'à 4 km ou plus de la source pour les voir faire des échappées, des sauts et des culbutes et à des distances allant jusqu'à 3 km pour les voir nager rapidement. Il a également été noté que les interactions positives des cétacés avec les navires ou l'équipement de levé sismique (p. ex., suivre ou s'approcher du navire) se produisaient beaucoup plus souvent lorsque les canons à air ne fonctionnaient pas.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Communication des cétacés

Lorsque les niveaux de fond sonore sont augmentés par l'activité humaine, comme les bruits des navires et les bruits sismiques, les communications et l'interception acoustiques peuvent poser un problème, car les émissions de vocalises peuvent être masquées (Myrberg 1990). Les données sur les fréquences de communication des cétacés ont été examinées par Evans et Nice (1997). Les odontocètes utilisent principalement des fréquences supérieures à 1 kHz (c'est-à-dire au-dessus de la bande d'émission principale des canons à air). Il semble donc que le potentiel de masquage soit faible, sauf à très courte distance. Les baleines à fanons, en revanche, communiquent en émettant des « gémissements » (ainsi que des appels de plus haute fréquence de différents types) qui ont des fréquences de l'ordre de dizaines ou de centaines de hertz, et qui chevauchent donc le spectre des canons à air. Par conséquent, la communication est très probablement interrompue chez ces espèces (JNCC 1998).

Compte tenu du court facteur d'utilisation d'une impulsion sismique (environ 0,03 seconde toutes les 10 secondes), les interférences avec la communication des cétacés peuvent ne pas être aussi importantes qu'à courte distance. À plus longue portée, le masquage peut devenir plus important, car le signal s'étire et les émissions provenant de plusieurs sources et les parcours de signal peuvent se combiner. Ces effets peuvent être encore plus importants pour les mammifères marins dont les appels sont longs (comme de nombreuses baleines à fanons) et qui pourraient donc être affectés par plusieurs tirs sismiques. En outre, les bruits sismiques peuvent également masquer les bruits des proies, ce qui pourrait nuire à l'alimentation de certaines espèces.

Effets comportementaux – Phoques

L'audition sous-marine des phoques phocidés est caractérisée par une réponse relativement plate sur la gamme de 1 à 30 kHz. La sensibilité auditive n'a pas été mesurée à des fréquences inférieures à 1 kHz, sauf chez un phoque commun, dont le seuil à 100 Hz était de 96 dB re 1 µPa (Kastak et Schusterman 1995). Cette valeur est inférieure d'environ 30 dB au seuil d'audition connu des odontocètes à 100 Hz, de sorte que les phoques devraient être capables de détecter les bruits sismiques à des distances beaucoup plus grandes (20 à 40 fois) que les odontocètes. Le faible facteur d'utilisation et la présence d'un bruit de fond augmenteraient, en pratique, le seuil de détection du bruit sismique.

Richardson et coll. (1995) ont examiné les données sur les réactions des pinnipèdes aux bruits sous-marins d'origine humaine. Ils ont constaté que l'otarie à fourrure d'Afrique du Sud a une réaction de sursaut à proximité d'un canon à air, mais que cette réaction n'était pas efficace pour l'éloigner des engins de pêche. Dans un autre cas, on a constaté que les phoques gris ne présentaient pas de réaction forte. Il a été conclu que les phoques tolèrent les bruits sismiques, s'habituant peut-être rapidement, et ne craignent pas de pénétrer dans les zones insonifiées pour se nourrir.

Un dispositif de radiotélémesure a été utilisé pour étudier les mouvements des phoques communs et gris autour d'un levé sismique mené dans les eaux du Royaume-Uni (Thompson et coll. 1998). Le réseau de canons à air comprenait trois canons d'un volume total de 90 po^3. Les réactions comportementales étaient variables. Un phoque commun a évité le réseau jusqu'à une distance de 2,5 km et a cessé de se nourrir pendant que les canons à air étaient actifs. Un autre n'a pas réagi, même à 500 m de distance du réseau. On a observé que les phoques gris exposés à un canon à air de 10 po^3 évitaient la quête de nourriture, mais sont revenus dans l'aire d'alimentation après l'arrêt du tir.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Il convient également de noter que les informations disponibles sur les réactions à court terme (ou l'absence de réaction) des mammifères marins au bruit ne donnent pas d'indications sur les effets potentiels à long terme sur l'utilisation de l'habitat, l'alimentation et d'autres activités (Davis et coll. 1998), en particulier dans les cas où l'activité sismique est concentrée dans une zone donnée pendant une certaine période. Même l'évitement à court terme d'une zone par les petits cétacés (p. ex., le marsouin commun), par exemple, lorsque des demandes métaboliques élevées nécessitent une alimentation fréquente, le déplacement vers une zone où la disponibilité alimentaire est réduite pourrait être important. En outre, alors que la plupart des effets connus et observés des levés sismiques sur les mammifères marins se produisent principalement à proximité de la source et semblent être de relativement courte durée, on en connait moins sur la manière dont des expositions sonores moins intenses et prolongées affectent la vie marine.

Tortues de mer

Il existe peu d'informations sur les effets de l'exploration sismique sur les tortues de mer (Davis et coll. 1998). Il ne semble pas y avoir eu de cas de blessures graves ou de mortalités signalées pour les tortues de mer à proximité d'un levé sismique.

Swain et coll. (1994) rapportent que les tortues caouannes ont souffert d'une perte auditive temporaire (TTS) lorsqu'elles ont été exposées aux émissions de canons à air dans un rayon de 65 mètres. Deux semaines plus tard, leur audition était redevenue normale. Eckhert et coll. (1998) ont prédit que l'audition des tortues luths pourrait être endommagée à des distances allant jusqu'à 3 km d'un levé sismique. Les tortues de mer sont sensibles aux sons dans une gamme de fréquences similaire à celle de nombreuses espèces de poissons. Les tortues vertes ont une sensibilité maximale à des fréquences de 300 à 500 Hz, pouvant aller de 60 à 1 000 Hz (Ridgway et coll. 1969). Les tortues caouannes entendent entre 250 et 1 000 Hz, avec une sensibilité maximale vers l'extrémité inférieure de cette gamme, voire plus basse.

Il est prouvé que les tortues évitent les zones d'émissions sismiques de canons à air. McCauley et coll. (2000) rapportent que des tortues caouannes exposées expérimentalement au bruit d'un canon à air ont montré un comportement d'évitement à des niveaux de pression acoustique reçus de 166 dB re 1 µPa. O'Hara et Wilcox (1990) ont tenté d'utiliser des canons à air pour exclure les tortues des zones dangereuses. Les tortues se tenaient à une distance de sécurité d'au moins 30 m des canons à air (NPA=220 dB re 1 µPa à 1 m). En supposant une dispersion sphérique, cela équivaudrait à un NPA reçu de 190 dB re 1µPa, bien qu'en eau peu profonde le niveau à cette distance ait pu être plus bas.

Résumé des effets potentiels des signaux sismiques

Les effets potentiels du bruit émis par les levés sismiques sur les mammifères marins et les tortues de mer concernent principalement d'éventuels dommages auditifs et des effets comportementaux potentiels. Les seuils spécifiques de TTS ne sont pas connus, et il y a très peu d'informations disponibles sur les TTS chez les mammifères marins. Cependant, il est probable que la plupart des individus éviteront la zone relativement petite autour d'un navire sismique dans laquelle des effets sur l'audition peuvent se produire.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La sensibilité auditive de la majorité des espèces de baleines odontocètes se situe bien au-dessus de la bande d'émission principale d'un réseau de canons à air sismiques et, par conséquent, il y a peu de risques d'effets comportementaux sur ce groupe. Certaines espèces d'odontocètes ont été signalées comme nageant à proximité des réseaux de canons à air, tandis que d'autres ont été observées comme évitant l'activité des navires sismiques et cessant ses appels. Bien qu'il n'existe aucune évidence empirique que les baleines à fanons peuvent détecter le bruit émis par les canons à air, des recherches ont suggéré qu'elles pourraient détecter le bruit émis par les navires sismiques à plus de 100 km de distance. Les observations comportementales des baleines à fanons comprennent des réactions de sursaut, l'évitement des zones de levé sismique sur des dizaines de kilomètres, des changements dans le comportement de retour à la surface, de respiration et de plongée, et des changements dans les appels de communication. Bien que les résultats des études ne soient pas concluants, il semble que l'effet de l'activité sismique se limite à une perturbation temporaire, les individus déplacés réoccupant une zone après l'arrêt de l'activité sismique.

On pense généralement que les phoques sont tolérants aux bruits sismiques, qu'ils s'habituent rapidement et qu'ils pénètrent dans les zones insonifiées pour se nourrir. Pour les espèces observées évitant les zones de levé sismique, un retour à l'aire d'alimentation après l'arrêt des tirs a également été observé. On a observé que les tortues de mer évitent les zones immédiates des réseaux de canons à air en fonctionnement, et on a signalé que les tortues caouannes subissaient une perte auditive temporaire.

5.3.1.2 Le trafic de navires et d'hélicoptères

Les collisions signalées entre des navires et des baleines sont considérées comme des événements relativement rares compte tenu de la fréquence des mouvements des baleines et des navires dans de nombreuses régions du monde (Laist et coll. 2000). Cependant, il existe un certain risque de collision entre les navires effectuant des levés sismiques ou les navires de ravitaillement et les mammifères marins pendant les activités d'exploration en mer, en particulier les animaux qui se déplacent plus lentement (p. ex. la baleine).

Les réactions des cétacés aux navires peuvent être l'évitement, l'approche ou l'indifférence (Richardson et coll. 1995). Lorsqu'il existe un schéma de mouvements maritimes dans une zone spécifique (p. ex., des passages répétés de navires de ravitaillement vers des plateformes, ou de traversiers, de navires de recherche sur les baleines et de navires touristiques), les mammifères marins résidents se familiarisent avec la signature sonore, la direction et la vitesse des navires individuels. Ils s'habituent aux navires qui suivent une trajectoire constante ou qui sont fréquemment présents dans la zone (Richardson et coll. 1995).

Erbe (2002) a modélisé les effets sur les épaulards de navires produisant des niveaux sonores de 145 à 169 dB re 1 µPa à 1 m, en fonction de la vitesse. Les navires rapides peuvent être audibles à 16 km, masquer les appels des baleines jusqu'à 14 km, susciter une réponse comportementale à plus de 200 m et provoquer un déplacement temporaire du seuil d'audition de 5 dB après une période de moins d'une heure. Un certain nombre de navires lents et étroitement encerclés pourraient, en combinaison, produire une perte auditive permanente en cas d'exposition très prolongée.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Comme indiqué dans la section consacrée aux signaux sismiques, le bruit, en particulier les changements soudains de fréquence ou d'intensité, peut amener les mammifères marins à éviter une zone. La réponse au bruit est très variable entre les espèces et même au sein d'une même espèce, selon les circonstances. D'une espèce à l'autre, la réponse au bruit peut prendre la forme de changements dans la direction et la vitesse de nage, le rythme respiratoire et les émissions de vocalises (Richardson et coll. 1995). On sait que les petits rorquals, par exemple, s'approchent des navires stationnaires ou se déplaçant lentement, mais évitent les navires se déplaçant plus rapidement (Richardson et coll. 1995). On sait que les baleines à bosse réagissent aux navires à des distances d'au moins 0,5 à 1 km et dans certains cas à plusieurs kilomètres, surtout s'il s'approche de la baleine (LGL Limited et coll. 2000). Dans d'autres cas, les baleines à bosse n'ont fait aucune tentative pour éviter les navires en mouvement dans un environnement extracôtier.

L'utilisation de propulseurs par les appareils de forage semi-submersibles et les navires de forage pour maintenir leur position est également une source de bruit relativement fort et intermittent pendant les activités de forage d'exploration en mer. Les propulseurs peuvent produire un bruit intense de cavitation (implosion de bulles d'air) sous l'eau (ANZECC 2000), et une modélisation récente indique qu'ils peuvent produire des niveaux élevés de bruit sous-marin (Lawson et coll. 2001, cité dans SEICL 2002).

Il existe très peu d'informations sur la façon dont les phoques réagissent aux navires ou aux structures de forage en pleine mer. La plupart des informations relatives à l'évitement des navires par les phoques proviennent d'études menées pendant le déglaçage, qui peuvent ou non être pertinentes dans un contexte de haute mer. En général, les phoques semblent être plus tolérants envers les navires que les baleines. Dans une étude, les phoques sur la glace plongeaient dans l'eau lorsqu'un bateau s'approchait à moins de 100 à 300 m (Calambokidis et coll. 1983). Les phoques semblent être capables de s'habituer aux bateaux lorsque les mêmes navires s'approchent régulièrement (Bonner 1982).

Les dauphins sont plus susceptibles de s'approcher des navires en mouvement et de se déplacer dans leur sillage (Shane et coll. 1986). Cependant, les dauphins qui ont subi du harcèlement par un navire peuvent les éviter (Richardson et coll. 1995). D'autres espèces de baleines à dents, comme les orques, évitent généralement les navires (LGL Limited et coll. 2000).

Les aéronefs volant à basse altitude suscitent un comportement de plongée chez de nombreuses espèces de mammifères marins, en particulier lorsque cette activité ne leur est pas familière (Richardson et coll. 1995). Une étude récente (Patenaude et coll. 2002) a observé peu de réactions aux survols d'aéronefs à voilure fixe à des altitudes de 60 à 460 m, principalement lorsqu'ils sont inférieurs à 180 m. Ils ont observé davantage de réponses comportementales aux hélicoptères, principalement lorsque l'hélicoptère se trouvait à moins de 250 m latéralement et à moins de 150 m d'altitude. Des petits rorquals ont réagi à des hélicoptères à une altitude de 230 m en changeant de cap ou en plongeant lentement (Leatherwood et coll. 1982). Les aéronefs volant à basse altitude peuvent également inciter les phoques à plonger. L'effet est temporaire dans la mesure où l'hélicoptère passe ou le mammifère se déplace si l'hélicoptère est en vol stationnaire, lors d'un avitaillement en carburant, par exemple.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.3.1.3 Activités de forage

Les appareils de forage émettent certains bruits en continu pendant leur fonctionnement, tandis que d'autres bruits sont intermittents pendant les différentes étapes du forage. Les études détaillées des effets sur les cétacés des bruits produits en association avec le forage en mer ne sont pas suffisantes. La plupart des analyses disponibles ont été basées sur les intensités connues des sons produits, l'atténuation modélisée ou observée de ces sons, et la documentation jusqu'ici limitée sur les réponses des mammifères marins à des sons de hauteurs et d'intensités diverses (p. ex., Richardson et coll. 1995).

Les mammifères marins tolèrent mieux les sources de bruit stationnaires que les sources mobiles. Cela semble particulièrement vrai pour les phoques, qui s'approcheront d'un navire stationnaire ou d'une plateforme fixe (LGL Limited et coll. 2000). Des dauphins et d'autres baleines à dents se seraient également approchés des plateformes de forage en mer (Richardson et coll. 1995). Sur les Grands Bancs, des baleines à bosse ont été observées en train de se reproduire et de se nourrir à quelques centaines de mètres de la plateforme Hibernia. On sait que les cétacés s'approchent des plateformes ailleurs (Richardson et coll. 1995), y compris des puits de production de SOEI (Hurley 2000).

L'effet le plus probable d'un projet de forage sur les mammifères marins est l'évitement temporaire d'une zone particulière en raison du bruit. L'étendue spatiale d'un tel évitement pour la plupart des espèces sera probablement d'environ 0,5 à 1 km. Les baleines connues pour leur capacité à les éviter sur de longues distances, comme la baleine, peuvent également être présentes dans la zone d'étude. On peut s'attendre à ce que les espèces les plus communes de la zone adoptent un comportement d'évitement à une distance de 0,5 à 1 km d'un navire en approche. Le degré d'évitement des mammifères marins par un appareil de forage stationnaire dépendra du type d'appareil de forage utilisé. On s'attend à ce que l'évitement à partir d'un appareil de forage soit limité à plus de 100 m, alors que l'évitement à partir d'un navire de forage peut aller de 1 à 10 km (LGL Limited et coll. 2000). Malme et coll. (1985) ont rapporté que les baleines à bosse ne montraient aucun comportement d'évitement lorsqu'ils étaient exposés à des bruits simulés de navires de forage, de plateformes de forage semi-submersibles, de plateformes de forage et de plateformes de production. Dans des conditions de bruit ambiant typiques, le bruit à basse fréquence d'une plateforme de forage peut être détecté à une distance maximale de 2 km près d'un rebord continental (Richardson et coll. 1995). Les activités stationnaires de forage en mer semblent avoir moins d'effet sur le comportement des cétacés que les sources sonores mobiles telles que les aéronefs et les navires (Richardson et coll. 1995).

L'effet de ce type de bruit sur les mammifères marins est considéré comme hautement réversible; une fois la source retirée, on s'attend à ce que les mammifères reviennent dans la zone (Davis et coll. 1987).

5.3.1.4 Enlèvement de la tête de puits

À la fin d'un programme de forage, les puits sont généralement abandonnés. Les exploitants tenteront probablement de retirer les têtes de puits par des moyens mécaniques, c'est-à-dire en bouchant le puits et en coupant et retirant le tubage du puits juste sous la surface du plancher océanique. Un VST est ensuite utilisé pour inspecter le fond marin. Il y a généralement peu d'interaction avec les mammifères marins et les tortues de mer pendant la séparation mécanique et la récupération des têtes de puits.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Cependant, l'utilisation d'explosifs pour retirer les têtes de puits peut affecter les mammifères marins et les tortues de mer. Les réactions rapportées vont de l'évitement observé par certaines espèces à une tolérance considérable par d'autres (Richardson et coll. 1995). Dans l'ensemble, on connait mal les effets des signaux acoustiques à haute amplitude et à apparition rapide sur le comportement des mammifères marins (Todd et al. 1996). Le bruit généré par les explosions sous-marines peut également tuer ou blesser les mammifères marins (Trasky 1976; Ketten et coll. 1993; Ketten 1995; Morton et Symonds 2002), qui possèdent des organes contenant des gaz (tels que les poumons et les intestins) et un système auditif particulièrement sensible (MMS 2001a). Il existe peu de données sur les perturbations ou les blessures causées aux mammifères marins par le dynamitage sous-marin. Les niveaux seuils pour les blessures ou la mort n'ont pas été établis.

Fitch et Young (1948) ont rapporté que les baleines grises n'étaient apparemment pas affectées par des charges de 9 à 36 kg utilisées pour l'exploration sismique, tandis que Gilmore (1978) a noté que la migration des baleines grises était parfois interrompue par des explosions sous-marines similaires à quelques kilomètres du couloir de migration. Les dauphins à gros nez observés à 594 m (1 950 pieds) d'une plateforme enlevée par des explosifs en 1986 se sont rapidement éloignés à la détonation. Ils auraient été exposés à un maximum calculé de 213 dB re 1µPa à 1 200 à 1 800 pieds (Klima et coll. 1988). Les baleines à bosse se trouvant à moins de 2 km d'explosions dans la couche sous-jacente (200 à 2 000 kg) à Bull Arm, Terre-Neuve, n'ont montré aucune réponse comportementale détectable (Lien et coll. 1993; Todd et coll. 1996), mais au moins deux baleines de la région ont été blessées et ont peut-être été tuées par l'explosion (Ketten 1993). Une étude des réponses auditives et comportementales de dauphins à gros nez et d'un béluga à des sons impulsifs ressemblant à des expositions sous-marines lointaines a montré qu'une perturbation des comportements commençait à se produire à des expositions correspondant à des charges de 5 kg à 9,3 km et de 5 kg à 1,5 km pour les dauphins et de 500 kg à 1,9 km pour le béluga (Finneran et coll. 2000).

Une étude récente en mer du Nord (Nedwell et coll. 2001) a conclu que, en supposant que les humains et les cétacés ont une gamme dynamique d'audition équivalente, une explosion confinée de 45 kg pourrait entraîner un risque mesurable de dommages auditifs irréversibles jusqu'à 600 m de l'explosion. La même étude a également conclu que le même niveau d'explosion pouvait produire un faible niveau de lésions par souffle (et aucune rupture des tympans) jusqu'à 2,2 km de l'explosion.

Le risque de dommages causés aux tortues de mer dû à l'enlèvement par explosif de structures extracôtières est apparu pour la première fois au début de 1986, lorsque 51 tortues de mer mortes se sont échouées sur les plages du Texas après 22 explosions sous-marines (CTRFOS 1996). Une expérience a révélé que les quatre tortues placées dans des cages à moins de 365 m (1 200 pieds) de quatre explosions de 23 kg (50 lb) visant à retirer une plateforme dans 9 m (30 pieds) d'eau ont perdu conscience, tandis que les tortues placées à 915 m (3 000 pieds) ont également subi des effets à court terme sur leur santé (Klima et coll. 1988). D'autres cas de blessures et de mortalité de tortues marines à la suite de l'enlèvement par explosif de structures sous-marines ont également été signalés (p. ex., O'Keeffe et Young 1984; Gitschlag et Renaud 1989). Dans l'ensemble, on dispose de peu d'informations sur la mortalité des tortues, car elles peuvent être difficiles à voir et parce que les tortues tuées par des explosions peuvent ne pas remonter à la surface avant plusieurs jours (CNRC 1990). De même, les effets non létaux ou différés peuvent ne pas être apparents pour les observateurs (CTRFOS 1996).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Young (1991) a calculé les distances de sécurité pour plusieurs animaux marins par rapport à des explosions sous-marines de différentes tailles. Ces calculs concernaient des explosions en pleine mer et ne tenaient pas compte des effets d'amortissement qui se produiraient si la charge explosait sous le plancher océanique. Pour une charge d'environ 23 kg (50 lb), les distances de sécurité estimées étaient de 530 m pour les odontocètes et de 300 m pour les baleines à fanons.

Le Minerals Management Service (MMS) a établi des mesures spécifiques à prendre pour protéger les mammifères marins et les tortues de mer pendant le retrait des structures sous-marines à l'aide d'explosifs (MMS 2001b). Ces directives précisent que la détonation des explosifs sous-marins doit être retardée jusqu'à ce que les mammifères marins et/ou les tortues de mer observés se trouvent à plus de 914 m (1 000 verges) du lieu de l'explosion. Les directives exigent également la surveillance du site de l'explosion et de la zone adjacente avant, pendant et après la détonation des charges par des observateurs formés (voir section 5.3.2.2.2).

Compte tenu des effets environnementaux potentiels associés à ces explosions sous-marines, on encourage les exploitants à s'assurer que la conception des puits et des tubages facilitera la coupe mécanique et le retrait efficace de la tête de puits.

5.3.1.5 Contamination alimentaire potentielle

Rejet d'eaux usées

Les mammifères marins peuvent être affectés par les rejets d'eaux usées en raison de leurs effets sur la qualité de l'eau ou sur le biote (c'est-à-dire les sources de nourriture). L'eau du pont passe par un séparateur huile-eau avant d'être évacuée. Pendant les essais de puits, de petites quantités d'eau produite peuvent être rejetées après traitement. Tous les rejets d'une plateforme de forage en mer sont assujettis aux DTDE (ONE et coll. 2002). Le contenu et le volume des eaux usées provenant des éviers, des douches et de la lessive ne contiennent pas de contaminants nocifs. Les déchets sanitaires et alimentaires seront rapidement décomposés. Les oiseaux marins, le plancton, les poissons, les invertébrés benthiques et les bactéries contribuent tous à la biodégradation des matières organiques en mer. Étant donné la nature et le volume de ces rejets dans un environnement avec circulation ouverte, ils présentent peu de risques pour les mammifères marins et les tortues de mer.

