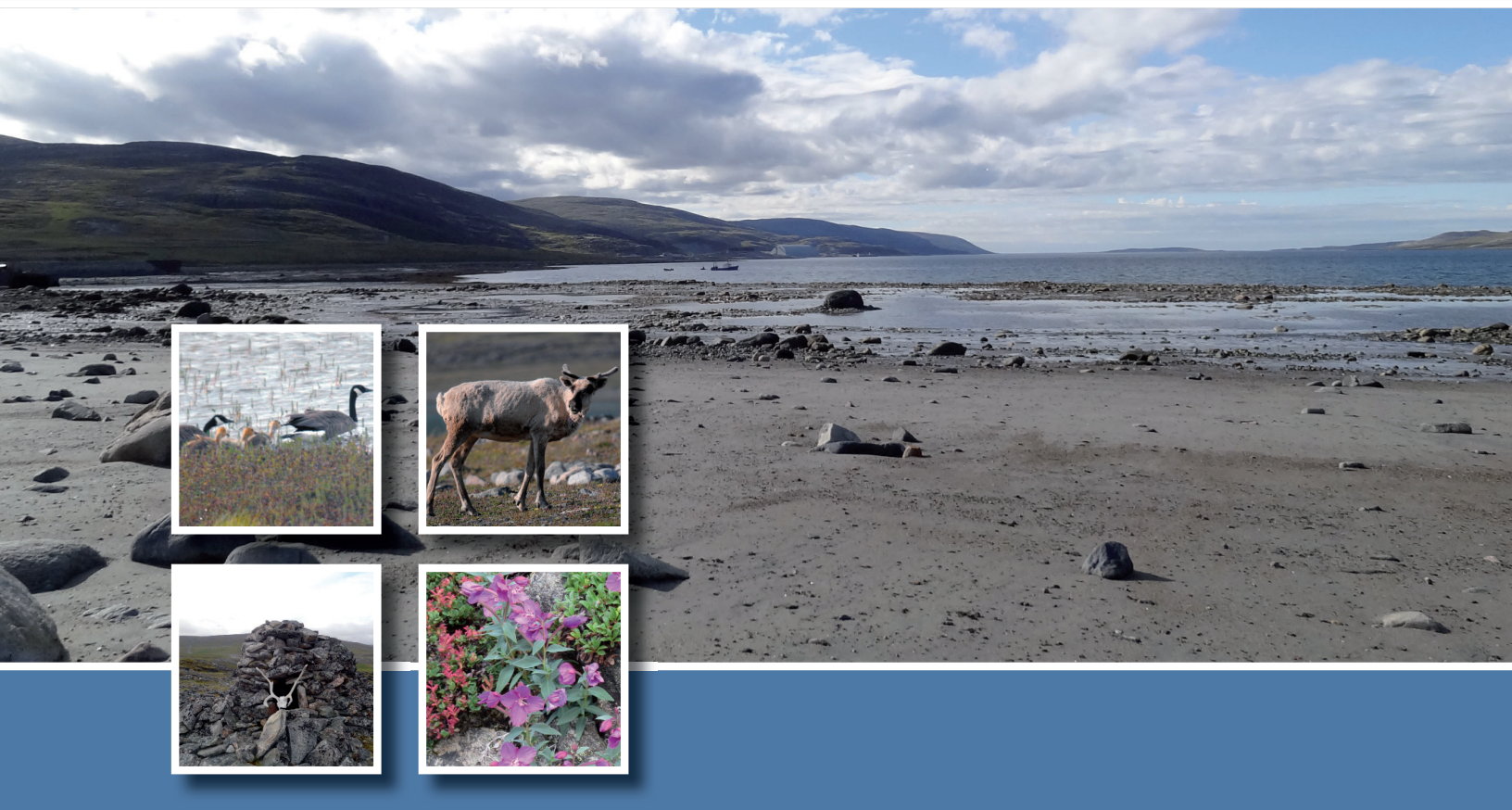
CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception

Annexes – Rapports sectoriels

VOLUME 3



Novembre 2012
Projet : 101-53046-02

GENIVAR

LISTE DES ANNEXES
VOLUME 3

ANNEXE 7	Modélisation hydrodynamique de la baie Déception - Rapport sectoriel
ANNEXE 10	Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin - 2012 - Rapport sectoriel
ANNEXE 13	Inventaire des espèces vasculaires menacées ou vulnérables - Rapport sectoriel
ANNEXE 14	Faune aviaire - Rapport sectoriel
ANNEXE 15	Archéologie - Rapport sectoriel
ANNEXE 16	Étude d'intégration au milieu visuel - Rapport sectoriel
ANNEXE 22	Étude sur la navigation maritime dans la baie Déception - Rapport sectoriel

---

Référence à citer :

GENIVAR. 2012*. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception.* Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties Inc. Annexes (Volume 3). Pagination multiple

ANNEXE 7

Modélisation hydrodynamique de la baie Déception - Rapport sectoriel

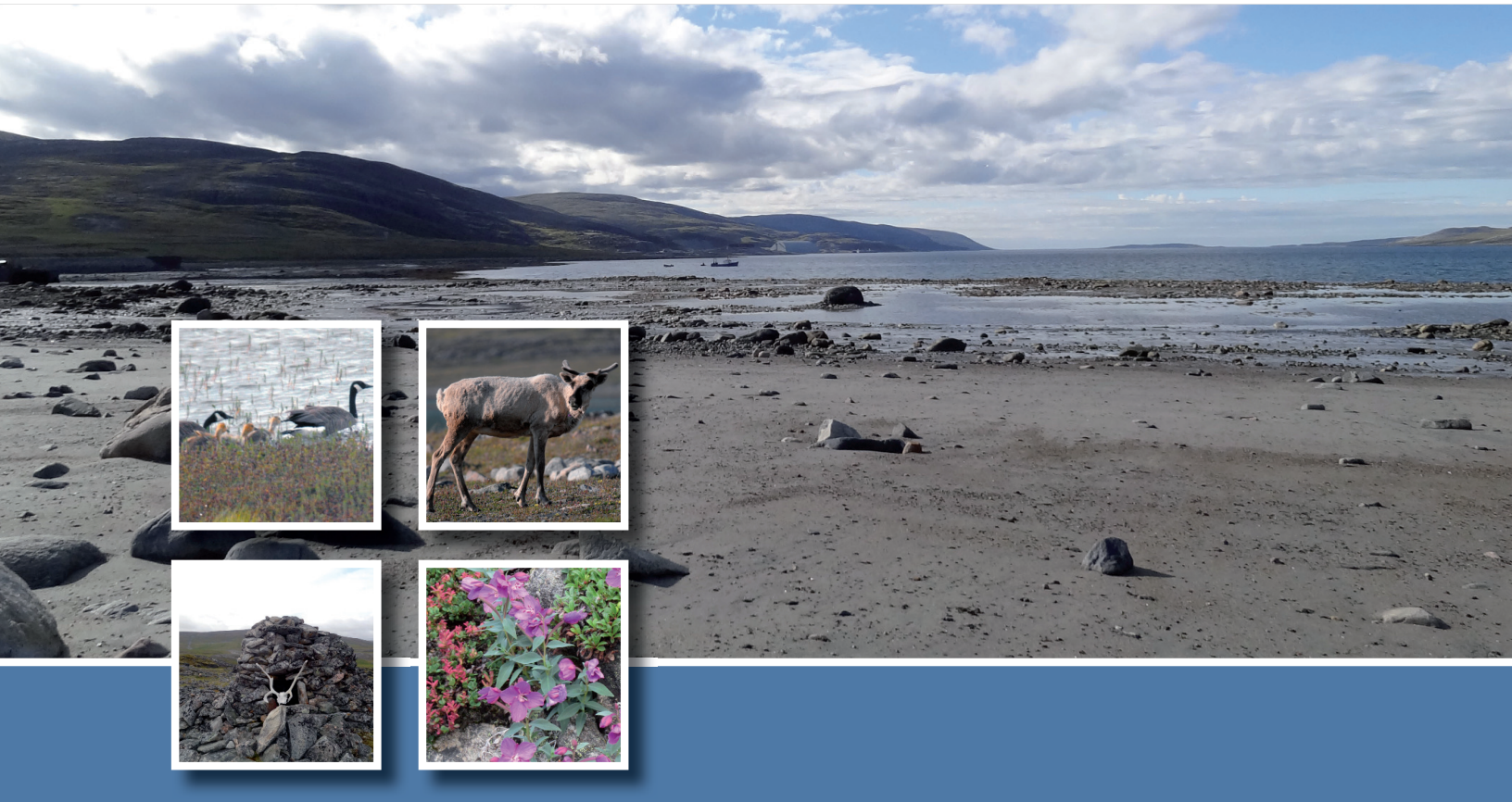
CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIKNICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social
pour l'aménagement d'infrastructures portuaires
et la gestion des sédiments à la baie Déception

Annexe 7
Modélisation hydrodynamique de la baie Déception

RAPPORT SECTORIEL



Novembre 2012
Projet : 101-53046-02

GENIVAR

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL POUR L'AMÉNAGEMENT D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES ET LA GESTION DES SÉDIMENTS À LA BAIE DÉCEPTION

MODÉLISATION HYDRODYNAMIQUE DE LA BAIE DÉCEPTION

RAPPORT SECTORIEL

Présenté à

Canadian Royalties inc.

Par

GENIVAR inc.

Approuvé par :

Steve Renaud, ing. M. Sc.

NOVEMBRE 2012

101-53046-02

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Canadian Royalties inc.

Vice-président Santé-Sécurité – Environnement	:	Gail Amyot
Surintendant – Environnement	:	Stephane Twigg

GENIVAR inc.

Spécialistes en hydraulique	:	Steve Renaud, ing. M. Sc. Pierre Dupuis, ing. M. Sc.
Modélisation numérique	:	Vincent Métivier ing. jr., M. Sc. Noémie Blouin, M. Sc.
Édition	:	Catherine Boucher
Traitement de texte	:	Linette Poulin

Référence à citer :

GENIVAR. 2012*. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception. Modélisation hydrodynamique de la baie Déception. Rapport sectoriel.* Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties inc. 70 p. et annexe.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Équipe de réalisation i
Table des matières iii
Liste des tableaux v
Liste des figures vii
Liste des annexes viii

1. INTRODUCTION 1
2. CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE 3
3. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE 7
   - 3.1 Démarche générale 7
   - 3.2 Outils de modélisation 8
4. ANALYSE DE LA MARÉE ET DES SURCOTES-DÉCOTES 9
   - 4.1 Données du Service hydrographique du Canada (SHC) 9
   - 4.2 Analyse harmonique des signaux de marée mesurés à la baie Déception 10
   - 4.3 Caractéristiques de la marée 13
   - 4.4 Surcote observée à la baie Déception 14
5. CARACTÉRISTIQUES DES VENTS 17
6. CIRCULATION HYDRODYNAMIQUE 21
   - 6.1 Variante et scénarios étudiées 21
     - 6.1.1 Conditions actuelles et projetées 21
   - 6.2 Paramétrisation du modèle 22
   - 6.3 Maillage 22
   - 6.4 Modèle numérique de terrain 22
   - 6.5 Conditions aux limites 23
   - 6.6 Étalonnage du modèle de circulation 23
     - 6.6.1 Vitesses mesurées à proximité du quai 23
     - 6.6.2 Vitesse moyenne des courants de marée (théorie des petites baies) 28
     - 6.6.3 Comparaisons des valeurs mesurées et calculées 28

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

6.7 Résultats de la modélisation 32
6.7.1 Marée de vives-eaux 35
6.7.2 Marée de mortes-eaux 35
6.7.3 Effet du vent sur les courants modélisés 40
7. PANACHE DE DISPERSION DES SÉDIMENTS 47
7.1 Mise en suspension de sédiments durant le dragage 47
7.2 Méthode de calcul 47
7.2.1 Résultats et analyses 49
7.3 Propagation du panache de dispersion des sédiments 50
7.3.1 Effet de la marée sur la dispersion des sédiments 51
7.3.2 Effet de la direction du vent sur la dispersion des sédiments 55
7.3.3 Synthèse 57
8. DRAGAGES D'ENTRETIEN 63
8.1 Apports potentiels en provenance du littoral 63
8.2 Sédimentation 64
9. CONCLUSION 67
10. RÉFÉRENCES 69

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1 Signaux de niveau d'eau obtenus de Pêches et Océans Canada. 9

Tableau 2 Caractéristiques de la marée de la baie Déception. 9

Tableau 3 Valeurs des composantes harmoniques de la marée à la baie Déception, selon le signal de juillet et août 1997 11

Tableau 4 Valeurs des composantes harmoniques de la marée à la baie Déception, selon le signal d'août et septembre 2012. 12

Tableau 5 Amplitude et phase de chaque composante de marée à la baie Déception, selon le logiciel Delft Dashboard. 14

Tableau 6 Comparaison des caractéristiques de la marée de la baie Déception établies selon le SHC et à partir de l'enregistrement de 2012. 14

Tableau 7 Conditions météorologiques à l'aéroport de Salluit les 13 et 14 septembre 2012. 15

Tableau 8 Statistiques descriptives de l'intensité du vent mesuré à la station de Salluit A. 17

Tableau 9 Statistiques descriptives de la vitesse des courants à différentes profondeurs à la baie Déception, entre le 5 et le 29 septembre 2006. 27

Tableau 10 Statistiques descriptives de la vitesse de déplacement des dériveurs lancés à proximité des infrastructures portuaires projetées de Canadian Royalties en août 2012. 27

Tableau 11 Paramètres d'entrée dans DREDGE. 49

Tableau 12 Résultats de DREDGE. 50

Tableau 13 Intrants au modèle du champ éloigné. 51

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1 Localisation de la baie Déception..... 3

Figure 2 Caractéristiques de la marée dans le nord du Québec.. 4

Figure 3 Catégorie de système côtier de la baie Déception établie selon la classification de Hayes..... 4

Figure 4 Photographie aérienne de la baie Déception. 5

Figure 5 Variation du niveau d'eau à la baie Déception en juillet et août 1997. 13

Figure 6 Variation du niveau d'eau à la baie Déception en août et septembre 2012. 13

Figure 7 Variation du niveau d'eau à la baie Déception entre le 6 et le 16 septembre 2012. 15

Figure 8 Intensité du vent mesuré à Salluit A depuis 1992. 17

Figure 9 Rose des vents à la station de Salluit A – analyse pour tous les mois de l'année. 19

Figure 10 Rose des vents à la station de Salluit A – analyse pour la période de juillet à novembre. 20

Figure 11 Concept d'aménagement des infrastructures portuaires projetées..... 21

Figure 12 Maillage hydrodynamique et zones de différentes tailles d'éléments (5, 15 et 45 m). 24

Figure 13 Bathymétrie de la baie Déception en conditions actuelles. 25

Figure 14 Bathymétrie de la baie Déception avec l'infrastructure portuaire projetée. 26

Figure 15 Localisation des transects d'analyse de la vitesse moyenne et du débit associé au prisme de marée. 31

Figure 16 Comparaison des débits et vitesses moyennes modélisés, théoriques et relevés à la sortie de la baie, en période de vives eaux..... 33

Figure 17 Comparaison entre les débits et vitesses moyennes modélisés, théoriques et relevés au droit du site Q1, en période de vives eaux..... 34

Figure 18 Courants dans la baie Déception à 4 moments d'un cycle de marée de vives-eaux, en conditions actuelles..... 36

Figure 19 Courants à proximité du site Q1, au jusant d'une marée de vives-eaux..... 37

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 20 Comparaison des courants à proximité du site Q1 (transect 2) en période de vives-eaux. 38

Figure 21 Courants dans la baie Déception pour une marée de mortes-eaux, en conditions actuelles. 39

Figure 22 Comparaison des courants moyens au droit du transect du site Q1 en période de vives-eaux et de mortes-eaux. 40

Figure 23 Courants induits par le vent durant le jusant, en période de marée de vives-eaux, sous différentes conditions de vent. 43

Figure 24 Courants induits par le vent durant le flot, en période de marée de vives-eaux, sous différentes conditions de vent. 45

Figure 25 Évolution temporelle du panache de dispersion des sédiments dragués mis en suspension. Conditions sans vent. 53

Figure 26 Concentration des matières en suspension après 25 jours de marée 55

Figure 27 Évolution temporelle de la concentration des matières en suspension au point d'observation, situé à 375 m au nord-ouest du site des travaux de dragage. 55

Figure 28 Profil de vitesse introduit dans Delft3D-PART et superposé aux résultats du module Delft3D-FLOW 56

Figure 29 Évolution temporelle du panache de dispersion des sédiments dragués mis en suspension. 59

Figure 30 Concentration des matières en suspension après 3 jours pour des scénarios de vents en provenance du SO et du NO. 61

LISTE DES CARTES

Page

Carte 1 Zone d'étude de la baie Déception 6

Carte 2 Trajectoire des dériveurs les 1, 2 et 5 août 2012 et aperçu des conditions hydrodynamiques 29

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Étude de sensibilité de la vitesse d'écoulement et du diamètre médian des sédiments sur les concentrations émises au champ rapproché

1. INTRODUCTION

Canadian Royalties inc. (CRI) désire construire un quai en eau profonde pour ses activités minières. En 2007, l'ensemble du projet Nunavik Nickel (PNNi) a fait l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement et le milieu social (EIES) (GENIVAR, 2007). En 2011, une évaluation environnementale pour l'aménagement des infrastructures portuaires a été réalisée. Suite au dépôt de ce rapport, les instances gouvernementales (COFEX, ACÉE, etc.) ont transmis des demandes additionnelles à CRI afin de compléter l'évaluation des impacts du projet. Parmi celles-ci, des informations complémentaires portant sur la description des conditions hydrodynamiques de la baie Déception et sur les besoins en dragage d'entretien ont été demandées. Afin de compléter les informations manquantes et de compléter l'évaluation des impacts, des relevés courantométriques additionnels et une modélisation hydrodynamique numérique bidimensionnelle de la baie Déception ont été réalisés à l'automne 2012.

Les objectifs spécifiques de cette étude hydrodynamique sont de décrire le comportement hydrodynamique de la baie Déception, d'évaluer les impacts de la présence du quai (variante Q1) sur celui-ci, d'anticiper les besoins en dragage d'entretien et d'évaluer les impacts anticipés durant les travaux. La modélisation réalisée permet en particulier d'étudier le déplacement et la dilution des panaches de sédiments émis durant les travaux de dragage requis pour la construction du quai.

Ce rapport sectoriel fournit des détails sur les conditions hydrodynamiques de la baie Déception, notamment sur la marée, les surcotes de tempête et le vent qui sont les phénomènes les plus importants pour expliquer la circulation des eaux dans la baie. La méthode utilisée et les résultats de la modélisation sont présentés en conditions actuelles et projetées afin de décrire l'influence des infrastructures portuaires sur la dynamique côtière. Ces résultats ont également été utilisés comme base de calcul pour la modélisation des panaches de sédiments générés par les travaux de dragage. À la lumière de ces analyses, des recommandations sont formulées afin d'atténuer les impacts des travaux.

2. CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

La baie Déception est située au nord du Nunavik, sur la rive sud du détroit d'Hudson qui relie la baie d'Hudson à l'océan Atlantique (figure 1). La baie Déception est caractérisée par des marées dont le marnage est de l'ordre de 5 m lors des épisodes de grandes marées. En comparaison de différents lieux sur le pourtour de la côte du nord du Québec, ces marées sont moyennes puisqu'elles atteignent plus de 13 m dans la baie d'Ungava (figure 2). Le marnage est la différence entre l'étale de pleine mer (marée haute) et l'étale de basse mer (marée basse). Selon la classification de Hayes (CEM IV-1-16 [CERC, 2003]), qui établit la catégorie du système côtier en fonction de l'intensité du marnage de la marée et de la hauteur moyenne des vagues, la région de la baie Déception est considérée comme étant dominée par la marée (rectangle orange, figure 3).

La carte 1 et la figure 4 présentent la zone d'étude du projet. La baie Déception fait environ 12 km de longueur par 3 km de largeur et couvre une superficie de l'ordre de 33,4 km^2. Le site du quai projeté (Q1) est situé à environ 850 m au sud-est des infrastructures portuaires d'Xstrata. Notons que le quai est orienté dans l'axe ouest-sud-ouest/est-nord-est alors que la baie est orientée sud-est/nord-ouest.

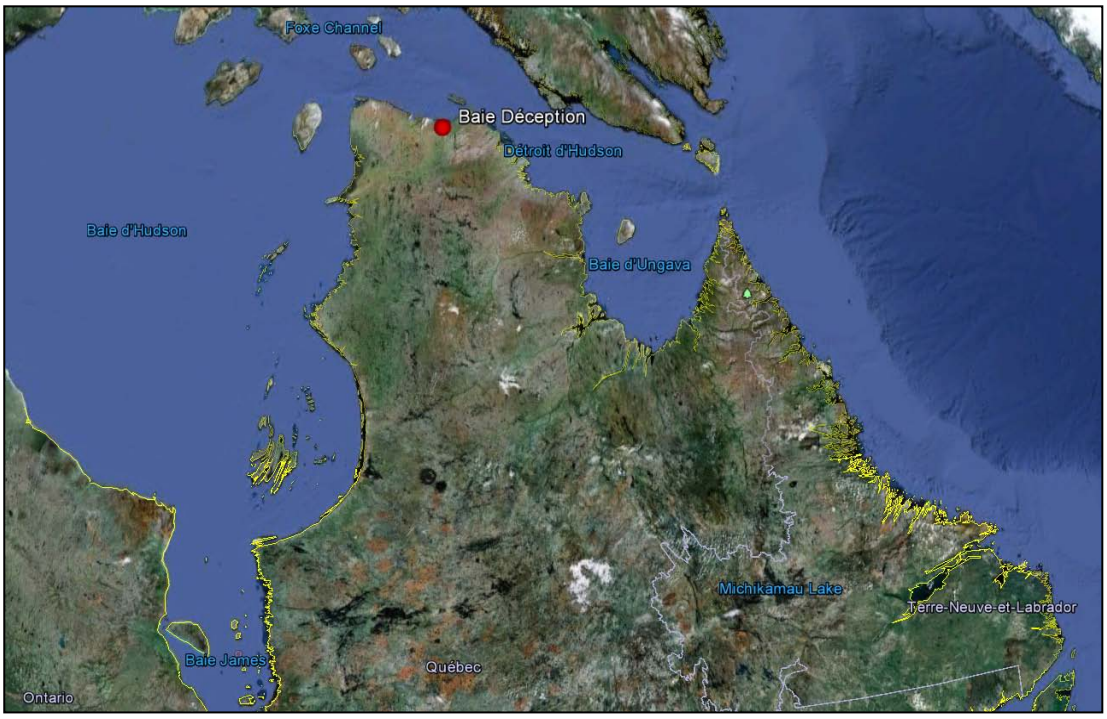


Figure 1 Localisation de la baie Déception

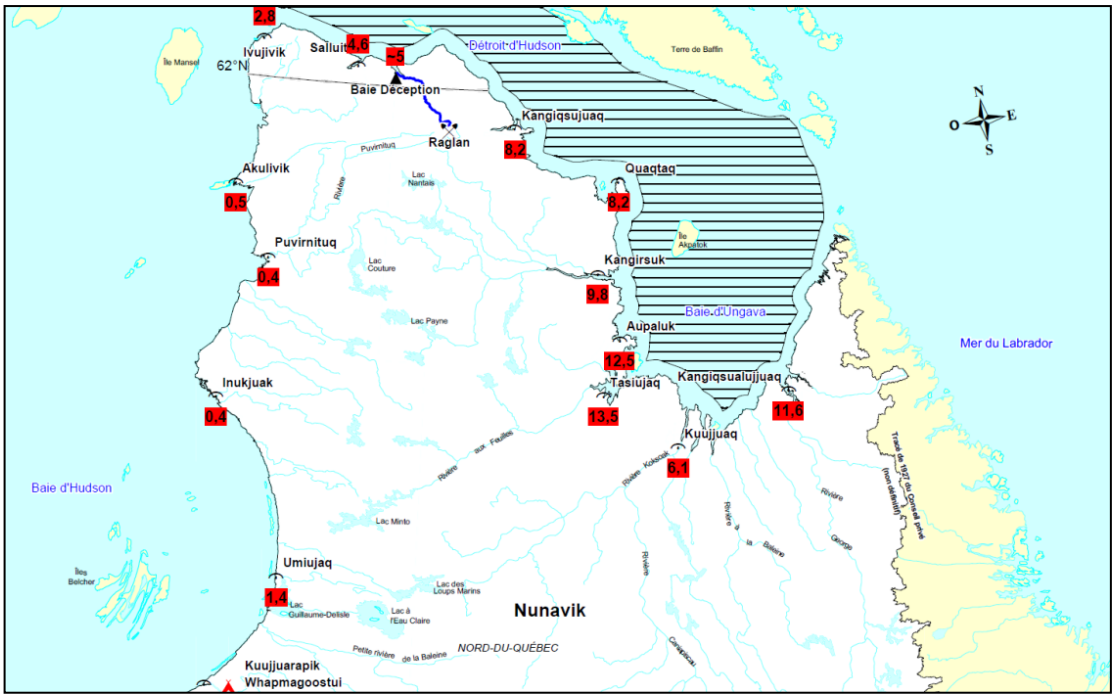
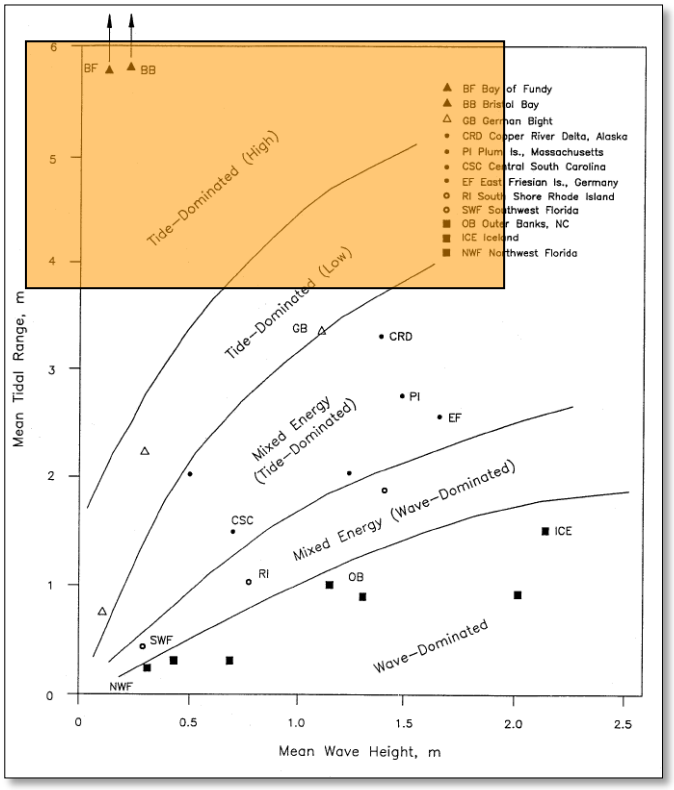


Figure 2 Caractéristiques de la marée dans le nord du Québec. Tiré de Transports Québec, 2002.

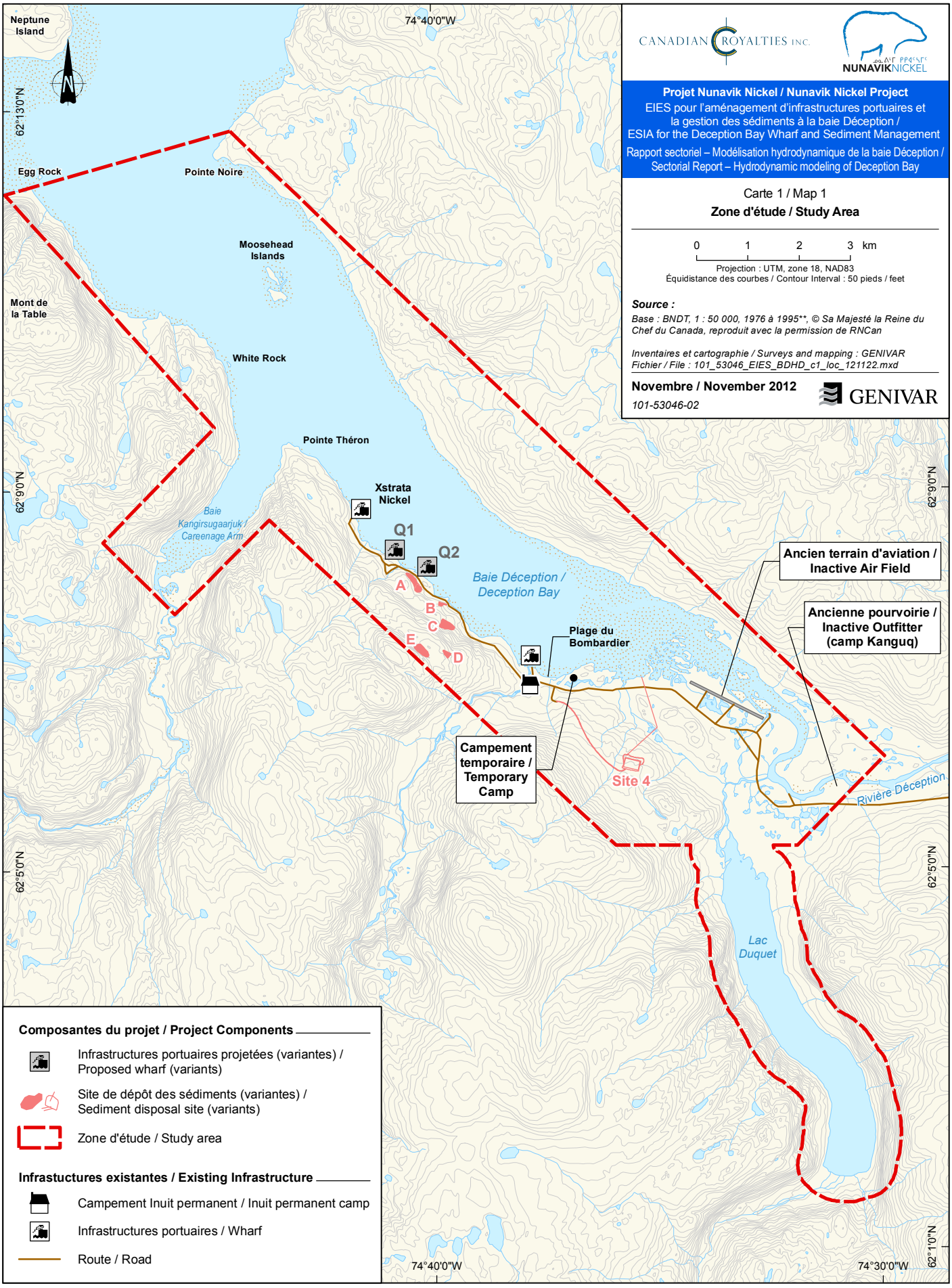


Source : CEM Vol IV-1

Figure 3 Catégorie de système côtier de la baie Déception établie selon la classification de Hayes (CERC, 2003)

Figure 4 Photographie aérienne de la baie Déception.

On remarque la présence de deux îles à l'extrémité nord de la baie, soit les îles Neptune et Arctic (figure 4). À l'ouest de l'île Neptune, l'interprétation de la photographie aérienne suggère la présence d'un haut-fond, lequel ne permet pas la navigation à l'aide de navires à fort tirant d'eau. Enfin, l'embouchure de la rivière Déception, située au sud-est de la baie, est orientée essentiellement de l'est vers l'ouest.


Neptune Island
74°40'0"W
62°13'0"N
Egg Rock
Pointe Noire
Moosehead Islands
Mont de la Table
White Rock
Pointe Théron
62°9'0"N
Xstrata Nickel
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Q1
Q2
A
B
C
D
E
Baie Déception / Deception Bay
Plage du Bombardier
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Ancienne pourvoirie / Inactive Outfitter (camp Kanguq)
Campement temporaire / Temporary Camp
Site 4
Rivière Déception
62°5'0"N
Lac Duquet
74°40'0"W
74°30'0"W
N.0°3'62
N.0°1'62
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIKNICKEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel – Modélisation hydrodynamique de la baie Déception /
Sectorial Report – Hydrodynamic modeling of Deception Bay
Carte 1 / Map 1
Zone d'étude / Study Area
0 1 2 3 km
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDHD_c1_loc_121122.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR
Composantes du projet / Project Components
Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Zone d'étude / Study area
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road

3. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

3.1 Démarche générale

L'étude du régime hydrodynamique de la baie Déception permet d'évaluer l'intensité de phénomènes susceptibles d'engendrer des courants dans la zone d'étude. La caractérisation des courants s'appuie donc sur une analyse des phénomènes suivants, lesquels sont significatifs dans la baie :

- le transit de la marée;
- le cisaillement du vent à la surface de l'eau.

Ces phénomènes font l'objet d'une analyse et sont quantifiés afin de caractériser les conditions hydrodynamiques qui régulent la courantométrie de la baie. Par la suite, des scénarios sont développés afin de les simuler à l'aide de la modélisation numérique.