Rejet des boues et des déblais de forage

Le degré d'interaction entre les boues et les déblais de forage et les mammifères marins et les tortues de mer se limite à la mesure dans laquelle leur alimentation est affectée. Les sources de nourriture benthique de certaines baleines à dents peuvent être affectées par les rejets de boues de forage et de déblais de forage. Les baleines à fanons (c'est-à-dire le petit rorqual et la baleine à bosse) se nourrissent de plancton dans la colonne d'eau et de petits poissons en bancs, comme le capelan. Les baleines à dents (dauphins et orques) se nourrissent également dans la colonne d'eau, principalement de poissons et de calmars. On sait que les phoques se nourrissent de poissons provenant de la colonne d'eau ainsi que des habitats benthiques; toutefois, il est peu probable que les phoques se nourrissent sur le fond dans les zones plus profondes. Les tortues se nourrissent principalement de méduses. Les sources alimentaires pélagiques ne seront probablement pas affectées de manière mesurable par les boues et les déblais de forage.

Bien que la qualité et la dispersion des déblais rejetés soient très dépendantes du site, l'expérience acquise à ce jour sur le plateau néo-écossais indique que tout effet potentiellement négatif sera tout au plus très local (Hurley 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.3.1.6 Événements accidentels

Les mammifères marins et les tortues de mer peuvent être affectés par un déversement d'hydrocarbures s'ils entrent en contact direct avec les hydrocarbures. Des lésions dermiques et une irritation des yeux peuvent se produire en cas de contact prolongé. Une irritation des voies respiratoires et du tube digestif se produira si les hydrocarbures sont ingérés par la respiration ou l'alimentation. Ils n'affectent pas la capacité à maintenir la température corporelle, sauf pour les jeunes phoques.

La plupart des mammifères marins peuvent supporter un certain mazoutage sans ressentir d'effet toxique ou hypothermique, et l'atteinte de zones plus sensibles comme les yeux et les voies nasales est probablement évitée si les animaux ressentent un inconfort et s'éloignent avant d'être touchés (Geraci et St. Aubin 1990). Les mêmes effets et réactions sont susceptibles de se produire chez les tortues de mer. Si une éruption libère du gaz et des condensats légers plutôt que du pétrole lourd, les effets seront probablement beaucoup plus limités dans le temps et dans l'espace.

Les mammifères sont capables de digérer et d'éliminer le pétrole, qui ne s'accumule donc pas si l'exposition est limitée. Aucun effet à long terme sur les mammifères marins résultant d'une exposition externe, d'une ingestion ou d'une bioaccumulation n'a jamais été démontré à la suite d'un déversement d'hydrocarbures (LGL Limited et coll. 2000).

Comme le résume McLaren (1990), le déversement de grandes quantités d'hydrocarbures dans les champs de glace peut poser des problèmes particuliers aux mammifères marins qui sont obligés de remonter à la surface pour respirer dans des zones d'eau libre qui ont accumulé de fortes concentrations d'hydrocarbures à des températures auxquelles l'évaporation peut être réduite.

On ne sait pas si les tortues de mer sont capables d'éviter un déversement d'hydrocarbures, mais la plupart des mammifères marins ont été observés en train d'éviter ou de tenter d'éviter les déversements d'hydrocarbures. L'exposition directe au pétrole doit donc être brève, si elle a lieu. Une exposition temporaire due à l'ingestion de proies mazoutées peut se produire.

5.3.1.7 Résumé

Le tableau 5.8 présente un résumé des activités susceptibles de se produire en association avec les levés sismiques et les programmes de forage d'exploration dans le sous-bassin Laurentien et des interactions potentielles avec les mammifères marins et les tortues de mer. Le tableau fournit également des exemples de mesures d'atténuation générales qui peuvent être mises en œuvre pour éviter ou réduire tout effet négatif sur les mammifères marins et les tortues de mer, ainsi qu'un certain nombre de normes de conformité qui peuvent s'appliquer à ces activités. Le tableau 5.8 ne se veut ni exhaustif ni normatif, mais fournit plutôt un résumé général des interactions typiques et des mesures d'atténuation à un degré de précision approprié pour une EES. Les effets propres aux projets varient en fonction de la nature, de l'emplacement et du calendrier des projets particuliers et activités, et les mesures d'atténuation seront déterminées par le C-TNOHE et l'OCNEHE lors de l'évaluation des levés sismiques et des programmes de forage d'exploration spécifiques.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Tableau 5.8 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Mammifères marins et tortues de mer

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
LEVÉS SISMIQUES		
Exploitation du canon à air	• évitement, attraction, interférence avec la communication vocale, blessure	• minimisation du niveau d'émission sonore du canon à air au minimum pratique pour le levé • utilisation de procédures de « démarrage souple »
Trafic maritime	• attraction, perturbation	• minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
FORAGE		
Activités planifiées		
Trafic maritime	• attraction, perturbation	• minimisation du volume de trafic • utilisation, dans la mesure du possible, des voies de déplacement existantes et communes • minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
Trafic aérien	• perturbation	• évitement des survols à basse altitude
Rejets par-dessus bord		
Eaux usées, eau du pont, eau de cale/de refroidissement, fluides de lavage	• effets sur la santé des mammifères marins et des tortues de mer • effets sur les sources de nourriture	• traitement des rejets (DTDE) • sélection des produits chimiques à l'aide des LDSPC • séparateur huile-eau pour traiter les eaux du pont, composant mazouteux recueilli est expédié à terre • élimination à terre des déchets solides et dangereux
Déblais de forage	• effets sur la santé des mammifères marins et des tortues de mer • effets sur les sources de nourriture	• utilisation des BBE dans la mesure du possible • traitement pour se conformer aux DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection
Rejets en profondeur		
Boues de forage (BBEs)	• effets sur les sources de nourriture	• conformité avec les DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection
Déblais de forage	• effets sur les sources de nourriture	
Émissions atmosphériques (échappement, ventilation et torchage des gaz)	• s.o.	
Essais de puits	• effets sur la santé des mammifères marins et des tortues de mer • effets sur les sources de nourriture	• conformité avec les DTDE de 2002 • atomisation de l'eau produite avec les hydrocarbures dans la torche
Activités de cessation d'exploitation des puits		
Séparation mécanique	• s.o.	
Explosifs chimiques	• effets du dynamitage (si nécessaire)	• utilisation de la séparation mécanique lorsque cela est possible • conception du puits et des tubages pour assurer une coupe mécanique et une récupération efficaces • programmation du dynamitage • surveillance des mammifères marins; retardement de la détonation jusqu'à ce que les mammifères marins observés aient quitté la zone • mise en place des charges sous la surface sédimentaire • minimisation de la quantité d'explosifs utilisés • utilisation d'explosifs détonants • minimisation du nombre de détonations consécutives par groupe de détonations • échelonnement des détonations individuelles
Événements non planifiés		
Déversements de carburant/d'hydrocarbures (en surface et sous la surface)	• effets sur la santé des mammifères marins et des tortues de mer	• prévention et préparation aux déversements d'hydrocarbures • plan d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La surveillance de la conformité environnementale (y compris les rapports sur les rejets de déchets, les émissions et les systèmes de traitement) est nécessaire pour vérifier le respect de la législation applicable et de toutes les conditions de l'approbation réglementaire.

5.3.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement

5.3.2.1 Présence et tendances spatiales et temporelles

Comme indiqué à la section 3.2.5, 18 espèces de baleines et de dauphins sont connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien. Le chenal profond qui s'étend jusqu'au rebord continental et les bancs du chenal offrent clairement une variété d'habitats connus pour être utilisés par les populations de cétacés ailleurs dans l'ouest de l'Atlantique Nord. Quatre espèces de phoques phocidés sont également connues ou attendues dans la région, et deux espèces de tortues de mer peuvent s'y trouver en été. Parmi ces espèces de mammifères marins et de tortues de mer, la plupart sont désignées par le COSEPAC et/ou en vertu de la *Endangered Species Act* des États-Unis. Les effets potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer sont donc une considération importante lors de la planification et de la réalisation de levés sismiques et de programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien.

Un résumé général de la présence, du moment et des habitats probables des mammifères marins et des tortues de mer dans le sous-bassin Laurentien a été fourni dans les sections 3.2.5 et 3.2.6. Comme indiqué, la présence probable de cétacés dans la zone d'étude varie de relativement courante (p. ex., le petit rorqual, le dauphin à flancs blancs) à très rare (p. ex., le béluga, le dauphin à gros nez). Bien que les baleines et les dauphins puissent être présents dans toute la zone, avec un certain nombre de présences plus fréquentes le long des bancs (p. ex., le petit rorqual), le chenal Laurentien et ses talus adjacents sont les habitats qui sont probablement les plus utilisés par les baleines et les dauphins dans l'ensemble de la zone d'étude. Le moment de la présence diffère aussi considérablement entre les espèces, certaines étant probablement des résidents à l'année (p. ex., le cachalot), d'autres étant principalement présentes pendant les mois d'été (p. ex., le rorqual boréal), et d'autres étant principalement des migrants au printemps et à l'automne (p. ex., le petit rorqual et le rorqual commun). Parmi les quatre espèces de phoques connues ou susceptibles d'être présentes dans la région, le phoque gris est probablement le plus commun, et il est présent principalement en été. On sait que la tortue luth, espèce en voie de disparition, est présente dans le sous-bassin Laurentien en été, les autres espèces étant observées beaucoup plus rarement.

5.3.2.2 Atténuation des effets

Étant donné le manque d'informations directes et détaillées sur les populations de mammifères marins et de tortues de mer dans la zone d'étude, seules de grandes généralisations concernant leur présence et leur répartition potentielles peuvent être faites à l'heure actuelle. Comme indiqué ci-dessus, les mammifères marins et/ou les tortues de mer peuvent être observés dans la région à tout moment de l'année, et sont présents dans toute la zone d'étude.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le tableau 5.8 donne un certain nombre d'exemples de mesures d'atténuation générales qui sont souvent mises en œuvre pour éviter ou minimiser les effets potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer. Pour les programmes de forage d'exploration, par exemple, ces mesures vont des procédures standard, comme le traitement des rejets de forage conformément aux directives applicables, aux mesures de planification opérationnelle, comme l'utilisation de routes communes par les navires de ravitaillement et la réduction du trafic maritime.

Compte tenu de la possibilité que les mammifères marins et les tortues de mer soient présents dans toute la région à divers moments de l'année, de l'importance scientifique et sociale de ces espèces, de la désignation de la plupart d'entre elles en vertu de la législation sur les espèces en voie de disparition et du peu d'informations existantes et disponibles sur des répartitions spécifiques, une attention particulière sera exercée lors de l'examen des levés sismiques ou des programmes de forage exploratoire proposés pour le sous-bassin Laurentien. Comme indiqué précédemment, les effets potentiels des structures et activités extracôtières sur les mammifères marins et les tortues de mer concernent principalement le bruit. Des mesures supplémentaires pour éviter ou réduire les effets potentiels pendant les levés sismiques pourraient éventuellement inclure ce qui suit :

- des mesures des niveaux sonores de fond, ainsi qu'une éventuelle modélisation acoustique et/ou une surveillance des réseaux de canons à air proposés, si nécessaire, en fonction du niveau d'activité proposé, du moment et de l'emplacement des levés sismiques proposés, et de la présence de toute espèce ou zone sensible connue;
- la mise en œuvre d'une surveillance des mammifères marins et des tortues de mer pendant les levés sismiques pour que l'activité de levé ne commence pas si des animaux sont observés à une distance donnée de la source.

Au Royaume-Uni, par exemple, les *Guidelines for Minimising Acoustic Disturbance to Marine Mammals from Seismic Surveys* (JNCC 1998) décrivent des mesures spécifiques pour réduire les effets potentiels des levés sismiques sur les mammifères marins. Les directives décrivent les mesures suivantes à prendre avant et pendant une activité sismique en mer, notamment :

- vérification, par des observateurs formés, de la présence de mammifères marins dans un rayon de 500 m, au moins 30 minutes avant le début de toute utilisation des sources sismiques;
- retardement du début des sources sismiques, si des mammifères marins sont présents, et ce, jusqu'à ce qu'ils se soient éloignés, en laissant suffisamment de temps après la dernière observation (au moins 20 minutes) pour que les animaux se déplacent hors de portée;
- augmentation lente de la puissance à partir d'un démarrage à faible énergie (p. ex., en commençant par le plus petit canon à air du réseau et en ajoutant progressivement les autres) sur une période d'au moins 20 minutes afin de laisser suffisamment de temps aux mammifères marins pour quitter les environs, et ce même si aucun mammifère marin n'a été observé;
- utilisation des niveaux de puissance les plus bas possible tout au long du levé.

Les conditions sévères des vents et des vagues peuvent rendre les conditions d'observation des mammifères marins difficiles pendant les levés sismiques. Les directives notent également que les hydrophones et autres équipements d'écoute peuvent fournir des renseignements supplémentaires sur la présence d'espèces ou d'individus discrets (p. ex., des animaux submergés), en particulier pendant les périodes de mauvais temps (JNCC 1998).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les directives actuelles du Joint Nature Conservation Committee (JNCC) précisent qu'en cas de présence de mammifères marins, le démarrage des sources sismiques doit être retardé jusqu'à ce qu'ils se soient éloignés. Lorsque cela est possible et nécessaire (p. ex., en fonction des espèces concernées, du nombre d'individus observés et si les animaux observés ne semblent pas s'éloigner), on peut également envisager d'arrêter les canons à air si des mammifères marins sont observés à une certaine distance du navire sismique.

Les directives du JNCC concernant la surveillance des mammifères marins pendant les levés sismiques sont en cours d'examen et de révision (JNCC 2002), bien que les directives révisées n'aient pas encore été publiées.

Lorsqu'il est nécessaire de retirer des structures sous-marines à l'aide d'explosifs, toute détonation doit être planifiée de manière à éviter les interactions potentielles avec ces espèces. Comme nous l'avons vu précédemment, le MMS, p. ex., a défini des mesures spécifiques à prendre pour protéger les mammifères marins et les tortues de mer lors de l'enlèvement de structures sous-marines à l'aide d'explosifs (MMS 2001b), qui sont les suivantes :

- surveillance du site avant, pendant et après la détonation des charges par des observateurs formés;
- retardement de la détonation des explosifs sous-marins jusqu'à ce que les mammifères marins et/ou les tortues de mer observés soient éloignés de plus de 914 m (1 000 verges) du lieu de l'explosion;
- étalement des explosions, et utilisation des charges de dissuasion à éviter;
- restriction des explosions pendant les heures du jour (entre une heure après le lever du soleil et une heure avant son coucher);
- instruction au personnel qui plonge au cours des opérations d'enlèvement de scruter les zones sous la surface autour du site d'enlèvement pour détecter la présence/l'absence de tortues de mer et de mammifères marins;
- réalisation d'un levé après la détonation (pouvant inclure des observations visuelles depuis la surface, ainsi que pendant le levé par VST après la détonation), et soumission d'un rapport après la détonation.

Encore une fois, étant donné les effets environnementaux potentiels associés à ces explosions sous-marines, les exploitants sont encouragés à s'assurer que la conception des puits et des tubages facilitera la coupe mécanique et le retrait efficace de la tête de puits.

Des programmes de formation pour les observateurs chargés de la surveillance et des levés des mammifères marins pendant les activités extracôtières sont disponibles auprès du MPO et d'autres organisations.

5.3.2.3 Disponibilité et exigences en matière d'information

Bien que les informations existantes soient utiles pour la planification de levés sismiques et de programmes de forage spécifiques dans la zone d'étude, dans l'ensemble, il y a un manque relatif d'informations sur les mammifères marins et les tortues de mer dans le sous-bassin Laurentien.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Comme indiqué précédemment, dans certains cas, les exploitants ont entrepris des programmes de surveillance opérationnelle des oiseaux marins pendant les programmes d'exploration en mer. Parallèlement à ces observations de l'avifaune, un suivi des mammifères marins et des tortues de mer pourrait également être envisagé. Les observations faites à partir des plateformes d'exploration et des navires exploités dans la zone contribueraient, avec le temps, à la base de connaissances globale concernant la présence, l'abondance et la répartition spatiale et temporelle des mammifères marins et des tortues de mer dans le sous-bassin Laurentien.

De plus, une base de données sur les observations de cétacés, actuellement en cours de développement par le MPO, ajoutera considérablement aux connaissances existantes sur les mammifères marins dans la zone d'étude. La base de données contient près de 13 000 observations au cours des 20 dernières années, y compris des données pour le sous-bassin Laurentien. Bien que ces informations ne soient pas disponibles au moment de la rédaction du présent document, elles constitueront une source d'information importante pour la planification et l'évaluation des levés sismiques et des programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien.

Une étude financée par le FEE est également en cours dans la région du Gully. Elle porte sur les effets des activités sismiques sur les baleines à bec communes. Les résultats de cette étude devraient fournir des renseignements supplémentaires concernant les effets comportementaux des activités sismiques et des informations importantes sur la modélisation acoustique pour cette zone.

Étant donné l'intérêt considérable des scientifiques et des parties prenantes pour ces espèces, d'autres programmes de recherche financés par le gouvernement et l'industrie pourraient, à l'avenir, se concentrer sur les mammifères marins et les tortues de mer dans l'ensemble de la région (p. ex., ceux menés par le FEE, le GRDE ou le PRAC). La collecte de renseignements supplémentaires (par le biais, p. ex., de levés à bord de navires dans la zone générale) contribuerait en définitive à la base de connaissances globale concernant la présence et la répartition des mammifères marins et des tortues de mer dans la région à long terme.

5.3.3 Effets environnementaux cumulatifs

Comme mentionné précédemment, la nature spécifique et la répartition spatiale et temporelle des activités d'exploration potentielles dans le sous-bassin Laurentien ne sont pas connues à l'heure actuelle, bien qu'un certain nombre d'hypothèses aient été formulées aux fins de l'EES. À ce stade, les meilleures estimations indiquent qu'il pourrait y avoir un total de huit à dix puits forés dans la zone, avec un maximum de deux puits forés en même temps (un dans les eaux peu profondes et un dans une partie plus profonde de la zone). Il est prévu qu'environ deux à trois levés sismiques soient menés annuellement au cours des prochaines années dans la région.

Les effets potentiels des structures et activités d'exploration pétrolière et gazière sur les mammifères marins et les tortues de mer concernent principalement le bruit. En raison des activités maritimes existantes dans la zone d'étude (p. ex., navires de pêche, trafic maritime général) et du bruit sous-marin naturel, l'environnement sous-marin de la région est actuellement assez bruyant. Le bruit supplémentaire créé par les levés sismiques et les programmes de forage ajoutera aux niveaux de bruit sous-marin dans le sous-bassin Laurentien.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

D'après des études réalisées dans d'autres régions, la plupart des effets potentiels des levés sismiques et des programmes de forage sur les mammifères marins se produisent principalement à proximité immédiate des sources de bruit. Le niveau d'exploration prévu dans la région et la répartition spatiale et temporelle probable des projets de forage potentiels limiteront le potentiel d'interaction entre les effets de ces sources de bruit relativement isolées et intermittentes. Les activités sismiques seraient probablement menées de manière séquentielle plutôt que simultanée. Encore une fois, la nature souvent étendue de ces levés (surtout dans le cas des levés 2D), augmente le potentiel d'interactions entre les effets des programmes individuels. En outre, une bonne propagation du son est probable dans certaines parties du sous-bassin Laurentien (en particulier dans les zones de chenal plus profondes). L'étendue et la nature migratoire de ces espèces augmentent également le potentiel d'effets environnementaux cumulatifs.

L'évitement d'une zone par les mammifères marins à la suite d'un seul levé sismique ou d'un seul programme de forage peut être temporaire, mais une zone peut ne pas être réoccupée si une activité intense se poursuit à long terme dans une zone. Par conséquent, le potentiel d'effets cumulatifs sur les mammifères marins et les tortues de mer dépendra de l'intensité éventuelle et de la répartition spatiale de ces activités. Encore une fois, la prise en compte des effets environnementaux cumulatifs fera partie de la planification réglementaire et de la prise de décision concernant l'exploration en mer dans le sous-bassin laurentien. Cela permettra de minimiser le potentiel d'interaction spatiale et temporelle entre les levés sismiques individuels et/ou les programmes de forage dans la zone et leurs effets, et donc de minimiser le potentiel d'effets cumulatifs.

Outre les effets potentiels du bruit, les mammifères marins et les tortues de mer peuvent également être affectés par d'autres perturbations qui peuvent être associées à d'autres types d'activités dans le milieu marin, notamment le trafic maritime général et les activités de pêche commerciale. Les principales menaces pesant sur les mammifères marins dans l'ensemble de leurs aires de répartition sont estimées quantitativement, espèce par espèce, dans une certaine mesure par le NMFS (2002b). Il s'agit du piégeage (surtout pour les petites espèces) et de l'enchevêtrement (surtout pour les grandes espèces) dans les équipements de pêche, et des collisions avec les navires (surtout pour les grandes espèces). Bien que la pollution et les autres effets environnementaux soient souvent mentionnés comme des menaces pour les mammifères marins, ils ne sont pas évalués quantitativement par le NMFS (2002b).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.4 Pêche

L'analyse des effets environnementaux sur la pêche est axée sur l'activité de pêche commerciale canadienne dans la zone d'étude, mais elle tient également compte des pêches expérimentales et exploratoires. Étant donné que les pêcheries de Saint-Pierre-et-Miquelon correspondent étroitement aux principales pêcheries du Canada, on peut s'attendre à ce que les effets potentiels sur les prises de Saint-Pierre-et-Miquelon reflètent ceux sur les prises canadiennes. Il est peu probable que la pêche récréative à proximité du littoral soit affectée par l'exploration dans la zone d'étude, et elle n'est donc pas directement incluse dans le cadre de cette évaluation.

5.4.1 Interactions potentielles et connaissances existantes

La plupart des renseignements disponibles sur les interactions potentielles entre l'industrie de la pêche et l'industrie pétrolière et gazière en mer ont été recueillis lors de consultations avec les intervenants dans le cadre d'évaluations environnementales récentes de projets d'exploration et d'exploitation pétrolières au Canada atlantique et ailleurs. Ces consultations ont permis de déterminer la perte d'accès, les dommages causés aux équipements de pêche, la réduction des captures de poissons, les effets biophysiques sur les poissons (y compris l'altération réelle ou perçue) et les réductions subséquentes des débarquements et de la valeur des poissons, ainsi que les déversements d'hydrocarbures comme étant les principaux sujets de préoccupation. Le MPO a également soulevé des préoccupations concernant les interactions potentielles avec l'activité des navires de recherche.

Les pêcheurs d'autres régions du monde ont exprimé des préoccupations similaires en ce qui concerne l'exploration et l'exploitation pétrolières en mer. Un rapport récent (Lam 2001) fournit un bon aperçu des activités liées à la pêche au Royaume-Uni sur plus de trois décennies d'exploitation pétrolière et gazière extracôtière. Les questions et les préoccupations portent sur la perte d'accès, les dommages causés aux équipements de pêche et l'indemnisation des dommages, les effets (biophysiques) sur les récifs autour des pipelines et des têtes de puits suspendues, et la communication entre les deux industries en ce qui concerne les dangers potentiels. De même, les problèmes définis au large de la Californie (MMS 2001a) comprennent les conflits d'utilisation de l'espace, les débris sur le plancher océanique et la réduction des prises due à l'activité sismique. Il existe de nombreux autres rapports de ce type, qui soulignent tous l'importance de la communication entre l'industrie de la pêche et l'industrie pétrolière, souvent par la mise en place de mécanismes de liaison officiels pour traiter de questions précises.

Sur la base des informations présentées ci-dessus, les interactions potentielles suivantes sont les principales questions abordées dans cette analyse :

- la perte d'accès;
- les dommages causés aux équipements de pêche ou aux navires;
- la réduction des captures de poissons;
- les effets indirects dus aux effets biophysiques sur les poissons (y compris l'altération);
- les déversements d'hydrocarbures.

Les avantages potentiels d'une augmentation des capacités d'information, de communication et d'intervention en cas d'urgence sont également pris en compte.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.4.1.1 Perte d'accès

La perte d'accès aux secteurs de pêche peut se produire lorsque des zones de sécurité sont établies autour des activités de forage exploratoire (section 2.2.2.3). L'ampleur de ces effets dépendrait du nombre d'opérations dans la zone. En général, les zones d'interdiction de pêche établies autour des activités de forage sont relativement petites (de l'ordre de 0,5 km^2). Toutefois, pour certaines pêcheries qui utilisent des palangres de pêche (jusqu'à 70 km), la zone d'exclusion devrait être plus grande pour garantir que les équipements ne dérivent pas vers les plateformes de forage (LGL Limited et coll. 2000). En 2001, il y a eu 1 175 calées de pêche à la palangre à proximité de la zone d'étude (c'est-à-dire les zones unitaires de l'OPANO 3Psf, 3Psg, 3Psh, 4Vn, 4Vsb et 4Vsc).

La fréquence des sorties de pêche et la répartition spatiale et temporelle souvent étendue de l'activité de pêche dans la région augmentent la probabilité d'interactions. Bien que l'intensité, l'emplacement et le moment précis des activités de forage potentielles dans la zone d'étude ne soient pas connus à l'heure actuelle, les pêcheries qui seraient probablement les plus sensibles aux zones d'interdiction de pêche et aux interactions avec les navires comprennent :

- la pêche à la morue, au crabe des neiges, au pétoncle d'Islande, au sébaste, au flétan de l'Atlantique et à la raie dans le sous-bassin Laurentien;
- les pêcheries de morue, de crabe, de pétoncle d'Islande, de plie canadienne, d'espadon, de flétan de l'Atlantique, de sébaste et de crevette situées le long des voies de circulation potentielles;
- la pêche expérimentale aux holothurides et la pêche exploratoire au crabe;
- les levés de recherche du MPO.

5.4.1.2 Dommages aux équipements

Les dommages causés aux équipements ou aux navires de pêche peuvent résulter d'un contact physique avec des navires sismiques, des appareils de forage ou des équipements et navires servant à l'exploration pétrolière et gazière. Les petits déversements (moins de 50 barils) et les matériaux perdus par les navires ou les appareils de forage peuvent également endommager ou encrasser les équipements. Outre les dommages subis par les navires de pêche ou la perte d'équipements, d'autres pertes économiques pourraient résulter de la réduction des captures à la suite des dommages.

Compte tenu des pêches pratiquées dans la zone, les dommages les plus probables concerneraient les équipements ou les navires pêchant la morue, le crabe des neiges, le pétoncle d'Islande, le sébaste, le flétan de l'Atlantique et la raie (section 3.3.1). Toutefois, de tels dommages devraient être peu fréquents, voire inexistants. En 2000, aucun dommage n'avait été signalé à la suite des opérations d'Hibernia et de Terra Nova sur les Grands Bancs de Terre-Neuve (Husky Oil 2000). Le C-TNOHE signale qu'en moyenne, l'activité sismique dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador entraîne environ deux conflits avec des équipements de pêche par année (J. McIntryre, comm. pers.).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.4.1.3 Réduction des captures de poissons

Les effets potentiels des levés sismiques sur les prises de pêche sont aussi généralement une source de préoccupation (voir les références citées ci-dessus). Une discussion générale des connaissances existantes concernant les effets potentiels des levés sismiques sur le comportement des poissons, et les effets subséquents sur les prises de poissons, a été fournie dans la section 5.1.1.1. Compte tenu de la répartition des pêches dans la zone d'étude, les pêches les plus susceptibles d'être affectées par les opérations de levé sismique comprennent la morue, la plie, la raie, la baudroie d'Amérique, le pétoncle géant et le pétoncle d'Islande, ainsi que les espèces à forte valeur monétaire comme le crabe des neiges et le flétan de l'Atlantique. Parmi celles-ci, seules la morue et la baudroie d'Amérique ont une vessie natatoire. Tout effet potentiel sur les taux de capture dû aux opérations de levés sismiques peut également compromettre l'exactitude de l'information recueillie par les levés de poissons du MPO et, par conséquent, son utilité pour la gestion des pêches.

5.4.1.4 Effets biophysiques sur les poissons

Les effets biophysiques sur les poissons et leur habitat résultant des levés sismiques en mer et des programmes de forage pourraient entraîner une perte subséquente de prises de poissons ou de valeur des prises. Les effets potentiels sur les poissons, y compris les effets comportementaux, la santé des poissons, l'altération, la toxicité, la bioaccumulation et l'étouffement sont examinés en détail dans la section 5.1. Même lorsque le potentiel d'effets biophysiques est faible, les effets perçus par le public peuvent affecter le rendement économique de la pêche. Toutefois, ces derniers sont beaucoup plus susceptibles de se produire après un déversement important d'hydrocarbures qu'à la suite d'activités de routine.

5.4.1.5 Déversements d'hydrocarbures (plus de 50 barils)

Bien que les pertes économiques soient très spécifiques à chaque site, les effets les plus graves des déversements majeurs sont généralement la perte de marché ou de valeur marchande, la perte d'accès aux secteurs de pêche, les dommages aux équipements de pêche et l'altération du poisson. La mortalité des poissons résultant des déversements d'hydrocarbures, bien qu'elle se produise, n'est généralement pas l'effet le plus critique des déversements d'hydrocarbures sur les pêcheries (voir la section 5.1.1, ainsi que Baker et coll. 1991); DeBlois et coll. (1997); et LGL Limited et coll. (2000) pour des examens supplémentaires des effets biologiques potentiels sur les poissons).

La perception de l'altération du poisson a eu des effets négatifs sur le rendement économique des pêches. Les zones autour des déversements d'hydrocarbures et des éruptions ont été fermées sans aucune preuve de contamination. Par exemple, une zone d'interdiction de pêche a été établie autour du site de forage Uniacke, près de l'île de Sable, lors de l'éruption de 1984. Des tests de goût sur de la morue, du flétan et de l'aiglefin pêchés dans la zone n'ont pas indiqué d'altération (Zitko et coll. 1984). De même, les agents d'inspection ont rejeté les homards présentant toute trace d'huile externe et aucune preuve de contamination interne lors du déversement d'hydrocarbures au Kurdistan (Tidmarsh et coll. 1986). Les prix et les ventes de fruits de mer ont chuté de façon spectaculaire après le déversement du Torrey Canyon, même si une grande partie des prises de fruits de mer provenaient d'autres eaux (LGL Limited et coll. 2000).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Les espèces de poissons qui sont pêchées dans le sous-bassin Laurentien sont énumérées à la section 3.3.1. Depuis 1995, un total de 21 espèces ont été pêchées dans la zone d'étude. En général, un certain nombre de pêcheries qui ont été relativement lucratives ces dernières années ont des répartitions qui chevauchent la zone d'étude. Toutes les pêcheries énumérées dans le tableau 3.16 doivent être considérées comme présentant un risque élevé d'effets en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures.

5.4.1.6 Capacités de communication et d'intervention en cas d'urgence

Dans l'ensemble, l'industrie de la pêche profiterait sans doute de l'amélioration des communications et des capacités d'intervention en cas d'urgence à la suite de l'exploration en mer dans la zone d'étude.

5.4.1.7 Résumé

Le tableau 5.9 présente un résumé des activités susceptibles d'être menées dans le cadre des programmes de levé sismique et de forage d'exploration dans le sous-bassin Laurentien et des interactions potentielles avec les pêches commerciales. Le tableau fournit également des exemples de mesures d'atténuation générales qui peuvent être mises en œuvre pour éviter ou réduire tout effet négatif sur les activités de pêche, ainsi qu'un certain nombre de normes de conformité qui peuvent s'appliquer à ces activités. Là encore, les effets propres à chaque projet varient en fonction de la nature, de l'emplacement et du calendrier des projets et activités individuels, et les mesures d'atténuation seront déterminées par le C-TNOHE et l'OCNEHE et les exploitants lors de l'évaluation et de la planification des levés sismiques et des programmes de forage d'exploration précis.

Tableau 5.9 Résumé des interactions environnementales potentielles et des mesures d'atténuation – Pêches

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
LEVÉS SISMIQUES		
Exploitation du canon à air	• effets comportementaux/biophysiques sur les poissons • réduction des captures de poissons	• minimisation des niveaux d'émission des canons à air • utilisation de procédures de « démarrage souple »
Trafic maritime	• perte d'accès temporaire aux secteurs de pêche • dommages aux équipements et aux navires de pêche • communication accrue • effets biophysiques sur les poissons	• coordination, dans la mesure du possible, des activités avec l'industrie de la pêche afin de réduire les conflits/interactions avec l'activité de pêche pendant les périodes de pointe de pêche • discussion et communication avec l'industrie de la pêche • avis aux marins en temps utile • indemnisation pour les dommages aux équipements • minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
FORAGE		
Activités planifiées		
Trafic maritime	• perte d'accès temporaire aux secteurs de pêche • dommages aux équipements et aux navires de pêche • communication accrue • effets biophysiques sur les poissons	• discussion et communication avec l'industrie de la pêche • voies de circulation communes avec d'autres navires, lorsque cela est possible • avis aux marins en temps utile • indemnisation pour les dommages aux équipements • minimisation des rejets; conformité à la *Loi sur la marine marchande du Canada* et aux autres règlements pertinents
Trafic aérien	• s.o.	
Zone de sécurité/présence de structures	• perte d'accès temporaire aux secteurs de pêche	• discussion et communication avec l'industrie de la pêche • petite zone temporaire; rayon minimal de 500 m

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Composants/activités	Interactions environnementales potentielles	Mesures d'atténuation générales et normes de conformité applicables
Forages/rejets	• perte d'accès temporaire aux secteurs de pêche • dommages aux équipements et aux navires de pêche • communication accrue • effets biophysiques sur les poissons	• approche séquentielle du forage (si plusieurs puits) • conformité avec les DTDE de 2002 • criblage chimique et sélection
Émissions atmosphériques (échappement, ventilation et torchage des gaz)	• s.o.	
Essais de puits	• dommages aux équipements et aux navires • effets sur les poissons	• atomisation de l'eau produite avec les hydrocarbures dans la torche • conformité avec les DTDE de 2002
Activités de cessation d'exploitation des puits	• perte d'accès aux secteurs de pêche • dommages aux équipements et aux navires (si les têtes de puits sont laissées en place) • effets sur les espèces de poissons (si le dynamitage est nécessaire)	• discussion et communication avec l'industrie de la pêche • avis aux marins en temps utile • utilisation de la séparation mécanique lorsque cela est possible • conception du puits et des tubages pour assurer une coupe mécanique et une récupération efficaces • programmation du dynamitage • mise en place des charges sous la surface sédimentaire pour minimiser la quantité d'explosifs utilisés • utilisation d'explosifs détonants • minimisation du nombre de détonations consécutives par groupe de détonations • échelonnement des détonations individuelles
Événements non planifiés		
Déversements de carburant/d'hydrocarbures* (en surface et sous la surface)	• perte d'accès temporaire aux secteurs de pêche • dommages aux équipements et aux navires • perte de marché ou de valeur marchande • sécurité et communication augmentées	• conception et prévention • préparation et intervention en cas de déversement d'hydrocarbures • indemnisation pour les dommages
*Remarque : Les effets des déversements d'hydrocarbures sur les équipements de pêche et la perte d'accès peuvent souvent être corrigés relativement rapidement. Cependant, la perte de marché et de valeur marchande et la durée de ces effets dépendent de la couverture médiatique et de la perception du public de l'altération du poisson.		

5.4.2 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement

Compte tenu de la nature de la pêche dans la région au cours des dernières années et des connaissances actuelles concernant les interactions potentielles entre les levés sismiques et les programmes de forage et l'activité de pêche, les sections suivantes résument un certain nombre de considérations clés en matière de planification et de gestion qui peuvent aider à éviter ou à réduire les effets potentiels de l'exploration dans le sous-bassin Laurentien.

5.4.2.1 Pêches, zones et périodes

Les levés sismiques sont, dans la mesure du possible, planifiés de manière à coordonner les activités du programme avec l'industrie de la pêche afin de réduire les conflits potentiels avec les activités de pêche commerciale pendant les périodes de pointe de pêche. Comme l'indique la section 3.3.1, une grande variété de pêches sont pratiquées dans le sous-bassin Laurentien à divers moments de l'année, et la région est caractérisée par une configuration spatiale et temporelle complexe des pêches. Ceci, ainsi que la nature plutôt dynamique de la pêche, rend quelque peu difficile toute généralisation concernant des endroits précis qui pourraient être plus sensibles que d'autres. Cependant, sur la base des informations fournies dans la section 3.3.1, un certain nombre de tendances et de considérations clés peuvent être déterminées pour aider à guider toute planification future liée aux levés sismiques dans la région, notamment :

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- Les pêches du sous-bassin Laurentien dont les valeurs au débarquement ont été les plus élevées ces dernières années sont celles de la morue et du crabe des neiges. Un certain nombre d'autres pêches, notamment celles du pétoncle d'Islande, du sébaste et du flétan de l'Atlantique, ont également connu des valeurs au débarquement relativement élevées ces dernières années.
- La plupart des activités de pêche dans la zone d'étude (en tenant compte à la fois de l'effort de pêche et de la valeur au débarquement) ont lieu en automne (octobre à décembre), mais la pêche a lieu en toute saison. D'après l'effort de pêche et la valeur des débarquements, les principales pêcheries du sous-bassin Laurentien par saison sont les suivantes :

  – la pêche au sébaste, à la morue et au flétan de l'Atlantique de janvier à mars;
  – la pêche au crabe des neiges, à la morue, au flétan de l'Atlantique, à la raie et au pétoncle d'Islande d'avril à juin;
  – la pêche à la morue, au crabe des neiges et au pétoncle d'Islande de juillet à septembre;
  – la pêche à la morue, au crabe des neiges et au sébaste d'octobre à décembre.

- La répartition spatiale de l'activité de pêche commerciale dans la zone d'étude au cours des dernières années fait apparaître les tendances générales suivantes :

  – en hiver (janvier à mars), l'activité de pêche s'est concentrée principalement le long du plateau dans la partie sud de la zone d'étude, ainsi qu'au nord-ouest dans le chenal Laurentien;
  – au printemps (avril à juin), la pêche s'est déroulée principalement le long du plateau dans la partie sud-est de la zone d'étude, ainsi que sur le banc de Saint-Pierre et le chenal du Flétan et le long du talus du banc. L'activité de pêche dans le coin nord-est de la zone d'étude est particulièrement importante en termes de valeur au débarquement (principalement pour le crabe des neiges);
  – en été (juillet à septembre), l'activité de pêche est relativement plus dispersée dans toute la région, la pêche ayant lieu sur le banc de Saint-Pierre et dans le chenal du Flétan, le long du plateau continental et le long des talus et dans le chenal Laurentien. Là encore, les pêches dans la partie nord-est de la zone d'étude sont particulièrement lucratives (principalement le crabe);
  – à l'automne (octobre à décembre), une activité de pêche importante a lieu le long du plateau dans la partie sud de la zone d'étude, ainsi que dans toute la partie est de la zone sur le banc de Saint-Pierre et le talus. Des pêches relativement lucratives (notamment celles de la morue, du crabe et d'autres espèces) ont lieu dans les parties nord-est et centre est de la zone d'étude.

- Les plus fortes densités de navires pour les pêches aux engins fixes se produisent d'avril à juin sur la bordure sud du banc de Saint-Pierre, au large de la péninsule de Burin et dans les baies Fortune et Placentia, et de juillet à septembre autour de l'île du Cap-Breton et au milieu du plateau néo-écossais. L'activité de pêche la plus intensive avec des engins mobiles a lieu d'avril à juin au large du plateau néo-écossais et principalement dans la zone du banc Banquereau.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- Le MPO entreprend des levés de pêche au printemps et à l'automne (région de Terre-Neuve) et au printemps et à l'été (région des Maritimes) pour évaluer l'état des stocks de poissons.

Les cartes et les tableaux de la section 3.3.1 et de l'annexe C fournissent des renseignements détaillés sur les activités de pêche dans le sous-bassin Laurentien et ses environs.

5.4.2.2 Consultation et gestion

La consultation et la communication entre les exploitants, les agents chargés de la réglementation et l'industrie de la pêche lors de la planification et de l'exécution des levés sismiques et des programmes de forage est de loin le mécanisme le plus important pour atténuer les interactions potentielles entre l'exploration extracôtière et l'activité de pêche. À l'échelle locale, les avis aux marins et les observateurs de liaison des pêches ont été les principaux mécanismes de communication avec l'industrie de la pêche. Depuis cette année, une organisation interindustrielle indépendante appelée One Ocean a été créée pour faciliter la communication et obtenir une relation de coopération entre les secteurs de la pêche et du pétrole à Terre-Neuve-et-Labrador. En Nouvelle-Écosse, le Comité consultatif sur les pêches et l'environnement Canada-Nouvelle-Écosse est une organisation multilatérale qui comprend des représentants de divers ministères et organismes gouvernementaux, de l'industrie de la pêche, de groupes environnementaux, de groupes autochtones et d'autres organisations. Le Comité consultatif sur les pêches et l'environnement constitue un forum pour l'échange d'informations, et fournit des informations et des conseils à l'OCNEHE.

D'autres mécanismes sont également disponibles et ont été mis en œuvre dans d'autres compétences. La United Kingdom Offshore Operators Association (UKOOA), en collaboration avec divers autres organismes, tient à jour une base de données contenant des informations sur l'industrie pétrolière et gazière pertinentes pour l'industrie de la pêche. Trente-quatre exploitants pétroliers et gaziers du secteur britannique de la mer du Nord fournissent des informations à la base de données. Ces données sont ensuite rassemblées et ajoutées aux données provenant d'autres sources, telles qu'un inventaire des têtes de puits suspendues et une liste des zones de sécurité. Ces informations sont ensuite envoyées à différents utilisateurs. L'association dispose également d'un logiciel de développement qui utilise ces données pour afficher graphiquement les informations aux pêcheurs à bord des navires (UKOOA s.d.). Ces mécanismes de communication supplémentaires pourraient également être envisagés pour le sous-bassin Laurentien dans les années à venir. Les besoins en information doivent être évalués dans le cadre de discussions avec l'industrie de la pêche. De plus, afin d'éviter et de résoudre des conflits spécifiques entre l'industrie de la pêche et les opérations d'exploration, les processus d'approbation spécifiques au programme peuvent inclure des consultations avec les pêcheurs qui sont actifs dans la zone d'exploration désignée.

L'établissement de zones d'interdiction de pêche autour des installations de forage sous-marines sensibles et dans les zones où le trafic maritime est important minimise les risques de conflit entre le secteur pétrolier extracôtier et l'industrie de la pêche. Cette mesure d'atténuation vise à réduire le risque de collisions entre les équipements ou les navires de pêche et les structures sous-marines et les navires participant à l'exploration en mer. En général, les zones d'interdiction de pêche pour les programmes de forage exploratoire sont relativement petites (de l'ordre de 0,5 km^2). Si une série de puits doit être forée dans une zone donnée, une approche séquentielle du forage est souvent utilisée pour des raisons logistiques, ce qui minimise la perte d'accès aux secteurs de pêche. Si les têtes de puits doivent rester en place après la fin du forage, des avis aux marins doivent être émis pour les avertir des dangers potentiels.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

L'utilisation de voies communes par les navires de ravitaillement, dans la mesure du possible, peut également minimiser les effets sur l'industrie de la pêche. Les navires de l'industrie pétrolière et gazière doivent également être parfaitement conscients de l'emplacement des grandes concentrations de poissons. Si cela est possible, les navires de ravitaillement pourraient alors emprunter des itinéraires alternatifs autour des principaux secteurs de pêche, en particulier lorsque la pêche est à son plus fort.

Les observateurs de liaison des pêches sont également un moyen important de minimiser le potentiel de conflits entre les activités sismiques et l'industrie de la pêche. L'utilisation d'observateurs de liaison des pêches implique l'embauche de pêcheurs par les exploitants de navires sismiques pour aider à coordonner les levés sismiques et les activités de pêche dans les zones d'essai. Les responsabilités peuvent inclure la communication avec les navires de pêche pour les avertir des dangers potentiels et proposer des itinéraires alternatifs à l'équipage du navire sismique, loin des grandes concentrations de poissons.

Comme mentionné ci-dessus, les levés sismiques sont, dans la mesure du possible, planifiés de manière à coordonner les activités du programme avec l'industrie de la pêche afin de réduire les conflits potentiels avec les activités de pêche commerciale pendant les périodes de pointe de pêche et de minimiser l'interaction avec les navires de levé du MPO. La consultation des principaux organismes de pêche et des directions des Maritimes et de Terre-Neuve du MPO pour obtenir de l'information sur l'emplacement et le calendrier des activités de pêche et de recherche constitue une partie importante du processus de planification de programmes particuliers.

En ce qui concerne les déversements importants, les entreprises pétrolières de forage sont tenues d'élaborer des plans qui décrivent les procédures de prévention et d'intervention en cas de déversement. Les exploitants doivent également démontrer qu'une approche systématique de la gestion de la sécurité sera mise en place tout au long du programme.

5.4.2.3 Indemnisation

Si les mesures de gestion échouent, il existe une variété de mesures visant à indemniser les pêcheurs pour la perte ou les dommages causés aux équipements de pêche et/ou aux navires liés à l'activité pétrolière en mer (p. ex., les dommages dus à l'interférence avec les flûtes sismiques ou en cas de déversement). Celles-ci sont énumérées dans les *Lignes directrices en matière de réparation des dommages associés aux activités extracôtières de l'industrie pétrolière* du C-TNOHE et de l'OCNEHE (2002b). En résumé, les demandeurs disposent de trois options pour récupérer les pertes ou les dommages causés aux équipements de pêche et/ou aux navires lorsqu'ils peuvent être attribués à un exploitant extracôtier spécifique :

i) règlement de gré à gré par l'exploitant pour une indemnisation directe;
ii) demande de recouvrement des dommages-intérêts auprès de l'Office compétent, sur le dépôt de garantie de l'exploitant;
iii) poursuite civile devant le tribunal compétent.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Si plus d'un exploitant est actif dans la zone d'étude, il peut y avoir des retards dans l'indemnisation pour les équipements perdus ou endommagés ou les pertes de revenus s'il y a un désaccord sur l'exploitant responsable.

Deux mécanismes sont en place pour l'indemnisation des dommages de nature non imputable :

i) le programme de compensation des pêches commerciales de l'ACPP pour les pertes résultant de dommages de nature non imputable à des équipements ou à des navires;
ii) Caisse d'indemnisation des dommages dus à la pollution par les hydrocarbures causée par les navires.

5.4.3 Effets environnementaux cumulatifs

Des effets cumulatifs sur les pêches commerciales pourraient se produire en raison des effets combinés des levés sismiques et des activités de forage et du trafic maritime général dans la zone d'étude (par des perturbations directes, des dommages aux équipements et/ou des effets sur les ressources ichtyennes).

On ne dispose pas actuellement de détails précis sur la nature et la répartition spatiale et temporelle des levés sismiques et des programmes de forage potentiels dans le sous-bassin Laurentien. Comme indiqué à la section 2.2.3, on suppose que huit à dix puits au total seront forés dans la région pendant la durée des permis, avec au maximum deux appareils de forage actifs à un moment donné (un en eau profonde et un en eau peu profonde). Il est prévu qu'environ deux à trois levés sismiques soient menés chaque année au cours des prochaines années dans la région.