Un modèle de la baie est élaboré et étalonné à partir des données collectées au cours des diverses campagnes de terrain, afin de s'assurer de la qualité des résultats qui seront produits. La bathymétrie de la baie est tout d'abord fixée sur la grille de calcul (maillage) qui couvre la baie et ensuite les paramètres hydrodynamiques (marée, vent, vagues) sont imposés pour générer les courants. Les résultats de modélisation hydrodynamique permettent d'obtenir les variations spatio-temporelles de l'intensité et de la direction des courants sur l'ensemble de la baie.

À partir de ce modèle, il est alors possible d'évaluer les impacts de l'implantation de la nouvelle infrastructure portuaire sur la circulation des eaux dans la baie. Il s'agit alors de reprendre les calculs en prenant soin préalablement de modifier la bathymétrie de sorte à bien représenter les nouvelles infrastructures. En comparant les résultats avec et sans le nouveau quai, on est en mesure de quantifier les modifications courantométriques. On peut également, en complément des données acquises au terrain, mieux comprendre le transport sédimentaire dans la baie et évaluer les besoins potentiels en dragage d'entretien suite à l'implantation du quai.

Les résultats hydrodynamiques peuvent également servir de données de base à un modèle de transport de particules, lequel peut être employé pour étudier la progression et la dispersion d'un panache de sédiments généré lors du dragage. Des simulations de panaches de sédiments ont donc été réalisées pour diverses conditions de dragage (en absence de vent, avec des vents de différentes directions) afin d'obtenir un portrait général des zones pouvant être affectées par de fortes concentrations en matières en suspension durant l'ensemble de la période des travaux de dragage.

3.2 Outils de modélisation

Delft3D

Le logiciel Delft3D, développé par Deltares en collaboration avec Delft University of Technology au Pays-Bas, a été sélectionné pour évaluer les impacts de la construction du quai projeté en eau profonde sur la circulation hydrodynamique dans la baie Déception. Delft3D consiste en une série de modules groupés autour d'une interface commune qui gère l'interaction entre les différents modules (Deltares systems, 2011).

Le module Delft3D-FLOW se trouve à être le moteur de calcul hydrodynamique. Il calcule l'écoulement résultant des forçages de la marée, du vent, des vagues et des débits imposés sur une grille rectilinéaire ou curvilinéaire (maillage) bidimensionnelle (2D, moyennée sur la profondeur (2DH)) ou tridimensionnelle (Lesser, G.R., 2009).

Dans cette étude, une grille de calcul 2DH est employée, ce qui implique que le calcul hydrodynamique ne tient pas compte des variations verticales des courants et les représente par des conditions moyennes sur toute la profondeur d'eau. Dans un modèle tridimensionnel (3D), l'écoulement est reproduit en évaluant également le déplacement des eaux entre les différentes couches d'eau, ce qui permet une meilleure représentation de l'écoulement.

Le système d'équations du module FLOW comprend un modèle de turbulence ainsi que des équations de transport, de continuité et de transfert de la quantité de mouvement horizontal. Il est applicable pour la prédiction des écoulements en eaux peu profondes et en zones côtières, dû au fait que les accélérations verticales peuvent être raisonnablement négligées (Lesser, G.R., 2009). La raison particulière de l'emploi d'un modèle 2DH plutôt que 3D est la rapidité de la mise en œuvre et du calcul, ce qui permet la réalisation de scénarios plus longs et plus variés.

Afin d'estimer le panache de dispersion des sédiments dans la baie Déception, le module DELFT3D-PART a été retenu. Cet outil de modélisation permet, via le suivi de particules, de décrire les processus influençant la qualité de l'eau selon une représentation spatiale détaillée (Deltares, 2011). Le déplacement de chaque particule individuelle est modélisé en considérant l'influence des phénomènes d'advection, diffusion/dispersion et de sédimentation. Pour réaliser cette modélisation, il est requis de coupler les résultats du module Delft3D-FLOW au module Delft3D-PART.

4. ANALYSE DE LA MARÉE ET DES SURCOTES-DÉCOTES

Les variations du niveau d'eau dans la baie Déception sont essentiellement occasionnées par la marée, la pression barométrique et le vent. Contrairement à la marée, qui est régulée par le jeu des forces gravitationnelles associées à la lune, la terre et le soleil, les deux autres paramètres sont associés aux conditions météorologiques lors de tempêtes.

Il existe peu d'enregistrements du niveau d'eau dans la région de la baie Déception et ceux obtenus de Pêches et Océans Canada (MPO) ne couvrent que de courtes périodes. Le tableau 1 présente les dates de début et de fin des enregistrements digitaux de niveau d'eau à baie Déception.

Tableau 1 Signaux de niveau d'eau obtenus de Pêches et Océans Canada.

Année	Date de début	Date de fin	Pas de sondage (minutes)
1960	1960/08/06	1960/08/11	60
1965	1965/08/12	1965/09/03	60
1997	1997/07/05	1997/08/15	3

Source : Pêche et Océans Canada, 2010

En se propageant dans la baie, le signal de la marée se déforme. Afin d'établir les caractéristiques de la marée (datums) spécifiques à la zone d'étude et d'évaluer l'ampleur des variations du niveau d'eau associées aux tempêtes, des analyses harmoniques sont réalisées. L'analyse harmonique permet de définir les composantes harmoniques astronomiques, de soustraire l'influence de la marée du signal de niveau d'eau et ensuite d'établir les surcotes et décotes (rehaussement et abaissement du niveau d'eau dû aux conditions météorologiques). Cette analyse a été effectuée à partir du signal mesuré par GENIVAR en 2012 et permet d'établir les caractéristiques de la marée à la baie Déception.

4.1 Données du Service hydrographique du Canada (SHC)

Le tableau 2 présente ces caractéristiques de la marée pour la baie Déception selon le Service hydrographique du Canada (SHC).

Tableau 2 Caractéristiques de la marée de la baie Déception.

Caractéristique		(m, ZC)[1]
Pleine mer supérieure de grande marée	PMSGM	5,59
Niveau moyen de l'eau	NMM	2,60
Basse mer inférieure de grande marée	BMIGM	0,15
Marnage moyen		3,77
Marnage de grande marée		5,44

1 Données fournies en fonction du zéro des cartes (ZC, marégraphique). Station de la baie Déception : 62°09' de latitude Nord et 74°45' de longitude Ouest. Source : Bernard Labrecque, Service hydrographique du Canada, comm. pers., 2006.

L'amplitude des marées est relativement élevée puisqu'elle est de 3,77 m en marée moyenne et de 5,44 m en grande marée selon les données du SHC (tableau 2). Or, puisqu'il avait été soulevé que certaines valeurs non officielles du Service Hydrographique du Canada pourraient être sous-estimées (GENIVAR, 2007), en particulier, l'amplitude et le niveau de la pleine mer des grandes marées, ces valeurs ont été révisées. L'adéquation de ces statistiques est traitée à la section suivante.

4.2 Analyse harmonique des signaux de marée mesurés à la baie Déception

Les figures qui suivent présentent les variations du niveau d'eau durant les périodes pour lesquelles nous disposons d'enregistrements. Le signal en bleu présente la variation du niveau d'eau, tandis que le signal en rouge présente la variation du plan d'eau moyen provoqué par le passage des perturbations atmosphériques (une fois l'influence de la marée éliminée par l'enlèvement des composantes harmoniques de la marée).

Les niveaux sont tous exprimés en fonction du zéro des cartes marines (ZC; en anglais, Chart Datum [CD]). Le signal de marée analysé par MPO est celui de juin 1997 (figure 5). Les amplitudes et phases des composantes harmoniques tirées de l'analyse de l'enregistrement de 1997 sont présentées au tableau 3.

Finalement, le signal de la figure 6 présente les variations du niveau d'eau mesuré durant la campagne de mesure en août et septembre 2012. La marée dans la baie Déception est de type semi-diurne, c'est-à-dire qu'elle présente deux oscillations complètes par jour, soit deux pleines mers (marée haute) et deux basses mers (marée basse). Chaque oscillation s'étend sur une période moyenne de 12 heures et 25 minutes.

Par ailleurs, le programme Delft Dashboard (Deltares, 2011) fournit également des valeurs de composantes harmoniques pour la baie Déception, qui proviennent de la base de données de l'International Hydrographic Organization (IHO). Les composantes harmoniques sont présentées au tableau 5. On observe que l'amplitude des composantes M2 et S2 sont également supérieures à celles de l'analyse du signal de marée de 1997 du SHC.

Puisque les données du SHC semblent sous-estimer le marnage ainsi que le niveau d'eau des grandes marées, les données de 2012 sont retenues pour le calcul des datums de référence.

Tableau 3 Valeurs des composantes harmoniques de la marée à la baie Déception, selon le signal de juillet et août 1997 (SHC).

Composante	Amplitude (m)	Phase (degrés)	Fréquence (cycles/heure)
ZO	2,857	0,00	0,000
MM	0,083	135,09	0,002
MSF	0,071	322,55	0,003
ALP1	0,010	141,17	0,034
2Q1	0,009	17,38	0,036
Q1	0,018	234,54	0,037
O1	0,057	55,43	0,039
NO1	0,009	340,52	0,040
K1	0,099	118,87	0,042
J1	0,019	69,21	0,043
OO1	0,022	144,03	0,045
UPS1	0,039	321,73	0,046
EPS2	0,018	160,05	0,076
MU2	0,060	186,48	0,078
N2	0,341	251,53	0,079
M2	1,663	272,58	0,081
L2	0,068	290,99	0,082
S2	0,541	337,24	0,083
ETA2	0,024	188,33	0,085
MO3	0,008	278,37	0,119
M3	0,017	339,96	0,121
MK3	0,012	97,05	0,122
SK3	0,020	145,46	0,125
MN4	0,024	139,49	0,160
M4	0,024	173,66	0,161
SN4	0,013	186,53	0,162
MS4	0,005	98,00	0,164
S4	0,008	110,71	0,167
2MK5	0,010	276,96	0,203
2SK5	0,009	126,36	0,208
2MN6	0,001	19,98	0,240
M6	0,019	154,18	0,242
2MS6	0,015	302,98	0,244
2SM6	0,018	357,99	0,247
3MK7	0,017	152,64	0,283
M8	0,012	61,07	0,322

Tableau 4 Valeurs des composantes harmoniques de la marée à la baie Déception, selon le signal d'août et septembre 2012 (GENIVAR).

Composante	Amplitude (m)	Phase (degrés)	Fréquence (cycles/heure)
ZO	2,889	0,00	0,000
MM	0,045	302,02	0,002
MSF	0,077	318,59	0,003
ALP1	0,002	148,84	0,034
2Q1	0,004	244,08	0,036
Q1	0,007	52,88	0,037
O1	0,028	57,33	0,039
NO1	0,008	137,54	0,040
K1	0,073	126,89	0,042
J1	0,004	268,55	0,043
OO1	0,009	327,05	0,045
UPS1	0,005	11,52	0,046
EPS2	0,003	148,17	0,076
MU2	0,016	130,99	0,078
N2	0,270	272,49	0,079
M2	1,747	302,12	0,081
L2	0,029	323,62	0,082
S2	0,745	0,14	0,083
ETA2	0,023	198,44	0,085
MO3	0,003	16,56	0,119
M3	0,001	212,78	0,121
MK3	0,004	287,29	0,122
SK3	0,002	305,64	0,125
MN4	0,008	187,01	0,160
M4	0,024	222,44	0,161
SN4	0,006	231,23	0,162
MS4	0,022	267,03	0,164
S4	0,007	305,41	0,167
2MK5	0,003	47,69	0,203
2SK5	0,001	131,66	0,208
2MN6	0,003	222,96	0,240
M6	0,006	288,19	0,242
2MS6	0,011	12,91	0,244
2SM6	0,003	97,02	0,247
3MK7	0,001	147,94	0,283
M8	0,001	100,12	0,322

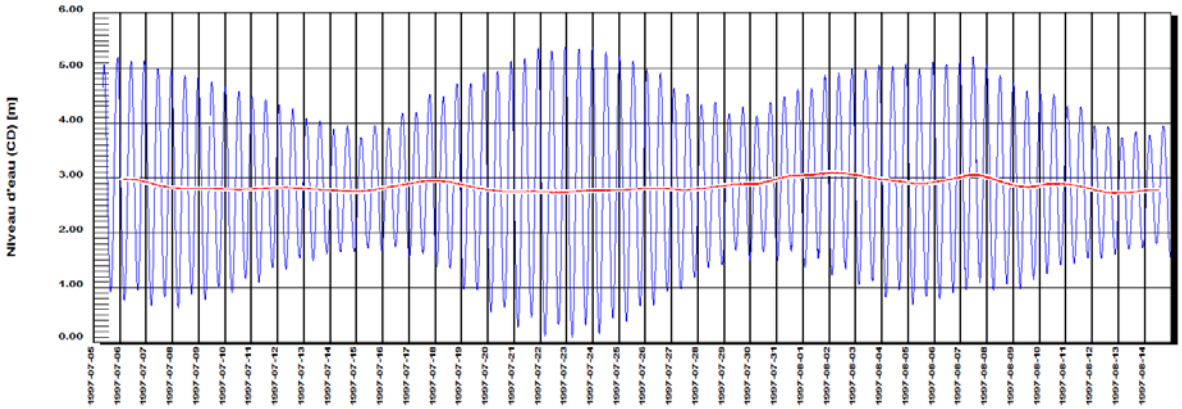


Figure 5 Variation du niveau d'eau à la baie Déception en juillet et août 1997 (MPO).

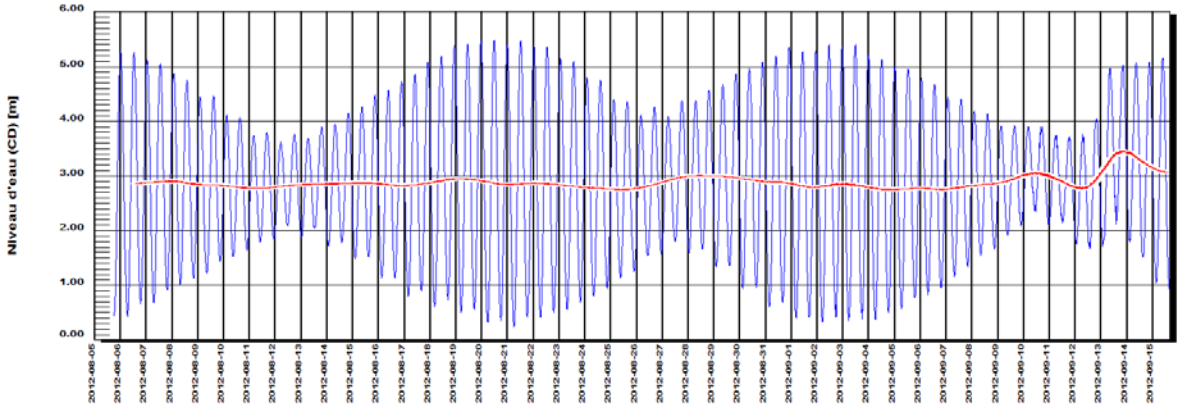


Figure 6 Variation du niveau d'eau à la baie Déception en août et septembre 2012.

La comparaison des résultats des deux analyses harmoniques révèle que l'amplitude des composantes principales, M2 et S2, est significativement plus élevée pour le signal mesuré par GENIVAR en 2012.

4.3 Caractéristiques de la marée

À partir des composantes harmoniques établies précédemment à partir des données de 2012, il est possible de générer le signal de marée pour la durée d'un cycle métonique, soit 235 mois synodiques lunaires ou environ 19 ans (Foremann, 1977). Cette série de valeurs horaires est ensuite utilisée pour établir les caractéristiques de la marée qui sont présentées au tableau 6 et comparées avec celles du SHC. Le marnage est relativement élevé puisqu'il est de 3,9 m pour des marées moyennes et de 5,7 m pour des grandes marées.

Tableau 5 Amplitude et phase de chaque composante de marée à la baie Déception, selon le logiciel Delft Dashboard (Deltares, 2011).

Composante	Amplitude (m)	Phase (degrés)
M2	1,717	33,14
S2	0,604	94,00
N2	0,343	4,76
K2	0,164	98,73
MSF	0,098	162,66
K1	0,084	158,16
O1	0,037	107,67
P1	0,027	154,84
MS4	0,023	117,44
M4	0,021	38,07
MO3	0,011	221,91
2MS6	0,011	281,07
M6	0,01	195,41
MK3	0,01	109,50
SK4	0,009	106,33
SK3	0,005	289,76
M8	0,003	459,25

Source : Delft Dashboard (Deltares, 2012)

Tableau 6 Comparaison des caractéristiques de la marée de la baie Déception établies selon le SHC et à partir de l'enregistrement de 2012.

		Enregistrement 2012	SHC
Caractéristique		(m, ZC)[1]	(m, ZC)[1]
Pleine mer supérieure de grande marée	PMSGM	5,8	5,59
Pleine mer supérieure de marée moyenne	PMSMM	4,9	-
Niveau moyen de l'eau	NMM	2,9	2,60
Basse mer inférieure de marée moyenne	BMIMM	0,9	-
Basse mer inférieure de grande marée	BMIGM	0,1	0,15
Marnage moyen		3,9	3,77
Marnage de grande marée		5,7	5,44

[1] Valeurs exprimées par rapport au référentiel marégraphique

On constate des différences significatives entre les valeurs fournies par le SHC et celles obtenues à l'aide de l'analyse harmonique de l'enregistrement de 2012. Selon l'utilisation qui est faite de ces résultats, les valeurs les plus conservatrices devraient être employées. Pour la suite de l'étude, les valeurs obtenues à partir de l'enregistrement de 2012 ont été retenues.

4.4 Surcote observée à la baie Déception

L'analyse de la composante atmosphérique (en rouge) du niveau d'eau mesuré en 2012 indique une variation moyenne de l'ordre de 20 cm ainsi qu'une surélévation importante du niveau d'eau moyen vers la mi-septembre 2012

(figure 7). Cette surélévation du niveau d'eau, de l'ordre de 60 cm, est due au passage d'une dépression importante. Le tableau 7 présente les conditions météorologiques qui prévalaient à ce moment à Salluit à environ 50 km à l'ouest de la baie Déception. Le 13 septembre, les vents atteignaient plus de 30 km/h et la pression barométrique était inférieure à 98 kPa. La combinaison du passage d'une dépression associée à de forts vents et à de grandes marées provoque des événements extrêmes.

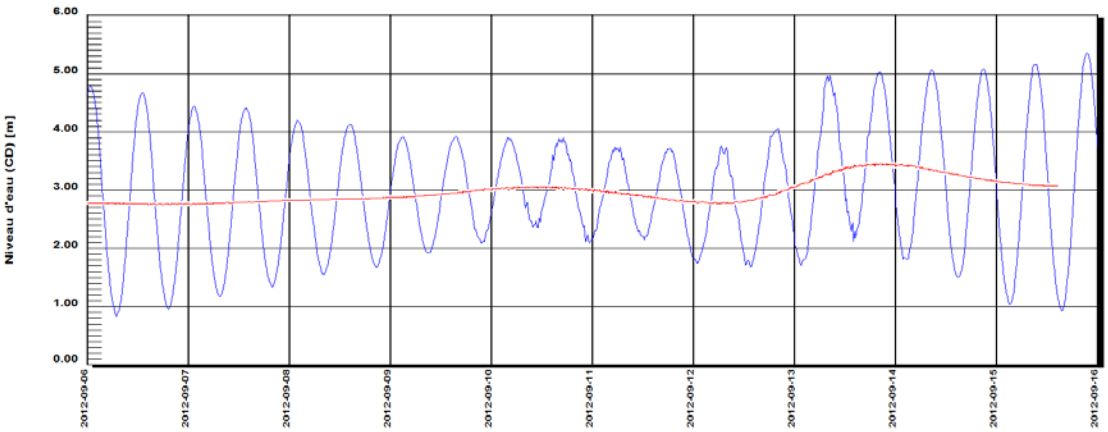


Figure 7 Variation du niveau d'eau à la baie Déception entre le 6 et le 16 septembre 2012 (ZC).

Tableau 7 Conditions météorologiques à l'aéroport de Salluit les 13 et 14 septembre 2012.

Date et heure	Pression (kPa)	Intensité du vent (km/h)	Provenance du vent (°)
2012-09-13 07:00	96,49	52	340
2012-09-13 08:00	96,67	33	350
2012-09-13 09:00	96,93	39	340
2012-09-13 10:00	97,11	28	330
2012-09-13 11:00	97,26	39	330
2012-09-13 12:00	97,4	46	330
2012-09-13 13:00	97,53	41	310
2012-09-13 14:00	97,66	33	300
2012-09-14 07:00	98,87	19	240
2012-09-14 08:00	98,89	22	230
2012-09-14 09:00	98,91	37	230
2012-09-14 10:00	98,91	28	230
2012-09-14 11:00	98,92	28	230
2012-09-14 12:00	98,89	33	220
2012-09-14 13:00	98,81	46	240
2012-09-14 14:00	98,8	33	240

Source : Environnement Canada

5. CARACTÉRISTIQUES DES VENTS

Les mesures de vent à la baie Déception sont rares (données privées non disponibles). Afin d'obtenir un portrait général, les vents mesurés à la station météorologique Salluit A (aéroport), située à plus de 50 km à l'est, sont utilisés pour la période de 1992 à 2012. Il convient toutefois de mentionner que les données sont enregistrées de 8 h à 17 h à intervalle plus ou moins régulier. L'intensité du vent mesuré à cette station est illustrée à la figure 8.

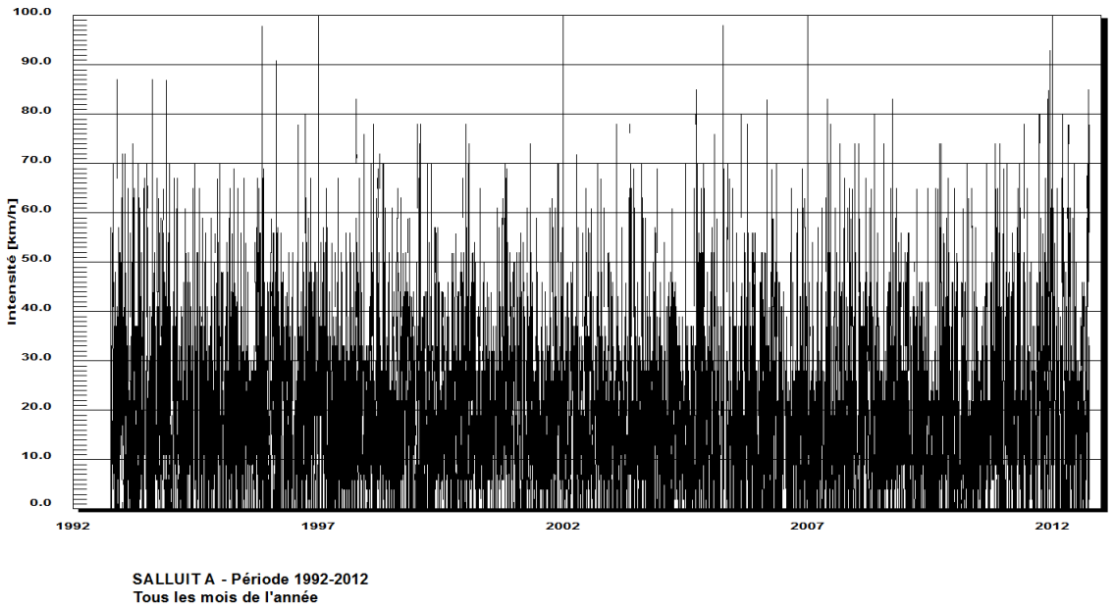


Figure 8 Intensité du vent mesuré à Salluit A depuis 1992.

Une analyse statistique des données couvrant cette période permet d'établir la fréquence des vents en fonction de leur provenance et de leur intensité. Ces résultats sont présentés sous forme d'une rose des vents selon 16 secteurs de 22,5° (N, NNE, NE, ENE, E, etc. pour tous les mois de l'année (figure 9) et pour les mois de juillet à novembre (figure 10). Enfin, les statistiques pour ces deux périodes sont résumées au tableau 8.

Tableau 8 Statistiques descriptives de l'intensité du vent mesuré à la station de Salluit A (#711GG87).

Période	Intensité médiane (km/h)	Intensité moyenne (km/h)	Écart-type (km/h)
Tous les mois	19,0	19,8	13,8
Juillet à novembre	19,0	20,5	13,5

L’intensité moyenne des vents est de l’ordre de 20 km/h. L’écart-type est de l’ordre de 14 km/h, ce qui montre une variabilité notable de la force des vents. L’analyse des données de vents de Salluit permet de constater que les vents de forte intensité (supérieurs à 60 km/h) proviennent principalement des secteurs ouest à est-sud-est. Les plus fréquents proviennent des secteurs ouest à sud ainsi que nord-nord-est et nord-est. Ce constat s’explique probablement par l’orientation sud-ouest – nord-est du fjord de Salluit. Or, la baie Déception est orientée dans l’axe nord-est – sud-est et les rares vents mesurés (GENIVAR, 2007) proviennent principalement des directions nord-ouest et sud-ouest. L’orientation de la baie aurait donc probablement un effet déterminant sur la direction des vents. Enfin, les variations intra-annuelles de la fréquence des vents ne sont pas significatives à Salluit (figures 9 et 10).

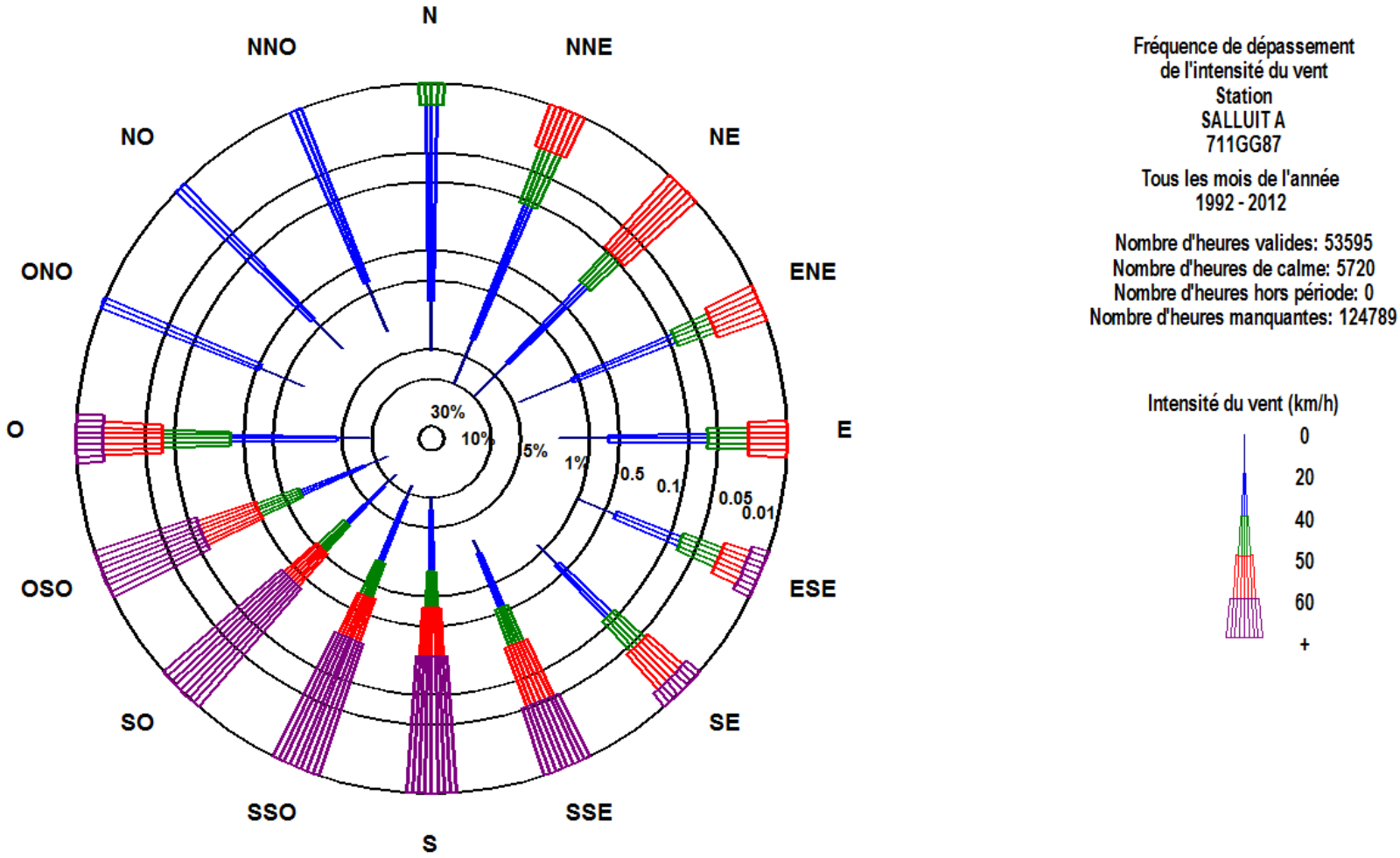


Figure 9 Rose des vents à la station de Salluit A – analyse pour tous les mois de l’année.

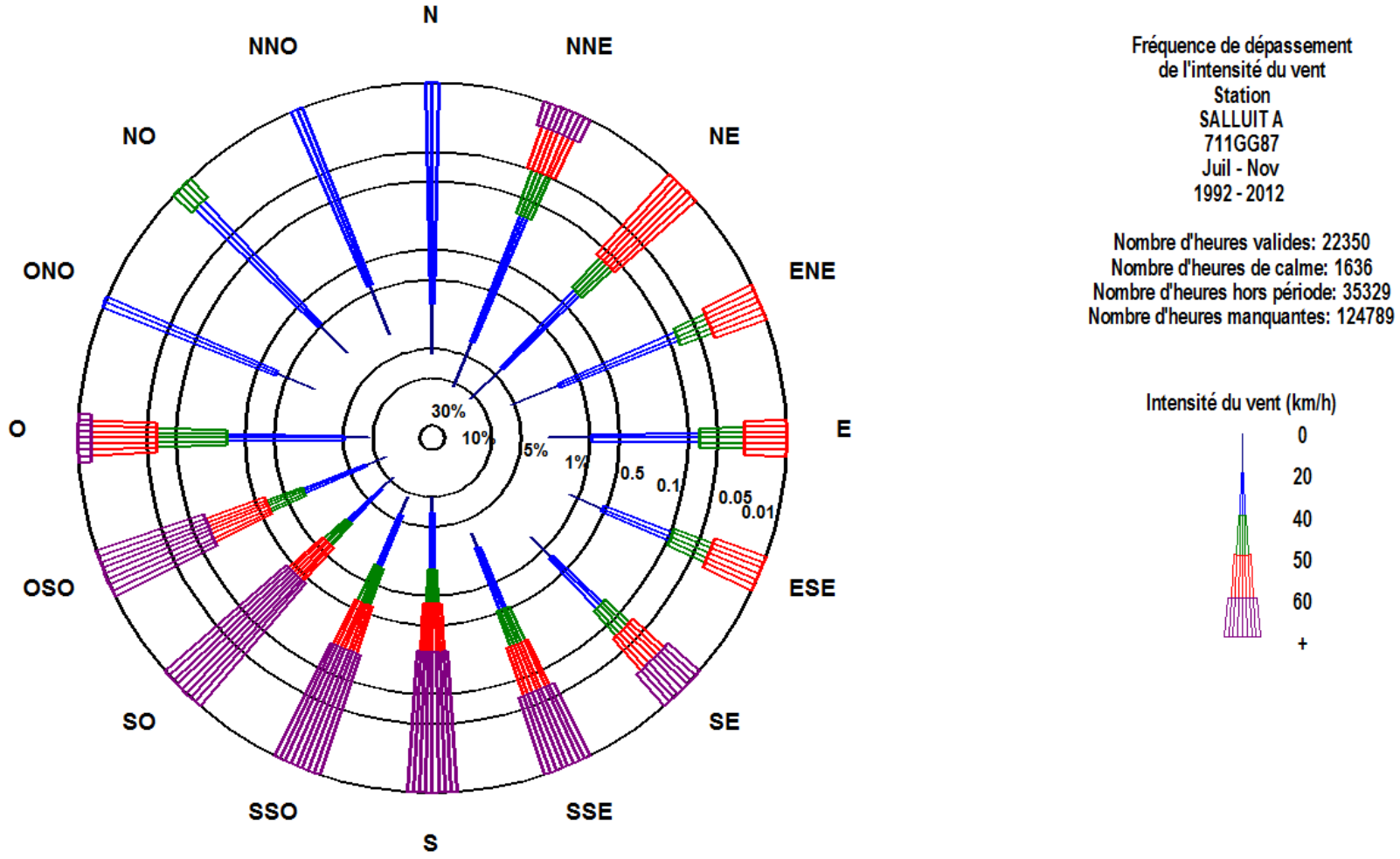


Figure 10 Rose des vents à la station de Salluit A – analyse pour la période de juillet à novembre.