L'activité de forage sur n'importe quel site de la zone d'étude sera d'une durée relativement courte. L'établissement de zones de sécurité autour des sites de forage est une mesure d'atténuation importante pour prévenir les effets potentiels, et n'interfère généralement pas beaucoup avec l'activité de pêche, étant donné la taille relativement petite de ces zones. Les activités sismiques seraient probablement entreprises de manière séquentielle, bien que la nature souvent étendue de ces études augmente le potentiel d'interaction avec l'activité de pêche et entre les effets des programmes individuels. Le risque d'interférence avec les activités de pêche en raison de la présence de plateformes de forage et du trafic de navires sismiques et d'approvisionnement peut être atténué par la communication entre les deux industries, ainsi que par des mesures standard telles que l'émission d'avis aux marins. Les levés sismiques sont, dans la mesure du possible, planifiés de manière à coordonner les activités du programme avec l'industrie de la pêche afin de réduire les conflits potentiels avec les activités de pêche commerciale pendant les périodes de pointe de pêche. En outre, l'acheminement du trafic des navires de ravitaillement pour éviter les secteurs de pêche les plus actifs d'une région est une pratique généralement utilisée pour les activités dans l'environnement marin, avec des routes communes utilisées lorsque cela est possible. Bien que peu probables, les dommages causés aux équipements ou aux navires seraient gérés par les politiques et procédures d'indemnisation applicables.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

5.5 Effets de l'environnement sur l'exploration extracôtière

La nature et les caractéristiques de l'environnement physique sont des éléments importants à prendre en compte dans la planification et l'exécution des levés sismiques en mer et des programmes de forage d'exploration. Des conditions d'exploitation rigoureuses pour les navires et les hélicoptères peuvent se produire dans les zones extracôtières de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Nouvelle-Écosse en raison du vent, des vagues et de la glace. Des conditions extrêmes peuvent affecter le calendrier et les opérations du programme, y compris le moment des déplacements des navires sismiques, l'activité de forage et l'approvisionnement en fournitures et en services de soutien à un appareil de forage.

Les analyses détaillées de la météorologie et des conditions océanographiques font donc généralement partie de la faisabilité et de la conception technique globale d'un exploitant. Une conception et une planification appropriées fondées sur ces informations (p. ex., dans le choix de la plateforme de forage, des navires et des aéronefs utilisés) contribuent à assurer la sécurité du personnel, de l'équipement, des navires et de l'environnement naturel pendant l'exécution des programmes de prospection sismique et de forage d'exploration en mer. Le déploiement et la récupération de l'équipement sismique, par exemple, sont un processus qui prend beaucoup de temps et qui ne peut pas être effectué en toute sécurité lorsque la hauteur de vagues significatives dépasse trois mètres (Davis et coll. 1998). Les programmes de surveillance météorologique et océanographique sont souvent mis en œuvre afin d'anticiper et de réagir à des conditions rigoureuses.

La zone d'étude se trouve dans une région qui est généralement considérée comme la partie la plus active sur le plan sismique du plateau continental de Terre-Neuve, et un certain nombre de séismes importants se sont produits dans la région au cours du siècle dernier. Les régions vulnérables aux tremblements de terre et les failles spécifiques de la zone d'étude sont raisonnablement bien connues. Les programmes de forage d'exploration étant généralement de durée relativement courte, la probabilité que des mouvements géologiques importants se produisent au cours d'un programme donné est relativement faible. Cependant, la nature sismique active de la zone générale serait une considération importante pour la planification et la conception de toute activité pétrolière en mer à l'avenir dans le sous-bassin Laurentien. La conception antiséismique basée sur le risque est couramment utilisée dans les travaux d'ingénierie et de conception des structures extracôtières dans les environnements sismo-tectoniques (voir JW 2001). L'American Petroleum Institute (API), par exemple, a fixé un seuil minimal de conception pour les événements sismiques dans *Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms – Load and Resistance Factor Design* (API 1993, cité dans EnCana 2002).

Les icebergs proviennent des glaciers du Groenland et dérivent le long du courant du Labrador, et se désintègrent généralement dans la région des Grands Bancs. Bien que moins fréquents que dans d'autres zones d'exploitation, les icebergs pénètrent occasionnellement dans la zone d'étude. En outre, bien que la région soit généralement au-delà de l'étendue de la glace de mer du golfe du Saint-Laurent et du large de Terre-Neuve, il peut y avoir de la glace dans le sous-bassin Laurentien. Les conditions de brouillard sont courantes dans la zone générale, et peuvent être dangereuses pour les opérations de navigation et de forage, en particulier en présence de glace. La surveillance de la présence et des mouvements des icebergs fait partie des procédures opérationnelles de routine lors des opérations extracôtières dans les zones soumises à la glace intrusive saisonnière. Les mesures de sécurité appropriées peuvent alors être prises, y compris le déplacement de l'appareil de forage si nécessaire. Les conditions de la glace de mer sont aussi généralement surveillées lorsque cela est nécessaire. Des données sur les glaces en temps réel sont, par exemple, disponibles auprès du Service canadien des glaces (Service canadien des glaces 2003).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Le gel des vapeurs salines se produit lorsque la température de l'air est inférieure à -1,8 °C, que la température de la mer est inférieure à 6 °C et que la vitesse du vent est supérieure à 10 m/s. Les précipitations verglaçantes sont également un élément important à prendre en compte. Les programmes de forage peuvent être programmés toute l'année avec le navire approprié et, par conséquent, le givrage de la superstructure des navires de ravitaillement et des hélicoptères peut être un problème. Si un tel givrage est possible, les navires et les hélicoptères devront disposer d'un équipement et de procédures permettant de fonctionner correctement dans ces conditions.

Selon le moment et la durée des programmes spécifiques, il faudra peut-être aussi tenir compte des effets potentiels de l'environnement biologique sur les activités de forage d'exploration lors de la planification et de la mise en œuvre de ces programmes (p. ex., l'encrassement biologique ou la colonisation des structures par des communautés épibenthiques, l'enrichissement planctonique et les interférences possibles avec les inspections visuelles des structures).

Un aperçu général de l'environnement physique du sous-bassin Laurentien est fourni dans la section 3.1, sur la base des informations existantes et facilement disponibles. La planification, la conception et l'évaluation environnementale de chaque programme de levé sismique et de forage d'exploration proposé dans la région seront fondées sur la compilation et l'analyse d'informations détaillées sur les conditions océanographiques physiques dans la zone, afin de garantir la sécurité du personnel, de l'équipement, des navires et de l'environnement naturel.

Les *Directives concernant les programmes relatifs à l'environnement physique réalisés pendant les activités de forage pétrolier et de production des terres pionnières* (ONE et coll. 1994) donnent un aperçu détaillé des exigences imposées aux exploitants d'installations de forage ou de production pétrolière en ce qui concerne l'observation, la prévision et la communication des données sur l'environnement physique. L'objectif premier de ces programmes de surveillance de l'environnement physique est d'assurer la disponibilité d'informations appropriées sur les conditions météorologiques, l'océanographie et le glaciel pendant le déroulement d'un programme de forages d'exploration ou de production de façon à garantir la sécurité pendant la poursuite des activités, les interventions en cas d'urgence et les mesures de lutte contre les déversements d'hydrocarbures. (ONE et coll. 1994).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

6.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Le C-TNOHE et l'OCNEHE ont l'intention de négocier la conversion des permis d'exploration fédéraux existants pour leurs zones extracôtières respectives dans le sous-bassin Laurentien en permis d'exploration. En conséquence, un forage d'exploration (et, en cas de succès, un forage de délimitation) peut être proposé. Il est également prévu que des levés sismiques et autres études géoscientifiques soient entrepris dans la région.

Cette EES a été réalisée en relation avec l'exploration pétrolière et gazière potentielle en mer dans le sous-bassin Laurentien, y compris les levés sismiques et les programmes de forage potentiels. Le C-TNOHE et l'OCNEHE utiliseront l'information présentée dans cette EES dans la prise de décision concernant les activités d'exploration au large de la zone du sous-bassin Laurentien.

L'EES donnera un aperçu de l'environnement actuel du sous-bassin Laurentien, discute en termes plus généraux des effets environnementaux potentiels qui pourraient être associés à l'exploration pétrolière et gazière en mer dans la zone d'étude, cernera les lacunes en matière de connaissances et de données, mettra en relief les principales préoccupations et énoncera des recommandations en vue des mesures d'atténuation et de planification. Les renseignements provenant de l'EES aideront le C-TNOHE et l'OCNEHE à déterminer s'il convient ou non d'offrir des droits d'exploration en tout ou en partie dans la zone à l'étude, et pourraient permettre de déterminer des mesures générales de restriction ou d'atténuation à prendre en considération en vue de leur application aux activités d'exploration.

On trouvera ci-après un résumé des résultats et des conclusions de l'évaluation.

6.1 Considérations relatives à la planification et à la gestion de l'environnement

Les considérations environnementales permettant d'orienter la planification et la prise de décision futures concernant l'exploration en mer dans le sous-bassin Laurentien sont résumées ci-dessous. Un certain nombre des caractéristiques environnementales principales de la zone d'étude sont illustrées dans la figure 6.1.

6.1.1 Espèces en péril

Un certain nombre d'espèces en péril sont connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien ou à proximité, notamment plusieurs espèces de poissons (morue de l'Atlantique, brosme, loup de mer), des oiseaux marins (arlequin plongeur, pluvier siffleur, sterne de Dougall, mouette blanche), des mammifères marins et des tortues de mer (15 espèces désignées au Canada et/ou aux États-Unis), ainsi qu'un certain nombre d'autres espèces figurant sur la liste de priorité des espèces candidates du COSEPAC (p. ex. le sébaste). La *Loi sur les espèces en péril* du Canada a désigné les espèces suivantes, qui pourraient se trouver dans le sous-bassin Laurentien, à l'annexe 1 : le pluvier siffleur de la sous-espèce melodus, la sterne de Dougall et la tortue luth (partie 2 – espèces en voie de disparition); le loup à tête large et le loup tacheté (partie 3 – espèces menacées); et la population de l'Est de l'arlequin plongeur, la mouette blanche et le loup atlantique (partie 4 – espèces préoccupantes).

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Figure 6.1 : Sous-bassin Laurentien : Caractéristiques environnementales sélectionnées

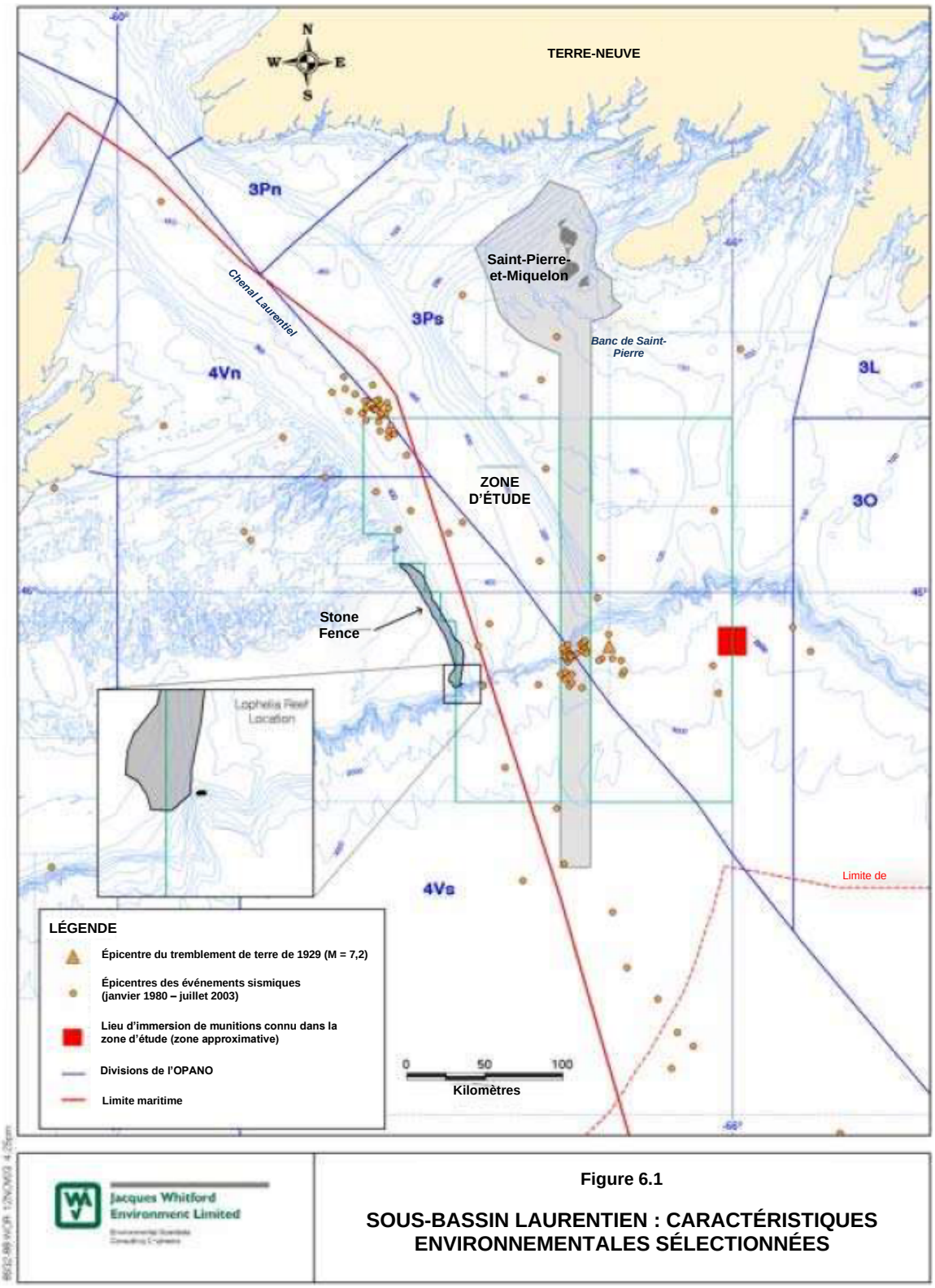


Figure 6.1

SOUS-BASSIN LAURENTIEN : CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES SÉLECTIONNÉES

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La promulgation de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada en 2003 peut avoir des répercussions sur la planification et l'évaluation de l'exploration extracôtière dans la région. En fonction de l'activité spécifique proposée, de son emplacement et de son calendrier, des renseignements supplémentaires peuvent être utiles pour déterminer si les espèces inscrites et les habitats essentiels sont présents et susceptibles d'être touchés par les levés sismiques et les programmes de forage proposés. Dans les cas où la présence d'espèces ou d'habitats protégés par la *Loi sur les espèces en péril* est connue ou prévue, l'atténuation de ces effets sera une considération importante dans le processus décisionnel lié aux levés sismiques en mer et aux programmes de forage d'exploration.

6.1.2 Poisson et habitat du poisson

Comme indiqué dans la section 3.2, une série d'espèces d'invertébrés et de poissons habitent la zone d'étude à différents moments de l'année. Un certain nombre d'espèces sont connues ou susceptibles de frayer dans différentes parties de la zone d'étude. Le sous-bassin Laurentien sert également de route de migration importante pour un certain nombre d'espèces de poissons. En outre, certaines zones peuvent être très productives (p. ex., la bordure ouest du banc de Saint-Pierre) et sont donc souvent des endroits critiques pour le frai et l'alimentation des poissons.

La région est caractérisée par une configuration spatiale et temporelle complexe de présence, d'abondance, de déplacements et d'activité de reproduction des espèces, ainsi que par des relations écologiques complexes au sein des espèces et entre elles. Ceci, ainsi que le niveau assez large des informations disponibles concernant les poissons et leur habitat dans la région, rend difficile la spécification de sites particuliers qui pourraient être particulièrement sensibles à certaines périodes. La planification des programmes sismiques individuels doit tenir compte du potentiel des activités de frai et de migration des poissons dans la zone générale. La programmation doit tenir compte de ces périodes et de ces lieux et, si possible, être effectuée de manière à réduire les interactions potentielles.

La zone de Stone Fence est reconnue comme une zone d'importance écologique et sociale particulière, et doit faire l'objet d'une attention spéciale lors de la planification et de la réalisation d'activités de forage en mer dans la région. S'étendant sur une distance d'environ 100 km le long du côté sud-ouest du chenal Laurentien (figure 3.8), cette caractéristique est connue pour fournir un habitat à une communauté benthique diversifiée et à une variété d'espèces de poissons, et constitue une importante zone de pêche. On connaît également la présence de coraux d'eau profonde dans la zone, qui présentent une importance écologique et un intérêt de la part des scientifiques et du public, et sont connus pour être particulièrement sensibles aux effets des activités de forage en mer. L'existence d'un récif de Lophelia (environ 1 000 m sur 500 m) a été confirmée dans la zone de Stone Fence en septembre 2003. Une communauté benthique chimiotrophe a également été découverte au milieu des années 1980 au sud-est du sous-bassin Laurentien.

Si l'exploration (en particulier le forage) est proposée à proximité de la zone de Stone Fence (ou dans d'autres zones où la présence d'agrégats de coraux ou d'autres caractéristiques sensibles est connue ou probable), des mesures supplémentaires visant à éviter ou à réduire les effets potentiels peuvent être envisagées. L'extension de la portée des levés des emplacements de puits préalables au forage pour inclure la zone d'influence des boues de forage et des déblais (telle que déterminée par une modélisation détaillée de la dispersion) fournirait des informations sur l'habitat benthique dans la zone, y compris la présence de ces caractéristiques. Si des coraux ou d'autres éléments sensibles sont découverts, des mesures d'atténuation supplémentaires peuvent être requises, telles que des restrictions sur le rejet en mer de déchets.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

6.1.3 Oiseaux marins

Un certain nombre d'espèces d'oiseaux marins utilisent la zone du sous-bassin Laurentien à différentes périodes de l'année. Les espèces qui hivernent dans la région sont le fulmar boréal, le mergule nain, le petit pingouin, le macareux moine, le goéland bourgmestre, le goéland arctique et la mouette blanche. Les marmettes de Troïl et de Brünnich sont plus abondantes en hiver, mais on peut les trouver toute l'année dans la région. De même, les goélands argentés et les goélands marins sont communs et peuvent être trouvés dans la zone d'étude tout au long de l'année. Le puffin, l'océanite cul-blanc, le fou de Bassan, la sterne arctique et la sterne pierregarin sont principalement présents dans la zone d'étude en été.

On peut également y trouver une variété d'oiseaux côtiers et littoraux, notamment le pygargue à tête blanche, le balbuzard pêcheur, le plongeon, le grèbe, le grand cormoran, le cormoran à aigrettes, l'eider à duvet, la macreuse, le cacaoui, le harle et l'arlequin plongeur. Une variété d'espèces d'oiseaux de rivage sont présentes dans ou près de la zone d'étude, principalement en tant que migrateurs s'alimentant le long du littoral. Le pluvier siffleur, inscrit sur la liste des espèces en voie de disparition du COSEPAC et à l'annexe 1, partie 2 (en voie de disparition) de la *Loi sur les espèces en péril*, niche également en petit nombre le long des côtes sud et ouest de Terre-Neuve, le long de la côte de la Nouvelle-Écosse et sur Miquelon. Les zones importantes pour les oiseaux dans la région comprennent le cap Ste-Marie (lieu de nidification des fous de Bassan, des mouettes tridactyles et des marmettes de Troïl) et plusieurs îles près de la péninsule de Burin, où se trouvent de grandes colonies de pétrels tempêtes.

Les effets potentiels des activités de routine sur les oiseaux marins concernent principalement les lumières, les torches et les déplacements des navires et des aéronefs. Le niveau d'exploration prévu dans le sous-bassin Laurentien et la courte durée de ces actions signifieront probablement que les levés sismiques et les programmes de forage (et éventuellement, tout projet de mise en valeur) seront probablement suffisamment séparés dans l'espace et dans le temps pour qu'un « effet de récif » provenant de l'éclairage des appareils de forage et des navires ne devrait pas se produire (c.-à-d. que les oiseaux marins ne percevraient pas les structures multiples comme une chaîne continue de stimuli). Toutefois, l'étendue et la nature migratoire de nombreuses espèces d'oiseaux marins peuvent accroître le potentiel d'effets environnementaux cumulatifs. La mise en œuvre de mesures d'atténuation standard réduirait tout effet potentiel sur les oiseaux marins résultant des levés sismiques et des programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien. La collecte et la remise en liberté des oiseaux échoués sont quelques-unes de ces mesures visant à réduire les effets potentiels de la présence d'installations extracôtières et de leurs éclairages sur les oiseaux marins pendant les activités opérationnelles normales.

6.1.4 Mammifères marins et tortues de mer

Un certain nombre d'espèces de mammifères marins et de tortues de mer sont connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien. La réduction du potentiel d'interactions avec ces espèces sera une considération essentielle dans la conception et la conduite des levés sismiques et des programmes de forage dans la région. Étant donné l'importance scientifique et sociale de ces espèces, la désignation de plusieurs d'entre elles comme espèces en péril et les limites de l'information existante sur leur présence et leur répartition, une attention particulière sera portée à l'examen des levés sismiques ou des programmes de forage exploratoire proposés pour le sous-bassin Laurentien. En plus des mesures d'atténuation standard, des mesures supplémentaires visant à éviter ou à réduire les effets potentiels sur les mammifères marins et les tortues de mer (p. ex., la surveillance avant d'entreprendre des levés sismiques ou l'utilisation d'explosifs sous-marins pour retirer les têtes de puits) pourraient également être envisagées.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

6.1.5 Pêches commerciales

Une variété de pêches commerciales sont pratiquées dans le sous-bassin Laurentien tout au long de l'année. Les interactions potentielles entre les opérations pétrolières et gazières en mer et l'activité de pêche sont un sujet de préoccupation majeur pour les deux industries. Les levés sismiques sont, dans la mesure du possible, planifiés de manière à coordonner les activités du programme avec l'industrie de la pêche afin de réduire les conflits potentiels avec les activités de pêche commerciale pendant les périodes de pointe de pêche. La consultation et la communication entre les exploitants, les agents chargés de la réglementation et l'industrie de la pêche concernant la conception et la mise en œuvre des levés individuels seront les moyens les plus importants de réduire le potentiel d'interactions entre la pêche commerciale et l'exploration extracôtières dans la région.

6.1.6 Autres considérations

En outre, les exploitants doivent tenir compte de la possibilité de la présence de munitions lorsqu'ils planifient des travaux en mer dans la zone (p. ex., toute « anomalie » relevée pendant les levés du site du puits doit être examinée avant de poursuivre). Le ministère de la Défense nationale a indiqué un lieu d'immersion de munitions d'une superficie de 341,7 km^2 et d'une profondeur d'eau de 276 m dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador du sous-bassin Laurentien (figure 6.1). Par conséquent, le C-TNOHE exigera des exploitants, dans le cadre de toute évaluation environnementale future à réaliser en rapport avec les travaux ou activités proposés dans cette zone, qu'ils abordent tous les interactions et effets environnementaux possibles associés au programme. Ces informations seront prises en compte par l'Office dans le cadre de l'examen du programme, ce qui pourrait amener l'Office à imposer des conditions supplémentaires à l'autorisation du programme ou à restreindre certaines activités dans la zone.

La zone d'étude se trouve dans une région qui est généralement considérée comme la partie la plus active sur le plan sismique du plateau continental de Terre-Neuve, et un certain nombre de tremblements de terre importants se sont produits dans la zone générale dans le passé. Des tremblements de terre ont également été enregistrés dans la zone d'étude au cours des dernières années, et bien qu'ils aient été de magnitude relativement faible, ils illustrent la nature sismique active du sous-bassin Laurentien. Le potentiel sismique de la région devra donc être pris en compte dans la planification de toute activité pétrolière extracôtière future dans le sous-bassin Laurentien.

6.1.7 Résumé des principaux facteurs environnementaux

Un certain nombre de principaux facteurs en matière de planification et de gestion de l'environnement liées à l'exploration future en mer dans le sous-bassin Laurentien sont résumés ci-dessous.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

- Plusieurs espèces en péril sont connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien. Les mesures d'atténuation des effets potentiels sur les espèces et les habitats protégés par la *Loi sur les espèces en péril* seront une considération importante dans les décisions liées à l'exploration en mer future;

- Un certain nombre de zones et de périodes sont particulièrement importantes pour les poissons et leur habitat dans la région (p. ex. les aires et les périodes de frai, les itinéraires de migration, les zones de haute productivité). Les programmes sismiques individuels devraient, dans la mesure du possible, être planifiés de manière à réduire les interactions potentielles pendant les périodes particulièrement sensibles.