6. CIRCULATION HYDRODYNAMIQUE

6.1 Variante et scénarios étudiés

Afin d'évaluer les impacts sur la circulation au site Q1, une modélisation des conditions hydrodynamiques actuelles et en présence de l'infrastructure portuaire projetée a été réalisée. Deux scénarios hydrodynamiques ont été étudiés : des conditions de marée de vives-eaux et de mortes-eaux. De plus, les effets combinés de la marée et du vent ont été modélisés (du nord-ouest, parallèlement à l'axe de la baie et du sud-ouest, perpendiculairement à l'axe de la baie). Les conditions actuelles et la variante étudiée (Q1) sont présentées aux sections qui suivent. Les chapitres suivants traiteront des simulations hydrodynamiques pour ces deux cas.

6.1.1 Conditions actuelles et projetées

Les seules infrastructures portuaires présentes actuellement dans la baie Déception sont celles du quai de Xstrata et de la plage du Bombardier (carte 1). L'infrastructure portuaire projetée par CRI au site Q1 est située à environ 850 m au sud-est du quai de Xstrata. Elle comprend, entre autres, deux cellules de palplanche de 24,5 m de diamètre, lesquelles reposent sur le roc et sont entourées par des enrochements de protection, un pont supporté hors de l'eau à l'aide de quatre piliers et un quai flottant.

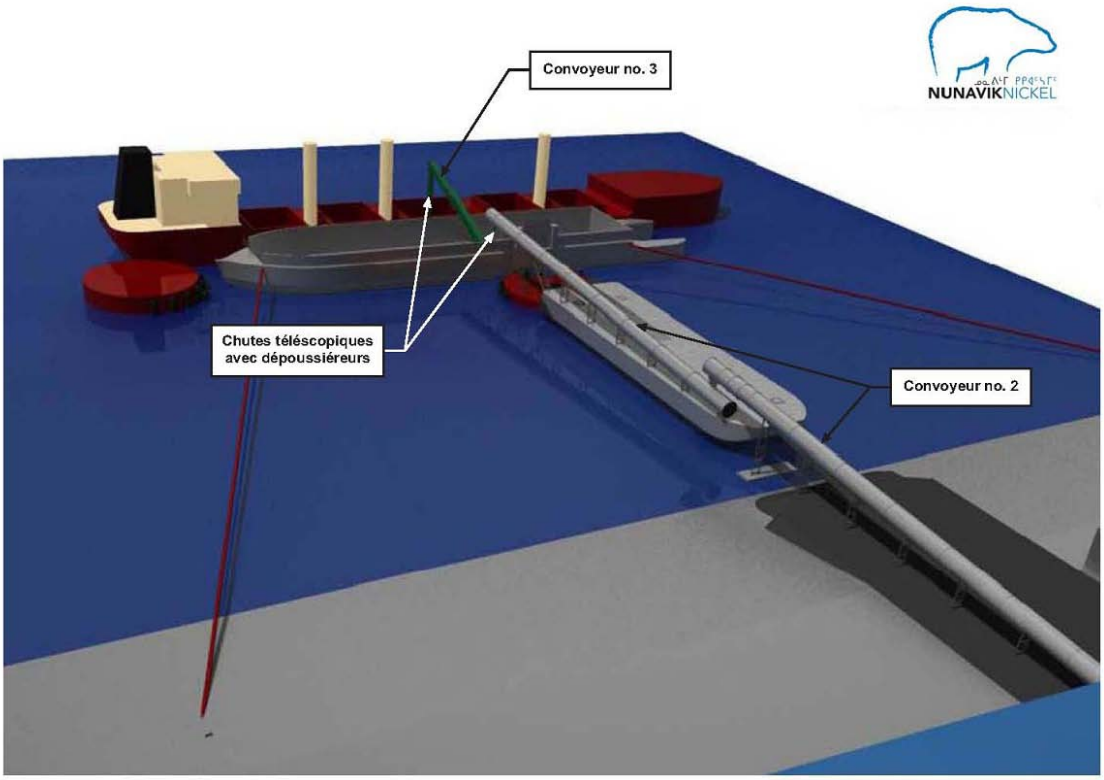


Figure 11 Concept d'aménagement des infrastructures portuaires projetées (Canadian Royalties inc., 2012)

6.2 Paramétrisation du modèle

L'influence d'un seul tributaire est considérée dans le modèle, la rivière Déception, lequel a un débit estival de 20 m^3/s (superficie du bassin versant : 4 020 km^2). Le fond de la baie Déception étant constitué essentiellement de sable, de silt et d'argile, le coefficient de frottement de Chézy est fixé à une valeur moyenne de 75. Dans le cadre des simulations, le lit est considéré fixe dans le temps (c'est-à-dire aucune érosion ou accrétion). Les effets de glace sont également négligés.

6.3 Maillage

La grille de calcul utilisée (maillage) pour la modélisation hydrodynamique a été élaborée de manière à prendre en compte le quai de Xstrata et celui projeté par CRI (figure 12).

Le domaine de calcul comprend la partie sud de la baie Déception, soit de l'exutoire de la rivière Déception jusqu'à la Pointe-Noire au nord (carte 1). Les limites (ou frontières) du domaine de calcul sont établies suffisamment loin de la région du quai pour permettre au régime d'écoulement de subir l'influence de la bathymétrie et ainsi assurer un patron de circulation représentatif dans la zone d'étude.

Les valeurs de profondeur d'eau et de flux (intensité et direction des courants) sont calculées à chaque sommet des carrés de la grille. La densité d'éléments est un compromis entre l'objectif de bien reproduire les écoulements et celui d'obtenir une rapidité d'exécution durant une simulation. La discrétisation spatiale du maillage a été réalisée de manière à augmenter la densité des mailles à proximité des ouvrages et de la zone d'intérêt. La taille des éléments dans le secteur du quai projeté est de 5 m de côté. La figure 12 présente le maillage hydrodynamique utilisé ainsi que les zones de différentes tailles d'éléments, passant de 5 m, à 15 m et 45 m.

6.4 Modèle numérique de terrain

Les données bathymétriques employées pour élaborer le modèle numérique de terrain proviennent de sources multiples. Des relevés ont été réalisés par GENIVAR dans le cadre d'une étude menée pour CRI en 2007 (GENIVAR, 2007). D'autres relevés ont également été réalisés par GENIVAR en 2012 dans les secteurs de Q1 et Q2, ainsi que dans une partie de l'extrémité sud de la baie. À ces données s'ajoutent les minutes hydrographiques produites par le SHC et la carte électronique de navigation de la région. Par ailleurs, une interprétation approximative de la bathymétrie de l'embouchure de la rivière Déception a été réalisée à l'aide de photographies aériennes. Comme cette zone n'est pas à l'étude, cette

représentation approximative n'a pas d'influence sur le patron de circulation dans le secteur de Q1. Enfin, la structure du quai d'Xstrata a été représentée, en se basant également sur l'interprétation de photographies aériennes.

Le modèle numérique de terrain (la bathymétrie) est par la suite projeté sur la grille de calcul. Les figures 13 et 14 montrent les modèles numériques de terrain pour l'ensemble de la zone d'étude, avec et sans les infrastructures portuaires projetées. Tel qu'illustré à la figure 13, la bathymétrie de la baie Déception comporte des fosses où les profondeurs sont supérieures à 50 m et pouvant atteindre jusqu'à 70 m. Près des berges, les isobathes sont généralement parallèles à la côte. À partir des îles Moosehead (figure 4), la bathymétrie remonte graduellement pour atteindre une profondeur maximale de l'ordre d'une trentaine de mètres. Enfin, la figure 14 montre la position des cellules de palplanche prévues pour l'aménagement des infrastructures portuaires, lesquelles modifient très peu la bathymétrie du secteur.

6.5 Conditions aux limites

Pour bien représenter les courants induits par la marée dans le secteur de la baie Déception, il faut imposer les niveaux d'eau de façon uniforme à tous les points formant la limite nord du domaine. Des marées de mortes-eaux ainsi que de vives-eaux ont été retenues et la série temporelle des niveaux d'eau à la frontière a été imposée. Le signal de marée apparaît notamment à la figure 16.

6.6 Étalonnage du modèle de circulation

L'étalonnage du modèle repose sur des comparaisons entre les résultats de modélisation avec des mesures courantométriques relevées dans la baie. Elles sont réalisées sur la base de l'évaluation des vitesses d'écoulement et du débit associé au prisme de la marée (volume d'eau transporté par la marée), évalués à la Pointe-Noire ainsi qu'au droit des infrastructures portuaires projetées.

6.6.1 Vitesses mesurées à proximité du quai

Un courantomètre à effet Doppler (ADCP) a été installé en position fixe à une profondeur de 11 m à proximité du site Q1 entre le 5 et le 29 septembre 2006. Le tableau 9 présente les statistiques des courants pour trois profondeurs différentes.

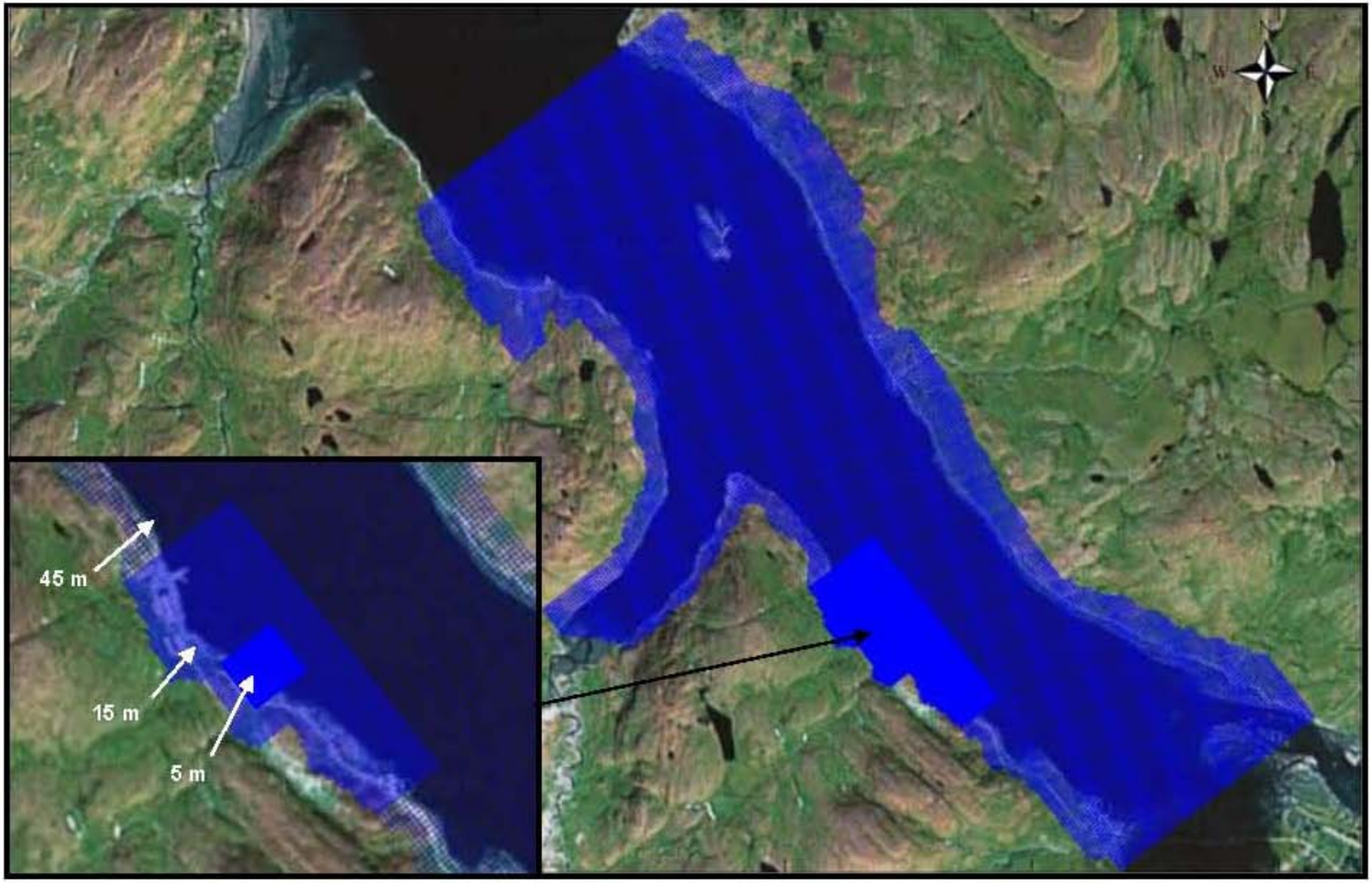


Figure 12 Maillage hydrodynamique et zones de différentes tailles d'éléments (5, 15 et 45 m).

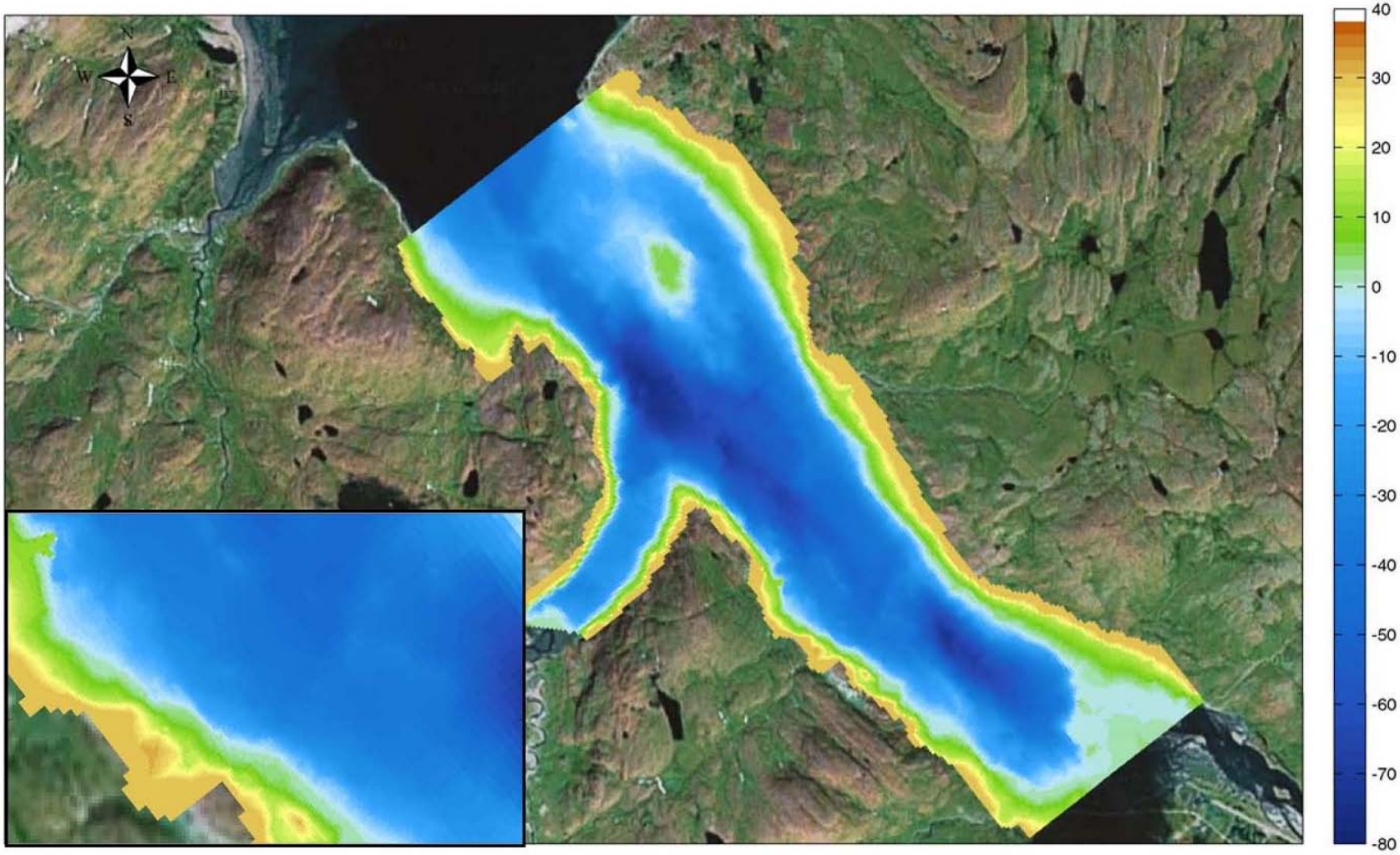


Figure 13 Bathymétrie de la baie Déception en conditions actuelles.

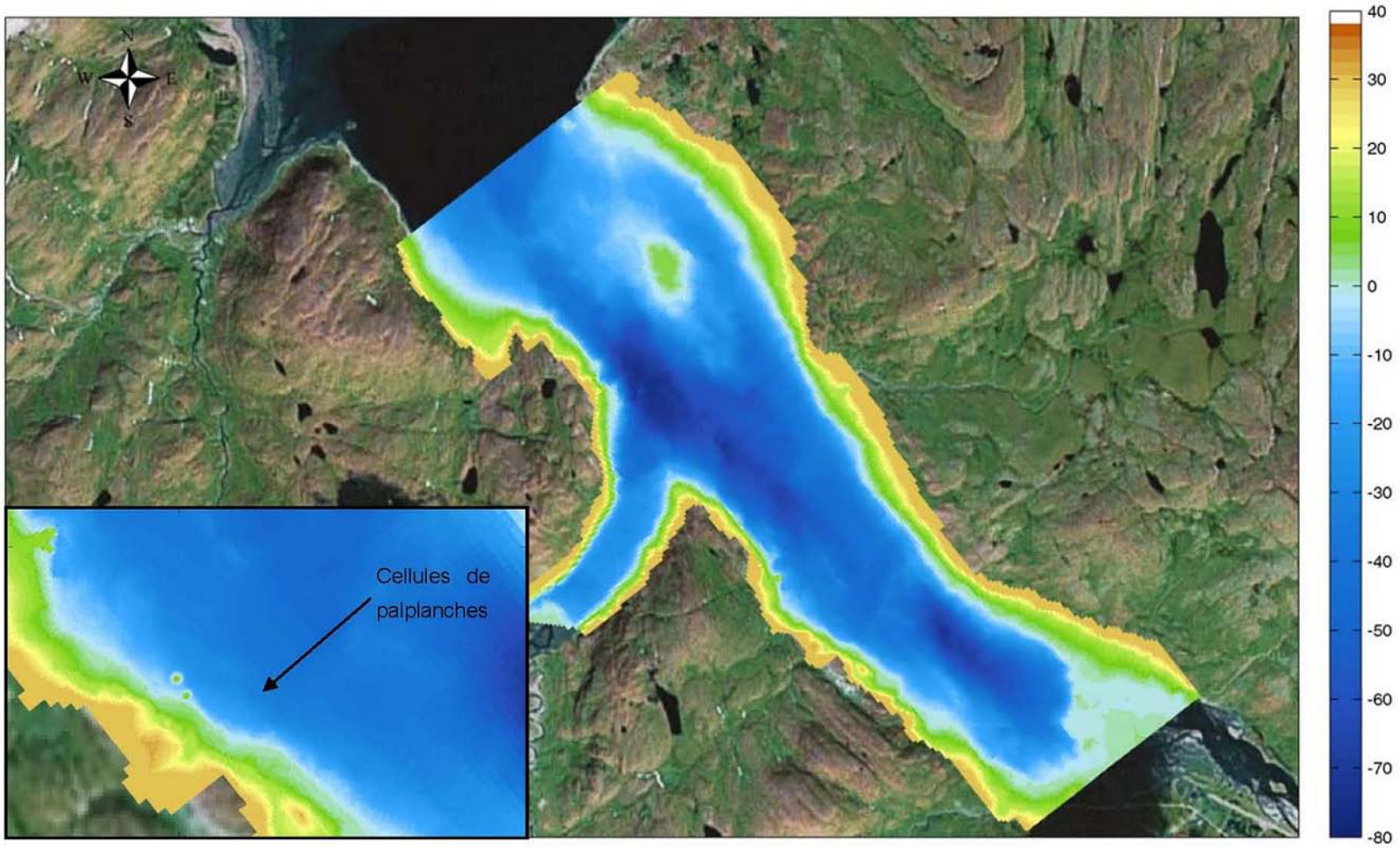


Figure 14 Bathymétrie de la baie Déception avec l'infrastructure portuaire projetée.

Tableau 9 Statistiques descriptives de la vitesse des courants à différentes profondeurs à la baie Déception, entre le 5 et le 29 septembre 2006 (GENIVAR, 2007).

Distance du fond (m)	Vitesse moyenne (mm/s)	Écart-type (mm/s)	Vitesse maximale (mm/s)
10,5	97	74	853
6,8	54	36	318
3,0	43	27	253

Les vitesses moyennes du courant sont faibles (< 100 mm/s), et ce, à toutes les profondeurs. L'écart-type est significatif étant donné le comportement oscillatoire des vitesses. Les vitesses maximales en surface ont été observées entre le 9 et le 14 septembre et sont associées à des épisodes de vents significatifs. En effet, des vents moyens de 23 km/h ont été mesurés. Pour des valeurs de vitesses de courant aussi faibles, le vent joue un rôle très important sur la courantométrie de surface et des zones en eau peu profonde. En incluant l'effet du vent, la vitesse moyenne mesurée sur la colonne d'eau à proximité du site Q1 est de l'ordre de 50 mm/s. Cette valeur donne un bon ordre de grandeur, quoiqu'elle surestime les courants induits seulement par l'effet de la marée.

Des mesures de vitesse de courant de surface ont été réalisées à l'aide de dériveurs les 1er et 2 août 2012. Le tableau 10 présente les vitesses de déplacement des dériveurs alors que la carte 2 présente la trajectoire de ces derniers. Il convient de mentionner que des vents moyens d'intensité faible ont été observés lors de ces journées.

Tableau 10 Statistiques descriptives de la vitesse de déplacement des dériveurs lancés à proximité des infrastructures portuaires projetées de CRI en août 2012.

Statistique	1er août	2 août
Vitesse maximale (mm/s)	260	102
Vitesse moyenne (mm/s)	65	41
Écart Type (mm/s)	60	27

Ces résultats montrent que la vitesse moyenne en surface est inférieure à 70 mm/s pour des journées de faibles vents. En combinant les données des deux relevés, on peut émettre l'hypothèse que le profil de vitesses est caractérisé par une valeur en surface de l'ordre de 65 mm/s et une valeur moyenne sur la colonne d'eau de l'ordre de 50 à 60 mm/s. Ces vitesses de courant à proximité du quai projeté sont donc faibles et significativement influencées par l'intensité du vent.

Des vitesses de courant ont également été mesurées au courantomètre à effet Doppler en mode mobile, en traversant d'une rive à l'autre en face du site Q1 (transect 2), ainsi que dans le secteur de la Pointe-Noire (transect 1) (figure 15). Ces mesures, lesquelles ont été moyennées sur la section d'écoulement, font l'objet d'un traitement particulier aux sections suivantes.

6.6.2 Vitesse moyenne des courants de marée (théorie des petites baies)

Il est possible d'évaluer la vitesse moyenne des courants sur une section de la baie en calculant le débit associé aux échanges de la marée, ce qui est particulièrement simple pour de petites baies. En effet, en faisant l'hypothèse que la surface entière de la baie monte et descend au même rythme, on peut déterminer le débit associé aux échanges de marée (Dean & Dalrymple, 2002; Basco, 2009) de la façon suivante :

$$Q = A_B \frac{d\eta_B}{dt},$$

où,

- Q est le débit associé aux échanges de marée (m^3/s);
- A_B : est la surface en plan de la région pour laquelle le débit est calculé (m^2);
- t est le temps (s);
- η_B est le niveau d'eau instantané de la baie (m).

Via l'approximation pour les petites baies, on obtient :

$$Q = A_B \frac{d\eta_B}{dt} \approx UA_C \qquad \text{et} \qquad U \approx \frac{A_B}{A_C}\frac{d\eta_B}{dt}$$

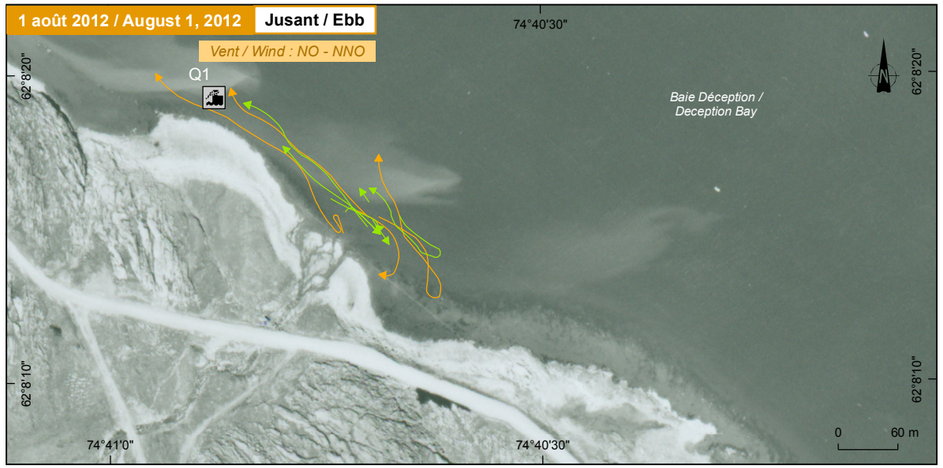
où :

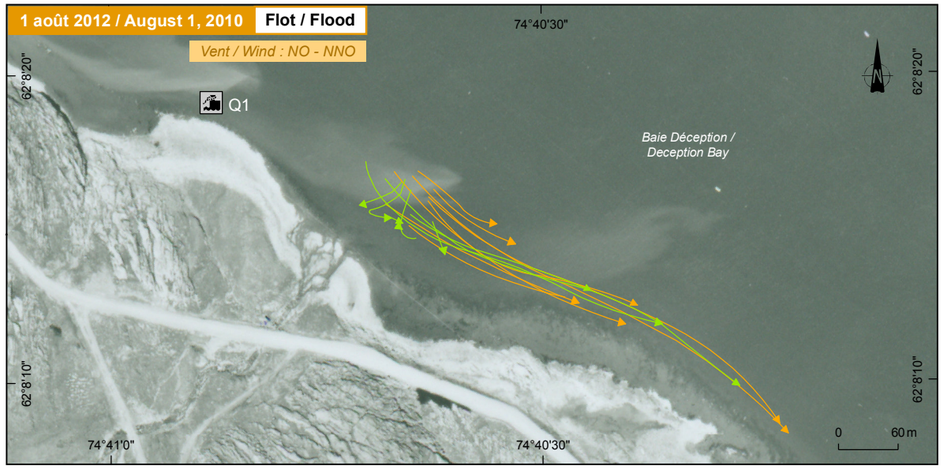
- A_C est l'aire de la section d'écoulement à la limite de la région délimitée par A_B [m^2];
- U : est la vitesse moyenne à la section dont la surface est A_C [m/s].

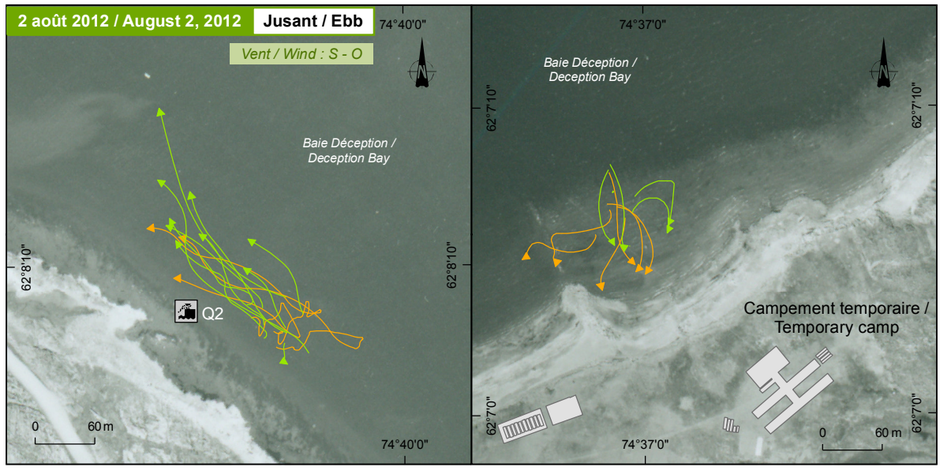
Ce résultat est révélateur, puisqu'appliqué au site de la baie Déception, on retient que la vitesse moyenne induite par les marées (U) sur une section transversale (A_C) a globalement tendance à augmenter entre l'embouchure de la rivière Déception et la Pointe-Noire (puisque A_B augmente).

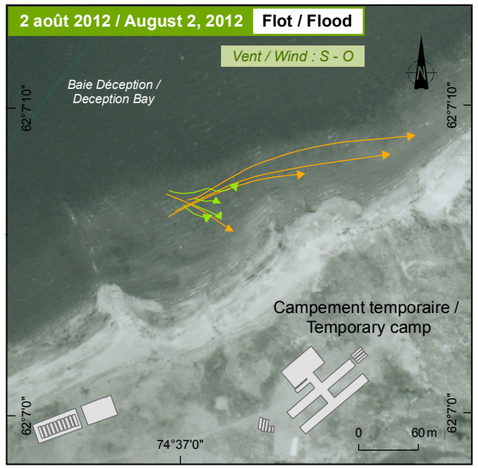
6.6.3 Comparaisons des valeurs mesurées et calculées

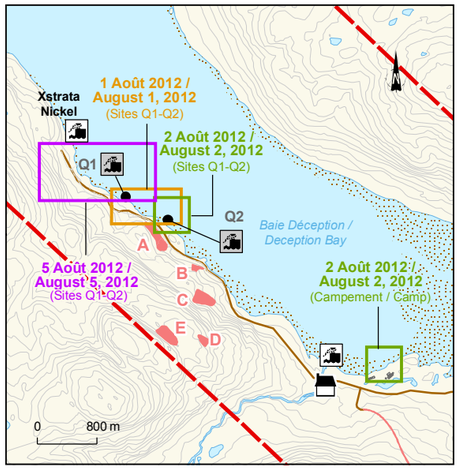
Basé sur la théorie décrite à la section précédente, il est possible de comparer les vitesses moyennes sur une section d'écoulement donnée. La figure 15 présente la position des deux transects d'analyse utilisés : le transect 1 correspond à la limite aval du modèle alors que le transect 2 est situé à proximité du site Q1.

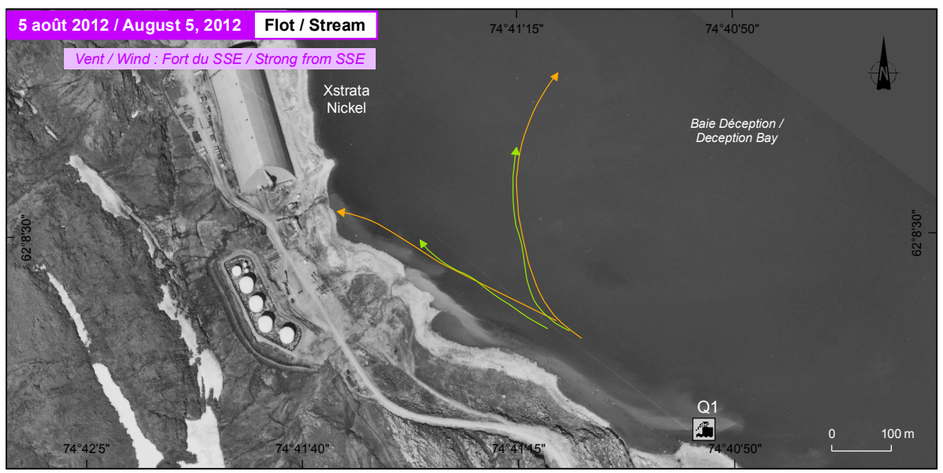


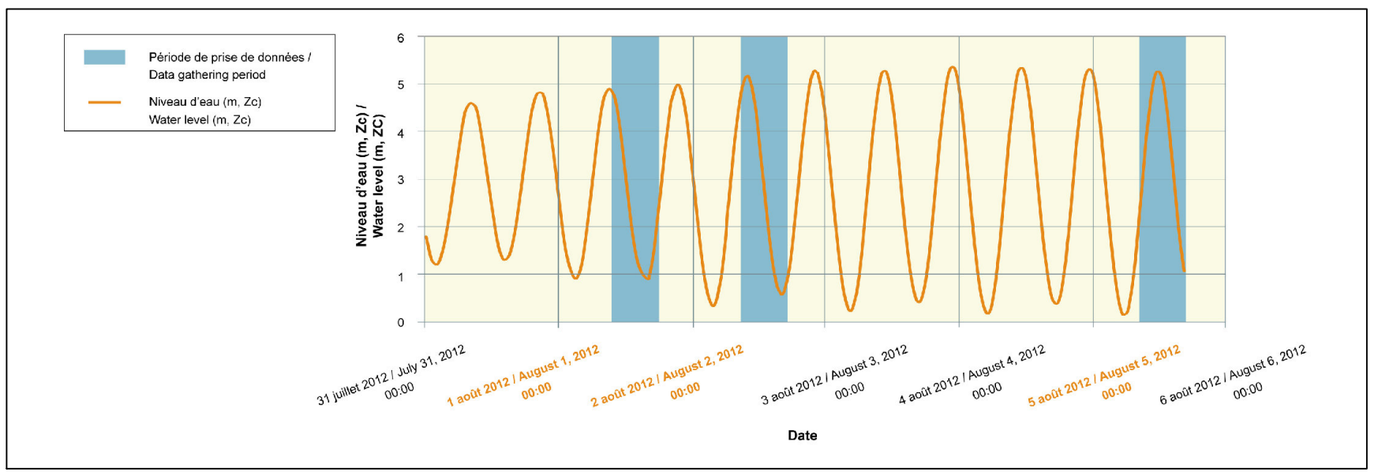












CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIK NICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel – Modélisation hydrodynamique de la baie Déception /
Sectorial Report – Hydrodynamic modeling of Deception Bay

Carte 2 / Map 2

Trajectoire des dériveurs les 1, 2 et 5 août 2012 et aperçu des conditions hydrodynamiques / Trajectory of Drifters on August 1,2 and 5, 2012 and Outlook of Hydrodynamic Conditions

Projection : UTM, zone 18, NAD83

Source :

Base : Photographies aériennes (1 : 10 000) / Aerial photographs (1:10 000) (Q02201-115 et Q02201-117)

Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDHD_c2_derives_121122.mxd

Novembre / November 2012
101-53046-02

GENIVAR

Trajectoire et direction de la dérive / Trajectory and direction of drift

- Dérive 1 à 3 (1 m) / Drift 1 to 3 (1 m)
- Dérive 4 à 6 (3 m) / Drift 4 to 6 (1 m)

Composante du projet / Project Component

- Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
- Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
- Zone d'étude / Study area

Infrastuctures existantes / Existing Infrastructure

- Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
- Infrastructures portuaires / Wharf
- Route / Road

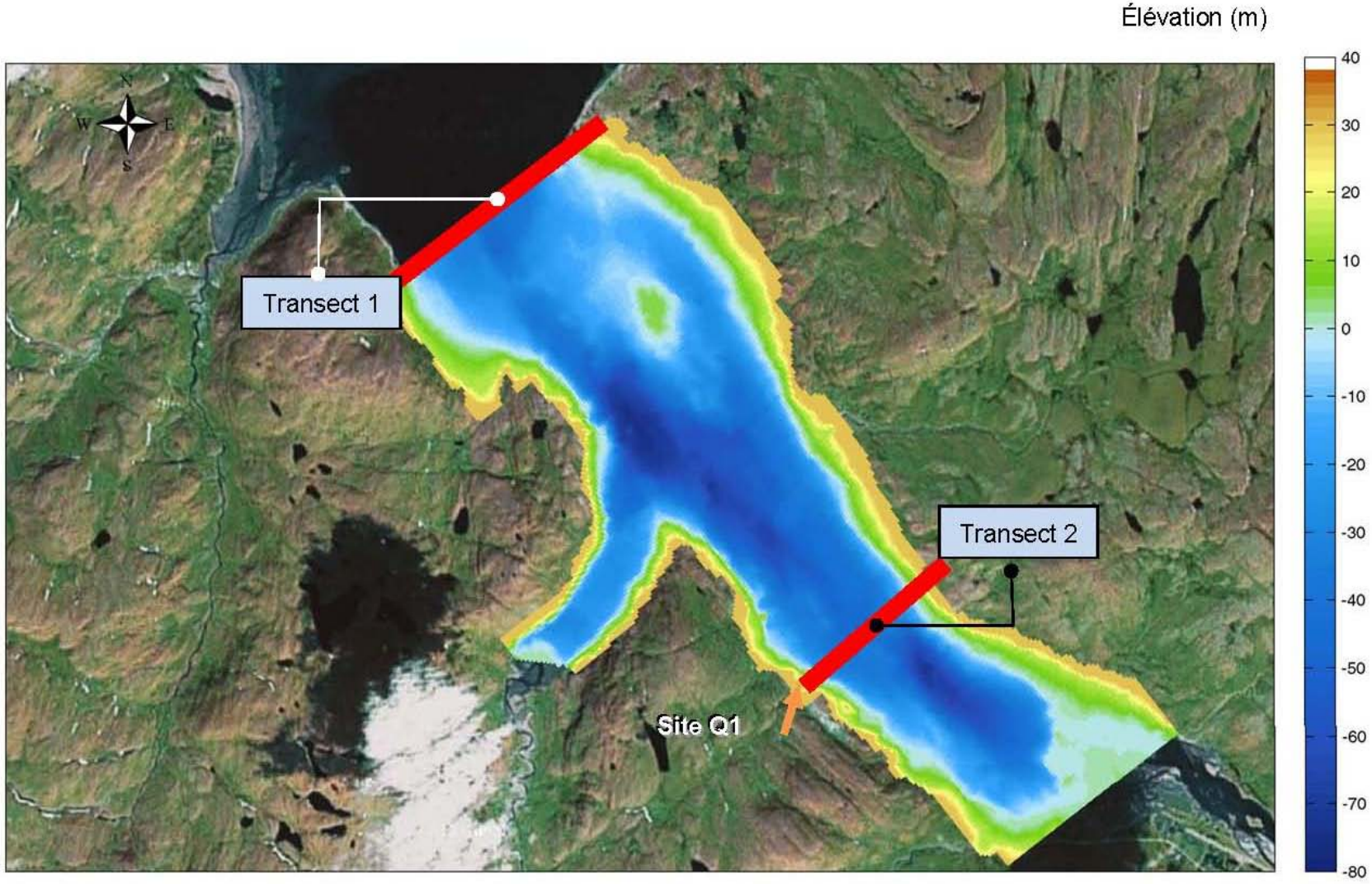


Figure 15 Localisation des transects d'analyse de la vitesse moyenne et du débit associé au prisme de marée.

Les figures 16 et 17 présentent, pour les transects 1 et 2, une comparaison des vitesses moyennes et des débits relevés à l'aide du courantomètre acoustique à effet Doppler (ADCP) les 2 et 3 août avec ceux prédits à l'aide de la théorie des petites baies et de la modélisation (figures 16 et 17). Les figures montrent également le niveau d'eau mesurée en cours de campagne. Lors de cette période, la marée en était une de vives-eaux.

L'exercice indique que le modèle hydrodynamique reproduit bien les écoulements et échanges de volumes d'eau dans la baie. Les vitesses de courant sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le terrain (voir les sections précédentes). En effet, les mesures réalisées à proximité du quai projeté révèlent que les courants moyennés sur la colonne d'eau sont de l'ordre de 50 à 60 mm/s. En conséquence, les résultats issus du modèle hydrodynamique s'avèrent être d'un ordre de grandeur similaire et viennent corroborer l'étalonnage du modèle.

Le déphasage entre la vitesse moyenne sur une section et le niveau d'eau serait de l'ordre de 90° (figure 17). Lorsque l'étale de marée est observée, les vitesses sont nulles alors que les vitesses maximales sont atteintes au niveau d'eau moyen.

En absence de vent, il peut être conclu que les vitesses moyennes d'écoulement atteignent des valeurs maximales d'environ 120 mm/s (et un débit de marée de l'ordre de 11 000 m^3/s) à la sortie de la baie et 50 mm/s (débit de marée de l'ordre de 3 000 m^3/s) au voisinage de Q1, en période de vives-eaux.

6.7 Résultats de la modélisation

Les simulations réalisées dans le cadre de l'étalonnage du modèle s'avèrent être des conditions hydrodynamiques représentatives de conditions de marée de vives-eaux, pour lesquelles le marnage a atteint 5,0 m (2 au 4 août 2012). Sachant que les marnages sont importants dans la baie Déception et peuvent atteindre jusqu'à 5,7 m, la circulation simulée permet d'atteindre des valeurs élevées de courant de marée. Afin de mettre en évidence la variabilité des vitesses, un scénario de mortes-eaux a été simulé, lequel a eu lieu entre le 6 et le 15 août 2012. Ces scénarios ont été simulés en conditions actuelles et projetées, et leurs résultats ont été comparés afin de mettre en évidence l'effet de la structure du quai projeté sur l'écoulement dans le secteur du site Q1.

Afin d'analyser l'effet du vent sur les courants de marée, deux modélisations ont été réalisées en incluant l'effet d'un vent d'une intensité de 30 km/h et de provenance nord-ouest et sud-ouest, soit parallèle et perpendiculaire à la rive.

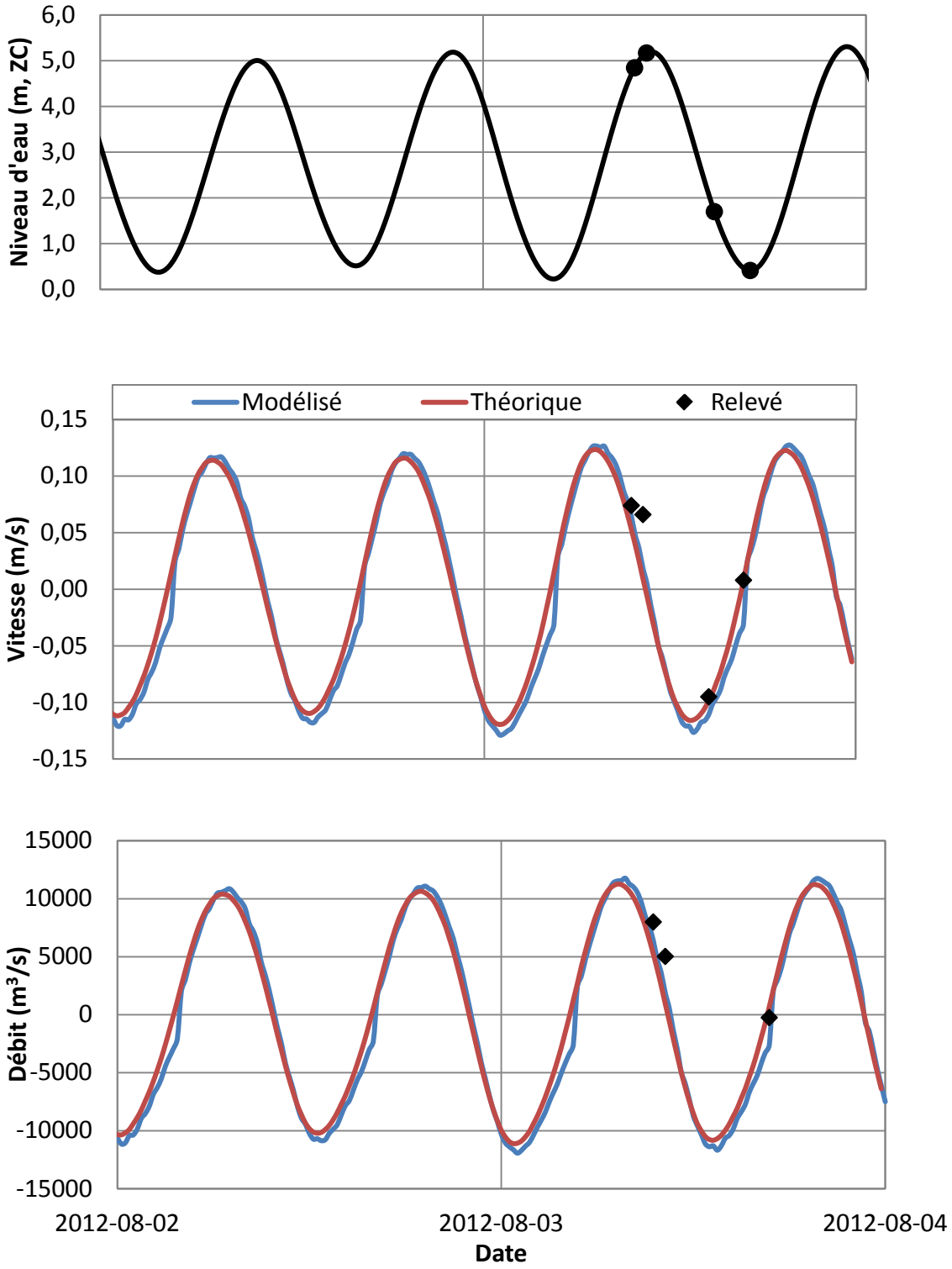


Figure 16 Comparaison des débits et vitesses moyennes modélisés, théoriques et relevés à la sortie de la baie, en période de vives eaux.

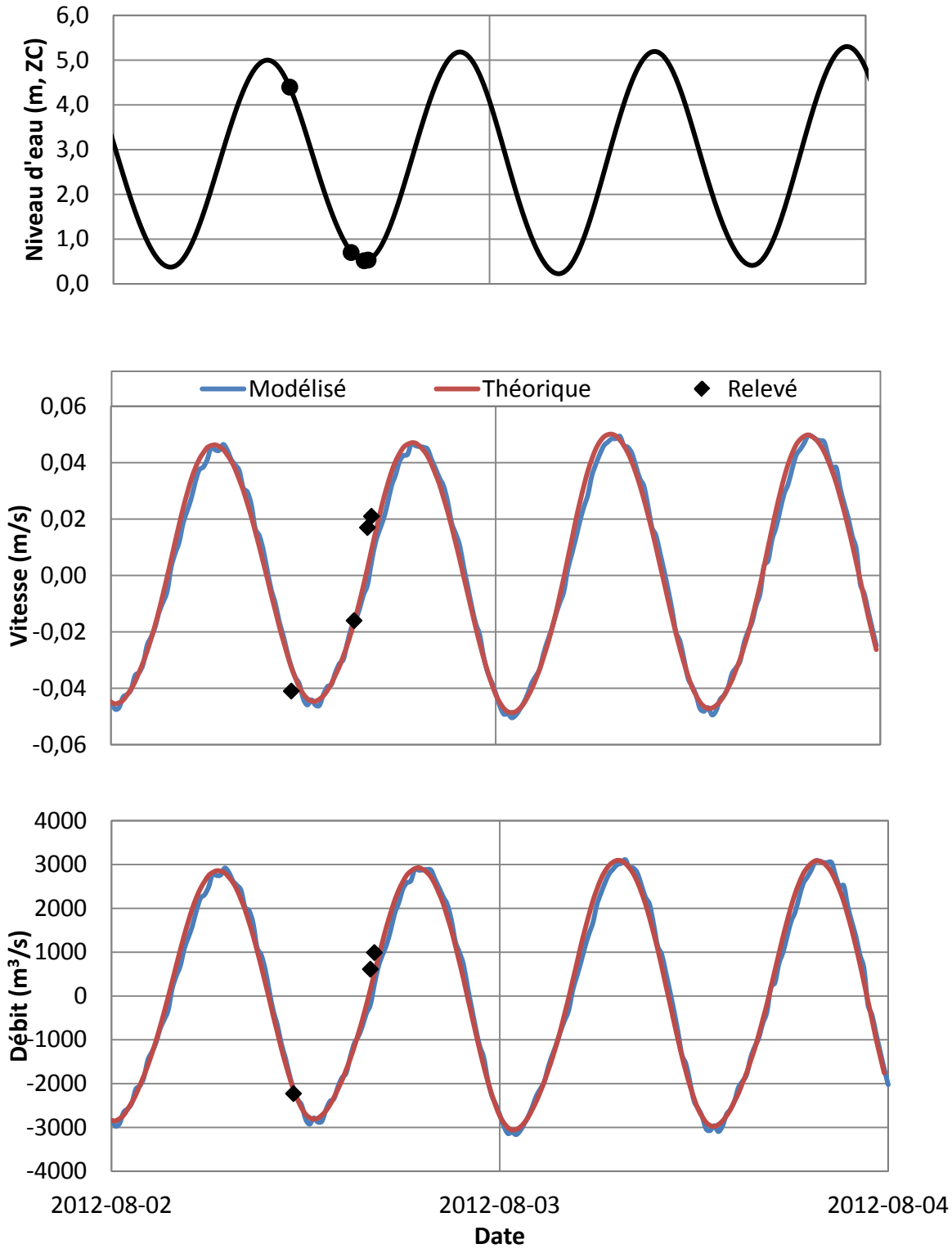


Figure 17 Comparaison entre les débits et vitesses moyennes modélisés, théoriques et relevés au droit du site Q1, en période de vives eaux.

6.7.1 Marée de vives-eaux

La figure 18 illustre quatre représentations instantanées des courants pour un cycle de marée, le 3 août 2012. On observe que les courants de marée sont essentiellement nuls aux étales de marée, à l'exception de certaines zones de recirculations à proximité des îles Moosehead. Ils atteignent leurs maximums au jusant et au flot. En faisant abstraction de l'accélération locale à l'embouchure de la rivière Déception (causée par la diminution significative de la section d'écoulement), on observe que les vitesses induites par la marée a globalement tendance à augmenter entre l'embouchure de la rivière Déception et la Pointe-Noire, soit proportionnellement à la superficie du plan d'eau à une distance donnée du fond de la baie.

La figure 19 présente une comparaison des courants de marée au jusant entre les conditions actuelles et celles en présence des infrastructures portuaires projetées de CRI. Des différences mineures sur l'intensité et la direction des vitesses sont observées localement à proximité du site Q1 (figure 20), alors qu'au large, aucune différence n'est observée.

6.7.2 Marée de mortes-eaux

La figure 21 illustre les courants de marée au flot ainsi qu'au jusant en période de mortes-eaux, soit les moments dans le cycle de marée où les courants de marée atteignent une intensité maximale. Bien que les courants soient plus faibles qu'en période de vives-eaux, les patrons de circulation sont similaires.

La comparaison des conditions hydrodynamiques pour des marées de mortes-eaux et de vives-eaux (figure 22) indique que les courants moyens au transect 2 (face au quai projeté) sont deux fois plus élevés en période de vives-eaux. L'intensité maximale des courants en période de vives-eaux est de l'ordre de 50 mm/s, alors qu'elle atteint environ 20 mm/s en période de mortes-eaux. Enfin, la présence du quai n'entraîne pas de différence significative sur les courants moyens au droit du transect.

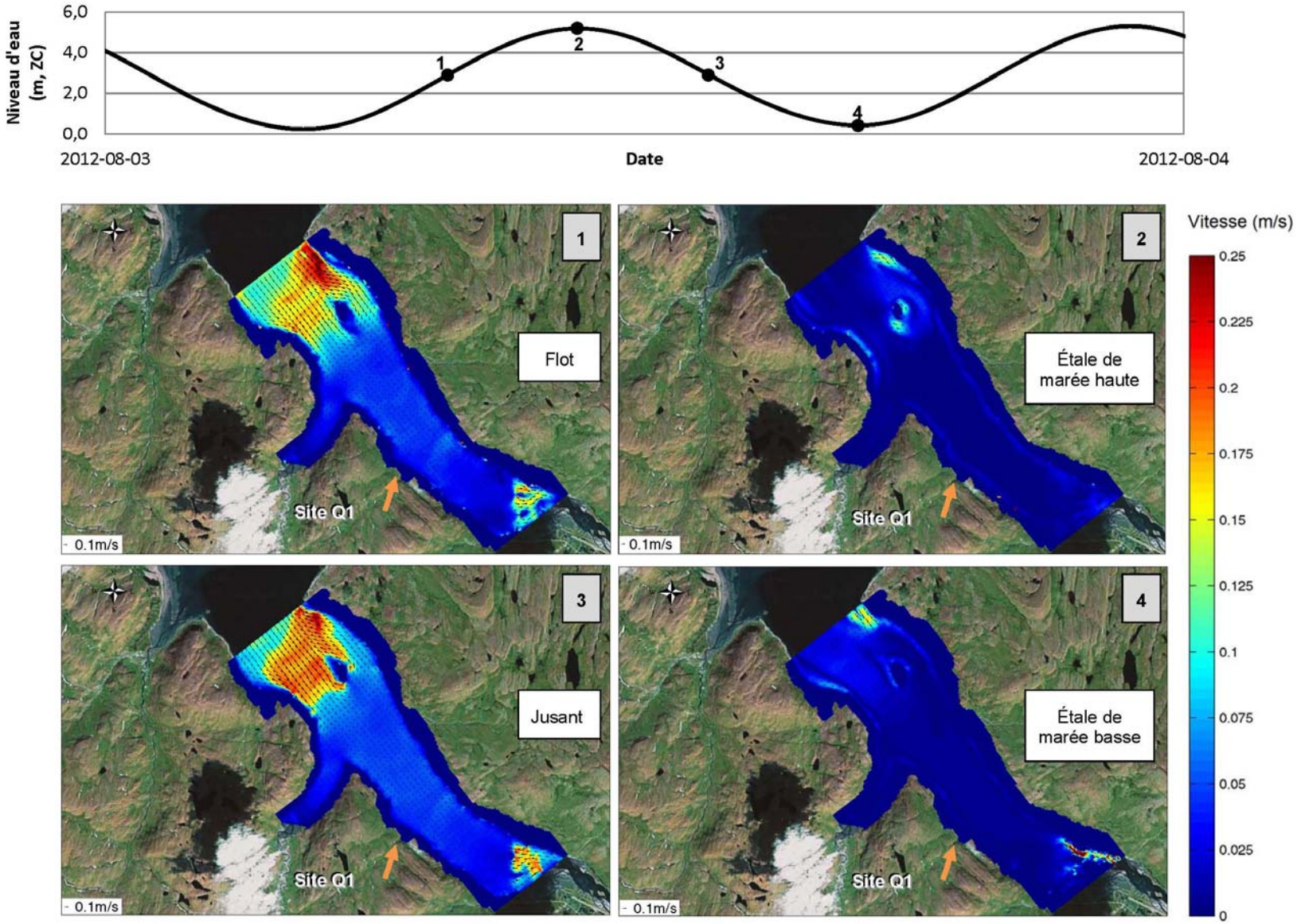
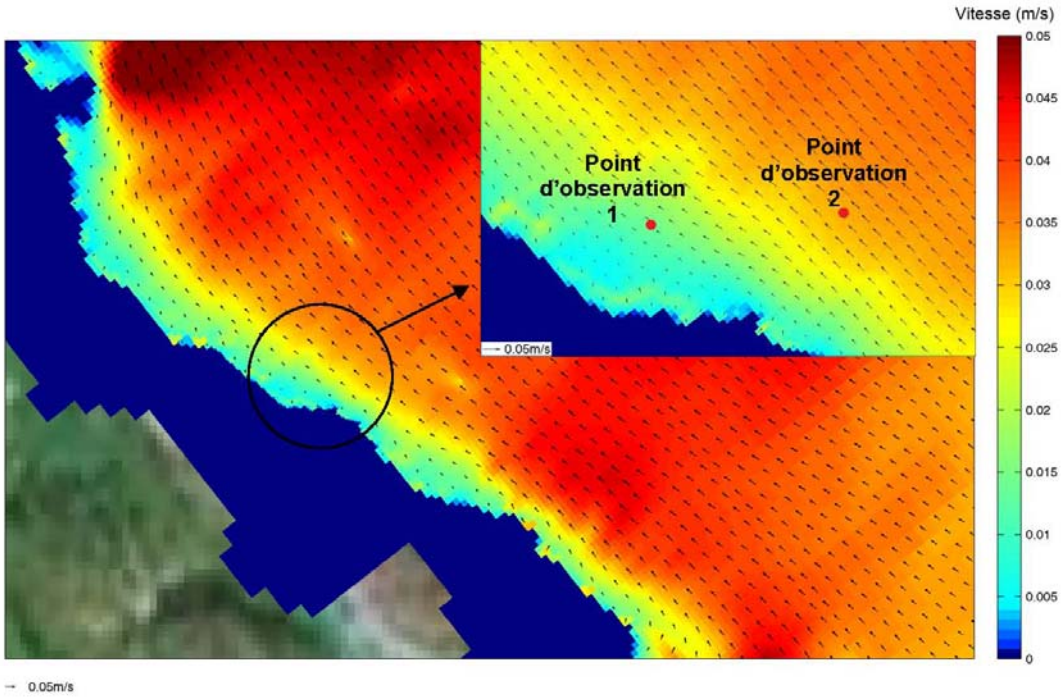


Figure 18 Courants dans la baie Déception à 4 moments d'un cycle de marée de vives-eaux, en conditions actuelles.

Conditions actuelles



Conditions futures : Installations portuaires de CRI au site Q1

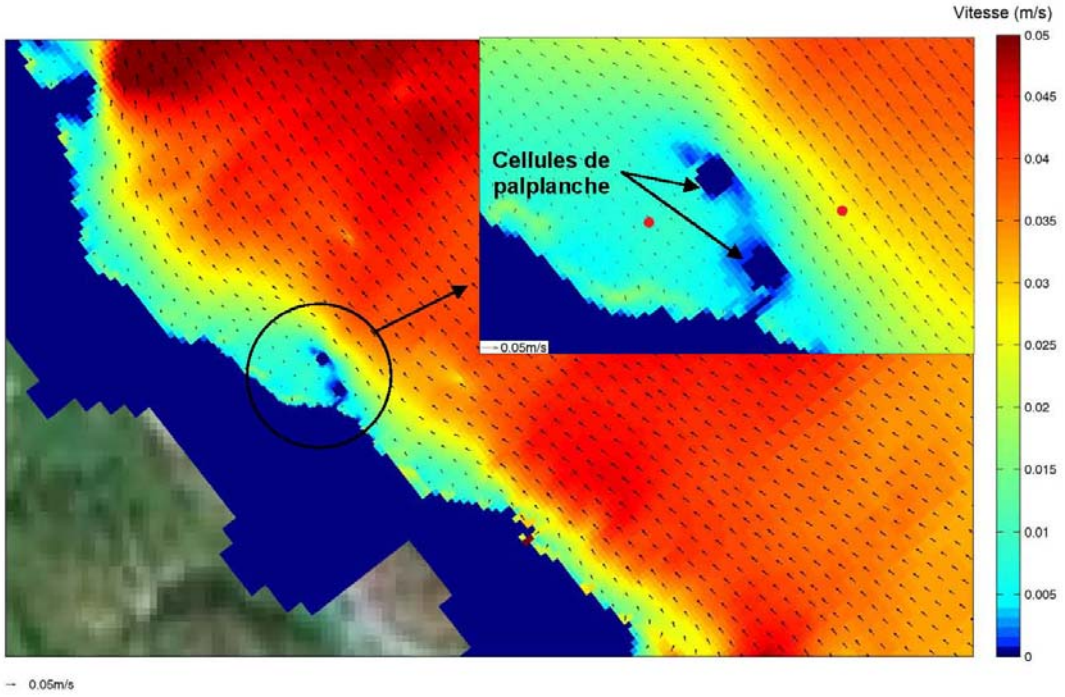
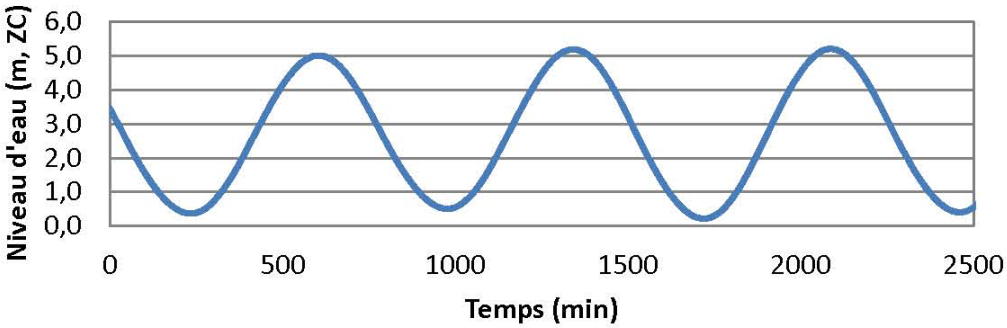
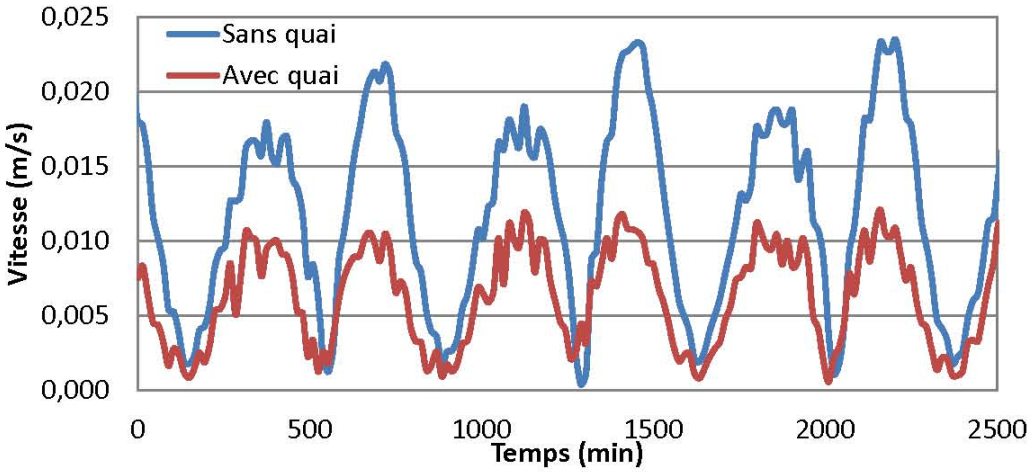


Figure 19 Courants à proximité du site Q1, au jusant d'une marée de vives-eaux.



Point d'observation 1



Point d'observation 2

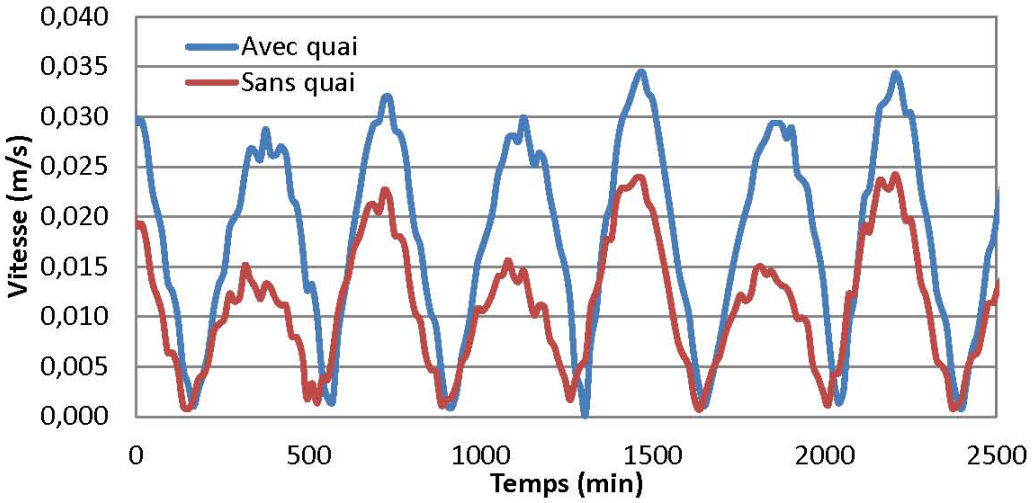


Figure 20 Comparaison des courants à proximité du site Q1 (transect 2) en période de vives-eaux.

(N.B. Les deux scénarios sont présentés sur la même échelle de temps arbitraire afin de faciliter la comparaison).

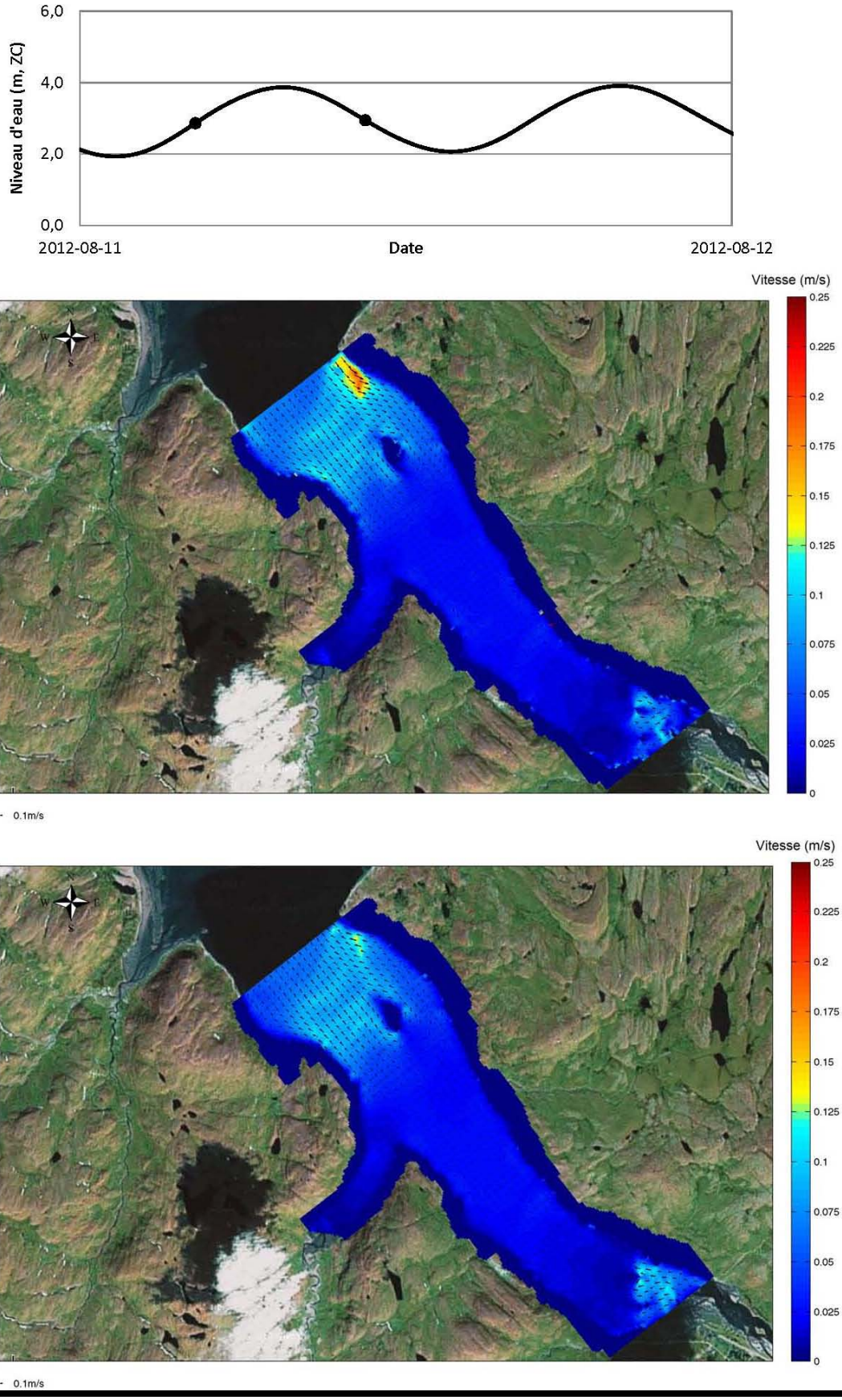


Figure 21 Courants dans la baie Déception pour une marée de mortes-eaux, en conditions actuelles.