- Si l'exploration (en particulier le forage) est proposée à proximité de la zone de Stone Fence (ou dans d'autres zones présentant des agrégats de coraux connus ou probables ou d'autres caractéristiques sensibles), la collecte de renseignements supplémentaires et les mesures d'atténuation peuvent contribuer à réduire les effets potentiels.

- Outre la mise en œuvre de mesures d'atténuation standard, il peut être nécessaire de recueillir et de relâcher les oiseaux échoués sur les installations extracôtières. De même, pendant les périodes sensibles comme la nidification, les programmes de prospection sismique et d'exploration devraient, dans la mesure du possible, être planifiés de manière à réduire les interactions potentielles avec les colonies d'oiseaux.

- Un certain nombre d'espèces de mammifères marins et de tortues de mer sont connues ou susceptibles d'être présentes dans le sous-bassin Laurentien. En plus des mesures d'atténuation standard, des mesures supplémentaires sont disponibles pour aider à éviter ou à réduire les effets potentiels sur ces espèces (p. ex., la surveillance), et peuvent également être envisagées si nécessaire.

- Les levés sismiques sont, dans la mesure du possible, planifiés de manière à coordonner les activités du programme avec l'industrie de la pêche afin de réduire les conflits potentiels avec les activités de pêche commerciale pendant les périodes de pointe de pêche. Une communication permanente entre les industries pétrolières en mer et de la pêche est essentielle. Actuellement, il y a une consultation coordonnée avec les levés de recherche du MPO pour éviter les conflits de calendrier.

- Il existe un lieu d'immersion de munitions connu situé à la limite sud-est de la zone d'étude (figure 6.1), dans la zone extracôtière de Terre-Neuve-et-Labrador du sous-bassin Laurentien. Les exploitants doivent tenir compte de la possibilité de la présence de munitions sous-marines lorsqu'ils planifient des travaux en mer dans la zone d'étude. Le C-TNOHE demandera aux exploitants de prendre en compte les interactions potentielles avec ces caractéristiques dans toute évaluation environnementale future propre au programme, ce qui pourrait amener l'Office à imposer des conditions supplémentaires à l'autorisation du programme ou à restreindre certaines activités dans la zone.

- La zone d'étude se trouve dans une région qui est généralement considérée comme la partie du plateau continental de Terre-Neuve où il se déroule le plus d'activités sismiques. Le potentiel sismique de la région devra donc être pris en compte dans la planification de toute activité pétrolière extracôtière future dans le sous-bassin Laurentien.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

6.2 Disponibilité et exigences en matière d'information

La disponibilité de l'information varie considérablement entre les diverses composantes des environnements biophysiques et socio-économiques du sous-bassin Laurentien. Des informations détaillées sont, par exemple, disponibles concernant l'activité de pêche commerciale dans la région. Cependant, les informations actuellement disponibles sont moins nombreuses pour d'autres composantes, telles que le benthos marin, les coraux, la qualité des sédiments, les mammifères marins et les tortues de mer. Bien que les informations disponibles permettent une compréhension générale de l'environnement de la zone d'étude, dans certains cas, il peut être nécessaire d'obtenir des renseignements supplémentaires pour permettre de planifier et de mettre en œuvre les levés sismiques et les programmes de forage de manière à éviter ou à réduire les effets sur l'environnement. Comme il a été mentionné précédemment, pour les composantes environnementales pour lesquelles il existe peu d'information (p. ex., les mammifères marins), une attention particulière sera portée à l'examen des levés sismiques ou des programmes de forage exploratoire proposés pour le sous-bassin Laurentien, et des mesures d'atténuation propres au temps, au site ou à l'activité seront mises en œuvre au besoin.

Les informations fournies dans la présente EES et celles qui peuvent être recueillies par le biais d'études et d'évaluations environnementales spécifiques au programme (p. ex. modélisation de la dispersion, levés benthiques spécifiques au site) peuvent aider à concevoir et à réaliser des programmes spécifiques de levés sismiques et de forage d'exploration afin de réduire leurs effets sur l'environnement. Tout futur programme de surveillance opérationnelle des oiseaux et/ou des mammifères marins qui pourrait être requis dans le cadre de l'exploration extracôtière dans le sous-bassin Laurentien ajouterait également à la base de connaissances globale concernant l'environnement de la région.

Un certain nombre de sources d'information à venir viendront également enrichir considérablement cette base d'informations, et seront utiles pour planifier et évaluer les futurs levés sismiques et les programmes de forage dans la région. Il s'agit notamment des bases de données du MPO sur les observations de baleines et de dauphins, des levés vidéo sous-marins et des atlas des lieux et des périodes de frai des poissons sur les Grands Bancs et le plateau néo-écossais qui seront bientôt financés par le FEE. D'autres programmes de recherche financés par le gouvernement et l'industrie pourraient également envisager de futurs programmes de recherche visant à recueillir des renseignements supplémentaires sur l'environnement de la région.

En ce qui concerne les activités potentielles et leurs effets, bon nombre des problèmes environnementaux potentiels associés à l'exploration pétrolière et gazière en mer sont généralement compris. Une grande partie des connaissances existantes est basée sur les résultats d'expériences scientifiques et sur l'expérience de programmes de forage d'exploration dans d'autres régions, ainsi que sur des programmes de SEE en phase de production pour des projets de développement pétrolier et gazier dans le Canada atlantique. Le FEE parraine actuellement une étude des programmes de SEE pour les programmes de forage d'exploration à puits unique (dont la publication est prévue plus tard en 2003).

Des lacunes dans les informations relatives aux effets des signaux sismiques sur les invertébrés, les poissons, les mammifères marins et les tortues de mer ont également été soulevées par certaines parties prenantes. Bien que des informations soient disponibles pour d'autres régions, il a été noté que des travaux supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre l'ampleur et la portée des effets des levés sismiques sur certaines espèces dans les eaux du Canada atlantique (Thomson et coll. 2000). Une étude en cours du FEE sur les effets des levés sismiques sur les fruits de mer du Canada atlantique, par exemple, fournira des renseignements supplémentaires utiles sur les effets de ces activités dans cette région.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La propagation des sons sismiques est largement déterminée par les caractéristiques océanographiques propres à chaque site. Les caractéristiques d'atténuation du bruit dans le sous-bassin Laurentien peuvent être complexes en raison de la diversité des topographies de fond présentes dans la zone. Selon le niveau d'activité proposé, le moment et l'emplacement des levés proposés et la présence d'espèces ou de zones sensibles connues à proximité d'un levé proposé, la modélisation et/ou la surveillance acoustique peuvent également être utiles pour évaluer les effets potentiels des programmes sismiques individuels et pour planifier les activités visant à réduire toute interaction potentielle.

Une révision de l'EES sera entreprise dans cinq ans afin de déterminer si des mises à jour sont nécessaires pour refléter toute nouvelle information qui pourrait devenir disponible au cours de cette période (p. ex., celle recueillie par les évaluations environnementales propres au projet).

6.3 Effets environnementaux cumulatifs

Les effets environnementaux potentiels des levés sismiques en mer et des programmes de forage dans le sous-bassin Laurentien peuvent interagir entre eux et/ou avec d'autres projets et activités dans la région et entraîner des effets environnementaux cumulatifs. Comme indiqué précédemment, la nature précise et la répartition spatiale et temporelle de l'exploration potentielle ne sont pas actuellement connues, bien qu'un certain nombre d'hypothèses aient été formulées pour évaluer les effets environnementaux cumulatifs. À ce stade, les meilleures estimations indiquent qu'il pourrait y avoir un total de huit à dix puits d'exploration et de délimitation forés dans la zone pendant la durée des permis, avec un maximum de deux puits forés à la fois (un en eau peu profonde et un dans une partie plus profonde de la zone). Il est prévu qu'environ deux à trois levés sismiques soient menés chaque année au cours des prochaines années dans la région. Les levés sismiques ont tendance à être entrepris de manière séquentielle dans une région donnée, car les exploitants coordonnent souvent leurs programmes pour partager un navire lorsqu'il se trouve dans une zone.

Le niveau d'exploration prévu dans le sous-bassin Laurentien et la nature relativement localisée et à court terme de ces activités et de plusieurs de leurs effets réduisent le potentiel d'effets cumulatifs. Cependant, la nature souvent étendue des levés sismiques et d'autres activités dans la région (p. ex., le trafic maritime général, l'activité de pêche), le potentiel de propagation accrue du son dans les parties plus profondes de la région, et l'étendue et la nature migratoire de nombreuses espèces, rendent de telles interactions possibles.

La prise en compte des effets environnementaux cumulatifs fera partie intégrante de la planification réglementaire et du processus décisionnel concernant l'exploration en mer dans le sous-bassin Laurentien. Cela permettra de minimiser le potentiel d'interaction spatiale et temporelle entre les différents levés sismiques et/ou les programmes de forage dans la zone et leurs effets. Les effets des levés sismiques et des programmes de forage peuvent également se combiner à ceux d'autres projets et activités sans lien dans la région (p. ex. activité de pêche, trafic maritime général) et entraîner des effets environnementaux cumulatifs. Les effets cumulatifs seront donc également une considération importante dans l'évaluation environnementale et l'examen des levés sismiques individuels et des programmes de forage d'exploration, une fois que les lieux et les périodes spécifiques seront définis.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

6.4 Conclusion

L'EES a indiqué l'emplacement d'un lieu d'immersion de munitions (44°38' N, 55°07' O; 44°38' N, 54°53' O; 44°48' N, 54°53' O; 44°48' N, 55°07' O) dans la partie de la zone d'étude située à Terre-Neuve-et-Labrador; le contenu de ce lieu d'immersion n'a pas encore été établi. Aucune activité impliquant une perturbation physique directe des fonds marins dans la zone du lieu d'immersion ne sera autorisée tant que le C-TNOHE ne sera pas convaincu que de telles activités dans cette zone ne constitueront pas une menace pour la sécurité humaine ou l'environnement. Des levés des emplacements de puits ou des études des risques géologiques spécialement conçus pour cette zone seront requis avant toute autorisation impliquant une perturbation physique (p. ex., échantillonnage du fond marin, programmes de forage).

Un récif corallien de *Lophelia* d'une superficie d'environ 500 m sur 1 000 m a été défini dans la partie de la zone d'étude située en Nouvelle-Écosse (point central à 44°47' N, 57°20' O), à proximité de la zone de Stone Fence. Les activités de forage d'exploration sur ce site ou dans les environs immédiats qui nécessiteraient la mise en place d'amarrage sur le site peuvent être restreintes. En outre, toute proposition de forage exploratoire dans la zone à proximité nécessitera une évaluation minutieuse afin de faire en sorte que le traitement, la manipulation et l'élimination des déchets associés sont effectués de manière à minimiser ou à éliminer les effets environnementaux potentiels sur le site. Des mesures d'atténuation renforcées visant à réduire les effets potentiels sur les coraux seront probablement nécessaires.

À l'exception de ce qui précède, l'EES indique que les activités d'exploration pétrolière peuvent être entreprises dans la zone d'étude en utilisant les mesures d'atténuation décrites dans le document. Une évaluation environnementale propre au projet sera nécessaire pour chaque activité proposée et pourra, dans certains cas, déterminer des mesures d'atténuation supplémentaires. S'il est déterminé au cours d'un processus d'évaluation que des renseignements de base sont nécessaires pour évaluer les prévisions des effets, l'exploitant peut alors être tenu d'entreprendre la collecte des données. Il est probable qu'au cours de la première phase d'exploration, cette collecte de données puisse être effectuée de façon opportune dans le cadre d'une activité industrielle en cours. Si des ressources pétrolières présentant un potentiel de mise en valeur sont découvertes, le ou les Offices compétents consulteront l'exploitant, les organismes gouvernementaux et les parties intéressées du public afin de déterminer l'effort de collecte de données plus important qui serait nécessaire pour appuyer une future demande de mise en valeur.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

7.0 RÉFÉRENCES

7.1 Communications personnelles

Bryand, D. — Institut Français de Recherche Pour L'Exploitation De La Mer (IFREMER), Saint-Pierre-et-Miquelon.

Curran, T. — Division de la gestion des ressources, ministère des Pêches et des Océans, St. John's, T.-N.-L.

Delisle, D. A. — Systèmes d'information pour la navigation, Services de communications et de trafic maritimes, Garde côtière canadienne – Région du Québec.

Fenton, D. — Division de la gestion des océans et des côtes, ministère des Pêches et des Océans. Institut océanographique de Bedford, Halifax, N.-É.

Gordon, D. — Section de l'écologie de l'habitat, Institut océanographique de Bedford, ministère des Pêches et des Océans. Dartmouth, N.-É.

James, M. — Département de biologie, Université Dalhousie, Halifax, N.-É.

Koeller, P. — Division invertébrés halieutiques, ministère des Pêches et des Océans. Dartmouth, N. -É.

McIntryre, J. — Office Canada-Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers, St. John's, T.-N.-L.

O'Boyle, R. — Bureau du processus consultatif régional des Maritimes, Institut océanographique de Bedford, ministère des Pêches et des Océans. Dartmouth, N.-É.

Osborne, B. — Division des services des pêches maritimes, ministère de l'Agriculture et des Pêches de la Nouvelle-Écosse, Halifax, N.-É.

Penney, K. — Environnement (Formation), Forces maritimes de l'Atlantique, Halifax, N.-É.

Scattolon, F. — Directeur régional, Direction des océans et de l'environnement, Région des Maritimes, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth, N.-É. Lettre à l'Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers

Shea, P. — Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, T. -N.-L.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

7.2 Documentation citée

Agence (Agence d'évaluation d'impact du Canada). s.d *http://www.ceaa.gc.ca*

Agence (Agence d'évaluation d'impact du Canada). 2000. *La directive du Cabinet sur l'évaluation environnementale des projets de politiques, de plans et de programmes de 1999* Agence d'évaluation d'impact du Canada, Hull, QC.

Ahens, M.A. 1985. *Le monde sous-marin : Le maquereau bleu.* Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Ailing, A.K. et H.P. Whitehead 1987. A preliminary study of the status of white-beaked dolphins, *Lagenorhynchus albirostris*, and other small cetaceans off the coast of Labrador. *Canadian Field Naturalist*, 101 : 131-135.

Anderson, J.T. et E.L. Dalley. 1997. The nekton of the coastal and shelf waters of Newfoundland. *DFO Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 97/124.*

Anonyme. 2001. Working for the future: Seismic dictates the future of exploration in the offshore. Avril 2001. Atlantic Oil et Gas Works en ligne *http://www.oilworks.com*

ANZECC (Conseil australien et néo-zélandais pour l'environnement et la conservation). 2000. *Australian National Guidelines for Cetacean Observation and Areas of Special Interest for Cetacean Observation*. Environment Australia, Canberra, Australie.

Centre de climatologie de l'Atlantique. 2003. *Marine Atlas – Atlantic Coast (1958-1999):* AES40. CD reçu du Centre de climatologie de l'Atlantique, Environnement Canada. Fredericton, N.-B.

Auld, A. 2002. 'We couldn't believe our eyes' - Scientists find reef-building coral near Sable Island. *The Halifax Herald*, mercredi 25 septembre 2002 *http://www.herald.ns.ca/stories/2002/09/25/f163.raw.html.*

Avery, M.L., P.F. Springer et N.S. Dailey. 1978. *Avian Mortality at Man-Made Structures: An Annotated Bibliography*. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC. FWS/OBS-78/58.

Baines, M.E. 1993. *Marine Mammal Monitoring During Seismic Exploration*. West Wales Marine Monitoring Group. A Preliminary Report. Dyfed Wildlife Trust, Haverfordwest, Wales.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Baird, P.H. 1990. Concentrations of seabirds at oil-drilling rigs. *Condor*, 92 : 768-771

Baird, R.W., S.K. Hooker, H. Whitehead et R. Etcheberry. 1997. *A review of records of striped dolphins (Stenella coeruleoalba) from Canadian waters.* International Whaling Commission Document SC/49/S M4: 10 p.

Baird, R.W. et S.K. Hooker. 1999. Observations of Sowerby's Beaked Whales, *Mesoplopodon bidens,* in The Gully, Nova Scotia. *Canadian Field Naturalist,* 113 : 273-277.

Baker, J.M., R.B. Clarke et P.F. Kingston. 1991. *Two Years After the Spill: Environmental Recovery of Prince William Sound and the Gulf of Alaska.* Institute of Offshore Engineering, Heriot-Watt University, Edinburg, Scotland.

Bakke, T., J.A. Berge, M. Schaanning, G.M. Skeie et F. Oreld. 1989. Effects of low-aromatic drill cuttings on an enclosed deepwater sediment community. Dans : F.R. Englehardt, J.P. Ray et A.H. Gilliam (eds.). *Drilling Wastes*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., New York.

Barlow, M.J. et P.F. Kingston. 2001. Observations on the effects of barite on the gill tissues of the suspension feeder *Cerastoderam edule* (Linne) and the deposit feeder *Macoma balthica* (Linne). *Marine Pollution Bulletin,* 42: 71-76.

Beanlands, G.E. et P.N. Duinker. 1983. *An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada*. Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, Halifax, N.-É., et Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales, Ottawa, ON.

Beck, C.A. 2002. *Sex Difference in the Foraging Ecology of a Size-Dimorphic Marine Carnivore*. Thèse doctorale, université Dalhousie, Halifax, N.-É.

Institut océanographique de Bedford. 2003a. Monthly Current Statistics. *http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/current_statistics/so54n.*

Institut océanographique de Bedford. 2003b. Temperature - Salinity Climatologies. *http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/tsdata*.

Institut océanographique de Bedford. 2003c. Remote Sensing of Ocean Colour, Temperature and Primary Productivity (Semi-Monthly Composite Images). *http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ias/seawifs/seawifs_3.html.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Begg, G.A. 1998. A Review of Stock Identification of Haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, in the Northwest Atlantic Ocean. National Marine Fisheries Service, US National Oceanic and Atmospheric Administration *http://spo.nwr.noaa.gov/mfr6041.pdf.*

Bird Life International (Bird Studies Canada and the Canadian Nature Federation). 2001. Portnova Islands. *http://www.bsc.eoc.org.*

Bisset, R., 1996. Évaluation environnementale stratégique. Dans : *Environmental Impact Assessment: Issues, Trends and Practice. EIA Training Resource Manual.* Préparé pour le Programme des Nations Unies pour l'environnement.

Black, G.A.P., R.K. Mohn, G. Robert et M.J. Tremblay. 1993. Atlas of the biology and distribution of the sea scallop *Placopecten magellanicus* and Iceland scallop *Chlamys islandica* in the Northwest Atlantic. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1915. Ministère des Pêches et des Océans, Région Scotia-Fundy, Direction des sciences biologiques, Halifax (N.-É.).

Blaxter, J.H.S., J.A.B Gray, et E.J. Denton. 1981. Sound and startle responses in herring shoals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,* 61: 851-869.

Bonnell, S. et K. Storey. 2000. Addressing cumulative effects through strategic environmental assessment: A case study of small hydro development in Newfoundland, Canada. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management,* 2(4): 477-499.

Bonner, W.N. 1982. *Seals and Man. A Study of Interactions. University* of Washington Press, Seattle, WA.

Booman, C., J. Dalen, H. Leivestad, A. Levsen, T. van der Meeren et K. Toklum. 1996. Effecter av luftkanonskyting på egg, larver ogy yngel. *Fisken og Havet*, 1996(3) : v+83p. [En norvégien avec résumé en anglais]

Boudreau, P.R. (éditeur). 1998. The Possible Impacts of Exploratory Activities on Georges Bank Aquatic Resources. *Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, document de recherche,* 98/170. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Boudreau, P.R., D.C. Gordon, G.C. Harding, J.W. Loder, J. Black, W.D. Bowen, S. Campana, P.J. Cranford, K.F. Drinkwater, L. Van Eeckhaute, S. Gavaris, C.G. Hannah, G. Harrison, J.J. Hunt, J. McMillan, G.D. Melvin, T.G. Milligan, D.K. Muschenheim, J.D. Neilson, F.H. Page, D.S. Pezzack, G. Robert, D. Sameoto et H. Stone. 1999. The Possible Environmental Impacts of Petroleum Exploration Activities on the Georges Bank Ecosystem. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2259.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Boudreau, P.R., G.C. Harding, K. Lee et P.D. Keizer. 2001. The Possible Environmental Impacts of Petroleum Activities in the Southern Gulf of St. Lawrence and Sydney Bight Ecosystems. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques,* 2001/112.

Boulva, J. et I.A. McLaren. 1979. The biology of the harbour seal, *Phoca vitulina,* in Eastern Canada. *Bulletin – Office des recherches sur les pêcheries du Canada*, 200.

Bourne, W.R.P., 1979. Birds and gas flares. *Marine Pollution Bulletin,* 10: 124-125.

Bowering, W.R. 1982. *Le monde sous-marin : La plie grise*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Bowering, W.R. 1990. Spawning of witch flounder (*Glyptocephalus cynoglossus* L.) in the Newfoundland-Labrador area of the Northwest Atlantic as a function of depth and water temperature. *Fisheries Research*, 9: 23-39.

Bowering, R. 1996. Subdivision 3Ps Witch Flounder. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks 96/85E.*

Breeze, H., D. Davis, M. Butler et V. Kostylev. 1997. Distribution and Status of Deep Sea Corals off Nova Scotia. *Marine Issues Committee Special Publication Number 1*. Ecology Action Centre.

Breeze, H., D.G. Fenton, R.J. Rutherford, et M.A. Silva (éditeurs). 2002. The Scotian Shelf: An Ecological Overview for Ocean Planning. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques.* Ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth, N.-É.

Bremner, A.A., E.A. Trippel et J.M. Terhune. 2002. Sound production by adult haddock, *Melanogrammus aeglefinus,* in isolation, pairs, and trios. *Environmental Biology of Fishes,* 65: 359-362.

Brown, R.G.B. 1986. *Revised Atlas of Eastern Canadian Seabirds*. Service canadien de la faune, Dartmouth, N.-É.

Brown Gladden, J., P.F. Brodie et J.W. Clayton. 1999. Mitochondrial DNA used to identify an extralimital beluga whale (*Delphinapterus leucas*) as originating from the St. Lawrence population. *Marine Mammal Science,* 15 : 556-558

Buerkle, U. 1975. Underwater Noise at an Offshore Oil Drilling Operation in the Bay of Fundy. Department of Environment, Fisheries and Marine Service. *Rapport technique 475*.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Cairns, D.K., W.A. Montevecchi et W. Threlfall. 1989. Researcher's Guide to Newfoundland Seabird Colonies. Deuxième édition. *Memorial University of Newfoundland Occasional Papers in Biology No. 14,* St. John's, NL.

Calambokidis, J., G.H. Steiger et L.E. Healey. 1983. Behaviour of Harbour Seals and their Reaction to Vessels in Glacier Bay, Alaska. Résumé. *5th Biennial Conference on Marine Mammals,* Boston, MA. Novembre 1983.

Campana, S.E., G.A. Chouinard, J.M. Hanson, et A. Fréchet, 1999. Mixing and migration of overwintering Atlantic cod (*Gadus morhua*) stocks near the mouth of the Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 56: 1873-1881.

Campana, S., L. Marks, W. Joyce et S. Harley. 2001. Analytical Assessment of the Porbeagle Shark (*Lamna nasus*) Population in the Northwest Atlantic, With Estimates of Long-Term Sustainable Yield. *MPO – Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques, 2001/067.*

Service canadien des glaces. 2001. *Atlas climatique des glaces de mer. Côte Est (1971-2000)*. Service canadien des glaces, Ottawa, ON.