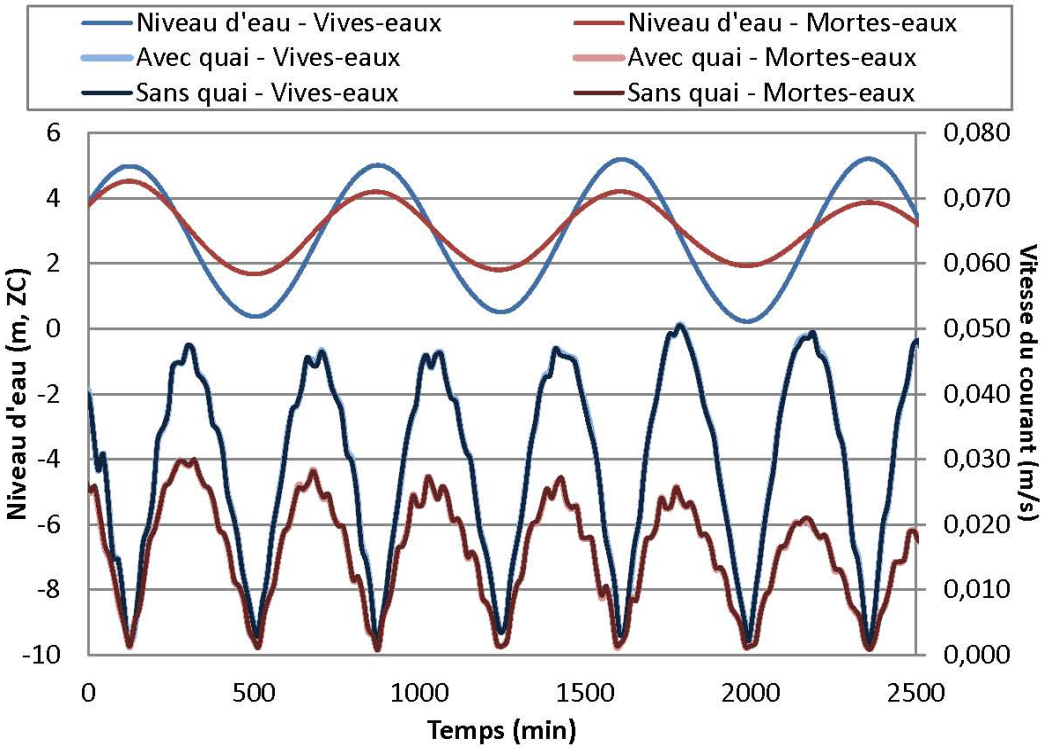


Figure 22 Comparaison des courants moyens au droit du transect du site Q1 en période de vives-eaux et de mortes-eaux.

(N.B. Les deux scénarios sont présentés sur la même échelle de temps arbitraire afin de faciliter la comparaison).

6.7.3 Effet du vent sur les courants modélisés

Tel que démontré à la section précédente, les courants induits par la marée sont de faible intensité (< 50 mm/s) à proximité des infrastructures portuaires projetées. Or, la baie Déception est souvent balayée par des vents forts qui peuvent engendrer des courants de surface. À des profondeurs d'eau importantes (souvent > 30 m) et lorsque moyennés sur la colonne d'eau, les courants induits par les vents sont faibles. À l'opposé, les vents peuvent induire des courants significatifs en eau peu profonde (à proximité des berges). En raison de la possibilité que les vents produisent des courants plus forts que ceux engendrés par la marée, il est pertinent d'en analyser l'effet sur la circulation dans la baie Déception.

Deux scénarios de vent, qui tiennent à la fois en compte une marée de vives-eaux, sont comparés : un vent de 30 km/h soufflant en continu pendant plus de trois jours en provenance du nord-ouest et un similaire, soufflant toutefois en provenance du sud-ouest. Les vents en provenance du sud-ouest sont les plus fréquents et les plus intenses alors que ceux du nord-ouest sont assez fréquents et sont orientés dans l'axe de la baie.

Les figures 23 et 24 présentent les courants (moyennés sur la colonne d'eau) en absence de vent et avec des vents soutenus de 30 km/h du sud-ouest et du nord-ouest, au jusant et au flot en période de marée en période de vives-eaux (en conditions actuelles). L'effet du vent est significatif sur les courants générés sur l'ensemble de la baie.

Au jusant (sans vent), les courants induits par la marée sont alignés parallèlement à la berge en direction de la sortie de la baie (figure 23). Un vent du sud-ouest modifie la direction de quelques degrés ainsi que l'intensité du courant près des zones peu profondes. En comparaison, un vent du nord-ouest engendre un contre-courant localisé le long de la rive sud de la baie et se dirigeant vers le fond de la baie, en sens contraire de la circulation globale de la baie.

Au flot (sans vent), les courants induits par la marée sont également alignés parallèlement à la berge, mais en direction du fond de la baie (figure 24). Les vitesses d'écoulement sont supérieures en zone d'eau profonde. La présence d'un vent de 30 km/h soutenu en provenance du nord-ouest a pour effet d'accroître l'intensité des courants à proximité des rives nord et sud et de provoquer des recirculations de faible intensité au centre de la baie. Par contre, un vent d'intensité similaire en provenance du sud-ouest n'a qu'un effet modéré sur la courantométrie.

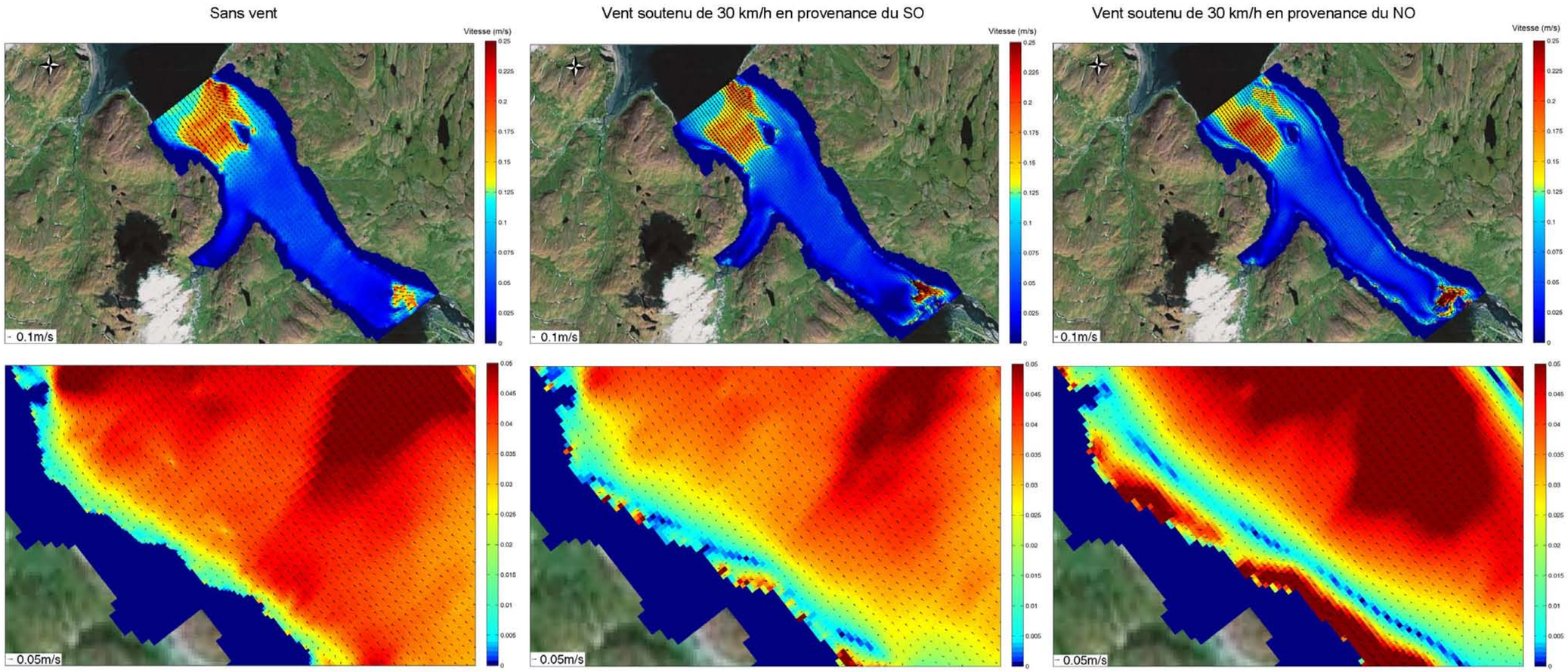


Figure 23 Courants induits par le vent durant le jusant, en période de marée de vives-eaux, sous différentes conditions de vent.

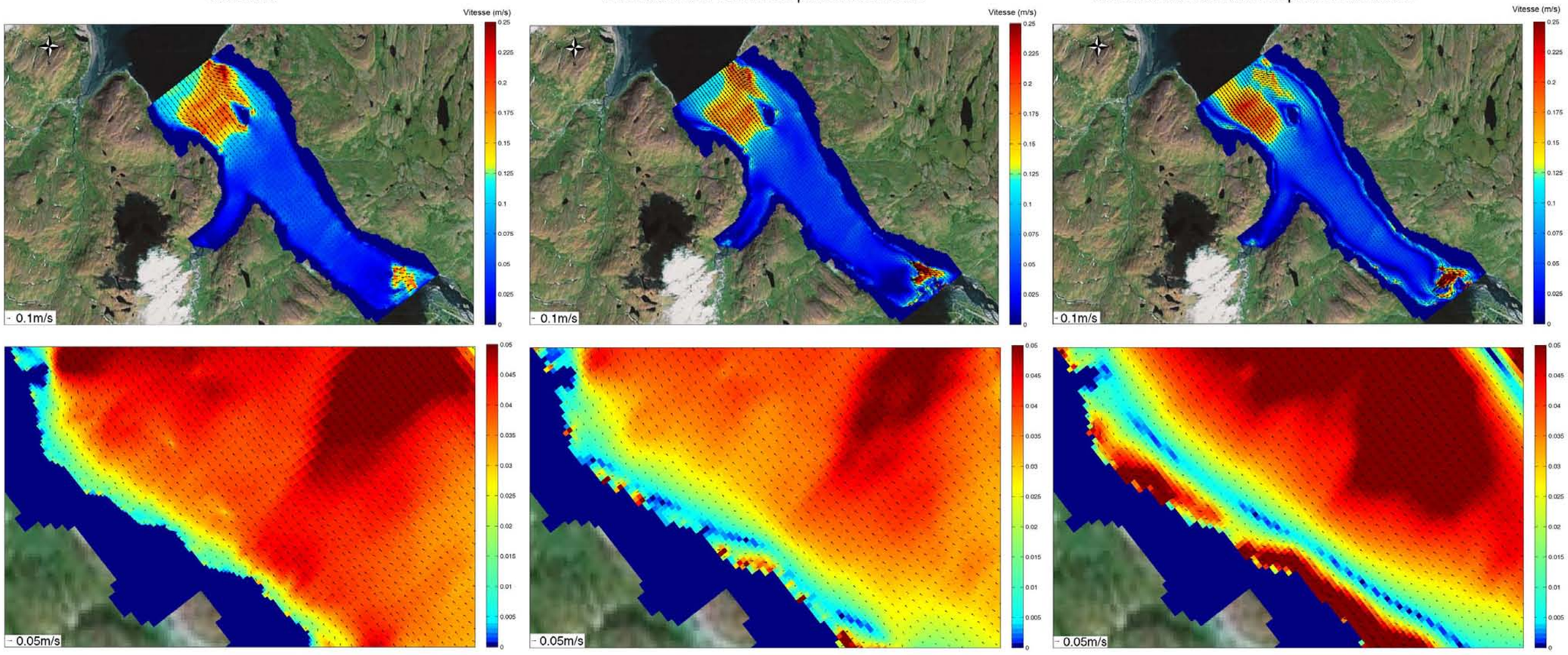


Figure 24 Courants induits par le vent durant le flot, en période de marée de vives-eaux, sous différentes conditions de vent.

7. PANACHE DE DISPERSION DES SÉDIMENTS

Le projet de construction des infrastructures portuaires de CRI à la baie Déception prévoit le dragage d'un volume d'environ 43 000 m^3 de sédiments argileux entre la mi-juin et la mi-juillet 2013. Les travaux sont prévus être réalisés à l'aide d'une benne preneuse ayant une capacité d'environ 10 à 13 m^3 et opérant à une cadence de 1 600 m^3/jour (100 m^3/h), sur une trentaine de jours.

Étant donné que les sédiments dragués sont de nature colloïdale et ont une très lente vitesse de chute, de l'ordre d'une trentaine de jours, l'émission de matières en suspension (MES) durant les travaux pourrait être importante. Afin d'évaluer les impacts des travaux sur la qualité de l'eau, une modélisation du panache de dispersion des sédiments a été réalisée.

7.1 Mise en suspension de sédiments durant le dragage

Les travaux de dragage relâcheront des sédiments dans la colonne d'eau, qui seront par la suite dispersés dans la baie. L'étude du panache de dispersion des sédiments est divisée selon deux secteurs distincts, où les processus hydrodynamiques sont différents : le champ rapproché (en anglais, *near-field*) et le champ lointain (*far-field*).

Le champ rapproché correspond à la région au voisinage des activités de dragage et est dominé par les phénomènes d'émission de sédiments, de mélange et de courants induits par les activités de dragage (HAYES, 2000). L'étendue physique de cette région n'est pas définitive, mais elle se termine à environ 10-20 m de la zone draguée. Au-delà du champ rapproché, le panache de sédiments émis atteint le champ lointain qui est dominé par les phénomènes d'advection, de dispersion et de diffusion turbulente.

7.2 Méthode de calcul

Afin d'estimer la quantité de sédiments mis en suspension par les activités de dragage dans le champ rapproché (en kg/s), le modèle DREDGE a été retenu. DREDGE est disponible avec la suite de logiciels ADDAMS (U.S. EPA), qui a été développée afin d'évaluer, à priori, les impacts environnementaux des activités de dragage. Le modèle DREDGE utilise des formulations empiriques à partir d'études de laboratoire et *in situ* pour estimer le taux de remise en suspension des sédiments pour divers équipements et conditions de dragage. En particulier, la méthode TGU (*Turbidity Generation Unit*) est employée (NAKAI, 1978).

Bien qu'il comprenne un module pour traiter le champ lointain, ce module n'est pas retenu pour cet aspect de la modélisation puisqu'il ne considère que des conditions d'écoulement stationnaire et unidirectionnel (alors que le phénomène de marée en est non-stationnaire). De plus, ce module ne permet pas de traiter des bathymétries complexes et de grande envergure, comme celle de la baie Déception.

L'estimation des quantités de sédiments mis en suspension a été établie à partir de plusieurs paramètres, lesquels constituent les intrants du modèle DREDGE. La masse volumique du solide in situ sec a été estimée à 700 kg/m^3. La durée des cycles de la benne preneuse a été estimée à environ 90 à 120 secondes, en se basant sur des valeurs typiques de la littérature (GENIVAR, 2012; Anchor QEA LLC, 2012) ainsi qu'en s'assurant de leur concordance avec la cadence de dragage projetée (100 m^3/h). Afin d'estimer la quantité de sédiments (en kg/s) mis en suspension (m_R), la forme générale de l'équation TGU est utilisée :

$$m_R = q_S G(R_0/R_{74}),$$

où :

q_S est taux de production (m^3/s);
G est l'unité de génération de turbidité (kg/m^3);
R_0 est la fraction des particules plus petites que les particules avec une vitesse de sédimentation critique;
R_{74} est la fraction dont le diamètre est inférieur à 74 µm.

La valeur de G dépend du type de sédiment et de la drague utilisée (Hayes, 2000), alors que la valeur de R_{74} est déterminée à partir de la granulométrie du sédiment dragué. La définition précise de R_0, notamment en raison de l'absence de définition claire pour la vitesse de sédimentation critique, fait en sorte que la valeur de R_0 ne peut qu'être estimée (GENIVAR, 2012). Une valeur élevée a été retenue (0,85) sur la base d'une faible vitesse de sédimentation des argiles. Le tableau 11 présente les paramètres relatifs aux deux scénarios d'opération de dragage qui ont servi d'intrants pour le modèle DREDGE.

Le premier scénario est basé sur des conditions moyennes d'opération qui prévaudront durant la durée totale des travaux : cadence de dragage de 100 m^3/h, comprenant des arrêts de travail en raison notamment de conditions météorologiques défavorables, et benne remplie au tiers de sa capacité maximale (notamment en raison de la faible épaisseur de matériau à draguer par endroits).

Le second scénario représente des conditions d'opération optimales, avec une cadence de dragage maximale (plus de 100 m^3/h) et une benne remplie à pleine capacité. De telles conditions devraient être rencontrées ponctuellement au cours de la période des travaux.

Tableau 11 Paramètres d'entrée dans DREDGE.

Paramètres	Scénario* Conditions moyennes	Scénario** Conditions favorables
Caractéristiques de dragage		
Volume dragué (m^3)	3,3	10
Cycle de dragage (s)	120	90
Vitesse de chute des sédiments (m/s)	9×10^{-6}	9×10^{-6}
Caractéristiques du site		
Profondeur d'eau (m)	15,4	15,4
Vitesse du courant ambiant (m/s)	0,05	0,05
Gravité spécifique des sédiments	2,65	2,65
Masse volumique in-situ du solide sec (kg/m^3)	700	700
D_{50} (µm)	10	10
Fraction des particules < 74 µm (R_{74})	0,9	0,9
Fraction des particules plus petites que les particules avec une vitesse de sédimentation critique (R_0)	0,85	0,85
Coefficient de diffusion latéral (cm^2/s)	2000	2000
Coefficient de diffusion vertical (cm^2/s)	14	14
Caractéristiques du modèle de champ rapproché		
Méthode TGU : Unité de génération de turbidité (pour l'argile silteuse) (kg/m^3)	89,0	89,0

* comprend des arrêts de travail et une benne remplie au tiers de sa capacité maximale
** dragage maximale et une benne remplie à pleine capacité

Il est à noter que la valeur de l'unité de génération de turbidité (G) est très élevée pour une drague à benne preneuse de 10 m^3 de capacité qui opère dans l'argile silteuse. En effet, cette valeur est environ 4 fois plus élevée que pour une drague de 4 m^3 de capacité qui opère dans du sable. Par ailleurs, l'annexe 1 présente une étude de sensibilité de la vitesse du courant ambiant ainsi que du diamètre médian sur la quantité de sédiments mis en suspension par l'opération d'une benne preneuse.

7.2.1 Résultats et analyses

Le tableau 12 présente les résultats pour les 2 scénarios retenus.

La quantité de sédiments mis en suspension dépend également de différents autres facteurs qui ne sont pas pris en compte par DREDGE, notamment la présence de débris et de blocs importants ainsi que les contraintes d'opération locales présente en raison des caractéristiques du milieu (USACE, 2008; ANCHOR QEA, LLC, 2012). Bien que la méthode TGU proposée par NAKAI soit reconnue pour surestimer la concentration de sédiments en suspension (USACE, 2008), ces

Tableau 12 Résultats de DREDGE.

Variables	Scénario* Conditions moyennes	Scénario** Conditions favorables
Cycle de dragage (s)	120	90
Volume dragué (m^3)	3,3	10
Résultats		
Estimation du taux de sédiments émis (kg/s)	2,3	9,3
Estimation du taux de sédiments émis (%)	12	12
Concentration au champ rapproché (mg/l)	135	541

* comprend des arrêts de travail et une benne remplie au tiers de sa capacité maximale
** dragage maximal et une benne remplie à pleine capacité

valeurs sont retenues étant donné les conditions défavorables de dragage anticipées. En effet, contrairement à un dragage d'entretien où les matériaux dragués sont homogènes et proviennent d'une sédimentation récente, un dragage de capitalisation, comme celui prévu par CRI, peut être particulièrement propice à la rencontre de matériaux hétéroclites, comportant à la fois des sédiments argileux, des blocs glaciels et des débris. Puisqu'une partie des travaux sera réalisée à l'aide d'une pelle mécanique à partir de la rive, une quantité plus importante de sédiments pourrait être mise en suspension durant ces travaux, en raison de la faible efficacité environnementale de cette technique (USACE, 2008).

Dans les faits, ces analyses sont très peu précises et un suivi des travaux de dragage est requis afin d'évaluer les concentrations réelles émises. Des analyses complémentaires pourraient également être réalisées afin d'améliorer les calculs qui sont présentés ci-haut, notamment une évaluation du taux de sédimentation des matériaux à draguer. En résumé, les précédents calculs sont jugés conservateurs, tout en étant réalistes.

7.3 Propagation du panache de dispersion des sédiments

Afin d'étudier la propagation et la concentration en sédiments du panache de dispersion émanant de la zone des travaux, le module DELFT3D-PART a été retenu. Ce module est particulièrement adapté pour des études relatives au champ de dispersion moyen, qui s'étendent sur des rayons de 200 m à 15 km (Deltares, 2011). Via le suivi d'un nombre limité de particules lagrangiennes, le module PART permet la description des processus d'évolution de la qualité de l'eau selon une représentation spatiale détaillée. Le déplacement de chaque particule individuelle introduite au site de dragage est calculé sur la base de l'influence des phénomènes d'advection, diffusion/dispersion et de sédimentation. Pour ce faire, le module PART emploie les résultats du module Delft3D-FLOW.

Le module Delft3D-PART associe à chaque particule lagrangienne émise une granulométrie qui est prise en compte dans les équations de transport et de sédimentation. Une masse est également attribuée à chaque particule, équivalente à la masse totale de sédiments émis durant le dragage divisée par le nombre particules. Cette masse est uniquement prise en compte du point de vue du bilan massique et n'influence pas l'hydrodynamique du milieu. Puisque la modélisation hydrodynamique est bidimensionnelle (2D), la concentration en matière en suspension (en kg/m^3 ou mg/l) sur une maille de la grille de calcul est obtenue en calculant la masse totale des particules présentes divisée par la quantité d'eau dans la maille de calcul. En conséquence, la concentration maximale sur la colonne d'eau peut être sous-estimée dans les zones en eau profonde, puisque cette méthode de calcul revient à considérer une dilution effective immédiate. Afin d'illustrer de façon plus représentative la progression du panache de dispersion des sédiments dans la baie, la concentration en kg/m^3 a été multipliée par la profondeur d'eau (niveau d'eau + profondeur bathymétrique) de sorte à obtenir des kg/m^2 (ou mg/l • m). En l'absence d'un modèle 3D, cette façon de représenter la concentration permet de mieux évaluer la répartition de la masse des particules émises à mesure qu'elles se dispersent dans la baie.

Le tableau 13 présente les intrants au modèle Delft3D-PART, obtenus à partir des résultats du scénario de conditions moyennes simulées avec DREDGE. La durée des travaux est fixée de manière à respecter le volume de dragage anticipé (43 000 m^3) et la cadence de 1600 m^3/j (100 m^3/h), tout en s'assurant que la quantité de sédiments émis au bout de la période des travaux représente bien 12 % du volume dragué (tel qu'estimé par DREDGE).

Tableau 13 Intrants au modèle du champ éloigné.

Variables	
Estimation du taux de sédiments émis dans la colonne d'eau (kg/s)	2,3
Concentration en MES dans le champ rapproché (mg/l)	135
Durée de la simulation	27 jours (résultats de Delft3D-FLOW)

7.3.1 Effet de la marée sur la dispersion des sédiments

La figure 25 présente une mosaïque de l'évolution temporelle de la répartition des particules, lesquelles représentent les sédiments en suspension. Les valeurs de concentration exprimées en « mg/l • m » ont pour objectif d'illustrer la répartition spatiale de la masse des particules. La flèche blanche indique le mouvement dominant des particules par rapport au site des travaux, lequel suit les principaux axes d'écoulement.

On observe un élargissement graduel du panache et de la concentration au fur et à mesure que des sédiments sont mis en suspension. Les vitesses d'écoulement sont faibles et s'inversent au gré de la marée, ce qui fait en sorte que le panache demeure concentré dans une zone située à proximité du site des travaux.

Puisque les vitesses d'écoulement croissent lentement vers la sortie de la baie avec l'augmentation du volume en transit de la marée, les particules migrant dans cette direction devraient se disperser plus rapidement. Or, les faibles vitesses oscillatoires présentes dans la zone des travaux retardent l'évacuation des sédiments qui tendent donc à demeurer dans leur zone d'origine. Le léger mouvement des particules vers l'autre rive s'explique essentiellement par les phénomènes d'advection-dispersion.

La figure 26 illustre la distribution de la concentration des sédiments en suspension (en mg/l) dans la baie Déception après 25 jours. Lorsqu'uniquement soumis à l'effet de la marée, la concentration atteint des valeurs supérieures à 100 mg/l, voire même 300 mg/l à proximité de la zone des travaux ainsi que sur la rive opposée. Dans les zones les plus profondes, les concentrations se situent essentiellement entre 3 et 30 mg/l.

La figure 27 présente la concentration à un point d'observation situé à 375 m au nord-ouest du site des travaux et à une profondeur d'eau d'environ 10 m (similaire à celle où les travaux sont projetés). On observe tout d'abord que la concentration fluctue avec la marée et dépasse largement 25 mg/l au bout de quelques jours uniquement. Elle atteint des valeurs maximales après 17 jours de l'ordre de 60 à 80 mg/l. La concentration demeure dans ces ordres de grandeur jusqu'à la fin des travaux. Il est à noter que d'importants gradients de concentration en sédiments en suspension sont présents au voisinage du point d'observation (figure 27), notamment en raison de l'influence de la profondeur d'eau qui varie rapidement dans ce secteur. L'étendue du panache croît au fil des jours vers la rive opposée ainsi que vers les deux extrémités de la baie. En raison de la faible profondeur d'eau en rive et dans le fond de la baie, les concentrations en sédiments en suspension sont plus élevées dans ces secteurs. À l'extrémité nord-ouest du panache, quoique la concentration augmente graduellement durant les travaux, celle-ci demeure très faible en raison de l'importante masse d'eau disponible pour diluer le panache.

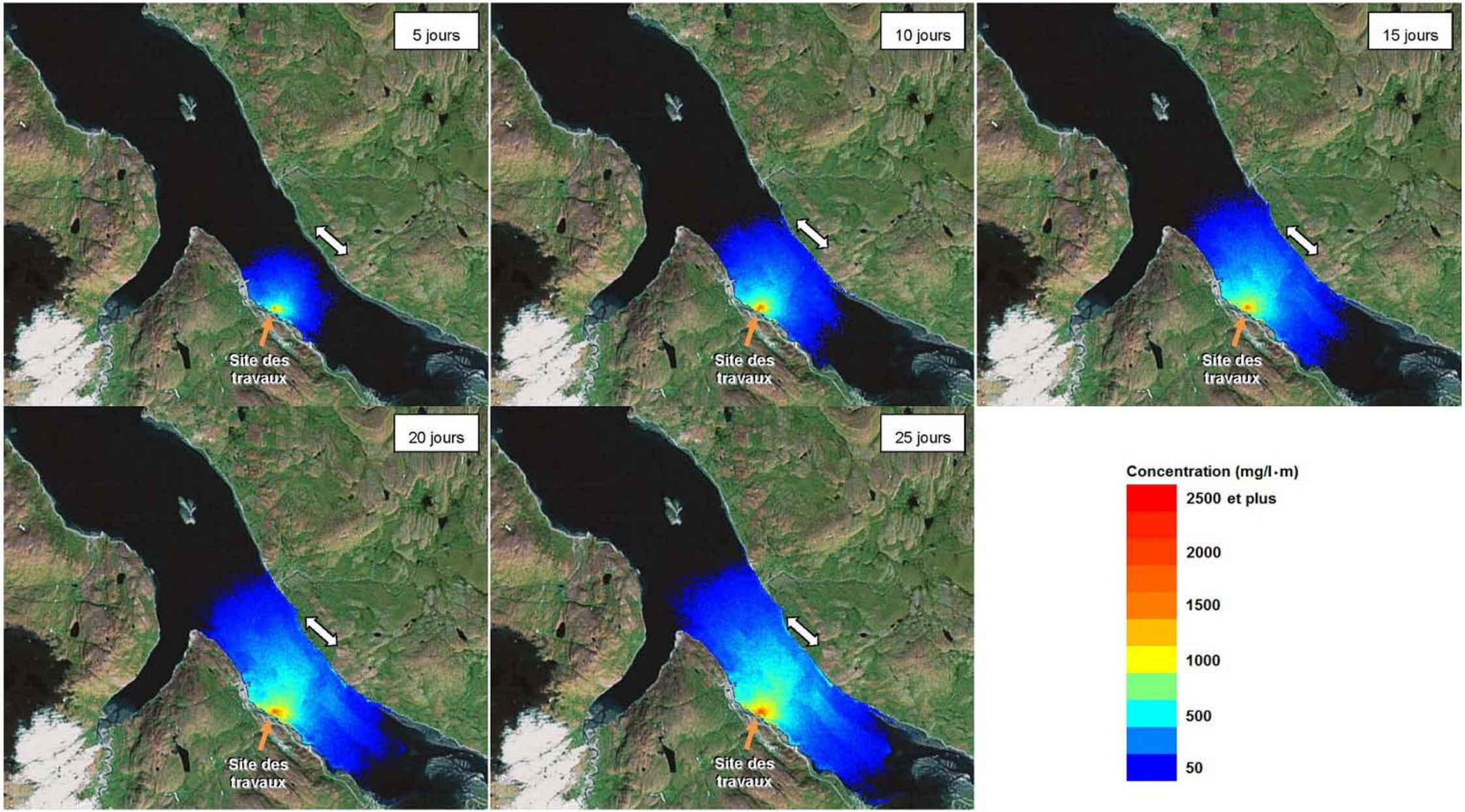


Figure 25 Évolution temporelle du panache de dispersion des sédiments dragués mis en suspension. Conditions sans vent.