Service canadien des glaces. 2003. *http://ice-glaces.ec.gc.ca.*

Canning et Pitt Associates Inc. 2002. Rapport d'évaluation environnementale – GSI WesSt Gulf of St. Lawrence Survey 2002 M/V GSI Admiral. Préparé pour GSI par Canning et Pitt Associates Inc, novembre 2002 *http://www.neb.gc.ca/registry/gsi/GSIWesternGulfEAPtI_e.pdf.*

Association canadienne des producteurs pétroliers (ACPP) 2001a. Drilling an Offshore Well in Atlantic Canada. *http://www.capp.ca.*

ACPP (Association canadienne des producteurs de pétrole). 2001b. Offshore Drilling Rigs. *http://www.capp.ca.*

Chamberlain, D.W., 1985. *Effects of Geophysical Surveys on Fish and Marine Mammals - A Literature Review.* Arco British Ltd.

Cimberg, R.L., T. Gerrodette et K. Muzik. 1981. *Habitat Requirements and Expected Distribution of Alaska Coral*. Rapport préparé pour l'Office of Marine Pollution Assessment, Alaska Office. Unité de recherche nº 601.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Clark, J.A., J.A. Young, A.N. Bart et Y. Zohar. 1996. Physiological effects of infrasonic noise on captive fish. *Journal of the Acoustical Society of America,* 100(4): 2709.

C-TNOHE (Office Canada-Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). s.d. *http://www.cnopb.nfnet.com.*

C-TNOHE (Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). 2000. *Guidelines Respecting Drilling Programs in the Newfoundland Offshore Area.* C-TNOHE, St. John's (T.-N.)

C-TNOHE (Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). 2001. *Lignes directrices du programme géophysique, géologique, environnemental et géotechnique.* C-TNOHE, St. John's (T.-N.)

C-TNOHE (Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). *2003. Schedule of Wells – Newfoundland Offshore Area (février 2003).* C-TNOHE, St. John's (T.-N.)

C-TNOHE et OCNEHE (Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers et Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). *2002a. Joint Guidelines Respecting Data Acquisition and Reporting for Well, Pool and Field Evaluations in the Newfoundland and Nova Scotia Offshore Areas*. Projet de mise à jour – juillet 2002.

C-TNOHE et OCNEHE (Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers et Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 2002b. *Lignes directrices en matière de réparation des dommages associés aux activités extracôtières de l'industrie pétrolière.*

Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers, s.d. *http://www.cnsopb.ns.ca/.*

OCNEHE (Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 1992. *Geophysical and Geological Programs in the Nova Scotia Offshore Area- Guidelines for Work Programs, Authorizations and Reports.* Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers, Halifax, N.-É.

OCNEHE (Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 1998. Exploring for Offshore Oil and Gas. Numéro 2 d'une série de documents sur l'énergie et les activités extracôtières. Novembre 1998.*http://www.cnsopb.ns.ca/Generalinfo/exploringoilgas.*

OCNEHE (Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 2001a. *Strategic Environmental Assessment Parcels #1 to 9, Call for Bids NS01-1*. Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers, Halifax, N.-É.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

OCNEHE (Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 2001b. *Guidelines Respecting Drilling Programs in the Nova Scotia Offshore Area (avril 2001)*. Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers, Halifax, N.-É.

OCNEHE (Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 2002. *Strategic Environmental Assessment of Potential Exploration Rights Issuance for Eastern Sable Island Bank, Western Banquereau Bank, the Gully Trough and the Eastern Scotian Slope.* Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers, Halifax, N.-É.

OCNEHE (Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers). 2003. *Strategic Environmental Assessment of Potential Exploration Rights Issuance for Eastern Sable Island Bank, Western Banquereau Bank, the Gully Trough and the Eastern Scotian Slope.* Halifax, N.-É.

Coffen-Smout, S., R.G. Halliday, G. Herbert, T. Potter et N. Witherspoon. 2001. Ocean Activities and Ecosystem Issues on the Eastern Scotia Shelf: An Assessment of Current Capabilities to Address Ecosystem Objectives. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques, 2001/095.*

Colbourne, E., 2000. Oceanographic Conditions in NAFO Subdivisions 3Pn and 3Ps During 1999 with Comparisons to the Long-Term (1961-1999) Average. *Document de recherche, 2000/049.* Ministère des Pêches et des Océans, St. John's, T.-N.-L.

Colbourne, E. 2002. Oceanographic Conditions in NAFO Subdivisions 3Pn and 3Ps During 2001 with Comparisons to the Previous Year and the Long-Term (1971-2000) Average. *Document de recherche, 2002/024.* Ministère des Pêches et des Océans, St. John's, T.-N.-L.

Colbourne, E.B., E.G. Dawe, D.G. Parsons, E.F. Murphy, W.R. Bowering, E.L. Dalley, J.T. Anderson, J.B. Dempson, D. Orr, D.E. Stansbury et G.P. Ennis. 2002. A Preliminary Review of Environmental-Stock Relationships for Some Species of Marine Organisms in NAFO Waters of the Northwest Atlantic. *NAFO SCR Doc., 02/34.*

Collins, N. J. Cook, M. Reece, S. Martin, R. Pitt, S. Canning, P. Stewart et M. MacNeil. 2002. Environmental Impact Assessment of a 2D Seismic Survey in Sydney Bight. Préparé par CEF Consultants Ltd. en association avec Canning et Pitt Associates Inc. pour Hunt Oil Company of Canada, Inc. en tant que gestionnaire au nom de Hunt Oil Company et TotalFinalElf EetP Canada Ltd. *http://www.cnsopb.ns.ca/Environment/section1_4.pdf.*

Cook, J. (s.d.). Exploring for offshore oil & gas. Atlantic Oil et Gas Works Online – Reportages *http://www.oilworks.com/New/exploreb.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). 2003a. Espèces canadiennes en péril (y compris les évaluations des espèces, mai 2003) *http://www.cosewic.gc.ca.*

COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). 2003b. Rapports de situation du COSEPAC en préparation. En date du 29 juillet 2003. *http://www.cosewic.gc.ca/pdf/English/Reports_in_preparation_e.pdf.*

Cranford, P.J. et D.C. Gordon. 1992. The influence of dilute clay suspensions on the sea scallop *(Placopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. *Netherlands Journal of Sea Research, 30 : 107-120*

Cranford, P.J., C.W. Emerson, B.T. Hargrave et T.G. Milligan. 1998. *In situ* feeding and absorption responses of sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) to storm-induces changes in the quantity and composition of the seston. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 219 : 45-70

Cranford, P.J., D.C. Gordon, K. Lee, S.L. Armsworthy et 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.J., S. Armsworthy et K. Querback. 2000. Chronic toxicity of synthetic oil-based drilling mud to sea scallops. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2311.

Cranford P.J., L. Kenneth, J.W. Loder, T.G. Milligan, D.K. Muschenheim et J. Payne. 2001. Scientific Considerations and Research Results Relevant to the Review of the Offshore Waste Treatment Guidelines. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2364.

Crawford, R.E., 1992. Biology of the Iceland Scallop and Some Implications for Management of an Arctic Fishery. *Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 2175. Ministère des Pêches et des Océans, Winnipeg, MB.

CTRFOS (Committee on Techniques for Removing Offshore Structure). 1996. *An Assessment of Techniques for Removing Offshore Structures.* Marine Board, Commission on Engineering and Technical Systems, National Research Council. National Academy Press, Washington, DC.

Dalley, E.L, J.T. Anderson et D.J. Davis. 1999. Plankton and Nekton of the Northeast Newfoundland Shelf and Grand Banks in 1998. *Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, document de recherche*, 99/142.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Davis, N., G.R. VanBlaricon et C.I. Malme. 1982. Man-made structures on marine sediments: Effects on adjacent benthic communities. *Marine Biology*, 70: 295-303.

Davis, R.A., D. H. Thomson et C.I. Malme. 1998. *Environmental Assessment of Seismic Exploration on the Scotian Shelf*. Préparé pour Mobil Oil Canada Properties Ltd, Shell Canada Ltd et Imperial Oil Ltd. Soumis à l'Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers, Halifax, N.-É.

DeBlois, E.M., M.R. Anderson et D.A. Scruton. 1997. *Placentia Bay Environmental Sensitivity Index (ESI): Review of Applicable Methodologies and Allocation of Resource Sensitivity Ranks*. Publication interne du ministère des Pêches et des Océans, St. John's, T.-N.-L..

Ministère du tourisme, de la culture et des loisirs. 2002. *2000/2001 Travel and Tourism Indicators for Newfoundland and Labrador*. Strategic Planning and Policy Division, Newfoundland and Labrador Department of Tourism, Culture and Recreation. St. John's (T.-N.-L.)

Desharnais, F. et N.E.B. Collison. 2001. *Background Noise Levels in the Area of the Gully, Laurentian Channel and Sable Bank*. ECR 2001-028. Defence Research Establishment Atlantique.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 1996a. Crabe-araignée du Golfe. *MPO Maritimes – Rapports régionaux sur l'état des pêches*, *96/99E*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 1996b. Crabe-araignée de l'est du Cape-Breton. *MPO Maritimes – Rapports régionaux sur l'état des pêches*, *96/38E*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 1996c. Pitot du plateau néo-écossais. *MPO Maritimes – Rapports régionaux sur l'état des pêches*, *96/129E*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 1998. Crabe caillou de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C4-04(1998)*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 1999. Mactre de stimpson du banquereau. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C3-34(1999)*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000a. Les conditions océanographiques dans le golfe du Saint-Laurent en 1999. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks 64-01(2000)*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000b. Crabe commun de l'est de la Nouvelle-Écosse. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C3-05(2000)*.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000c. L'oursin vert des eaux côtières du Québec. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C4-13(2000).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000d. Oursin vert de la Nouvelle-Écosse. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C3-48(2000).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000e. Baudroie des divisions 3L, 3N, 3O et de la subdivision [sic] 3Ps. *MPO – Rapports sur l'état des stocks A2-20 (2000).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000f. Mise à jour de l'état des stocks de sébaste dans l'Atlantique nord-ouest : sébaste des unités 1 et 2 de la division 3O. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks A1-01*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2000g. Capelan dans la sous-zone 2 + Div. 3KL. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks B2-02 (2000).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001a. Les conditions océanographiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2000. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks 64-01(2001).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001b. Iceland Scallop in Newfoundland and Labrador. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C2-07(2001).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001c. Survol des stocks de gaspereau des provinces maritimes. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks D3-17(2001).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001d. Aiglefin de la subdivision 3Ps. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks A2-05(2001).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001e. Description des écosystèmes marins du sud du golfe du Saint-Laurent et du Sydney Bight en fonction de l'exploration pétrolière et gazière. *MPO Maritimes – Rapports régionaux sur l'état des habitats 2001/01.*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001f. Pétoncle de l'est du plateau néo-écossais. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C3-19(2001).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2001g. Capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks B4-03(2001).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002a. Crabe des neiges de Terre-Neuve et du Labrador. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C2-01(2002).*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002b. Crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 2, E et F). *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C3-01(2002)*.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002c. Crevette nordique (*Pandalus borealis*) Div. 0B to 3K. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C2-05(2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002d. Pétoncle du banc Georges. *DFO Science Stock Status Report C3-17(2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002e. Le mactre de Stimpson des eaux côtières du Québec. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C4-11(2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002f. Morue de la subdivision 3Ps. *MPO – Rapports sur l'état des stocks A2-02(2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002g. Poule de mer de la division 3P de l'OPANO. *MPO – Rapports sur l'état des stocks A2-17 (2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002h. Goberge de la subdivision 3Ps. *MPO – Rapports sur l'état des stocks A2-07 (2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002i. Loup des divisions 2GHJ et 3KLNO ainsi que des subdivisions 3Ps/3Pn. *MPO – Rapports sur l'état des stocks A2-16 (2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002j. Pétoncles des eaux côtières du Québec. *MPO – Rapports sur l'état des stocks C4-07 (2002).*

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2002k. Raie tachetée de l'est du plateau néo-écossais (4VsW). *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks A3-29(2002).*

Dillon Consulting Limited, avec Martec Ltd. and Praxis Research & Consulting Inc. 2003. Environmental Assessment of Exploration Drilling of the Stonehouse and Craigmore Licences EL 2414 and EL 2404. Ébauche de rapport préparée pour Kerr-McGee Offshore Canada Ltd. et EnCana Corp.

Dinsmore, R.P., 1972. Ice and its drift into the North Atlantic Ocean. Pp. 89 – 127. Dans : *Symposium on Environmental Conditions in the Northwest Atlantic 1960-1969.*

Doane, R. 2001 French corridor drilling underway. Ocean Resources (avril 2001*). http://www.ocean-resources.com.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Doherty, P.A. 2002. *Population Trends and Fishery Closure Impacts on Sea Turtles in the Northwest Atlantic*. Thèse de maîtrise en études environnementales, université Dalhousie, Halifax, N.-É.

Drinkwater, K.F, B. Petrie, R.G. Pettipas et W.M. Petrie. 2001. Overview of Meteorological, Sea Ice and Sea Surface Temperature Conditions off Eastern Canada During 2000. *MPO – Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques, 2001/054.*

Drozdowski, A., C.G. Hannah et J.W. Loder. 2002. The Northwest Atlantic Tidal Current Database. *Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques, 222.*

Duncan, P. M., 1985. Seismic sources in a marine environment. Pp. 56 – 58. Dans : *Proceedings of the Workshop on the Effects of Explosives Use in the Marine Environment.* Janvier 1985, Halifax, N.-É. Rapport technique 5. Direction de la protection de l'environnement, Ottawa, ON.

Dupont, F., C.G. Hannah, D.A. Greenberg, J.Y. Cherniawsky et C.E. Naimie. 2002. Modeling System for Tides for the Northwest Atlantic Coastal Ocean. *Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques, 221.*

Dutton, P.H., B.W. Bowen, D.W. Owens, A. Barragan et S.K. Davis. 1999. Global phylogreography of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea). Journal of Zoology (London),* 248: 397-409.

Eckhert, S.A., A. Bowles et E. Berg. 1998. *The Effect of Seismic Airgun Surveys on Leatherback Sea Turtles (Dermochelys coriacea) During the Nesting Season*. Rapport à BHP Petroleum, San Diego, CA. Hubbs Sea World Research Institute.

Elner, R.W., 1985. *Le monde sous-marin : Les crabes de la côte atlantique du Canada*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

EnCana Corporation. 2002. *Deep Panuke Project Comprehensive Study Report*. EnCana Corporation, Halifax, NS.

Engas, A, S. Lokkeborg et Soldal, A.V., 1993. Effects of seismic shooting on catch availability of cod and haddock. Institute of Marine Research, Norway. *Fisken og Havet,* 9: 1-115.

Environnement Canada. s.d. Blowout of the oil rig "Vinland". *http://www.ns.ec.gc.ca/emergencies/studies_vinland.html.*

Environnement Canada. 2003. Canadian Climate Normals 1971-2000. *http://www.msc-smc.ec.gc.ca/climate/climate_normals/index_e.cfm.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

EPA (Environmental Protection Agency). 1999. *Environmental Alert No. 187 Proposed Rule – Effluent Limitations Guidelines for Synthetic Drilling Fluids 40 CFR Part 435*. Avril 1999.

Ernst, C.H., R.W. Barbour et J.E. Lovich (éditeurs.). 1994. *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Erskine, A.J. 1992. *Atlas of Breeding Birds of the Maritime Provinces*. Nimbus Publishing, Nova Scotia Museum, Halifax, NS.

Evans, P.G.H. et H. Nice. 1997. *Review of the Effects of Underwater Sound Generated by Seismic Surveys on Cetaceans*. Rapport non publié pour la United Kingdom Offshore Operators Association.

Fader, G.B., L.H. King et H.W. Josenhans. 1982. *Surfical Geology of the Laurentian Channel and the Western Grand Banks of Newfoundland*. Marine Sciences Paper 21. Commission géologique du Canada, papier 81-22. Service hydrographique du Canada, ministère des Pêches et des Océans et Commission géologique du Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Ottawa (Ontario)

BFEEE (Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales). 1992. *Environmental Assessment in Policy and Program Planning: A Sourcebook*. BFEEE, Ottawa, ON.

Finneran, J.J., C.E. Schlundt, D.A. Carder, J.A. Clark, J..A. Young, J.B. Gaspin et S.H. Ridgway. 2000. Auditory and behavioural responses of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and a beluga whale (*Depphinapterus leucas*) to impulsive sounds resembling distant signatures of underwater explosions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 108(1): 417-431.

FishBase. 2002. Food and Feeding Habits: Diet Composition for *Synaphobranchus kaupii*. En ligne à FishBase au http://www.fishbase.org.

Fitch, J.E. et P.H. Young. 1948. Use and effect of explosives in California coastal waters. *California Fish and Game*, 34: 53-70.

Fortier, L. et A. Villeneuve. 1996. Cannibalism and predation of fish larvae by larvae of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus:* trophodynamics and Potential Impact on Recruitment. *Fishery Bulletin*, 94: 268-281.

Frank, K.T., J.E. Carscadden et J.E. Simon. 1996. Recent excursions of capelin (*Mallotus villosus*) to the Scotian Shelf and Flemish Cap during anomalous hydrographic conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 1,473-1,486.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Gass, S. 2002. *An Assessment of the Distribution and Status of Deep Sea Corals in Atlantic Canada by Using Both Scientific and Local Forms of Knowledge*. Thèse de maîtrise en études environnementales. Université Dalhousie, Halifax, N.-É.

Geraci, J.R. et D.J. St. Aubin (éditeurs). 1990. *Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks.* Academic Press, San Diego, CA.

GESAMP (Joint 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.

Gilmore, R.M. 1978. Seismic blasting in or near the path of southward migrating gray whales, San Diego, California/janvier 1955. *Newsletter of the American Cetacean Society - San Diego Chapter,* 3(2) :6-7.

Gitschlag, G.R. et M. Renaud. 1989. Sea Turtles and the explosive removal of offshore oil and gas structures. Dans : S.A. Eckert, K.L. Eckert et T.H. Richardson (éditeurs). *Proceedings of the 9th Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology.* NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-232.

Goertner, J.F. 1981. *Fish-Kill Ranges for Oil Well Severance Explosions*. Naval Surface Weapons Centre, Dahlgren, VA. NSWC TR 81-149.

Gomes, M.C., R.L. Haedrich et J.C. Rice. 1992. Biogeography of groundfish assemblages on the Grand Bank. *Journal of the Northwest Atlantic Fisheries Society,* 14: 13-27.

Goold, J.C. 1996a. Acoustic assessment of populations of common dolphin *Delphinus delphis* in conjunction with seismic surveying. *Journal of the Marine Biological Association,* 76: 811-820.

Goold, J.C. 1996b. *Acoustic Cetacean Monitoring off the West Wales Coast*. Rapport non publié pour Chevron UK, Aran Energy et Repsol.

Gordon, D.C., P.J. Cranford, C.G. Hannah, J.W. Loder, T.G. Milligan D.K. Muschenheim et Y. Shen. 2000. The Potential Effects of Exploratory Hydrocarbon Drilling on Georges Bank Scallop Populations. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 2317.

Gosner, K.L., 1978. *Peterson Field Guides: Atlantic Seashore.* Houghton Mifflin. États-Unis.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Goudie, R.I., 1981. Observation des oiseaux de mer au cap Ste-Marie, dans la baie de Plaisance et dans la baie Ste-Marie, à Terre-Neuve, durant l'hiver 1978-1979. *Cahier de biologie 124 du Service canadien de la faune*.

Goulet, A.M., M.O. Hammill et C. Barrette. 1999. Quality of satellite telemetry locations of Gray Seals (*Halichoerus grypus). Marine Mammal Science*, 15 : 589-594.

Gowans, S. et H. Whitehead. 1995. Distribution and habitat partitioning by small odontocetes in The Gully, a submarine canyon on the Scotian Shelf. *Canadian Journal of Zoology*, 73: 1599-1608.

Gowans, S., H. Whitehead, J.K. Arch et S.K. Hooker. 2000. Population size and residency patterns of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) using The Gully, Nova Scotia. *Journal of Cetacean Research and Management, 2: 201-210*.

Greene, C.R. Jr. et S.E. Moore. 1995. Man-made noise. Pp. 101 – 158. Dans : W.J. Richardson, C.R. Greene, Jr., C.I. Malme et D.H. Thomson (éditeurs). *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, CA.

Gregoire, F., 1997. Maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks B4 – 04.*

Hamazaki, T. 2002. Spatiotemporal prediction models of cetacean habitats in the mid-western Atlantic Ocean (from Cape Hatteras, North Carolina, U.S.A. to Nova Scotia, Canada). *Marine Mammal Science, 18: 920-939.*

Hammill, M.O. et 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.

Hammond, P. 1988. Note on problems in estimating the number of Blue Whales in the Gulf of St. Lawrence from Photo-Identification Data. *Report of the International Whaling Commission*, Special Issue 12, SC/A88/ID44: 141-142.

Han, G., 2000. Three-Dimensional Modeling of Tidal Currents and Mixing Quantities over the Newfoundland Shelf. *Journal of Geophysical Research*, 105: 11407-11422.

Han, G., C.G. Hannah, J.W. Loder et P.C. Smith. 1997. Seasonal Variation of the Three-Dimensional Mean Circulation over the Scotian Shelf. *Journal of Geophysical Research*, 102: 1,011-1,025.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Han, G., J.W. Loder et P.C. Smith, 1999. Seasonal-Mean Hydrography and Circulation in the Gulf of St. Lawrence and on the Eastern Scotian and Southern Newfoundland Shelves. *Journal of Physical Oceanography*, 29: 1,279-1,301.

Han G., C.L. Tang et P.C. Smith. 2002. Annual Variations of Sea Surface Elevations and Currents over the Scotian Shelf and Slope. *Journal of Physical Oceanography*, 32: 1,794-1,810.

Hardy Associates (1978) Limited. 1985. *Evaluation of Biological Community Studies of the Southern and Southeastern Newfoundland Shoreline*. Préparé pour la Petroleum Directorate, gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, T.-N.-L.

Harris, G., 1998. *Toxicity Test Results of Five Drilling Muds and Three Base Oils Using Benthic Amphipod Survival, Bivalve Survival, Echinoid Fertilization and Microtox*. Rapport pour Sable Offshore Energy Inc. par Harris Industrial Testing Services Ltd.

Harris, L.E., P.A. Comeau et D.S. Clark. 2002. Évaluation du brosme (*Brosme brosme*) dans les eaux canadiennes. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques*, 2002/104 : 39 pp.

Harvey-Clarke, C., 1997. *Eastern Tidepool and Reef North-Central Atlantic Marine Life Guide*. Hancock House Publishers. Canada : 64 pp.

Hawkins A.D., 1986. Underwater sound and fish behaviour. Pp. 114 – 151. Dans : T.J. Pitcher (éditeur). *The Behaviour of Teleost Fishes.* Croom Helm, London.

Hawkins, A.D. et M.C. Amorim. 2000. Spawning sounds of the male haddock, *Melanogrammus aeglefinus. Environmental Biology of Fishes*, 59: 29-41.

Hays, G.C., 1996. Large-scale patterns of diel vertical migration in the North Atlantic. *Deep-Sea Research I*, 43(10): 1,601-1,615.

Heard, G.J., F. Desharnais, M. Hazen et I. Fraser. 1999. *Sable Bank Ambient Noise.* Rapport d'entrepreneur préparé pour LGL Environmental Research Associates, février 1999.

Henry, L., E. Kenchington, D.C. Gordon Jr., K. MacIsaac et C. Bourbonnais. 2002. Indicators of Benthic Biodiversity for the Eastern Scotian Shelf. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2433 : 61 pp.

Hope-Jones, P., 1980. The effects on birds of a North Sea gas flare. *British Birds*, 73(12): 547-555.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Horn, A.G. et S. Taylor. 2000. *Sources of Variation in Success of Tern Colonies on Sable Island: Implications for Management.* Rapport non publié préparé pour Sable Island Preservation Trust.