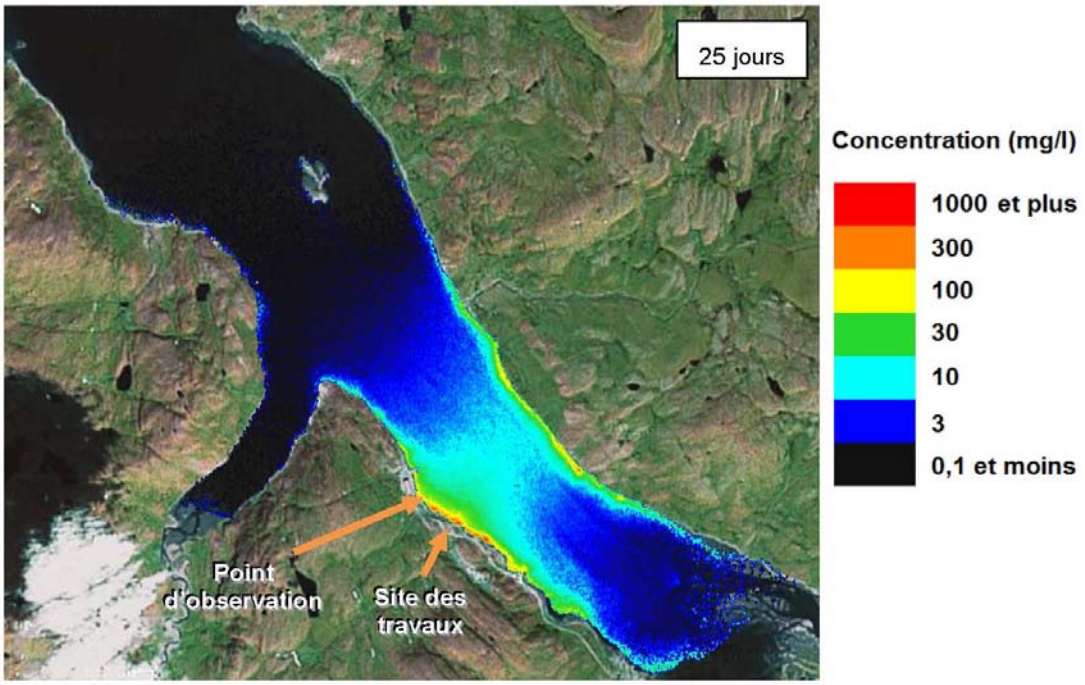


Figure 26 Concentration des matières en suspension après 25 jours de marée

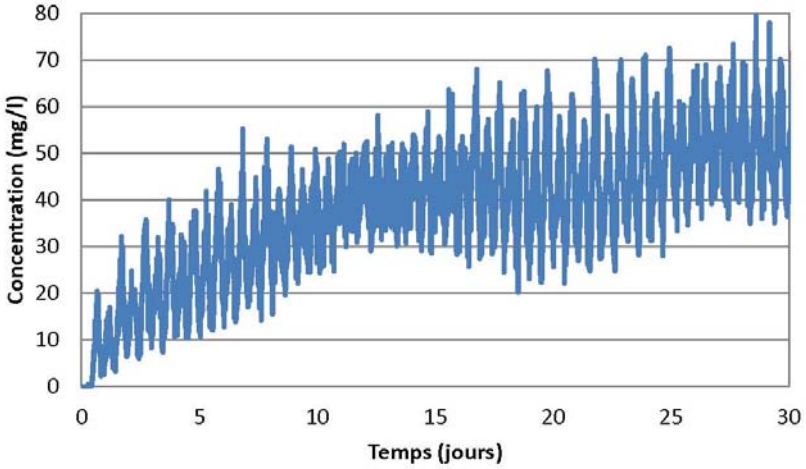


Figure 27 Évolution temporelle de la concentration des matières en suspension au point d'observation, situé à 375 m au nord-ouest du site des travaux de dragage.

7.3.2 Effet de la direction du vent sur la dispersion des sédiments

Les scénarios de courants induits par les vents et la marée, présentés au chapitre 6, ont été utilisés pour calculer leur effet sur la dispersion des sédiments. Dans le module Delft3D-FLOW, l'effet du vent d'un calcul 2DH est pris en compte pour

déterminer la composante horizontale moyenne des courants induits. Dans le module Delft3D-PART, une composante tridimensionnelle et verticale est incorporée et superposée à la composante horizontale. En effet, un profil de vitesse parabolique, pour lequel l'intégral sur la profondeur est nul, est introduit (Deltares, 2011). Tel qu'illustré à la figure 28 pour un vent de 30 km/h, la vitesse maximale (0,08 m/s) se trouve en surface et est orientée dans le même sens que le vent, alors qu'en profondeur, la direction de l'écoulement s'inverse pour compenser celui en surface. La vitesse maximale en surface (0,08 m/s) est supérieure à celle de la marée (de l'ordre de 0,05 m/s au jusant), se traduisant, dans le secteur du site Q1 à la baie Déception, par un effet marquant du vent sur le déplacement des sédiments en suspension. En particulier, les sédiments situés en surface sont entraînés par le cisaillement éolien alors que ceux situés en profondeur sont dirigés en sens opposé de la direction du vent. En profondeur, les sédiments sont davantage soumis à l'influence des courants de marée, puisque l'intensité de la vitesse est nettement plus faible (d'environ 0,027 m/s).L'hypothèse d'un profil de vitesses logarithmique doit être nuancée, puisqu'elle permet de donner qu'une idée générale de la complexité du phénomène.

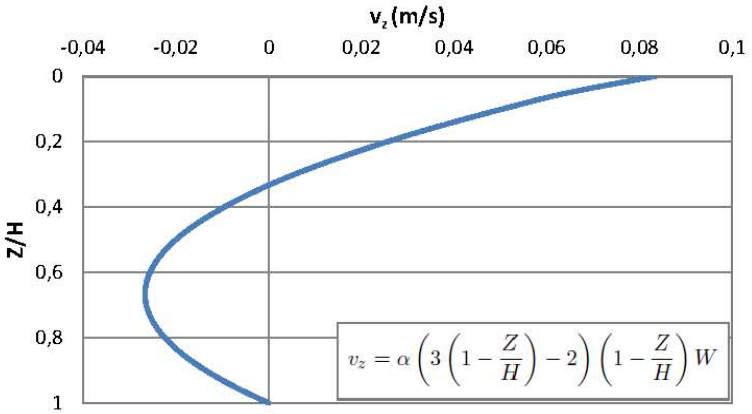


Figure 28 Profil de vitesse introduit dans Delft3D-PART et superposé aux résultats du module Delft3D-FLOW

La figure 29 illustre une comparaison de la dispersion des sédiments sur une durée de trois jours pour des scénarios considérant des vents en provenance du sud-ouest ainsi qu'en provenance du nord-ouest. On note un effet marquant du vent sur la dispersion des sédiments. En effet, les vents génèrent des courants de surface unidirectionnels plus importants que les faibles courants oscillatoires associés à la marée seule, ce qui a tendance à propager la fraction superficielle du panache de sédiments dans des directions plus définies alors que les sédiments situés en profondeurs sont davantage soumis aux courants induits par la marée.

Les vents en provenance du sud-ouest ont tendance à propager et concentrer la fraction superficielle du panache de sédiments le long de la rive opposée au site des travaux. En présence de vents continus du sud-ouest durant trois jours, on observe à la figure 30 que la concentration dépasse les 300 mg/l le long de la rive opposée. La fraction du panache mise en suspension en profondeur est, quant à elle, plutôt dispersée dans le fond de la baie, puisque soumise aux courants de fond.

Quant à eux, les vents du nord-ouest concentrent les particules le long de la rive sud tout en les transportant vers le fond de la baie. Les vents génèrent des courants dominants et unidirectionnels dans les zones de faibles profondeurs, se traduisant par un transport très rapide des sédiments et à une augmentation importante de la concentration le long de la rive, particulièrement dans les petites zones de recirculation où les vitesses sont faibles. Après seulement trois jours, la concentration atteint déjà plus de 300 mg/l à proximité du secteur du campement temporaire localisé à la plage du Bombardier (à 4 km au sud du site des travaux).

En somme, la propagation et la concentration du panache de dispersion des sédiments dépendent en grande partie des conditions climatiques, particulièrement du vent. Qu'importe la provenance des vents, des vents moindrement élevés (30 km/h et plus) perturbent significativement le mouvement oscillatoire des particules au gré de la marée et dictent le déplacement du panache de sédiments. Des conditions défavorables seront rencontrées lors de vent du nord-ouest ou sud-ouest, puisque ceux-ci auront tendance à concentrer le panache de sédiment contre les rives.

7.3.3 Synthèse

Les résultats indiquent que des concentrations dépassant les 25 mg/l sont à prévoir au-delà d'un rayon de 300 m de la zone des travaux. À une distance inférieure à 375 m des travaux de dragage, les concentrations pourraient être de l'ordre de 100 mg/l après 25 jours de travaux. Lors de vents soutenus à 30 km/h en provenance du nord-ouest, la concentration pourrait même dépasser 300 mg/l.

Étant donné les différentes hypothèses sous-jacentes aux modélisations, les résultats doivent être interprétés avec prudence et discernement. Néanmoins, ils permettent de mieux comprendre la progression attendue du panache de sédiments, qui est très influencé par les vents, qui sont généralement élevés dans la baie Déception.

Étant donné la courte période estivale où des travaux peuvent être entrepris dans le Nord du Québec, il sera difficile d'interrompre continuellement les travaux de dragage sur la base de la problématique de la dispersion des sédiments dragués.

Par conséquent, des mesures d'atténuation doivent être mises en place et une attention particulière doit être portée sur les aspects suivants durant les travaux :

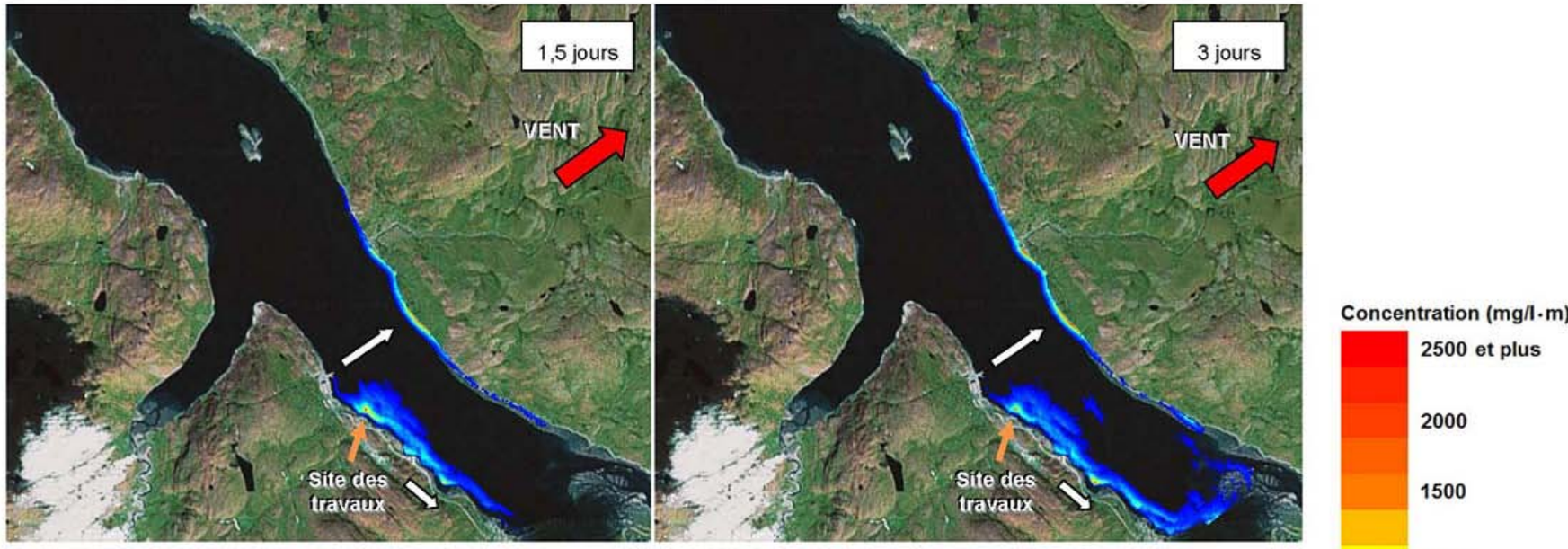
- la manipulation des argiles et silts doit être réalisée avec précaution afin qu'elles demeurent le plus solides possible;
- la vitesse de montée et de descente de la benne preneuse doit être faible et contrôlée afin de limiter la dispersion des sédiments lors du dragage;
- l'étanchéité de la benne preneuse doit être contrôlée, et ce, tout au long des opérations;
- l'étanchéité des compartiments de la barge doit être contrôlée, et ce, tout au long des opérations;
- la barge ne doit pas être surchargée, ni opérée dans des conditions climatiques difficiles;
- la berge et la zone à proximité de la rive ne doivent pas être surchargées, pour réduire les risques de glissements de terrain.

Comme mesure d'atténuation permettant de minimiser la charge de sédiments émise durant le dragage, le Permanent International Association of Navigation Congresses (Pianc, 2010) propose d'autres éléments :

- considérer l'utilisation de drague à benne preneuse environnementale, plus étanche que les modèles conventionnels;
- considérer l'utilisation de rideau de turbidité dans des régions où de faibles courants et où l'action des vagues ne nuisent pas à leur déploiement;
- considérer l'utilisation de murs palplanches dans des régions où le fond marin n'est pas rocheux;
- considérer l'utilisation de barrières, telles que des filtres à bulles;
- considérer l'utilisation de larges bassins de décantation.

L'emploi de ces mesures pourrait permettre de réduire significativement la charge sédimentaire émise lors du dragage, en deçà des valeurs estimées à l'aide du logiciel DREDGE. La surveillance des travaux s'avère également un outil indispensable pour réduire les impacts, notamment en mesurant les concentrations émises et en formulant des recommandations en cours de travaux.

Vents en provenance du sud-ouest



Vents en provenance du nord-ouest

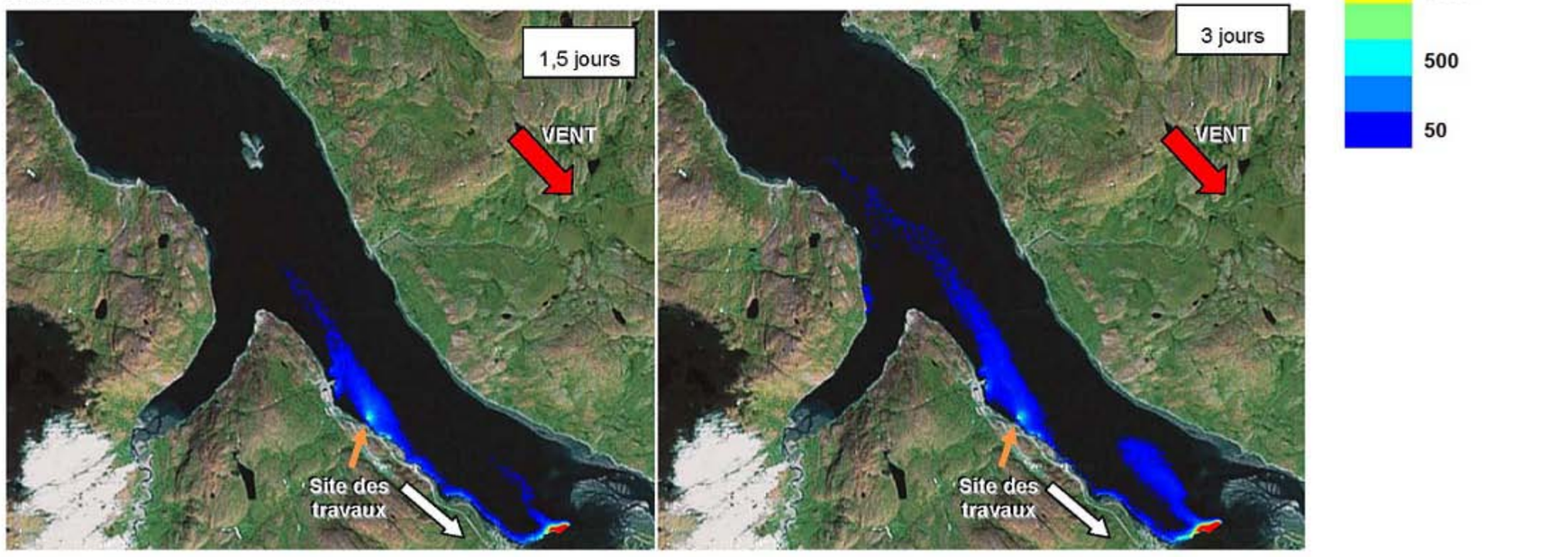


Figure 29 Évolution temporelle du panache de dispersion des sédiments dragués mis en suspension.

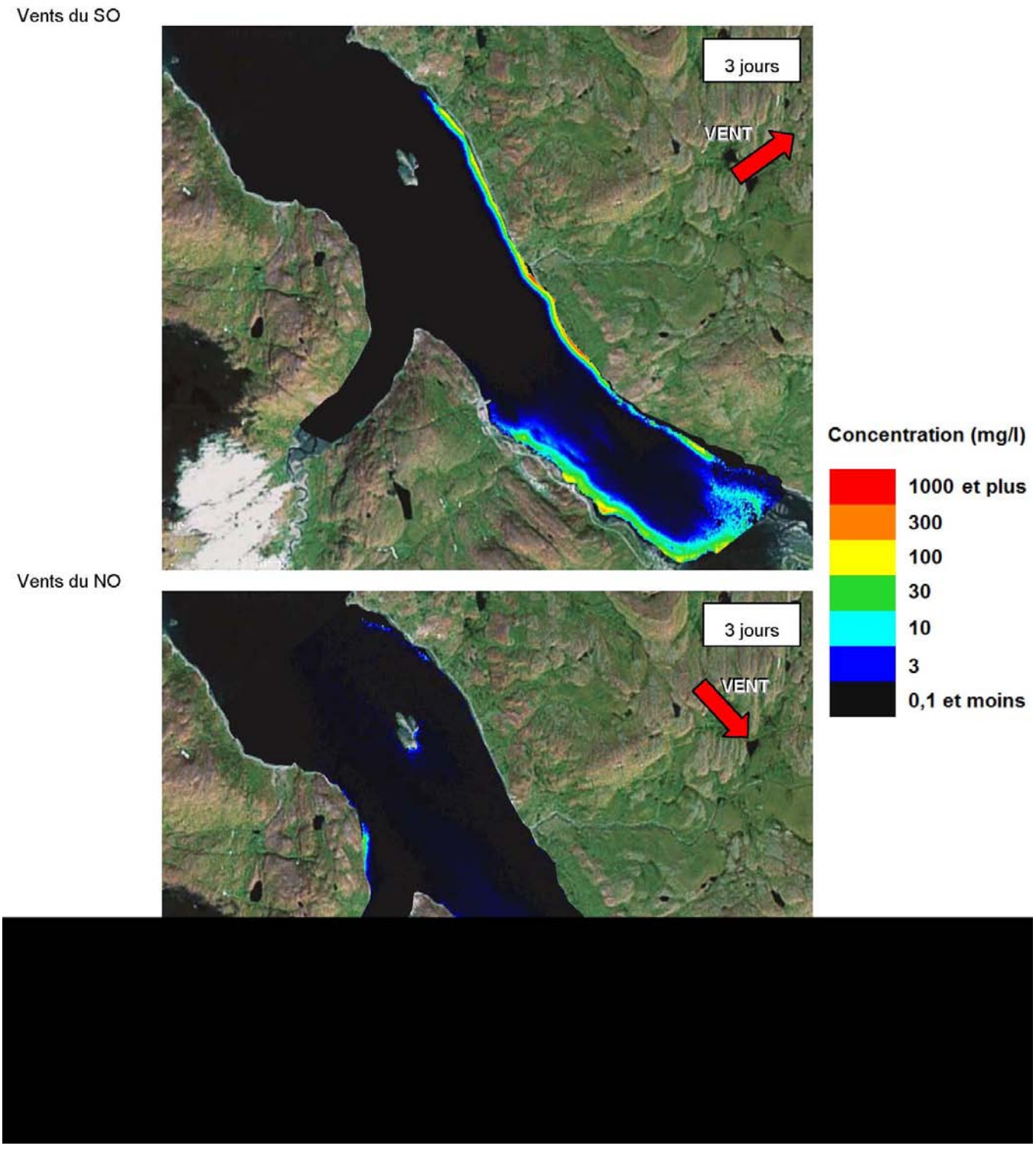


Figure 30 Concentration des matières en suspension après 3 jours pour des scénarios de vents en provenance du SO et du NO.

8. DRAGAGES D'ENTRETIEN

À priori, le site Q1 ne présente pas de problématique particulière de sédimentation qui nécessiterait un dragage d'entretien fréquent.

Essentiellement, une accumulation de sédiments est observée lorsque le bilan sédimentaire net est positif à un site donné. Puisque les infrastructures portuaires projetées sont situées en eau profonde et qu'aucun chenal ne doit être aménagé afin de permettre aux bateaux d'atteindre le quai, les conditions hydrosédimentaires demeurent relativement les mêmes et rien n'indique que le secteur soit en accrétion. Le surcreusement d'un chenal pour accéder au quai aurait pu favoriser la sédimentation, puisque la plupart du temps celui-ci devient un puits pour les sédiments qui transitent dans le secteur, ce qui n'est pas le cas ici.

Pour qu'il y ait sédimentation, les apports en sédiments doivent être également significatifs et les processus de transport et de sédimentation doivent être actifs.

8.1 Apports potentiels en provenance du littoral

Les sédiments peuvent provenir de plusieurs sources le long du littoral : de l'érosion de la côte, de la décharge sédimentaire d'une rivière, ou encore d'un rééquilibrage gravitaire des dépôts de surface (terrestre et/ou sous-marin). À proximité du site, les rives sont généralement composées d'amas de blocs glaciels, ce qui limite considérablement l'érosion par les vagues et les glaces ainsi que l'établissement d'une dérive littorale significative.

Les apports sédimentaires en provenance de la côte pourraient prendre également d'autres formes, telles que des glissements de terrain entraînés notamment par le dégel du pergélisol ou encore des avalanches lors de la fonte printanière. Par exemple, une avalanche de neige mouillée (slushflow) s'est produite en 2005 près des infrastructures portuaires de Xstrata.

Les conséquences sur la bathymétrie lors d'avalanches de neige mouillée dépendent alors des volumes érodés, lesquels peuvent être significatifs. Ces phénomènes ne semblent toutefois pas suffisamment fréquents pour mener à des dragages d'entretien réguliers. Ils représentent néanmoins un risque significatif et un dragage d'urgence pourrait être requis advenant qu'ils surviennent.

Le seul cours d'eau important pouvant apporter des quantités significatives de sédiments, en particulier au printemps, est la rivière Déception. Or, la baie Déception comporte de nombreuses fosses de profondeur importante, notamment à proximité de l'embouchure de la rivière Déception, lesquelles favorisent la sédimentation. En résumé, les apports naturels en sédiments sont faibles par rapport au volume de la baie, ce qui fait en sorte que les eaux de celles-ci contiennent peu de matières en suspension.

Enfin, comme le démontre la modélisation hydrodynamique réalisée (chapitre 6), le quai, qui repose essentiellement sur l'aménagement de deux cellules de palplanches appuyées au roc, a peu d'influence sur la courantométrie en raison de sa configuration qui permet le libre passage des eaux le long de la rive. Cette configuration permet aussi de maintenir la dérive littorale des sédiments transportés par les courants induits par les vagues (charge sédimentaire transitant le long de la rive), ce qui devrait se traduire par peu ou l'absence d'accumulations de sédiments au voisinage du quai. L'absence d'une dérive littorale importante ainsi que d'accumulations et de dragages d'entretien récurrents au voisinage du quai de Xstrata appuient également cette évaluation.

8.2 Sédimentation

Une évaluation de la fréquence des dragages d'entretien peut être réalisée sur la base de l'estimation du taux de sédimentation naturelle dans la baie Déception, soit l'épaisseur de sédiments qui se déposent chaque année à la surface du fond marin. Les trois principaux mécanismes contribuant à la déposition des sédiments fins en suspension sur la surface du fond marin et qui réduisent les profondeurs de navigation sont les suivants (Basco, 2009):

- Les courants de marée;
- Les courants de densité;
- Les courants associés à des tourbillons.

Toutefois, pour que ces phénomènes soient actifs, les eaux de la baie doivent être significativement chargées en sédiments. Or, la campagne de mesures de la qualité de l'eau réalisée 2012 indiquent que les eaux de la baie Déception sont très peu turbides (généralement moins de 5 mg/l; voir le Rapport principal, section 6.1.4.4). Les risques d'une sédimentation importante en particules fines sont donc peu probables. Plusieurs autres faits appuient ce constat :

- les sédiments fins apportés par la rivière Déception sont en faible quantité en comparaison du volume total de la baie et sédimentent très probablement dans la profonde fosse présente à son embouchure;
- le débit de la rivière Déception est très faible en comparaison du débit associé au prisme de marée qui est de l'ordre de plusieurs milliers de m^3/s, ce qui rend peu probable la formation de courant de densité;
- enfin, tel que décrit au chapitre précédent, les infrastructures portuaires projetées au site Q1 ont peu d'effet sur la courantométrie et ne provoquent aucun tourbillon qui pourrait favoriser une sédimentation accrue.

Pour toutes ces raisons, les taux de sédimentation actuel et projeté sont jugés faibles et il n'est pas prévu qu'un programme de dragage d'entretien soit requis. Mis à part le dragage de capitalisation requis pour la construction des infrastructures portuaires, les seuls dragages qui pourraient être requis proviendraient de glissements de terrain sous-marins ou d'avalanches de neige humides, ces derniers étant probables dans le secteur.

9. CONCLUSION

Les résultats de modélisation montrent que durant les travaux de dragage, le panache de dispersion des sédiments couvre une superficie importante et variable selon les conditions climatiques. La concentration de sédiments en suspension dépasse largement 25 mg/l à plus de 300 m de la distance des travaux. Par ailleurs, la direction du panache est très sensible à la provenance du vent. Pour ces raisons, des méthodes de confinement du panache de dispersion des sédiments sont recommandées.

Les taux de sédimentation actuel et projeté sont jugés faibles et il n'est pas prévu qu'un programme de dragage d'entretien soit requis. Mis à part le dragage de capitalisation requis pour la construction des infrastructures portuaires, les seuls dragages qui pourraient être requis proviendraient de glissements de terrain sous-marins ou d'avalanches de neige humides, ces derniers étant probables dans le secteur.

10. RÉFÉRENCES

ANCHOR QEA, LLC. 2012. DREDGING WATER QUALITY EVALUATION. DRAFT FEASIBILITY STUDY. Portland Harbor RI/FS. 13 p.

BASCO, D.R. 2009. Notes de cours : Dredging and Beach Engineering. Old Dominium University, Virginia.

CANDIAN ROYALTIES. 2012. Deception Bay Wharf. Version 2012. September 2012.

CERC. 2003. *Coastal Engineering Manual.* U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Fort Belvoir, Virginia. 3 Volumes.

DEAN R.G. and DALRYMPLE R.A. 2002. *Coastal Processes with Engineering Applications*. Cambridge University Press.

DELTARES. 2011. DELFT DASHBOARD. An OpenEarth Tool. Version 1.01.6808

DELTARES SYSTEMS. 2011. Delft3D-FLOW. Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments. Hydro-Morphodynamics. User Manual. 652 p.

DELTARES SYSTEMS. 2012. Delft3D-PART. Simulation of mid-field water quality and oil spills, using particle tracking. Part of Water Quality. User Manual. 148 p.

Environnement Canada. 2012. *Archives nationales d'information et de données climatologiques.* Site Internet consulté le 1er novembre 2012. Disponible [En ligne] : *http://www.climat.meteo.gc.ca/advanceSearch/searchHistoricData_f.html*.

FOREMAN M.G.G. 1977. « *Manual for Tidal Heights Analysis and Prediction*. », Institute for Ocean Sciences, Patricia Bay, Victoria B.C. Pacific Marine Report 77-10 101 pages.

GENIVAR. 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud* – Rapport principal – Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport de GENIVAR Société en commandite pour Canadian Royalties Inc. 649 p. et annexes.

GENIVAR. 2011. *Construction d'un quai pour les activités de Nunavik Nickel, dragage et immersion en mer, baie Déception*, Évaluation environnementale. Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties Inc. 158 p. et annexes.

GENIVAR. 2012. *Hydrodynamic and sediment dynamics modeling*. Anse du Moulin. Baie-Comeau. Rapport de GENIVAR à Alcoa. 65 p. et annexes.

HAYES D.F. AND JE C.-H. 2000. *DREDGE module user's guide*. Draft report. Dept of Civil and Environmental Engineering, 27 p.

LESSER, G.R. 2009. An *approach to medium-term coastal morphological modelling*, Doctor's thesis, UNESCO-IHE.

NAKAI, O. 1978. *Turbidity Generated by Dredging Projects*, Proceedings of the 3rd U.S./Japan Experts Meeting, US Army Engineer Water Resources Support Center, Ft. Belvoir, VA.

PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2010. Gestion des données scientifiques intégrées (GDSI). Liste des stations canadiennes et téléchargement de données. Internet. Adresse : http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/inventory-inventaire/list-liste-fra.asp?user=isdm-gdsi&region=LAU&tst=1, page actualisée le 10 décembre 2010.

PIANC. 2010. PIANC Report 108. Dredging and Port Construction around coral reefs. 75 pages.

SEBJ. 1997. *Guide pratique. Dimensionnement du riprap*. Société d'Énergie de la Baie James. 73 p.

THERRIEN, J., PLOURDE, Y., TREMBLAY, B., PELLETIER, M., PARADIS, J. 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud – Inventaires complémentaires dans la baie Déception.* Rapport sectoriel final – Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport de GENIVAR pour Canadian Royalties inc. 92 p. et annexes.

TRANSPORTS QUEBEC. 2002. Plan de transport du Nord-du-Québec. Étude technique. Transport maritime : Portrait des infrastructures, de l'exploitation et de la gestion dans le Nord-du-Québec.

USACE. 2008. Technical Guidelines for Environmental Dredging of Contaminated Sediments. US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center. ERDC/EL TR-08-29.

ANNEXE 1

Étude de sensibilité de la vitesse d'écoulement et du diamètre médian des sédiments sur les concentrations émises au champ rapproché

Annexe 1 Étude de sensibilité de la vitesse d'écoulement et du diamètre médian des sédiments sur les concentrations émises au champ rapproché

Les effets de la vitesse de l'écoulement ambiant et du diamètre médian des sédiments sur la concentration émise au champ rapproché ont été étudiés.

Effet de la vitesse de l'écoulement

La quantité de sédiments mise en suspension et diluée dans le champ rapproché dépend de la vitesse de l'écoulement dans lequel les sédiments y sont mélangés. Le tableau A-1 présente la concentration de sédiments selon la vitesse de l'écoulement.

Tableau A-1 Concentration des sédiments selon la vitesse d'écoulement - Champ rapproché - Scénario 1

Vitesse de l'écoulement (mm/s)	Concentration (mg/l)
10	300
25	190
50	135
100	95

La concentration initiale diminue significativement avec une augmentation de la vitesse d'écoulement. En effet, la présence de courant dilue et disperse davantage les sédiments qu'une eau stagnante. Afin d'établir la quantité moyenne de sédiments mis en suspension, la concentration à 50 mm/s est retenue puisqu'elle correspond à une vitesse moyenne mesurée sur 24 jours (voir la section 8).

Effet du diamètre médian des sédiments

Le tableau A-2 présente la concentration de sédiments selon le diamètre médian des sédiments.

Tableau A-2 Concentration des sédiments selon la granulométrie - Champ rapproché - Scénario 1

Intrants				Résultats
Diamètre médian (μm)	Vitesse de chute (m/s)	Fraction des particules < 74 μm	Fraction des particules plus petites que les particules avec une vitesse de sédimentation critique	Concentration (mg/l)
1	$8{,}9 \times 10^{-7}$	0,99	0,85	123
10	$8{,}9 \times 10^{-6}$	0,9	0,85	135
20	$1{,}8 \times 10^{-5}$	0,8	0,85	152

On note qu'une augmentation du diamètre médian entre 1 et 20 μm se traduit par une faible augmentation de la concentration. Il convient toutefois de mentionner que dans tous les cas, la fraction des particules plus petites que les particules avec une vitesse de sédimentation critique est restée constante, alors que la fraction des particules avec un diamètre médian inférieur à 74 μm diminuait avec une augmentation de diamètre médian. Étant donné la variabilité dans la granulométrie échantillonnée et les résultats ci-haut, les résultats pour une valeur de diamètre médian de sédiment de 10 μm sont retenus.

ANNEXE 10

Caractérisation de l’environnement sonore sous-marin - 2012 - Rapport sectoriel

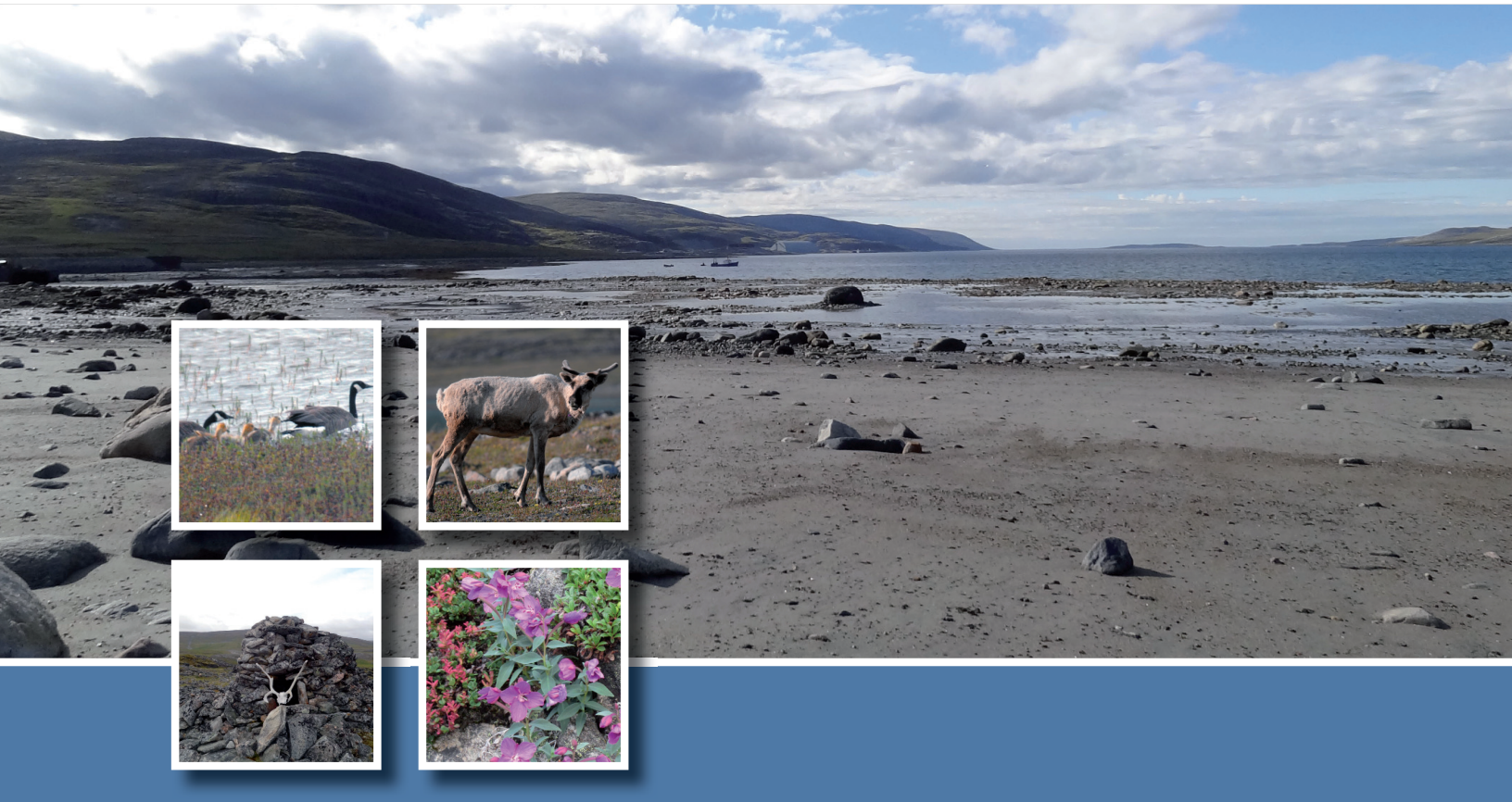
CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIKNICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception

Annexe 10
Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin - 2012

RAPPORT SECTORIEL



Novembre 2012
Projet : 101-53046-02

GENIVAR

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL POUR L'AMÉNAGEMENT D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES ET LA GESTION DES SÉDIMENTS À LA BAIE DÉCEPTION

CARACTÉRISTION DE L'ENVIRONNEMENT SONORE SOUS-MARIN – 2012

RAPPORT SECTORIEL

Présenté à

Canadian Royalties Inc.

Par

GENIVAR inc.

Approuvé par :

Patrick Charbonneau, biol.,
M. Sc. Eau,
M. Sc. Écotoxicologie

NOVEMBRE 2012
101-53046-02

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Canadian Royalties Inc.

Vice-présidente Santé-Sécurité - Environnement	:	Gail Amyot
Surintendant - Environnement	:	Stephane Twigg

GENIVAR inc.

Chargés de projet	:	Patrick Charbonneau, biol., M. Sc Marc Gauthier, biol., Ph. D.
Chargé de projet - EIES	:	Jacques Lacroix, géographe, M. Sc.
Conseiller scientifique	:	Mario Heppell, biol., M. ATDR
Spécialiste en acoustique sous-marine	:	Philippe Lintz, tech.
Édition	:	Catherine Boucher Linette Poulin
Traitement de texte	:	Linette Poulin
Équipe terrain :		
Spécialiste des mammifères marins	:	Anissa Amri, biol., M. Sc.
Ingénieur	:	Mathieu Deshaies, ing. jr
Techniciens	:	Christian Demers, tech. Olivier Tremblay, tech.

Référence à citer :

GENIVAR. 2012. *Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception. Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin - 2012.* Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties Inc. 47 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Équipe de réalisation i
Table des matières iii
Liste des tableaux v
Liste des figures v
Liste des annexes vii

1. Introduction 1
2. Zone d'étude 3
3. Méthodologie 7
   - 3.1 Évaluation de l'ambiance sonore sous-marine 7
   - 3.2 Mesure de l'atténuation sonore 8
   - 3.3 Analyse des enregistrements 13
4. Notions d'acoustique sous-marines et impacts du bruit sur la faune aquatique 15
   - 4.1 Mesures de la pression acoustique en milieu marin 15
   - 4.2 Atténuation des ondes acoustiques 15
   - 4.3 L'environnement sonore sous-marin 16
   - 4.4 Bruit généré par la construction et l'opération d'un quai 17
     - 4.4.1 Catégories de bruit 17
       - 4.4.1.1 Bruits d'impacts 17
       - 4.4.1.2 Bruits continus 18
     - 4.4.2 Battage *vs* vibrofonçage 18
     - 4.4.3 Bruits de dragage 19
   - 4.5 Sensibilité des animaux marins au bruit 20
     - 4.5.1 Mammifères marins 20
       - 4.5.1.1 Effets physiologiques 22
       - 4.5.1.2 Déficits auditifs 22
       - 4.5.1.3 Effets comportementaux 22
     - 4.5.2 Poissons 23
     - 4.5.3 Faune benthique 24

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

4.6 Seuils de sensibilité généralement reconnus 24
4.7 Mammifères marins potentiellement présents dans la baie Déception 25
5. Résultats de la caractérisation sonore de la Baie Déception 27
5.1 Bruit ambiant 27
5.2 Atténuation sonore théorique 28
5.3 Atténuation sonore mesurée 28
6. Discussion 33
6.1 Conception du quai et planification des travaux 33
6.1.1 Mesures de surveillance usuelles 33
6.1.2 Mesures d'atténuation du bruit de fonçage 34
6.2 Délimitation d'une zone de surveillance des mammifères marins 35
6.2.1 Stratégie de surveillance optimisée 37
7. Recommandations 39
8. Références 41

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1 Seuils d'effet physiologique, et de sécurité généralement suggérés pour la surveillance du bruit généré par les travaux sous-marins. 25

Tableau 2 Mammifères marins susceptibles d'utiliser la baie Déception. 26

Tableau 3 Niveaux de pression sonores sous-marins typiques directement mesurés dans la baie Déception le 12 juillet 2012. 27

LISTE DES CARTES

Page

Carte 1 Zone de caractérisation hydroacoustique 5

Carte 2 Trajet de mesures hydroacoustiques en vue de l'établissement du bruit de fond sous-marin moyen 9

Carte 3 Emplacement des points d'émission et de mesure sélectionnés pour l'établissement des courbes d'atténuation sonore 11

Carte 4 Zones de surveillance des mammifères marins proposées 36

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1 Exemples de chevauchement des fréquences de certains bruits d'origine anthropique avec celles de la faune marine. 17

Figure 2 Propagation des émissions sonores résultant du battage d'un pieu. 18

Figure 3 Zones d'effets directs des bruits forts. 21

Figure 4 Courbes d'atténuation sonore théoriques, telles que calculées à l'aide du modèle sphérique pour des fréquences de 50 Hz et 40 kHz et pour la moyenne des fréquences échelonnées par tiers d'octave pour la même fourchette. 29

Figure 5 Courbes d'atténuation sonores mesurées (moyennes de 250 Hz à 16 kHz) et théoriques (modèle sphérique) pour l'emplacement du scénario Q1. 30

Figure 6 Courbes d'atténuation sonores mesurées (moyennes de 250 Hz à 16 kHz) et théoriques (modèle sphérique) pour l'emplacement du scénario Q2. 31

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Reportage photographique.
Annexe 2	Caractéristiques du bruit sous-marin émis par différentes activités humaines.
Annexe 3	Quelques analyses spectrales typiques des enregistrements sous-marins réalisés dans la baie Déception en juillet 2012.
Annexe 4	Simulations de l'atténuation sonore selon les scénarios d'emplacement du quai et les courbes d'atténuations établies.

1. INTRODUCTION

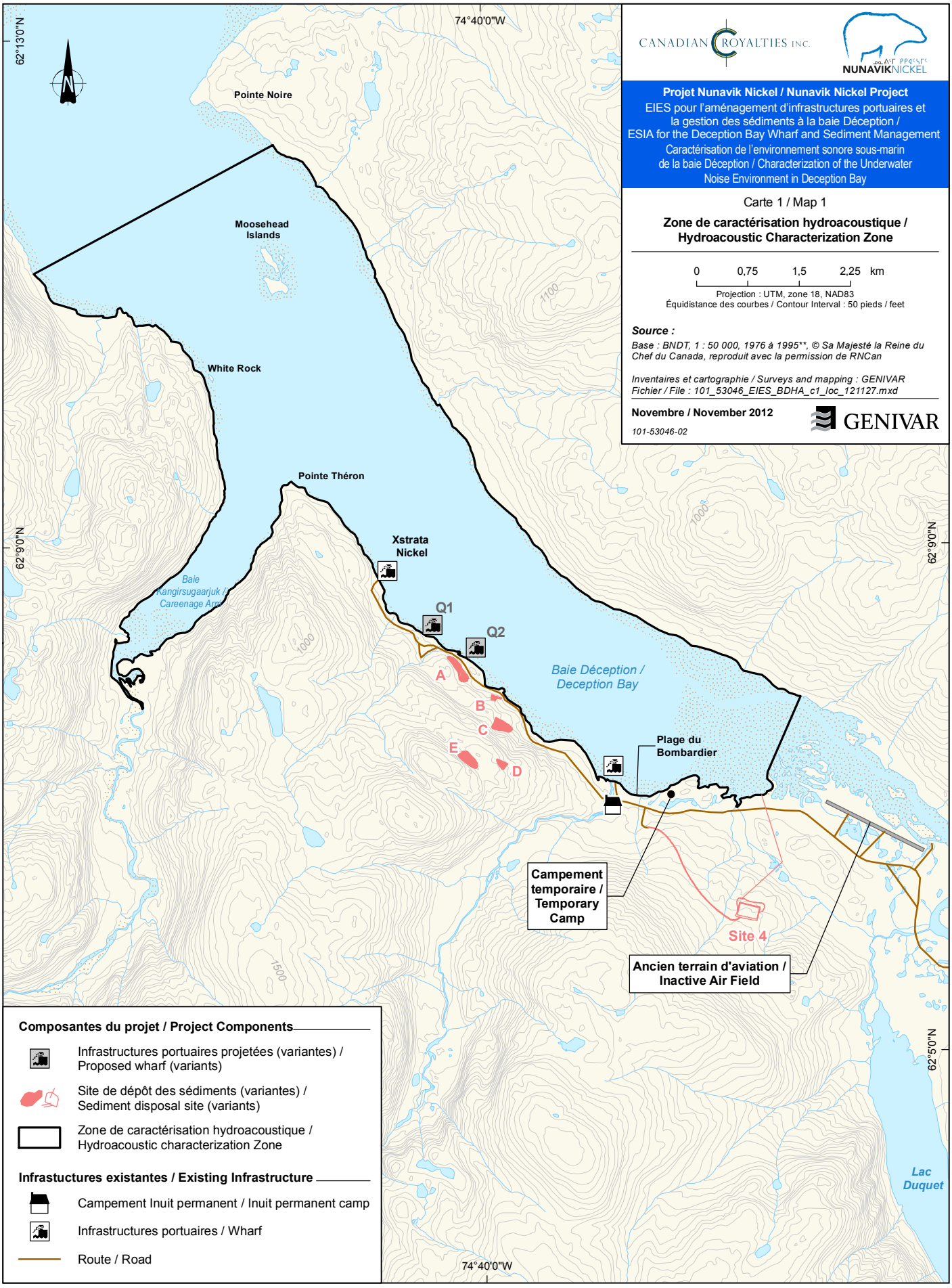
Devant l'augmentation des bruits générés par les activités humaines en mer, notamment pour l'exploration et l'exploitation pétrolière et la construction d'infrastructures côtières, les spécialistes se préoccupent de plus en plus de l'impact des bruits sous-marins sur le comportement et la santé de la faune marine (National Research Council [NRC], 2003; Perry, 1999; Richardson et coll., 1995; Southall et coll., 2007).

En prévision du projet de construction d'infrastructures portuaires pour les besoins du projet Nunavik Nickel (PNNi) dans la baie Déception au Nunavik, Canadian Royalties Inc. (CRI) a mandaté GENIVAR inc. (GENIVAR) pour effectuer une caractérisation de l'environnement sonore sous-marin de la baie. Ces mesures visent notamment à mesurer le bruit de fond moyen des lieux (état de référence) et à déterminer les distances auxquelles les bruits générés par les travaux de construction des infrastructures portuaires pourraient constituer une source de dérangement pour les mammifères marins.

Dans le contexte où le projet est soumis à la Loi sur les pêches (LRC, 1985, ch. F-14), au processus d'analyse du Comité fédéral d'examen (COFEX-Nord) dans la cadre de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois et de l'Accord sur les revendications territoriales des Inuit du Nunavik (ARTIN), ainsi qu'au processus d'analyse des impacts sur le milieu marin de la Commission de la région marine du Nunavik chargée de l'examen des répercussions (CRMNER), le présent rapport vise à établir dans quelle mesure les pressions sonores générées par la construction des infrastructures portuaires pourraient dépasser les seuils de sécurité généralement admis pour la protection des mammifères marins. Il vise également à établir les modalités d'un programme de surveillance de ces animaux et à évaluer le bruit généré par les travaux prévus en 2013.

2. ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude considérée pour cette caractérisation de l'environnement sonore sous-marin est la baie Déception, localisée au Nunavik à environ 50 km à l'est de Salluit et 150 km au nord-ouest de Kangiqsujuaq. Cette baie, qui s'ouvre au nord-ouest dans le détroit d'Hudson, fait une quinzaine de kilomètres de longueur, par 2 à 3 km de largeur. Le secteur dans lequel les mesures seront prises couvre environ 30 km^2 (carte 1). Les scénarios étudiés d'emplacement du quai sont Q1 et Q2.


62°13'0"N
74°40'0"W
Pointe Noire
Moosehead Islands
White Rock
Pointe Théron
Xstrata Nickel
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Q1
Q2
A
B
C
D
E
Baie Déception / Deception Bay
Plage du Bombardier
Campement temporaire / Temporary Camp
Site 4
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Lac Duquet
62°9'0"N
62°5'0"N
1100
1000
1500
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIKNICKEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin de la baie Déception / Characterization of the Underwater Noise Environment in Deception Bay
Carte 1 / Map 1
Zone de caractérisation hydroacoustique / Hydroacoustic Characterization Zone
0 0,75 1,5 2,25 km
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDHA_c1_loc_121127.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR
Composantes du projet / Project Components
Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Zone de caractérisation hydroacoustique / Hydroacoustic characterization Zone
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Évaluation de l'ambiance sonore sous-marine

L'évaluation de l'ambiance sonore sous-marine a été réalisée par le biais de mesures de la pression acoustique prises directement durant nos déplacements dans la baie Déception (carte 2), de même que par l'utilisation d'un système d'enregistrement autonome immergé à 18 m de profondeur dans la baie (62º 07' 48.3'' N - 74º 39' 04.9'' O). Ce dernier comprenait un hydrophone calibré (modèle C55; Cetacean Research Technology, Seatle, Washington, États-Unis), couplé à un enregistreur audionumérique (MagnétoFaune®, GENIVAR inc., Sherbrooke, Québec, Canada) protégé par un caisson étanche (annexe 1, photo 4). Le tout a été programmé pour enregistrer des séquences de 15 secondes aux 3 minutes, et ce, pour toute la durée d'immersion de l'appareil, soit de 15 h le 12 juillet à 15 h le lendemain. La sensibilité effective de réception de l'hydrophone utilisé est de – 165 dB re 1 V/μPa et sa réponse en fréquence est linéaire entre 16 Hz et 44 kHz. Les enregistrements ont été effectués à un taux d'échantillonnage de 32 kHz et une résolution de 16 bits.

Les mesures en direct ont pour leur part été prises le 13 juillet 2012 par une équipe de quatre employés de GENIVAR, accompagnée de l'équipage du remorqueur Horizon Polaire (annexe 1, photos 2a et 2b). Toutes les mesures de pression sonore ont été prises et enregistrées à l'aide d'un sonomètre sous-marin (modèle ST500MDR; Cetacean Research Technology, Seattle, Washington, États-Unis) relié à un hydrophone calibré (modèle C55; Cetacean Research Technology) suspendu sous l'embarcation à 10 m de profondeur.

Pour limiter les interférences, les moteurs du remorqueur étaient arrêtés lors de chaque prise de mesures. Pendant la prise des mesures acoustiques, les coordonnées du point de mesure et la profondeur de l'eau étaient enregistrées par un sonar (modèle GPSMap 498, Garmin International Inc., Olathe, Kansas, États-Unis). Les principaux paramètres (fréquences, amplitudes, etc.) des sons captés par l'hydrophone étaient lus directement à l'écran du sonomètre, ce qui permettait de valider les mesures en temps réel et d'effectuer les ajustements du système au besoin. Toutes les séquences jugées valides ont été enregistrées sur un ordinateur portable en vue des analyses ultérieures. Les enregistrements ont été effectués à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz et à une résolution de 24 bits.

3.2 Mesure de l'atténuation sonore

Les courbes d'atténuation sonore de la baie Déception ont été établies en vue de déterminer les paramètres de propagation du son au large des différentes aires de travaux prévus. En plus d'une estimation théorique (section 4.2, équation 2), cette tâche a été réalisée in situ le 13 juillet 2012 par une mer calme et en l'absence d'activités bruyantes d'origine humaine.

À cette fin, des sons de référence ont été émis périodiquement par un haut-parleur sous-marin (modèle LL9162T; Lubell Labs Inc., Columbus, Ohio, États-Unis) relié à un amplificateur et à un ordinateur portable, de manière à générer un signal sonore de forte intensité (184 – 194 dB/µPa à la source) constitué d'un balayage de fréquences de 250 Hz à 16 000 Hz sur une période de 30 secondes. Ce haut-parleur était suspendu à 2 m de profondeur, sous un zodiac de 16 pi ayant comme équipage deux employés de GENIVAR (annexe 1, photos 3a et 3b). Le zodiac a été alternativement ancré au centre de la position prévue pour chacun des deux scénarios de quais (Q1 et Q2, carte 3; points d'émission). Ces deux points d'émission sont distants d'environ 800 m. Deux autres employés de GENIVAR embarqués sur le remorqueur étaient responsables des mesures de pression sonore, tout en assurant la surveillance et la sécurité de l'équipage du zodiac. Une communication radio constante entre les deux équipages permettait de synchroniser les activités.

Chaque prise de mesures s'étendait sur environ 1 minute afin d'assurer l'enregistrement d'au moins un cycle complet du balayage de fréquences. Les mesures de pressions sonores ont ainsi été prises à des distances croissantes de la source. Étant donné la configuration des lieux et les scénarios d'emplacement du futur quai, deux séries de trois courbes d'atténuation sonore ont été établies (carte 3), soit une première courbe illustrant l'atténuation sonore en direction de l'embouchure de la baie (vers le nord-ouest), une seconde qui illustre l'atténuation sonore perpendiculairement à la rive (vers le nord-est), et une troisième qui illustre l'atténuation sonore en direction du fond de la baie (vers l'est-sud-est). Selon leur orientation et la configuration de la baie, les virées de mesures s'étiraient sur une distance de 1 400 à 5 700 m. La profondeur de l'eau aux points de mesures a varié de 5,9 à 78,3 m selon les virées (marée montante).

Étant donné que l'intensité à la source des sons de référence dépassait le seuil de sécurité de 160 dB re 1 µPa établi pour les mammifères marins (Bastasch et coll., 2009), leur émission a été assortie d'une surveillance visuelle réalisée à partir du remorqueur (annexe 1, photo 5) de manière à interrompre les travaux si des mammifères marins venaient à s'approcher à moins de 500 m de la source. Aucun mammifère marin n'a toutefois été détecté dans la zone de surveillance durant les prises de mesures.

CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin de la baie Déception /
Characterization of the Underwater Noise Environment in Deception Bay

Carte 2 / Map 2

Trajet de mesures hydroacoustiques en vue de l'établissement du bruit de fond sous-marin moyen / Tracking of Hydroacoustic Measuring Path for the Establishment of Average Underwater Background Noise

0 350 700 1 050 m

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet

Source :

*Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan*

Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDHA_c2_trajet_121127.mxd

Novembre / November 2012
101-53046-02

GENIVAR

74°45'0"W
74°40'0"W
74°35'0"W
62°10'0"N
62°8'0"N

Xstrata Nickel
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Baie Déception / Deception Bay
Q1
Q2
A
B
C
D
E
Plage du Bombardier
Campement temporaire / Temporary Camp
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Rivière Déception
Chemin d'accès proposé / Proposed access road
Emissaire / Pipeline
Site 4

Mesures hydroacoustiques / Hydroacoustic measurement
- Emplacement du MagnétoFaune© / MagnetoFaune© location
- Trajet de mesures hydroacoustiques / Hydroacoustic measurement path

Composantes du projet / Project Components
- Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
- Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
- Zone de caractérisation hydroacoustique / Hydroacoustic characterization area

Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
- Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
- Infrastructures portuaires / Wharf
- Route / Road
- Campement temporaire / Temporary camp

CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIKNICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin de la baie Déception /
Characterization of the Underwater Noise Environment in Deception Bay

Carte 3 / Map 3

Emplacement des points d'émission et de mesure sélectionnés pour l'établissement des courbes d'atténuation sonore / Location of the Emission and Measuring Points Selected for the Establishment of Sound Attenuation Curves

0 0,5 1 1,5 km

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet

Source :

*Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan*

Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDHA_c3_emissions_121127.mxd

Novembre / November 2012
101-53046-02

GENIVAR

Points d'émission et de mesures sélectionnés pour l'établissement des courbes d'atténuation sonore / Emission and Measuring Points Selected for the Establishment of Sound Attenuation Curves

- Point d'émission, scénario d'emplacement au site Q1 / Emission point, location scenario at site Q1
- Point d'émission, scénario d'emplacement au site Q2 / Emission point, location scenario at site Q2
- Point de mesure, scénario d'emplacement au site Q1 / Measurement point, location scenario at site Q1
- Point de mesure, scénario d'emplacement au site Q2 / Measurement point, location scenario at site Q2

Composantes du projet / Project Components

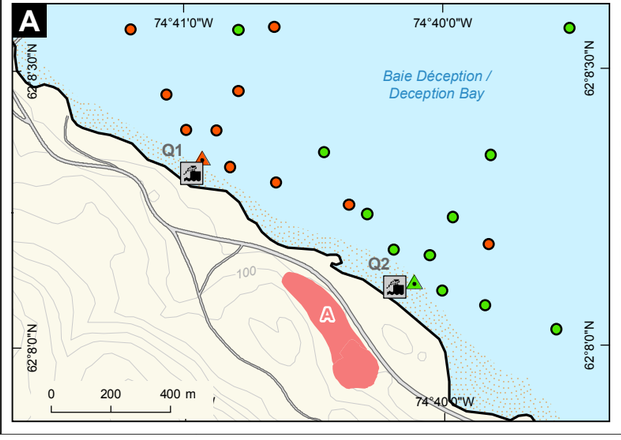
- Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
- Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
- Zone de caractérisation hydroacoustique / Hydroacoustic characterization area

Infrastructures existantes / Existing Infrastructure

- Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
- Infrastructures portuaires / Wharf
- Route / Road
- Campement temporaire / Temporary camp

74°50'0"W 74°45'0"W 74°40'0"W 74°35'0"W 74°30'0"W
62°12'0"N 62°10'0"N 62°8'0"N 62°6'0"N

Moosehead Islands
Mont de la Table
White Rock
Pointe Théron
Xstrata Nickel
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Baie Déception / Deception Bay
Plage du Bombardier
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Ancienne pourvoirie / Inactive Outfitter (camp Kanguq)
Campement temporaire / Temporary Camp
Site 4
Rivière Déception
A
B
C
D
E
Q1
Q2



3.3 Analyse des enregistrements

Toutes les séquences de bruit enregistrées par le sonomètre ont été analysées avec le logiciel SpectraViews (ST Spectra Group, Seattle, Washington, États-Unis).

Les principaux paramètres utilisés pour décrire le bruit ont été la pression sonore maximale (MAX), exprimée en dB re 1 μPa_{rms}, la fréquence dominante (PK freq), qui représente la raie spectrale ayant la plus forte amplitude, et la pression acoustique efficace (RMS; dB re 1 μPa_{rms}), calculée sur une durée de 100 ms pour toute la plage de fréquences mesurée.

Notons finalement que toutes les mesures de pression sonore sont exprimées en dB re 1 μPa_{rms}, étant donné que la plupart des spécialistes en biologie marine, dont ceux de Pêches et Océans Canada (MPO), comparent des sources d'émission et des seuils de pression exprimés avec ces unités pour évaluer les effets sur les organismes marins (Bureau d'audience publique en environnement [BAPE], 2004).

4. NOTIONS D'ACOUSTIQUE SOUS-MARINES ET IMPACTS DU BRUIT SUR LA FAUNE AQUATIQUE

Le son est un déplacement d'ondes dans un fluide (ou un matériau) qui se traduit par des variations de pression engendrant des vibrations dans le milieu. Les ondes sonores circulent donc dans l'air et de façon très efficace dans l'eau à des fréquences variées (Lurton, 1998). En milieu marin, la perception du son dépend de la pression acoustique, de l'efficacité de la propagation du son, du bruit ambiant et du seuil d'audition des espèces qui captent les sons (Richardson et coll., 1995).

4.1 Mesures de la pression acoustique en milieu marin

L'intensité sonore (ou niveau d'émission sonore) se mesure généralement en décibel (dB), une unité de mesure logarithmique basée sur le rapport entre deux puissances, dont le 0 dB (équivalant à 20 µPa) se rapporte à la pression de référence dans l'air (BAPE, 2004). L'unité mesurant l'intensité sonore en milieu marin est plutôt représentée sous forme de « niveau de pression acoustique », soit le *Sound Pressure Level* (SPL). Cette unité est le rapport entre le niveau de pression mesuré (P) et le niveau de pression de référence de l'eau (P_o = 1 µPa) (Simpkin, 2003) :

$$SPL = 20 \log (P/P_o) \quad \textit{équation 1}$$

Le SPL, qui représente la façon la plus courante d'afficher un niveau sonore en acoustique, s'exprime en dB re 1 µPa. Transformé en dB re 1 µPa à 1 m, le SPL donne le niveau de bruit instantané à 1 m de la source sonore.

La pression acoustique, qui se définit comme la variation de la pression qui cause une impression sonore, peut être mesurée pour l'ensemble de la portion du spectre sonore couverte par les appareils de mesures utilisés (bande large), ou encore pour des bandes de fréquences ciblées (bandes étroites). La largeur de bande et les fréquences ciblées sont généralement établies en fonction des objectifs des études, mais il est courant de subdiviser le spectre sonore par bandes de fréquences couvrant un tiers d'octave chacune. Dans le cadre de la présente étude, les niveaux de bruit sont présentés en SPL (bande large) et exprimés en dB re 1 μPa_{rms}.

4.2 Atténuation des ondes acoustiques

Une onde sonore qui se propage dans un milieu perd de son énergie en fonction de la distance. Ce phénomène de perte de transmission (PT) ou d'atténuation sonore est notamment dû aux effets combinés de la dispersion et de l'absorption de l'onde

acoustique (Richardson et coll., 1999; Long et Xhardé, 2012). Cette perte de transmission peut être estimée par l'équation suivante, qui suppose une dispersion parfaitement sphérique de l'onde (Long et Xhardé, 2012) :

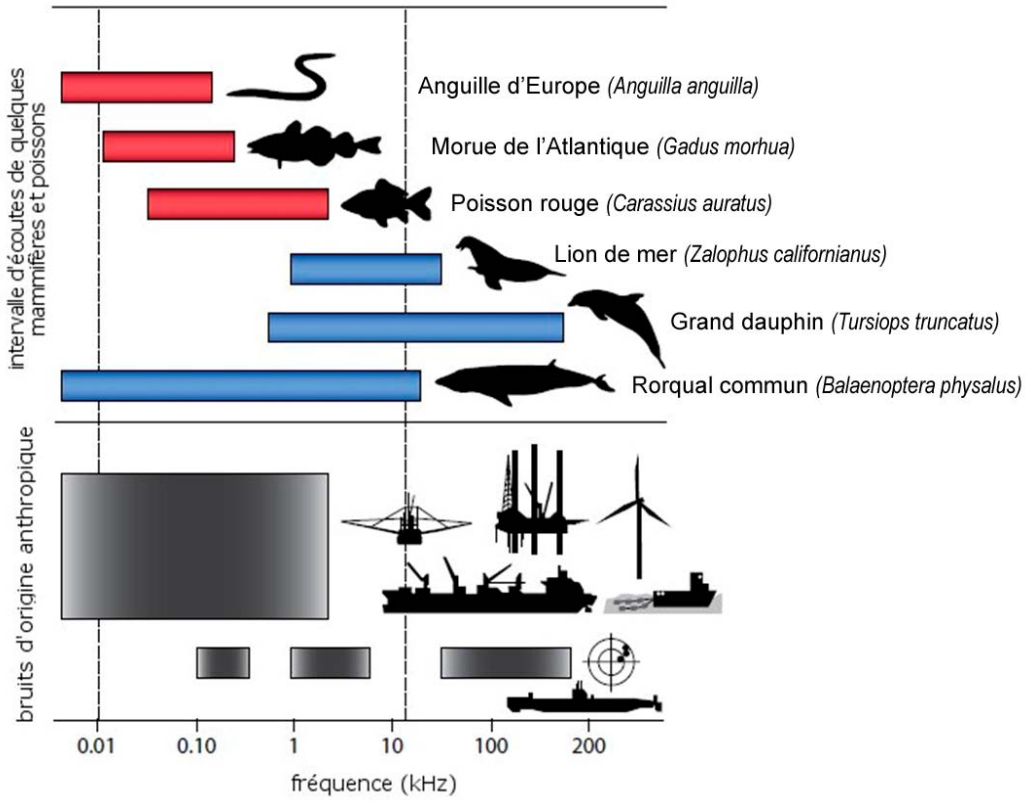
$$PT = 20 \log D + \alpha D + A \quad \textit{équation 2}$$

où PT est l'atténuation sonore totale, D est la distance, α est le coefficient d'absorption totale et A est l'anomalie de transmission, qui décrit l'effet combiné des autres phénomènes pouvant influencer la propagation et l'atténuation des ondes acoustiques, comme les réflexions multiples, la réfraction due aux variations de densité de l'eau (salinité, thermocline, etc.) et la diffraction par les particules en suspension, le plancton et les bulles d'air (Long et Xhardé, 2012).

4.3 L'environnement sonore sous-marin

L'océan est un environnement relativement bruyant dont le bruit de fond est alimenté par plusieurs sources sonores physiques d'intensité variable, telles que les vibrations terrestres, le vent, la pluie, le tonnerre, les craquements de la glace ou des icebergs, les vagues et les courants (Wenz, 1962; NRC, 2003; Lawson et McQuinn, 2004). Certaines espèces composant la faune marine, principalement les mammifères marins, mais aussi certains poissons et invertébrés, émettent également des sons pour communiquer entre elles ainsi que pour se nourrir et se déplacer (NRC, 2003; Au et Hastings, 2008).

Parmi les sources sonores d'origine naturelle, le vent et l'état de la mer ont généralement pour effet d'élever de façon uniforme les niveaux sonores dans la gamme de fréquences comprise entre 100 Hz et 10 kHz (Wenz, 1962). Notons que la gamme de fréquences émises par les navires chevauche en partie celle qui est due au vent et qu'il en va de même pour plusieurs activités anthropiques, dont les niveaux de pression sonore et les bandes de fréquences peuvent se recouper avec celles des bruits de sources naturelles (Richardson et coll., 1995). Plusieurs activités anthropiques émettent d'ailleurs des bruits sous-marins aux mêmes fréquences que celles des mammifères marins et de certains autres animaux (figure 1). Dû au phénomène de masquage, ce chevauchement de fréquences peut interférer avec le système de communication et d'écholocalisation de certaines espèces de mammifères marins (Richardson et coll., 1995).



Source : Adaptation de Slabberkoorn *et coll.* (2010), dans Futura-Sciences 2012).

Figure 1 Exemples de chevauchement des fréquences de certains bruits d'origine anthropique avec celles de la faune marine.

4.4 Bruit généré par la construction et l'opération d'un quai

4.4.1 Catégories de bruit

Les bruits sous-marins généralement produits au cours de la construction et de l'opération d'un quai peuvent être classés en deux grandes catégories, soit les bruits d'impact et les bruits continus. Les bruits transitoires continus seront, pour leur part, produits par des sources mobiles, telles que les navires (annexe 2)

4.4.1.1 Bruits d'impacts

Les bruits d'impact sont de courte durée, produits de façon intermittente ou à intervalles réguliers. L'enfoncement de pieux ou de palplanches à l'aide d'un marteau de battage est un bruit d'impact qui peut être généré lors de la construction d'un quai.