Howorth, P.C., L. Fausak, et C.R. Greene, Jr. 1996. *Summary Report: Wildlife Mitigation, 4H Platform Removal Project*. Préparé pour Chevron U.S.A. Production Company, Ventura, CA. Marine Mammal Consulting Group, Santa Barbara, CA.

Howorth, P.C., 1997. *Summary Report: Wildlife Mitigation, Chevron Wellhead Removal, OCS-P- 215 #1, 7 September 1997.* Préparé pour Chevron U.S.A. Production Company, Ventura, CA.

Huettmann, F. et A.W. Diamond. 2000. Seabird migration in the Canadian Northwest Atlantic Ocean: Moulting locations and movement patterns of immature birds. *Canadian Journal of Zoology,* 78: 624-647.

Hurley, G., 2000. Nearshore and offshore environmental effects monitoring at the Sable Offshore Energy Project. Pp. 39 – 42. Dans : D. Gordon, L. Griffiths, G. Hurley, A. Muecke, D. Muschenheim et P. Wells (éditeurs). *Understanding the Environmental Effects of Offshore Hydrocarbon Development. Proceedings of a Workshop*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 2311.

Husky Oil. 2000. *White Rose Oilfield Comprehensive Study,* Rapport soumis par Husky Oil Operations ltée comme exploitant, St. John's, T.-N.-L.

Hutcheson, M., P.L. Stewart et J. M. Spry. 1981. The biology of benthic communities of the Grand Banks of Newfoundland (including Hibernia area). Dans : MacLaren Plansearch Lavalin. *Grand Bank Oceanographic Studies: Volume n° 3.* Rapport final à Mobil Oil Canada Limited.

Hutchings, J.A., R.A. Myers, et G.R. Lilly. 1993. Geographic variation in the spawning of Atlantic cod, *Gadus morhua,* in the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 50: 2,457-2,467.

CIEM (Conseil international pour l'exploration de la mer). 1995. *Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations.* Rapport n° 209.

CIEM (Conseil international pour l'exploration de la mer). 2000. Extrait de : 2000 Report of the Advisory Committee on the Marine Environment: Effects of Different Types of Fisheries on North Sea and Irish Sea Benthic Ecosystems: Review of the IMPACT II Report to the European Commission, Directorate-General Fisheries.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

International Whaling Commission. 2002. Report of the Scientific Committee. Annex H. Report of the Sub-committee on the Comprehensive Assessment of North Atlantic Humpback Whales. *Journal of Cetacean Research and Management*, 4 (suppl.): 230-241.

JNCC (Joint Nature Conservation Committee). 1998. Guidelines for Minimizing Acoustic Disturbance to Marine Mammals from Seismic Surveys (avril 1998). *http://www.jncc.gov.uk/marine/seismic_survey/default.*

JNCC (Joint Nature Conservation Committee). 2002. Consultation on Revision of the JNCC Guidelines on Minimizing Acoustic Disturbance to Marine Mammals (février 2002). http://www.jncc.gov.uk/marine/seismic_survey/nounderlineminacoustic.pdf.

JW (Jacques Whitford Environment Limited). 2001. British Columbia Offshore Oil and Gas Technology Update. Rapport préparé pour le ministère de l'Énergie et des Mines de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. *http://www.em.gov.bc.ca/Oil&gas/OffshoreOil&GasTechUpdate.*

Kastak, D. et R.J. Schusterman. 1995. Aerial and underwater hearing thresholds for 100 Hz pure tones in two pinniped species. Dans : R.A. Kastalein, J.A. Thomas et P.E. Nachtigall (éditeurs). Sensory *Systems of Aquatic Animals*. De Sphil Publishers, Woerden, Netherlands.

Kenchington, T.J. 2001. *Some Environmental Effects of Petroleum Activity Offshore Unamaki*. Rapport préparé pour Unimaki Institute of Natural Resources et Union of Nova Scotia Indians. Gadus Associates, Musquodoboit Harbor, Nouvelle-Écosse. Décembre 2001.

Kepkay P.E. 1994. Particle aggregation and the biological reactivity of colloids. *Marine Ecology Program Series*, 109: 293-304.

Ketten, D.R., J. Lein et S. Todd. 1993. Blast injury in humpback whale ears: Evidence and implications. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94: 1849–1850.

Ketten, D.R. 1995. Estimates of blast injury and acoustic trauma zones for marine mammals from underwater explosions. Dans : R.A. Kastelein, J.A. Thomas et P. E. Nachtigall (éditeurs). *Sensory Systems of Aquatic Mammals*. De Spil Publication, Woerden, Netherlands.

Kiceniuk, J. 1999. *Evaluation of the Environmental Impact Potential of IA Fluid 35 Drilling Mud Formulation.* Rapport de Dr J. Kiceniuk pour Petro-Canada, St. John's, T.-N.-L.

King, L.H. 1970. Surficial Geology of the Halifax-Sable Island Map Area. *Marine Sciences Paper 1*. Commission géologique du Canada.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

King, L.H. et B. MacLean. 1976. Geology of the Scotian Shelf and Adjacent Areas. *Marine Sciences Paper*, 7: 74-3. Commission géologique du Canada.

Kingsley, M.C.S. et R.R. Reeves. 1998. Aerial surveys of cetaceans in the Gulf of St. Lawrence in 1995 and 1996. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 1,529-1,550.

Kingston, P.F., 1992. Impact of offshore oil production installations on the benthos of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 49(1): 45-53.

Kiorboe, T. 2001. Formation and fate of marine snow: small-scale processes with large-scale implications. *Scientific Marina*, 65: 57-71.

Klima, E.F., G.R. Gitschlag et M.L. Renaud. 1988. Impacts of the explosive removal of offshore petroleum platforms on sea turtles and dolphins. *Marine Fisheries Review*, 50: 33-42.

Koshleva, V. 1992. The impact of air guns used in marine seismic explorations on organisms living in the Barents Sea. *Fisheries and Offshore Petroleum Exploitation 2nd International Conference*, Bergen, Norway, 6-8 April 1992.

Kostyvchenko, L.P., 1971. Effect of elastic waves generated on fish in the Black Sea. *Hydrobiological Journal*, 9: 45-48

Kukert, H. et C.R. Smith. 1992. Disturbance, colonization and succession in a deep-sea sediment community: Artificial-mound experiments. *Deep-Sea Research*, 39(7/8): 1,349-1,371.

Kulka, D.W., 1996a. Merluche blanche des divisions 3L, 3N, 3O et 3Ps. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks 96/90E.*

Kulka, D.W., 1996b. Raies des divisions 3L, 3N, 3O et 3Ps. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks 96/86E.*

Kulka, D.W., N.C. Antle et J.M. Simms. 2003. Spatial Analysis of 18 Demersal Species in Relation to Petroleum Licence Areas on the Grand Banks (1980-2000). *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2473: xix + 182 pp.

Kulka, D.W., D.B. Atkinson et E. DeBlois. 1996. Non-Traditional Groundfish Species on the Labrador Shelf and Grand Banks – Skate. *MPO document de recherche sur les pêches dans l'Atlantique, 96/98.*

Kulka D.W. etM.R. Simpson. 2002. The status of white hake (*Urophycis tenuis*), in NAFO Division 3L, 3N, 3O, and Subdivision 3Ps. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques*, 2002/055.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

La Bella, G., S. Cannata, C. Froglia, A. Modica, S. Ratti et G. Rivas. 1996. First assessment of effects of air-gun seismic shooting on marine resources in the central Adriatic Sea. *Society of Petroleum Engineers Paper,* SPE 23782.

Laist, D., A. Knowlton, M. Mead, A. Collet et M. Podesta. 2000. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science,* 17: 35-75.

Lam, J. 2001. *Managing the Relationships: Oil and Gas and Fisheries Industries in the United Kingdom*. Haut-commissariat du Canada, Londres.

Lawson, G.L., G.A. Rose et J. Bratty. 1998. Size and Age-Based Post-Spawning Dispersion Patterns of Cod Tagged in Placentia Bay. *MPO – Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, document de recherche,* 98/24.

Leatherwood, S. F.T. Awbry et J.A. Thomas. 1982. Minke whale response to a transiting survey vessel. *Report of the International Whaling Commission,* 32: 795-802.

LeGrow, K.H. 1995. *Distribution Patterns of Seabirds in Placentia Bay: Changes after Twenty Years.* Thèse de baccalauréat ès sciences non publiée, département de biologie, université Memorial de Terre-Neuve-et-Labrador. St. John's (T.-N.-L.)

Lens, S., 1997. *Interactions Between Marine Mammals in the NAFO Regulatory Area.* ICES CM 1997/Q:8.

Levin, L.A., D.W. James, C.M. Martin, A.E. Rathburn, L.H. Harris et R.H. Michener. 2000. Do methane seeps support distinct macrofaunal assemblages? Observations on community structure and nutrition from the northern California slope and shelf. Marine Ecology Progress Series 208: 21-39. *http://levin.ucsd.edu/current_research/SEEPMEPS208.pdf*

Levings, C.D., 1982. *The Ecological Consequences of Disposal Dredging and Dredge Spoil Disposal in Canadian Waters*. Préparé pour NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality.

LGL Limited, S.L. Ross Environmental Research Ltd. et Coastal Ocean Associates Inc. 2000. *Environmental Assessment of Exploration Drilling Off Nova Scotia*. Rapport préparé pour Mobil Canada Ltd., Shell Canada Ltd., Imperial Oil Resources Ltd., Gulf Canada Resources Ltd., Chevron Canada Resources, PanCanadian Petroleum, Murphy Oil Ltd. et Norsk Hydro.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Lien, J., F. Barry, K. Brech et U. Zuschlag. 1990. Status of Sowerby's Beaked Whale in Canada. *Canadian Field Naturalist*, 104: 125-130.

Lien, J., S. Todd, P. Stevick, F. Marcques et D. Ketten. 1993. The reactions of humpback whales to underwater explosions: Orientations, movements and behaviour. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94(3, Pt. 2): 1,849.

Litvin, V.M. et V.D. Rvachev. 1963. *The bottom topography and sediments of the Labrador and Newfoundland fishing areas*. Traduit du russe. Département de l'intérieur des États-Unis et the Natural Sciences Foundation.

Lock, A.R., R.G.B. Brown et S.H. Gerriets. 1994. *Gazetteer of Marine Birds in Atlantic Canada.* Service canadien de la faune, Ottawa, ON.

Loder, J.W., G. Han, C.G. Hannah, D.A. Greenberg et P.C. Smith, 1997. Hydrography and Baroclinic Circulation in the Scotian Shelf Region: Winter vs. Summer. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 54 (Suppl. 1): 40-56.

Lokkeborg, S. et A.V. Soldal. 1993. The influence of seismic exploration with air guns on cod (*Gadus morhua*) behaviour and catch rates. *ICRES Marine Science Symposium*, 196: 62-67.

Lucas, Z.N. et S.K. Hooker. 2000. Cetacean strandings on Sable Island, Nova Scotia, 1970-1998. *Canadian Field Naturalist*, 114: 45-61.

Lucas, Z. et W.T. Stobo. 2000. Shark-inflicted mortality on a population of harbour seals (*Phoca vitulina*) at Sable Island, Nova Scotia. *Journal of Zoology (London)*, 252: 405-414.

MacIssac, K., C. Bourbonnais, E. Kenchington, D. Gordon Jr. et S. Gass. 2001. Observations on the occurrence and habitat preference of corals in Atlantic Canada. Pp. 58 – 75. Dans : J.H.M. Willison (éditeur). *Proceedings of the First International Symposium on Deep Sea Corals*. Ecology Action Centre and the Nova Scotia Museum, Halifax, NS.

MacKnight, S. P. Keizer, M. Gagnon, et R. Leblanc. 1981. Chemical oceanography. Dans : MacLaren Plansearch Lavalin. *Grand Bank Oceanographic Studies: Volume 4, Section 8*. Rapport final à Mobil Oil Canada Limited.

MacLean B. et L.H. King. 1971. *Surficial Geology of the Banquereau and Misaine Bank Map Area.* Marine Science Paper 3, Commission géologique du Canada, papier 71-52. Direction générale des sciences de la mer. Ministère de l'environnement.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Malme, C.I., P.R. Miles, P. Tyack, C.W. Clark et J.E. Bird. 1985. *Investigation of Potential Effects of Underwater Noise on Humpback Whale Behaviour*. BBN Rep. 5851; OCS Study MMS 85-019. Rapport de BBN Labs Inc., Cambridge, MA pour US Minerals Management Service Anchorage, AK. NTIS PB86-21835.

Malme C.I., B. Wursig, J.E. Bird et P. Tyack. 1986. *Behavioural Responses of Gray Whales to Industrial Noise: Feeding Observation and Predictive Modelling*. Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program. Final Report NOAA, (5691988): 393-600.

Malme C.I., B. Wursig, J.E. Bird et P. Tyack. 1988. Observations of feeding gray whale responses to controlled industrial noise exposure. Pp. 55-73. Dans : *Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. Volume II.*

Mansfield, A.W., 1985. Status of the blue whale *Balaenoptera musculis,* in Canada. *Canadian Field Naturalist,* 99: 417-420.

Markle, D.F., D.A. Methven, et L.J. Coates-Markle. 1982. Aspects of spatial and temporal occurrence in the life history stages of the sibling hakes *Urophycis chuss* (Walbaum 1792) and *Urophycis tenuis* (Mitchill 1815) (Pices: Gadidae). *Canadian Journal of Zoology,* 60(9): 2,057- 2,078.

Mate B.R., K.M. Stafford et D.K. Ljungblad. 1994. A change in sperm whale (*Physester macrocephalus*) distribution correlated to seismic surveys in the Gulf of Mexico. *Journal of the Acoustical Society of America,* 96(5): 3,268-3,269.

Matishov, G.G. 1992. The reaction of bottom-fish larvae to airgun pulses in the context of the vulnerable Barents Sea ecosystem. *Fisheries and Offshore Petroleum Exploitation 2nd International Conference,* Bergen, Norway, 6-8 April 1992

McCall-Howard, P.M. 1999. *Sperm Whale Physter macrocephalus in the Gully, Nova Scotia: Population, Distribution and Responses to Seismic Surveying.* Thèse de baccalauréat ès sciences (avec distinction). Université Dalhousie, Halifax, N.-É.

McCauley, R. D., M. N. Jenner, C. Jenner, K. A. McCabe et 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. *Australian Petroleum Production and Exploration Association Journal:* 692-706.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

McCauley, R.D., J. Fewtrell, A.J. Duncan, C. Jenner, M-N. Jenner, J.D. Penrose, R.I.T. Prince, A. Adhitya, J. Murdoch et K. McCabe. 2000. *Marine Seismic Surveys: Analysis and Propagation of Air Gun Signals and Effects of Air-Gun Signals on Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes and Squid*. Rapport pour l'Australian Petroleum Production Exploration Association, Sidney, Australie.

McCauley, R.D., J. Fewtrell et A.N. Popper. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *Journal of the Acoustical Society of America,* 113(1): 638-642.

McKone, W.D. et E.M. LeGrow. 1983. *Le monde sous-marin : La raie épineuse et la raie lisse*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

McKone, W.D. et E.M. LeGrow. 1984. *Le monde sous-marin : Le sébaste*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

McLaren, I. A., 1990. Pinnipeds and oil: Ecological perspectives. Pp. 55 – 101. Dans : J.R. Geraci et D.J. St. Aubin (éditeurs). *Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks*. Academic Press, San Diego, CA.

McLaren, I., S. Brault, J. Harwood, et D. Vardy. 2001. *Rapport du groupe d'experts sur la gestion des phoques.* MPO/6201, Catalogue nº FS23-405/2001E.

Meier, S., T.E. Andersen, L. Hasselberg, O.S. Kjesbu, J. Kluyngsoyr et A. Svardal. 2002. *Hormonal effects of C4-C7 Aalkylphenols on Cod (Gadus morhua)*. Marine Institute of Marine Research, non publié.

Misund, O.A., J.T. Ouredal et M.T. Hafsteinson. 1996. Reactions of herring schools to the sound field of a survey vessel. *Aquatic Living Resources,* 9: *5-11*.

Mitchell, E., 1974. Present status of northwest Atlantic fin and other whale stocks. Pp. 108 – 169. Dans : W.E. Schevill, (éditeur). *The Whale Problem: A Status Report*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Mitchell, E., 1977. Canadian Progress Report on Whale Research – June 1975 to May 1976. *Report of the International Whaling Commission,* 27: 73-85.

Mitchell, E. et D.G. Chapman. 1977. Preliminary Assessment of Stocks of Northwest Atlantic Sei Whales (*Balaenoptera borealis*). *Report of the International Whaling Commission* (Special Issue 1; SC/SP 74/Doc. 40: 117-120.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

MMS (Minerals Management Service – Pacific OCS Region). 2001a. *Delineation Drilling Activities in Federal Waters Offshore Santa Barbara County, California. Draft Environmental Impact Statement*. Département de l'intérieur des États-Unis, Minerals Management Service Camarillo, CA. Juin 2001

MMS (Minerals Management Service). 2001b. *Notice to Lessees and Operators of Federal Oil, Gas, and Sulphur Leases and Pipeline Right-of-Way Holders in the Outer Continental Shelf, Gulf of Mexico OCS Region - Structure Removal Applications*. Département de l'intérieur des États-Unis, Gulf of Mexico OCS Region NTL nº 2001-G08.

Morton, A. B. et H.K. Symonds. 2002. Displacement of *Orcinus orca* (L.) by high amplitude sound in British Columbia, Canada. *ICES Journal of Marine Science,* 59: 71–80.

Mobil Oil Canada Limited. 1985. *Hibernia Development Project Environmental Impact Statement.* Mobil Oil Canada Ltd., Gulf Canada Resources Inc., Petro-Canada Inc., Chevron Canada Resources Ltd. et Columbia Gas Development of Canada Ltd.

Moein, S.E., J. Musick, J. Keinath, A. Barnard, M. Lenhardt et R. George. 1994. *Evaluation of Seismic Sources for Repelling Sea Turtles from Hopper Dredges*. Rapport de Virginia Institute of Marine Science (Gloucester Point), VA. pour US Army Corps of Engineers.

Montevecchi, W.A., F.K. Wiese, G. Davoren, A.W. Diamond, F. Huettmann et J. Linke. 1999. *Seabird Attraction to Offshore Platforms and Seabird Monitoring from Offshore Support Vessels and Other Ships: Literature Review and Monitoring Design.* Préparé pour l'Association canadienne des producteurs pétroliers, St. John's, T.-N.-L.

Morgan, M.J., 2001. Time and location of spawning of American plaice in NAFO Divisions 3LNO. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science,* 29: 41-49.

Morgan, M.J., W.B. Brodie, D. Power et S.J. Walsh. 2002. An Assessment of American plaice in NAFO Subdivision 3Ps. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques,* 2002/093.

Morin, B., B. Bernier, H. Bourdages, D. Bernier et R. Camirand. 2001. L'état du stock de sébaste de l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent) en 2000. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques,* 2001/001.

Mortensen, P.B., M. Hovland, T. Brattegard et R. Farestveit. 1995. Deep water bioherms of the Scleractinian coral *Lophelia pertusa* (L.) at 64ºN on the Norwegian shelf: Structure and associated megafauna. *Sarsia,* 80: 145-158.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Moscrop, A. et R. Swift. 1999. *Atlantic Frontier Cetaceans: Recent Research on Distribution, Ecology and Impacts*. Rapport à Greenpeace, R.-U.

Mukhida, A. et S.E. Gass. 2001. *Corals of the Maritime Provinces: An Illustrated Guide.* Document non publié préparé pour la School for Resource and Environmental Studies. Université Dalhousie, Halifax, N.-É.

Murphy, E., 1995. The Status of 2GH Cod, 3LNO Haddock, 3Ps Haddock, and 3Ps Pollock. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques*, 95/33.

Murphy, E., 1996. Goberge de la subdivision 3Ps. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks 96/83E.*

Muschenheim, D.K. et T.G. Milligan. 1996. Floculation and accumulation of fine drilling waste particulates on the Scotian Shelf (Canada). *Marine Pollution Bulletin*, 32: 740-745.

Myers, R.A., N.J. Barrowman, G. Mertz, J. Gamble et H.G. Hunt. 1994. Analysis of Continuous Plankton Recorder Data in the Northwest Atlantic 1959-1992. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1966.

Myrberg, A.A., 1981. Sound communication and interception in fishes. Pp. 395 – 452. Dans : W. Tavolga, A.N. Popper et R.R. Fay (éditeurs). *Hearing and Sound Communication in Fishes*. Springer Verlag, NY.

Myrberg., A.A., 1990. The effects of man-made noise on the behaviour of marine mammals. *Environment International*, 16: 575-586.

Naidu, K.S., 1997. Iceland Scallop: Grand Banks of Newfoundland (NAFO Division 3LN) and Strait of Belle Isle (NAFO Division 4R). *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks C2-07.*

Ressources naturelles Canada. 2003. National Earthquake Database. (Consultée le 8 août 2003). *http://www.seismo.nrcan.gc.ca/nedb/eq_db_e.php.*

ONE, OCNEHE et C-TNOHE (Office national de l'énergie, Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers et Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). *1994. Directives concernant les programmes relatifs à l'environnement physique réalisés pendant les activités de forage pétrolier et de production des terres pionnières*. Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux du Canada. Cat. No. NE23-41/1994E.

ONE, OCNEHE et C-TNOHE (Office national de l'énergie, Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers et Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). *1999. Lignes directrices sur la sélection des produits chimiques.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

ONE, OCNEHE et C-TNOHE (Office national de l'énergie, Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers et Office Canada–Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers). 2002. *Directives sur le traitement des déchets extracôtiers.*

Nedwell, J, K. Needham, J. Gordon, C. Rogers et T. Gordon. 2001. The Effects of Underwater Blasting During Wellhead Severance in the North Sea. Rapport nº 469 R 0202. Recherche de Subacoustech Ltd. et Ecologic pour Coflexip Stena Offshore Ltd, BP Exploration Oil Company Ltd, Talisman Ltd, Enterprise Oil Ltd et Marathon Oil UK Ltd. *http://www.subacoustech.com/cso.*

Neff, J.M, N.N Rabalais et B.F. Boesch. 1987. Offshore oil and gas development activities potentially causing long-term environmental effects. Pp. 149–173. Dans : *Long-Term Environmental Effects of Offshore Oil and Gas Development*. Elsevier Applied Science, London.

Neff, J.M., M.H. Bothner, N.J. Maciolek et J.F. Grassle. 1989. Impacts of exploratory drilling on the benthic environment of Georges Bank. *Marine Environmental Research*, 17(2): 77-114.

Nesis, K.I., 1965. Biocœnoses et biomasse du benthos de la région de Terre-Neuve-et-Labrador. (En russe). *Fisheries Research Board of Canada Translation Series*, No. 1375.

Ni, I.H. et E.J. Sandeman. 1997. État des stocks de sébaste dans l'Atlantique du nord-ouest. *MPO Sciences – Rapports sur l'état des stocks A1-01*.

NMFS (National Marine Fisheries Service). 2002a. Status of marine mammals under the law. *http://www.nmfs.noaa.gov/prot_res/PR2/Conservation*_and_Recovery_Program/listedmms.

NMFS (National Marine Fisheries Service). 2002b. Individual stock assessments by the National Marine Fisheries Service under the *Marine Mammal Protection Act* of 1972. *http://www.nmfs.noaa.gov/prot_res/PR2/Stock_Assessment_Program/individual_sars.*

NMFS (National Marine Fisheries Service). 2002c. Sea Turtle Protection and Conservation. *http://www.nmfs.noaa.gov/prot_res/PR3/Turtles/turtles.*

Nordeide, J.T. et E. Kjellsby. 1999. Sound from spawning cod at their spawning grounds. *ICES Journal of Marine Science*, 56: 326-332.

Nova Scotia Sea Turtle Working Group (s.d.). *http:www.seaturtle.ca.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

NRC (National Research Council). 1985. Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects. Commission on Physical Sciences, Mathematics, and Applications, National Research Council. National Academy Press, Washington, DC. *http://books.nap.edu/books/0309034795/html/index.html.*

NRC (National Research Council). 1990. *Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention.* Board on Environmental Studies and Toxicology. National Academy Press, Washington, DC.

NSIDC (National Snow and Ice Data Center). 2002. International Ice Patrol (IIP) Iceberg Sightings Database. National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology, Boulder, CO. *http://nsidc.org/data/sea_ice.html.*

Nybakken, J.W. 1988. *Marine Biology. An Ecological Approach*. 2e édition. New York.

Oceanweather Inc. 2003. AES40 North Atlantic Wave Reanalysis – Extremal Analysis. (Consulté le 21 février 2003). *http://www. oceanweather.com/aes40/exanalysis.html.*

O'Hara J. et J.R. Wilcox. 1990. Avoidance response of loggerhead turtles, *Caretta caretta,* to low frequency sound. *Copeia*, 1990(2): 564-567.

O'Keffe, D.J. et G.A. Young. 1984. *Handbook on the Environmental Effects of Underwater Explosions*. Naval Surface Weapons Centre, NSWC TR 83-240.

Orr, D.C., P. Veitch et D. Sullivan. 2000. An Update of Information Pertaining to Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) and Groundfish in NAFO Division DLNO. Scientific Council Meeting – Novembre 2000. *NAFO Science Council Research Document*, 00/85. Serial No. N4342.

Ouellet, P., Y. Lambert et M. Castonguay. 1997. Spawning of Atlantic cod (Gadus morhua) in the Northern Gulf of St. Lawrence: A study of adult and egg distributions and characteristics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 54: 198-210.

Page, F.H. et K. T. Frank. 1989. Spawning time and egg stage duration in Northwest Atlantic haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks with emphasis on Georges and Browns Bank. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 46 (Suppl. 1): 68–81.

Palka, D., 2001. *Density estimates of cetaceans and turtles in two strata on the Scotian Shelf, Version 2*. Manuscrit contractuel non publié préparé pour le MPO, Institut Bedford.

Parsons, D.G., 1993. *Le monde sous-marin : La crevette nordique.* Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Patenaude, N.J., W. J. Richardson, M.A. Smultea, G.W. Miller, B. Würsig et C.R. Greene, Jr. 2002. Aircraft sound and disturbance to bowhead and beluga whales during spring migration in the Alaskan Beaufort Sea. *Marine Mammal Science,* 18: 309-335.

Patin, S.A., 1999. *Environmental Impact of the Offshore Oil and Gas Industry*. Ecomonitor Publishing, East Northport, NY.

Payne, J., C. Andrews, S. Whiteway et K. Lee. 2001a. Definition of sediment toxicity zones around oil development sites: Does response relationships for the monitoring surrogates Microtox® and amphipods, exposed to Hibernia source cuttings containing a synthetic-base oil. *Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 2577.

Payne, J., L. Fancey, C. Andrews, J. Meade, F. Power, K. Lee, G. Veinott et A. Cook. 2001b. Laboratory exposures of invertebrate and vertebrate species to concentrations of IA-35 (Petro- Canada drill mud, fluid, production water and Hibernia drill mud cuttings). *Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 2560.

Payne, P.M. et D.W. Heinemann. 1993. The distribution of pilot whales (*Globicephala* spp.) in shelf/shelf edge and slope waters off the Northeastern United States. Pp. 51-68. Dans : G.P. Donovan, C.H. Lockyer et A.R. Martin (éditeurs). *Biology of the Northern Hemisphere Pilot Whales*. Report of the International Whaling Commission Special Publication 14.

Peakall, D.B., D.J. Hallett, D.S. Miller, R.G. Butler et W.B. Kinter. 1980. Effects of ingested crude oil on black guillemots: A combined field and laboratory study. *Ambio,* 9: 28-30.

Peakall, D.B., D.J. Hallett, J.R. Bend, G.L. Foureman et D.S. Miller. 1982. Toxicity of Prudhoe Bay crude oil and its aromatic fractions to nestling herring gulls. *Environmental Resources,* 27: 206- 215.

Pearson, W.H., J.R. Skalski et 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:* 1,343-1,356.

Penny, S.F., 2000. An update on the boundary dispute: Nova Scotia and Newfoundland await word from the Federal Minister. Oil & Gas Works Online. Juin 2000. *http://www.oilworks.com.*

Peterson, C.H., M.C. Kennecutt II, R.H. Green, P.L. Montagna, J. Harper, E.N. Powell et P.F. Roscingo. 1996. Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: A perspective on long-term exposures in the Gulf of Mexico *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 53(11): 2,637-2,654.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Petrecca, R.F. et J.F. Grassle. 1987. Notes on fauna from several deep-sea hydrothermal vent and cold seep soft-sediment communities. Pp. 279-283In. G.R. McMurray (éditeur). *Gorda Ridge: A Seafloor Spreading Center in the United States' Exclusive Economic Zone.* Springer Verlag, New York.

Petrie, B et C. Anderson. 1983. Circulation on the Newfoundland continental shelf. *Atmosphere-Ocean,* 21: 207-226.

Petrie, B., K. Lank et S. de Margerie. 1987. Tides on the Newfoundland Grand Banks. *Atmosphere-Ocean,* 25: 10-21.

Petro-Canada. 1995. *Development Application – Terra Nova Development: Environmental Impact Statement*. Soumis par Petro-Canada (en tant qu'exploitant), St. John's, T.-N.-L.

Picken, B. et A.D. McIntyre. 1989. Rigs to reefs in the North Sea. *Bulletin of Marine Science,* 22: 452-455.

Pickett, G.D., D.R.M. Eaton, R.M.H Seaby et G.P. Arnold. 1994. *Results of Bass Tagging by Poole Bay During 1992.* Laboratory Leaflet 74, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research.

Pinet, P.R. 1992. *Oceanography: An Introduction to the Planet Oceanus*. West Publishing Company. États-Unis. 571 pp.

Pitt, T.K., 1983. *Le monde sous-marin : La limande à queue jaune*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Pitt, T.K., 1989. *Le monde sous-marin : La plie canadienne*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Pomeroy, L.R., W.J. Wiebe, D. Deibel, R.J. Thompson, G.T. Rowe et J.D. Pakulski. 1991. Bacterial responses to temperature and substrate concentration during the Newfoundland spring bloom in Newfoundland coastal waters. *Science,* 233: 359-361.

Reeves, R.R. et H. Whitehead, 1997. Status of the sperm whale, *Physter macrocephalus,* in Canada. *Canadian Field Naturalist,* 111: 293-307.

Ridgway S.H., D.A. Carder, R.R. Smith, T. Kamoinick, C.E. Schlundt et W.R. Elsberry. 1997. Behavioural Responses and Temporary Shift in Masked Hearing Thresholds of Bottlenose Dolphins, *Tursiops truncatus,* to 1-Second Tones of 141-201 dB re 1 micro Pa. *Naval Command, Control and Surveillance Center, Technical Report,* 1751.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Ritter, J.A. 1989. Marine Migration and Natural Mortality of North American Atlantic Salmon (*Salmo Salar* L.). *Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 2041.

Richardson, W. J., C.R. Greene, C.I. Malme et D.H. Thomson. 1995. *Marine Mammals and Noise.* Academic Press, London.

Richardson, W. J., G.W. Miller et C.R. Greene. 1999. Displacement of migrating bowhead whales by sounds from seismic surveys in shallow waters in the Beaufort Sea. *Journal of the Acoustical Society of America,* 106: 2,261.

Ridgway, S.H, E.G. Wever, J.G. McCormick, J. Palin et J.H. Anderson. 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas. Proceedings of the National Academy of Sciences,* 64: 884-890.

Rodriguez-Marin, E., A. Punson, J. Paz et I. Olaso. 1994. Feeding of Most Abundant Fish Species in Flemish Cap in Summer 1993. Northwest Atlantic Fisheries Organization Scientific Council Meeting – June 1994. *NAFO Science Council Research Document,* 94/35. Serial No. N2403.

Sameoto, D.D. et N. Cochrane. 1996. Euphausiids on the Eastern Continental Shelf. *MPO document de recherche sur les pêches dans l'Atlantique.* 96/119.

Saetre, R. et E. Ona. 1996. Seismiskeunderskelser og skader på fiskeegg og- larver. *Fisket og Havet,* 1996 (8). (En norvégien avec résumé en anglais).

Sage, B., 1979. Flare up over North Sea Birds. *New Scientist*, 82: 464-466.

Sanger, C.W. et A.B. Dickinson. 1995. Renewal of Newfoundland and Labrador Shore-Station Whaling, 1918-1936. *International Journal of Maritime History,* 7: 83-103.

Scott, J.S., 1985. *Le monde sous-marin : Le lançon*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Scott, W.B. et M.G. Scott. 1988. Atlantic Fishes of Canada. *Bulletin canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 219.

Sears, R., J.M. Williamson, F.W. Wenzel, M. Berube, D. Gendron et P. Jones. 1990. Photographic identification of the blue whale (*Balaenoptera musculus*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. Pp. 335-342. Dans : P.S. Hammond, S.A. Mizroch et G.P. Donovan (éditeurs). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission, Cambridge, R.-U..

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

SEICL (Sakhalin Energy Investment Company Limited. 2002). Western Gray Whale Protection Plan: A Framework for Monitoring and Mitigation Measures Related to Sakhalin Energy Oil and Gas Operations on the Northeast Coast of Sakhalin Island, Russia. *http://www.sakhalinenergy.com/environment/whales/pdf/WGWPP.pdf.*

Sergeant, D.E., 1966. Populations of Large Whale Species in the Western North Atlantic with Special Reference to the Fin Whale. *Conseil de recherches sur les pêcheries du Canada,* circulaire 9.

Sergeant, D.E., A.W. Mansfield et B. Beck. 1970. Inshore records of cetacea for eastern Canada, 194968. *Journal du Conseil de recherches sur les pêcheries du Canada,* 27: 1,903-1,915.

Sergeant, D.E., 1977. Stocks of Fin Whales *Balaenoptera physalus* L. in the North Atlantic Ocean. *Report of the International Whaling Commission,* 27: 460-473.

Sergeant, D.E., 1991. Harp Seals, Man and Ice. *Publication spéciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques,* 114.

Shane, S.H., R.S. Wells et B. Wursig. 1986. Ecology, Behaviour and Social Organization of the Bottlenose Dolphin. *Marine Mammal Science,* 2: 34-63.

Side, J.S. 1992. Decommissioning and abandonment of offshore installations. Pp. 523-552. Dans : *North Sea Oil and the Environment: Developing Oil and Gas Resources, Environmental Impacts and Responses.* Londres-New York: Elsevier Applied Science.

Simon, J.E., K.T. Frank et D.W. Kulka. 2002. Distribution and Abundance of Barndoor Skate *Dipturus laevis* in the Canadian Atlantic Based Upon Research Vessel Surveys and Industry/Science Surveys. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques,* 2002/070.

Simpson, M.R. et D.W. Kulka. 2001. Distribution and Biomass of Selected Unregulated Species Occurring in the NAFO Regulatory Area and Adjacent Areas. *NAFO SCR Doc.*, 01/162.

Simpson, M.R. et D.W. Kulka. 2002. État des stocks de trois espèces de loup de mer (Anarhichus lupus, A. minor et A. denticulatus) dans les eaux terre-neuviennes (divisions 2GHJ3KLNOP de l'OPANO). *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques,* 2002/078.

Sinclair, A. et L. Currie. 1994. Timing of Cod Migrations Into and Out of the Gulf of St. Lawrence Based on Commercial Fisheries, 1986-93. *MPO document de recherche sur les pêches dans l'Atlantique, 94/47.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Skalski, J.R., W.H. Pearson et 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: 1,357-1,365.

Soldal, A.V., O-B. Humborstad, S. Løkkeborg, I. Svellingen et T. Jørgensen. 1999. Etterlatte oljeplattformer som kunstige fiskerev. *Fisken of Havet* Nr. 1-1999. Havforskningsinstituttet.

Sommerville, H.J., D. Bennett, J.N. Davenport, M.S. Holt, A. Lynes, A. Mahie, B. McCourt, J.G. Parker, J.G. Stephenson et T.G. Watkinson. 1987. Environmental effect of produced water from North Sea oil operations. *Marine Pollution Bulletin*, 18(10): 549-558.

Song, J., H.Y. Yan et A.N. Popper. 1995. Damage and recovery of hair cells in fish canal (but not superficial) neuromasts after gentamicin exposure. *Hearing Research*, 91: 63-71.

Stanley, D.J. et N.P. James. 1971. Distribution of *Echinarachnius parma* (Lamarck) and Associated Fauna on Sable Island Bank, Southeast Canada. *Smithsonian Contributions to the Earth Sciences*, Number 6. Washington: Smithsonian Institution.

Steimle, F.W. 1989. Population dynamics, growth, and production estimates for the sand dollar *Echinarachnius parma.* Fishery *Bulletin U.S.*, 88: 179-189.

Stephenson, R. 1997. "Effects of oil and other surface-active pollutants on aquatic birds". *Environmental Conservation*, 24: 121-129.

Stewart, P.L., H.A. Levy et B.T. Hargrave. 2001. Database of Benthic Macrofaunal Biomass and Productivity Measurements for the Eastern Canadian Continental Shelf, Slope and Adjacent Areas. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2336. Ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth, N.-É.

Stobo, W.T., B. Beck et J.K. Horne. 1990. Seasonal movements of grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Northwest Atlantic. Pp. 1999-213. Dans : W.D. Bowen (éditeur). *Population Biology of Sealworm (Pseudoterranova decipiens) in Relation to its Intermediate and Seal Hosts*. *Bulletin canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, *222*.

Stone C.J., 1997. Cetacean Observations During Seismic Surveys in 1996. *Joint Nature Conservation Committee Report*, 228. Aberdeen, R.-U.

Stone C.J., 1998. Cetacean Observations During Seismic Surveys in 1997. *Joint Nature Conservation Committee Report*, 278. Aberdeen, R.-U.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Stone C.J., 2000. Cetacean Observations During Seismic Surveys in 1998. *Joint Nature Conservation Committee Report*, 301. Aberdeen, R.-U.

Stone C.J., 2001. Cetacean Observations During Seismic Surveys in 1999. *Joint Nature Conservation Committee Report*, 316: 41pp. Aberdeen, R.-U.

Stout, H.B., 1993. Overview of oiled bird rehabilitation. Dans : *The Effects of Oil on Wildlife, Proceedings of the Third International Conference.*

Stronach, A. 1993. *Observations in Cardigan Bay of the Effects of Seismic Surveys on Seabirds and Cetaceans, 28 Oct. – 11 Nov. 1993.* Un rapport d'Arco British Ltd.

Sutcliffe, W.H., Jr. et P.F. Brodie. 1977. Whale distribution in Nova Scotia waters. *Rapport technique – Service des pêches et des sciences de la mer,* 722.

Tasker, M.L., P. Hope-Jones, B.F., Blake, T.J. Dixon et A.W. Wallis. 1986. Seabirds associated with oil production platforms in the North Sea. *Ringing and Migration,* 7: 7-14.

Taylor, S.S., K. Dillon, et A.G. Horn. 2001. *Sources of Variation in the Success of Tern Colonies on Sable Island and Natal Dispersal of Ipswich Sparrows.* Rapport non publié pour Sable Island Preservation Trust.

Templeman, W., 1966. Marine Resources of Newfoundland. *Bulletin – Office des recherches sur les pêcheries du Canada*, 154.

Templeman, W., 1984. Migrations of thorny skate, *Raja radiata,* tagged in the Newfoundland area. *Journal of the Northwest Atlantic Fisheries Science,* 5(1): 55-63.

Templeman, W. 1973. Distribution and abundance of the Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum), in the Northwest Atlantic. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin*, 10: 83-98.

Templeman, W., V.M. Hodder et R. Wells. 1978. Sexual maturity and spawning in haddock, *Melanogrammus aeglefinus,* of the southern Grand Bank. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin,* 13: 53–65.

Templeman, W. et C. A. Bishop. 1979. Sexual maturity and spawning in haddock, *Melanogrammus aeglefinus,* of St. Pierre Bank. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin*, 14: 77-84.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Therivel, R., E. Wilson, S. Thompson, D. Heaney et D. Pritchard. 1992. *Strategic Environmental Assessment*. Earthscan Publications Ltd., London.

Thomas, D.J., G.D. Greene, W.S. Duval, K.C. Milne et M.S. Hutcheson. 1984. *Offshore Oil and Gas Production Waste Characteristics, Treatment Methods, Biological Effects and Their Application to Canadian Regions*. Rapport final. Environnement Canada, Ottawa, ON.

Thomson, P.M., M. Sjoberg, P. Bryant, P. Lovell et A. Bjorge. 1998. Behavioural and physiological responses of harbour (*Phoca vitulina*) and grey (*Halichoerus grypus*) seals to seismic surveys. Dans : *World Marine Mammal Science Conference* Abstract Volume, Monaco.

Thomson, D.H., J.W. Lawson et A. Muecke, 2000. Proceedings of a Workshop to Develop Methodologies for Conducting Research on the Effects of Seismic Exploration on the Canadian East Coast Fishery, Halifax, N.S., September 7-8, 2000. *Fonds pour l'étude de l'environnement,* rapport nº 139. Calgary, AB.

Threfall, W. et R.I. Goudie. 1986. Marine Bird Observations at Placentia Bay and cap Ste-Marie, 1973-76. *Série de rapports techniques*, nº 6. Service canadien de la faune, région de l'Atlantique.

Tidmarsh, W.G., R. Ernst, R. Ackman et T. Farquharson. 1986. Tainting of Fishery Resources. *Fonds renouvelable pour l'étude de l'environnement*, rapport nº 021, Ottawa, ON

Todd, S., P. Stevick, J. Lien, F. Marques et D. Ketten. 1996. Behavioural effects of exposure to underwater explosives in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Canadian Journal of Zoology,* 74: 1,661-1,672.

Trasky, L.L, 1976. *Environmental Impact of Seismic Exploration and Blasting in the Aquatic Environment*. Rapport de l'Alaska Department of Fish and Game, Anchorage, AK.

Tremblay, M.J. et A. Reeves. 2000. Rock Crab off Eastern Nova Scotia: Stock Status and Evaluation of Exploratory Fishery. *Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, document de recherche*, 2000/023.

Tremblay, M.J., A. Reeves et T. Worcester. 2001. Major Features of the Distribution and Life History of Some Commercially Fished Benthic Invertebrates in the Sydney Bight Area. *Documents de recherche du Secrétariat canadien des avis scientifiques,* 2001/122.

Trifunac, M.D., A. Hayir et M.I. Todorovska. 2001. *Tsunami Waveforms from Submarine Slides and Slumps Spreading in Two Directions*. Université de Californie du Sud, département d'ingénierie civile. Rapport nº CE 01-06.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Trifunac, M.D., A. Hayir et M.I. Todorovska. 2002. Was Grand Banks event of 1929 a slump spreading in two directions? *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 22: 349-360.

Tufts, R.W. 1986. *Birds of Nova Scotia. Third Edition*. Nimbus Publishing, Nova Scotia Museum, Halifax, NS.

Turnpenny, A. W. H. et J.R. Nedwell. 1994. *The Effects on Marine Fish, Diving Mammals and Birds of Underwater Sound Generated by Seismic Surveys*. Rapport présenté à la UK Offshore Operators Association, Hans Crescent, Londres, nº FRR 089/94. Fawley Aquatic Research Laboratories Ltd, Fawley, Southampton, R.-U.

Twolon, L. et S. Nadeau. 1998. *Roseate Tern RENEW Report No. 8.* Service canadien de la faune, Sackville, NB.

Tyack, P. L., R.S. Wells, A. Read, T. Howald et T. Spradlin. 1993. Experimental playback of low frequency noise to bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus. Abstracts of Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Galveston, TX.

UKOOA (United Kingdom Offshore Operators Association). s.d. *http://www.oilandgas.org.uk/issues/ishsafe/index.*

United Kingdom Department of Trade and Industry. 2002. *Strategic Environmental Assessment of Parts of the Central and Southern North Sea.*

Urick, R J. 1983. *Principles of Underwater Sound for Engineers*. Troisième édition. McGraw-Hill, New York.

Wallace, J.C., 1981. *The Culture of the Iceland Scallop, Chlamys islandica Spat Collection and Growth During the First year*. Institute of Fisheries, University of Tromso, Norway.

Walsh, S.J., 1993. *Le monde sous-marin : Spiny Dogfish*. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario

Wardle, C.S., T.J. Carter, F.G. Urquhart, A.D.F. Johnstone, A.M. Kiolkowski, G. Hampson et D. Mackie. 2001. Effects of seismic air guns on marine fish. *Continental Shelf Research*, 21 (2001): 1,005-1,027.

Webb, C.L.F. et N.J. Kempf. 1998. The Impact of Shallow-Water Seismic in Sensitive Areas. *Society of Petroleum Engineers Technical Paper*, SPE 46722.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

White, L. et R. Johns. 1997. *Évaluation du milieu marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent*. Pêches et Océans Canada : xii + 128 pp.

Whitehead, H., S. Brennan et D. Grover. 1992. Distribution and behaviour of male sperm whales on the Scotian Shelf, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 70: 912-918.

Whitehead, H., D. Bowen, S. Hooker et S. Gowan. 1998. Marine Mammals of The Gully. Pp. 161-187. Dans : G. Harrison et D. Fenton (éditeurs). *The Gully Science Review*. Ministère des Pêches et des Océans, région maritime.

Whittam, R.M., 1999. *COSEWIC Status Report Update on Roseate Tern, Sterna dougallii*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, ON.

Wiese, F.K. et W. Montevecchi. 2000. *Marine Bird and Mammal Surveys on the Newfoundland Grand Banks from Offshore Supply Boats, 1999-2000*. Rapport préparé pour Husky Oil, St. John's, NL.

Wiese, F.K. W.A. Montevecchi, G.K. Davoren, F. Huettmann, A.W. Diamond et J. Linke. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the Northwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin, 42(12):* 1,285-1,290

Williams, N.A., C.M. Paton, M.A. Purdy et D.K. Cairns. 1981. *Distribution and Abundance of Marine Birds on the Grand Banks, 1980-81*. Grand Banks Wildlife Study, rapport final. Préparé pour Mobil Oil Canada Ltd.

Williams, U. et J.W. Chardine. 1998. *The Leach's Storm-Petrel: General Information and Handling Instructions*. Document d'information non publié destiné aux compagnies pétrolières extracôtières. 5 p.

Wilson, B. et L.M. Dill. 2002. Pacific herring respond to simulated odontocete echolocation sounds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 542-533.

Young, G.A. 1991. *Concise Methods for Predicting the Effects of Underwater Explosions on Marine Life.* Département de recherche et de technologie, Naval Surface Warfare Center, Dahlgren, VA/Silver Spring, MD.

Zakardjian, B.A., J. Sheng, J.A. Runge, K.R. Thompson, Y. Gratton, I. McLaren et S. Plourde. Sous presse. Effects of temperature and circulation on the population dynamics of *Calanus finmarchicus* in the Gulf of St. Lawrence and Scotian Shelf: linking a stage-based life-history model to a three-dimensional hydrodynamic model. *Journal of Geophysical Research – Oceans.*

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Zitko, V., L.E., Burridge, M. Woodside et H. Akagi. 1984. Low Contamination of Fish by Hydrocarbons from the Uniacke G-72 (Shell Oil, Vinland) Well Site Blowout in February 1984. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1305.

© Jacques Whitford Environment Limited 2003

Annexe A Noms scientifiques des espèces décrites dans le rapport

Annexe B Informations océanographiques supplémentaires

Courants océaniques
Productivité primaire

Annexe C Statistiques sur les pêches et cartes de répartition