4.4.1.2 Bruits continus

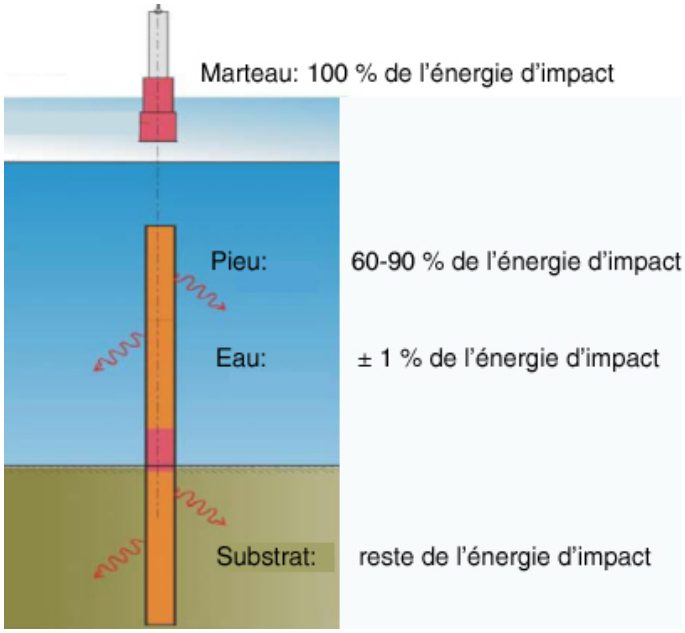
Les bruits continus sont produits pendant de longues périodes, comme le bruit d'une génératrice, d'une pompe, ou d'une foreuse. L'utilisation d'un vibrofonçeur pour la construction des assemblages de caissons produit des sons continus, bien qu'intermittents et de courte durée.

4.4.2 Battage *vs* vibrofonçage

Deux techniques de fonçage des pieux sont généralement envisageables lors de la construction d'un quai, soit la technique par battage ou celle par vibrofonçage. La technique par battage consiste à marteler un pieu dans le sol ou les sédiments avec un marteau hydraulique, alors que la technique par vibrofonçage consiste à enfoncer un pieu dans le substrat en générant des vibrations.

Le son émis par le battage des pieux peut provenir de trois sources, soit le son propagé dans l'air qui traverse la surface de l'eau, le son issu directement de la vibration du pieu et le son transmis par le pieu au substrat (figure 2).

Les fréquences dominantes générées par le battage se situent entre 50 et 2 500 Hz (Blackwell, 2005; Elmer, 2010; GENIVAR, 2011 et 2012), les niveaux de crête étant atteints dans l'intervalle de fréquence de 100 à 300 Hz.



Source : Adaptation de Elmer, 2010.

Figure 2 Propagation des émissions sonores résultant du battage d'un pieu.

Les sons générés par le fonçage de pieux par battage résultent de l'impact entre la surface dure du marteau et celle du pieu. Le son est court, aigu, souvent de très forte amplitude et varie notamment selon le type de pieu utilisé, du type de substrat dans lequel il doit s'enfoncer et de la profondeur de l'eau (Elmer et coll, 2006; ICF Jones & Stokes et coll., 2009). Il s'agit de sons brefs, dont les niveaux de crête sont beaucoup plus élevés que ceux de la plupart des bruits continus ou intermittents. Selon les études consultées, les niveaux sonores émis lors de fonçage de pieux par battage varient de 189 à 250 dB re 1 μPa à 1 m (Greene, 1999; Blackwell, 2005; Talisman Energy, 2005; Elmer et coll., 2006; Illinworth & Rodkin Inc., 2007; Bailey et coll., 2008; ICF Jones & Stokes et coll., 2009; Buehler, 2010, GENIVAR, 2011 et 2012).

Ces bruits peuvent par ailleurs se propager sur de grandes distances, comme en témoignent l'étude de Talisman Energy (2005) qui prédit, dans le cadre d'un projet de parc éolien en mer, que le battage de pieux générerait un niveau de 160 dB re 1 μPa jusqu'à 25 km de la source.

Bien que le schéma de propagation du son par vibrofonçage soit similaire à celui du battage, l'énergie délivrée par le vibrofonçage est plus basse, engendrant ainsi un impact sonore moins important. Ainsi, dans le cadre de l'étude d'impact de la construction du terminal méthanier d'Énergie Cacouna sur la rive sud du Saint-Laurent, Carr et coll. (2006) ont estimé à 164 dB re 1 μPa à 1 m le niveau sonore généré par le vibrofonçage et à 216 dB re 1 μPa à 1 m celui du battage des palplanches. Leurs simulations suggèrent que le bruit continu généré par le vibrofonçage descendrait sous les 120 dB pour les distances supérieures à 1,6 km du quai, alors que le bruit d'impact résultant du battage descendrait sous les 160 dB pour les distances supérieures à 1,1 km. Les fréquences dominantes générées par le vibrofonçage se situeraient entre 100 et 2 000 Hz (Blackwell, 2005)

Pour conclure, le bruit aérien généré par le vibrofonçage étant moindre, de même que celui transmis dans l'eau, cette technique est souvent favorisée pour amorcer le fonçage des pieux. Suivant les substrats rencontrés, de nombreux travaux amorcés par vibrofonçage doivent toutefois être terminés par la technique de battage (Nedwell et Howell, 2004; Carr et coll., 2006).

4.4.3 Bruits de dragage

Indépendamment du type de machinerie utilisé, il existe peu d'études concernant les bruits sous-marins produits par les activités de dragage (Central Dredging Association [CDA], 2011). Ces bruits sont principalement générés par l'excavation du substrat, le déplacement du vaisseau de dragage et le dépôt du matériel dragué.

Selon les données disponibles, le dragage à godet apparait relativement silencieux, avec une pression sonore à la source atteignant de 150 à 162 dB re 1 µPa (Dickerson et coll., 2001). Celle-ci diminuerait au niveau du bruit de fond à une distance d'environ 1 km (Clarke et coll., 2002 ; CDA, 2011).

Le dragage par succion serait pour sa part plus bruyant (CDA, 2011), avec des valeurs de l'ordre de 155 à 185 dB re 1 $\mu Pa^2 m^2$; (Robinson et coll., 2011). La granulométrie du substrat semble constituer un facteur déterminant; l'aspiration de sable étant moins bruyante que celle de gravier grossier (CDA, 2011). Comparativement aux bruits de fonçage, il est peu probable que le bruit de dragage puisse entrainer des pertes d'audition chez les mammifères marins (CDA, 2011). Des modifications comportementales telles que l'évitement des zones bruyantes ou l'ajustement des vocalisations à l'effet de masquage ne peuvent toutefois être exclues.

4.5 Sensibilité des animaux marins au bruit

4.5.1 Mammifères marins

Selon la littérature publiée sur le sujet, il existe plusieurs effets potentiels des bruits anthropiques sur les mammifères marins, de même que plusieurs façons d'aborder la question (Lawson et McQuinn, 2004; NRC, 2005; MPO, 2007; McQuinn et coll., 2011). On relève aussi certaines divergences quant à l'interprétation des données disponibles et à leur utilisation pour évaluer la sensibilité des mammifères marins aux forts bruits.

À titre d'exemple, le BAPE (2004) réfère à trois niveaux d'effets directs des bruits forts, qui se définissent par un seuil de pression sonore qui varie selon l'espèce. Rapportées dans l'espace, trois zones d'effets peuvent être circonscrites de façon concentrique autour du point d'émission. Il s'agit de la zone de mortalité où l'exposition sonore se situe au-dessus du seuil létal, de celle de dommages auditifs pour l'étendue située entre les seuils de dommages auditifs et de mortalité, et de celle d'influence comportementale située entre le seuil de dommages auditifs et la limite minimale d'exposition produisant un effet sur le comportement (figure 3).

D'autres travaux vont plutôt référer à des critères de harcèlement, dont le « harcèlement de niveau A » qui est défini comme étant : *tout acte de poursuite, de tourment, de gêne qui comporte un potentiel de blessure à un mammifère marin ou à une population de mammifères marins dans l'environnement naturel* (NRC, 2000). Carr et coll. (2006) associent à ce critère de harcèlement un niveau sonore égal ou supérieur à 180 dB re 1 µPa pour les bruits d'impact, ce qui correspond au critère de

préoccupation potentielle qu'ils ont retenue pour la perte d'ouïe temporaire ou permanente chez les cétacés[1] (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2003; Madsen, 2005). Ce niveau minimal est haussé à 190 dB pour les pinnipèdes (phoques, morses, otaries).

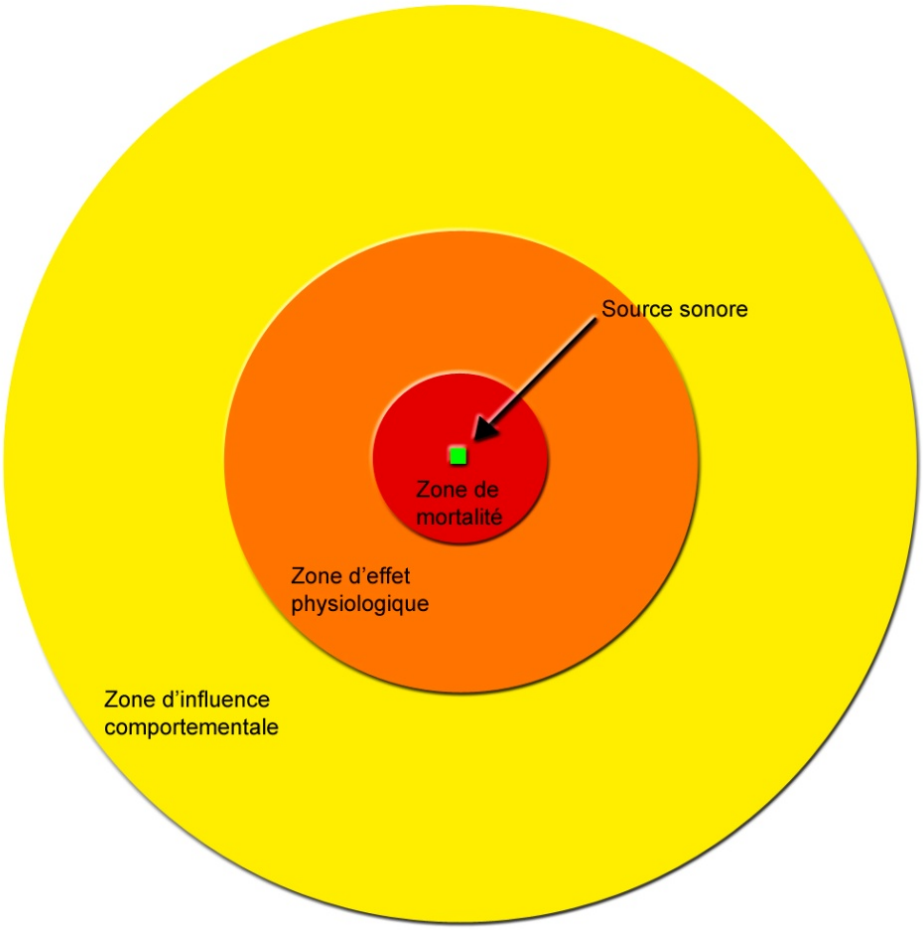


Figure 3 Zones d'effets directs des bruits forts.

Le « harcèlement de niveau B » réfère pour sa part à une perturbation potentielle du comportement chez les mammifères marins. Il se définit comme étant : *tout acte de poursuite, de tourment, de gêne qui comporte un potentiel de perturbation pour un mammifère marin ou à une population de mammifères marins dans l'environnement naturel, en provoquant une dégradation des modèles comportementaux, notamment la migration, la respiration, l'allaitement, la reproduction, l'alimentation et la mise à l'abri, mais qui ne pose pas de potentiel de blessure* (NRC, 2000). De telles perturbations apparaîtraient à un niveau sonore à large bande égal ou supérieur à 160 dB re 1 μPa (NRC, 2000 et 2003).

[1] Aussi appelés baleines.

4.5.1.1 Effets physiologiques

Très peu d'études ont été réalisées sur les effets physiologiques provoqués par une exposition aux forts bruits sous-marins. En théorie, ces effets comprennent les effets du stress et neurologiques, la formation de bulles gazeuses, la résonance et d'autres types d'atteintes aux organes ou aux tissus (Cox et coll., 2006; Southall et coll., 2007; Abgrall et coll., 2008). Les données existantes suggèrent qu'en raison de la brièveté et de l'intermittence des forts bruits sous-marins d'origine anthropique, de tels effets seraient limités à de courtes distances de la source d'émission (Southall et coll., 2007; Abgrall et coll., 2008).

4.5.1.2 Déficits auditifs

Un déficit auditif, temporaire ou permanent, peut survenir à la suite de l'exposition à un niveau sonore élevé. Le déficit auditif temporaire, également appelé déplacement temporaire de seuil ou *Temporary Threshold Shift* (TTS), peut se manifester immédiatement après l'exposition. Soustrait au bruit, l'organisme recouvre graduellement sa capacité auditive. En raison de la rapidité de récupération de la sensibilité auditive à la suite d'une perte temporaire d'audition, soit de quelques minutes à quelques jours, cet effet n'est pas considéré comme une atteinte physiologique.

Pour sa part, le déficit auditif permanent, également appelé déplacement permanent du seuil ou *Permanent Threshold Shift* (PTS), se manifeste généralement lorsque l'exposition au bruit se prolonge et produit des dommages définitifs et irréversibles, mais peut aussi se produire de façon immédiate lors d'une exposition à des pressions sonores très élevées (Richardson et coll., 1995).

Pour protéger les mammifères marins contre les déficits auditifs, le National Marine Fisheries Service a conclu que les cétacés et les pinnipèdes ne devraient pas être exposés à des impulsions sonores sous-marines dépassant respectivement 180 et 190 dB re 1 μPa_{rms}, lesquelles ne sont pas considérées comme des niveaux d'exposition causant la perte permanente d'audition (Abgrall et coll., 2008).

4.5.1.3 Effets comportementaux

À certains niveaux sonores, des changements de comportement peuvent se produire chez quelques mammifères marins à partir d'une intensité d'environ 140 dB re 1 µPa (Richardson et coll., 1995), et ce, bien que les mysticètes[2] aient réagi à des niveaux de réception sonores d'environ 120 dB re 1 µPa. En général, les

[2] Aussi appelés baleines à fanons (ex. petit rorqual).

mysticètes ont tendance à réagir à des niveaux sonores continus inférieurs à ceux d'un son pulsé. Les odontocètes[3] semblent manifester une plus grande variété de réactions au bruit industriel que les mysticètes, allant de l'attraction vers les navires à un évitement marqué. Quant aux pinnipèdes, ils semblent plus tolérants que les cétacés ou s'habituent plus rapidement aux bruits sous-marins potentiellement perturbants (Richardson et coll., 1995).

Les effets comportementaux potentiels comprennent l'évitement et le déplacement des corridors migratoires, les changements dans les régimes de plongée et de respiration, les changements de vocalisations et de comportement social (MPO, 2004; Lawson et McQuinn, 2004; Abgrall et coll., 2008). Il est toutefois difficile de mesurer les changements comportementaux avec des paramètres adéquats, de comprendre la signification biologique de ceux-ci, ainsi que d'évaluer les coûts physiologiques et les effets sur les populations (Abgrall et coll., 2008).

L'effet de masquage, soit le fait de couvrir des sons utiles par d'autres sons de fréquences similaires, peut interférer avec le système de communication et d'écholocalisation dont dépendent plusieurs espèces de mammifères marins pour se diriger et se nourrir ainsi que pour communiquer entre eux, particulièrement les odontocètes. L'écholocalisation s'effectue généralement avec des fréquences de plus de 50 kHz (avec parfois des composantes à plus basse fréquence). La communication survient généralement à des fréquences de moins de 15 kHz chez les odontocètes, de moins de 2 à 3 kHz chez les pinnipèdes et de moins de 1 kHz chez les mysticètes (Richardson et coll., 1995).

Quelques études indiquent que plusieurs mammifères marins adaptent leurs vocalises selon le niveau de bruit ambiant, plus particulièrement lorsque les sons sont continus et prolongés (Tyack, 2008 dans Abgrall et coll., 2008).

4.5.2 Poissons

Les bruits sous-marins, tels que ceux générés par le battage de pieux, peuvent affecter les poissons de plusieurs façons. Les effets potentiels incluent des altérations du comportement et des altérations physiques pouvant aller jusqu'à la mortalité selon l'intensité et les caractéristiques du son, la position du poisson relativement à la source, la taille et la masse du poisson ainsi que ses caractéristiques anatomiques (Banner et coll., 1973; Hastings et Popper 2005; Popper et coll., 2005; Smith et coll., 2006; Meyers et Corwin, 2008).

[3] Aussi appelés baleines à dents (ex. béluga, marsouin, dauphin, épaulard).

Le système auditif des poissons est mal connu, si ce n'est qu'il repose non seulement sur l'oreille interne, mais aussi sur la ligne latérale (ICF Jones & Stokes et coll., 2009). Bien que peu documentée, l'exposition à de faibles niveaux de bruit pour de longues périodes, ou l'exposition à des niveaux élevés pour des périodes plus courtes, peut résulter en des dommages aux tissus auditifs (Hastings and Popper, 2005).

Comparativement aux études sur les effets du bruit sur l'audition des poissons, il y a encore moins de données concernant ses effets sur l'anatomie, la physiologie et le comportement des poissons. Les fluctuations de pression générées par les explosions sous-marines pourraient causer la rupture de la vessie natatoire (Wright et Hopky, 1998 ; Hastings et Popper, 2005). Des résultats similaires ont été rapportés suite au battage de pieux. Carlson et coll. (2007) soulignent que la littérature ne montre pas de corrélation entre les dommages aux tissus non auditifs et les niveaux de crête, mais plutôt avec la force mécanique cumulée exercée sur les tissus. Ces effets dépendraient de la masse du poisson.

4.5.3 Faune benthique

Très peu d'études se sont penchées sur les effets du bruit sur les organismes benthiques, c'est-à-dire la faune vivant directement sur et dans les fonds marins. On sait néanmoins que certains crustacés utilisent les sons pour communiquer entre eux (Au et Banks, 1998 ; Staaterman et coll., 2011) et il est suspecté que ce comportement pourrait être affecté par l'effet de masquage par certains bruits (Staaterman et coll., 2011 et 2012). Dans une certaine mesure, les vibrations induites aux fonds marins pourraient également affecter le comportement ou l'écologie de la faune benthique. Pour le moment toutefois, aucun critère de sécurité ne s'adresse directement aux effets potentiels des bruits forts sur ces organismes.

4.6 Seuils de sensibilité généralement reconnus

Pour établir la largeur d'un corridor ou l'étendue d'une zone de sécurité associée aux dommages physiques, le seuil de 180 dB re 1 μPa_{rms} est devenu la norme un peu partout dans le monde (Madsen, 2005; Abgrall et coll., 2008), même si ce seuil, recommandé par le National Marine Fisheries Service des États-Unis, ne fait pas toujours l'unanimité auprès des scientifiques (Madsen, 2005; Miller et coll., 2005; Southall et coll., 2007 ; Bastasch et coll., 2009). On renvoie ainsi souvent à des études montrant des changements de comportements à des niveaux sonores inférieurs à 180 dB re 1 μPa_{rms} (Perry, 1999; Jochens et coll., 2006; Miller et coll., 1999; Richardson et coll. 1999). À cet égard, le MPO préconise un seuil de dérangement de 120 dB re 1 μPa_{rms} pour les sources continues et de 160 dB re 1 μPa_{rms} pour les sources de nature impulsive, de même qu'un seuil de dommages physiques établi à 180 dB re 1 μPa_{rms} (MPO, 2007).

À l'heure actuelle, les critères de sécurité les plus couramment utilisés sont ceux présentés au tableau 1 et concernent essentiellement les seuils d'effet physiologiques.

Tableau 1 Seuils d'effet physiologique, et de sécurité généralement suggérés pour la surveillance du bruit généré par les travaux sous-marins.

Groupe d'espèces	Seuil d'effet physiologique	Seuil de sécurité
Pinnipèdes	190 dB re 1 μPa_{rms}	180 dB re 1 μPa_{rms}
Cétacés	180 dB re 1 μPa_{rms}	160 dB re 1 μPa_{rms}

Source : Bastasch et coll. (2009)

Selon les études consultées, le respect des seuils de sécurité retenus à l'égard des effets physiologiques peut se traduire par des zones de surveillance et d'exclusion variant d'une cinquantaine de mètres à plus de 1 km de rayon, établies selon l'intensité du bruit à la source et les caractéristiques d'atténuation sonore de l'environnement où se trouvent les travaux. Ces zones peuvent toutefois s'étendre jusqu'à 3 km lorsqu'on se réfère aux seuils d'effets comportementaux (Simmonds et coll., 2004). Au Canada, des zones d'approche, de sécurité et/ou de surveillance à l'égard de l'exclusion de 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m pouvant à l'occasion s'étendre à 1 km et plus sont utilisées (Wright et Hopky, 1998; Règlement sur les activités en mer dans le parc marin du Saguenay – Saint-Laurent [DORS, 2002-76]; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec [MDDEP][4], 2010; MPO, 2012).

4.7 Mammifères marins potentiellement présents dans la baie Déception

Environ une dizaine d'espèces de mammifères marins peuvent se retrouver dans la baie Déception selon leurs aires de répartition (GENIVAR, 2007). Le tableau 2 en dresse la liste et résume les informations recueillies auprès des Inuits. Parmi ces espèces, six sont particulièrement d'intérêt en raison de leur abondance, de leur statut de protection et surtout de leur utilisation par les Inuits. Il s'agit du béluga (*Delphinapterus leucas)*, du petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata)*, de la baleine boréale (*Balaena mysticetus)*, du phoque annelé (*Phoca hispida*), du phoque du Groenland (*Pagophilus groenlandicus*) et du phoque barbu (*Erignathus barbatus)*. Au cours de la période des présents travaux, un groupe de bélugas a été observé dans la baie, de même qu'un phoque qui n'a pu être identifié à l'espèce (62° 14' 9,359" N ; 74° 46' 49,710" O), (annexe 1, photos 6 et 7). Précisons que ces observations ont été faites en dehors des prises de mesures de bruits.

[4] Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEFP) depuis septembre 2012.

Tableau 2 Mammifères marins susceptibles d'utiliser la baie Déception.

Nom français	Nom anglais	Nom latin	Abondance relative[2]	Remarque
Béluga[1]	White whale	*Delphinapterus leucas*	Moyenne	Le béluga est chassé dans la baie Déception par les Inuits de Salluit.
Narval[1]	Narwhal	*Monodon monoceros*	Rare	Plus souvent observé dans le passé.
Épaulard	Killer whale	*Orcinus orca*	Faible	Plus souvent observé dans la baie Déception depuis les dernières années. Présence variable d'une année à l'autre. L'épaulard n'est pas chassé par les Inuits.
Petit rorqual	Minke whale	*Balaenoptera acutorostrata*	Moyenne	Souvent observé dans la baie Déception.
Baleine boréale[1]	Bowhead whale	*Balaena mysticetus*	Rare	Fréquente occasionnellement la baie Déception. Quelques individus y sont observés chaque année.
Morse	Walrus	*Odobenus rosmarus*	Rare ou absent	Pas observé dans la baie Déception.
Phoque annelé	Ringed seal	*Phoca hispida*	Élevée	Espèce la plus chassée par les Inuits et présente à l'année le long des côtes.
Phoque du Groenland	Harp seal	*Pagophilus groenlandicus*	Inconnue	Espèce chassée par les Inuits, surtout à l'automne.
Phoque barbu	Bearded seal	*Erignathus barbatus*	Inconnue	Population stable selon les Inuits interviewés. Espèce chassée par les Inuits.
Phoque commun	Harbour seal	*Phoca vitulina*	Rare ou absent	Espèce non signalée par les Inuits interviewés.

1 Espèce à statut précaire.
2 Selon les témoignages des Inuits interviewés (GENIVAR, 2007).

5. RÉSULTATS DE LA CARACTÉRISATION SONORE DE LA BAIE DÉCEPTION

5.1 Bruit ambiant

Lors des prises de mesures, le bruit ambiant moyen a principalement été teinté par des activités anthropiques liées à la circulation de petites embarcations et au déchargement d'un navire pétrolier (le Havelstern) aux installations d'Xstrata Nickel. Bien que relativement constant, le bruit des compresseurs et des pompes du navire pétrolier a oscillé entre 116,99 et 126,81 dB re 1 μPa_{rms} (tableau 3 et annexe 3). Une pression sonore relativement élevée a par ailleurs été enregistrée lors du passage d'un zodiac d'Xstrata Nickel, pour lequel on a enregistré une valeur atteignant 125,6 dB re 1 μPa_{rms} lorsque celui-ci circulait à environ 1 200 m des instruments de mesure. Par temps calme et lors d'interruptions momentanées des activités portuaires, le bruit ambiant s'est abaissé à 102,15 dB re 1 $\mu Pa_{rms.}$

Tableau 3 Niveaux de pression sonores sous-marins typiques directement mesurés dans la baie Déception le 12 juillet 2012.

Source principale	Niveaux de pression sonore		Bandes de fréquences dominantes
	Maximal* dB re 1 μPa_{rms}	RMS** dB re 1 μPa_{rms}	Hz
Calme plat	96,45	102,15	(225-275)
Pétrolier en déchargement	121,73	126,81	(225-275)
Pétrolier en déchargement et sonar	114,71	116,99	(225-275; 25 000)
Passage d'un zodiac	119,44	125,61	(3 000-3 500)

* Pression sonore instantanée maximale mesurée

** Pression sonore efficace, calculée sur une durée de 100 ms

Par ailleurs, le MagnétoFaune® immergé du 12 au 13 juillet a permis d'établir que le son ambiant moyen, durant un cycle nocturne de marée, était de 120,22 ± 0,48 dB re 1 $\mu Pa_{rms.}$

Comme attendu, ces pressions sonores s'avèrent plus basses que celles mesurées dans des régions où le trafic maritime et les activités humaines sont plus intenses, comme c'est le cas dans le fleuve Saint-Laurent. McQuinn et coll. (2011) rapportent notamment une pression sonore médiane de 111,4 dB re 1 µPa et des pics pouvant atteindre 136 dB re 1 µPa dans le secteur du parc marin du Saguenay – Saint-Laurent, alors que des travaux réalisés par GENIVAR dans l'estuaire du Saint-Laurent ont permis d'enregistrer des pressions sonores variant de 78,9 à 134,4 dB re 1 µPa selon l'état de la mer et l'intensité du trafic maritime (GENIVAR, 2011).

5.2 Atténuation sonore théorique

En vue de déterminer les paramètres de propagation du son au large des aires de travaux prévus dans la baie Déception, l'atténuation sonore théorique a d'abord été estimée à l'aide de l'équation 2 (section 4.2) sans toutefois évaluer l'anomalie de transmission (A), qui aurait elle-même nécessité l'estimation de nombreux facteurs. L'atténuation sonore théorique a été estimée pour une fourchette de fréquences de 50 Hz, de 40 kHz, ainsi que pour la moyenne des fréquences échelonnées par tiers d'octave pour la même fourchette (figure 4).

5.3 Atténuation sonore mesurée

Pour des raisons de précision et de fiabilité, il a été choisi de complémenter les courbes d'atténuation théoriques par des courbes d'atténuation réelles reposant sur des mesures prises directement dans la baie Déception. Étant donné la configuration des lieux et les scénarios d'emplacement du futur quai, deux séries de trois courbes d'atténuation sonore ont été établies (carte 3), soit une première courbe illustrant l'atténuation sonore en direction de l'embouchure de la baie (vers le nord-ouest), une seconde qui illustre l'atténuation sonore perpendiculairement à la rive (vers le nord-est), et une troisième qui illustre l'atténuation sonore en direction du fond de la baie (vers l'est-sud-est). Ces courbes d'atténuation sonore sont présentées aux figures 4 et 5.

Globalement, les courbes d'atténuation montrent que les sons émis aux fréquences de référence de 250 Hz à 16 kHz s'atténuent en moyenne de 41,6 ± 3,0 dB re 1 μPa_{rms} à 100 m du point d'émission pour le scénario de quai Q1, et de 39,6 ± 3,7 dB re 1 μPa_{rms} pour le scénario de quai Q2 (carte 3 et annexe 4). Ces niveaux d'atténuation passent respectivement à 56,5 ± 4,4 dB re 1 μPa_{rms} (Q1) et 53,5 ± 5,2 dB re 1 μPa_{rms} (Q2) à 500 m et à 62,9 ± 5,0 dB re 1 μPa_{rms} (Q1) et 59,5 ± 5,8 dB re 1 μPa_{rms} (Q2) à 1 km du point d'émission.

Ces variations s'expliquent essentiellement par la position relative des scénarios d'emplacement du quai et la configuration de la baie le long des différents axes de prises de mesures. Ainsi, l'atténuation la plus rapide est observée en direction nord-ouest, vers l'embouchure de la baie à partir de l'emplacement du scénario Q1, alors que la plus faible est observée perpendiculairement à la baie, en direction nord-est, à partir de l'emplacement du scénario Q2. Ces effets de la configuration de la baie et de l'emplacement relatif des scénarios de quai se manifestent également par de légers écarts de part et d'autre de la courbe d'atténuation théorique (figures 5 et 6).

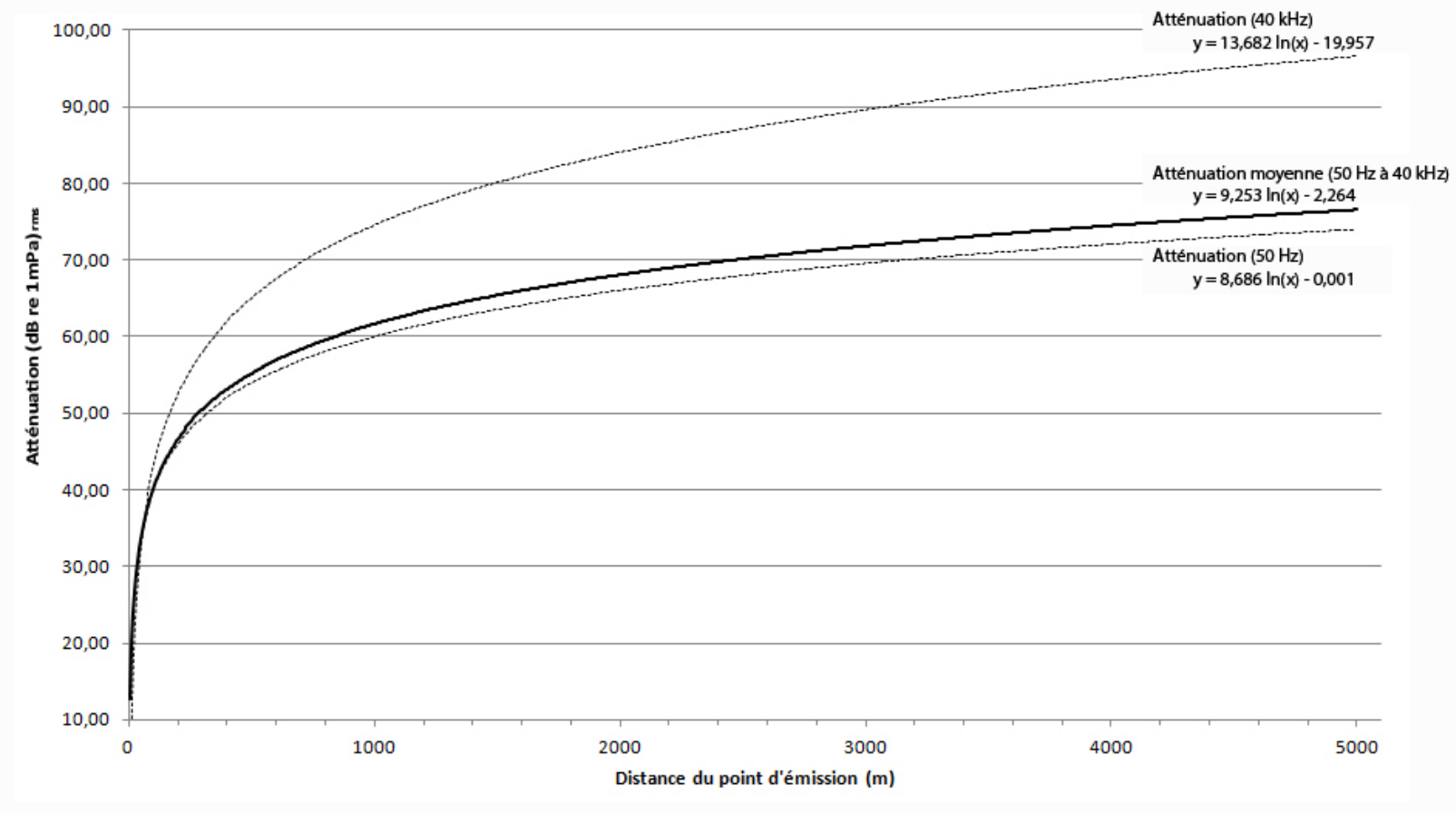


Figure 4 Courbes d'atténuation sonore théoriques, telles que calculées à l'aide du modèle sphérique pour des fréquences de 50 Hz et 40 kHz et pour la moyenne des fréquences échelonnées par tiers d'octave pour la même fourchette.

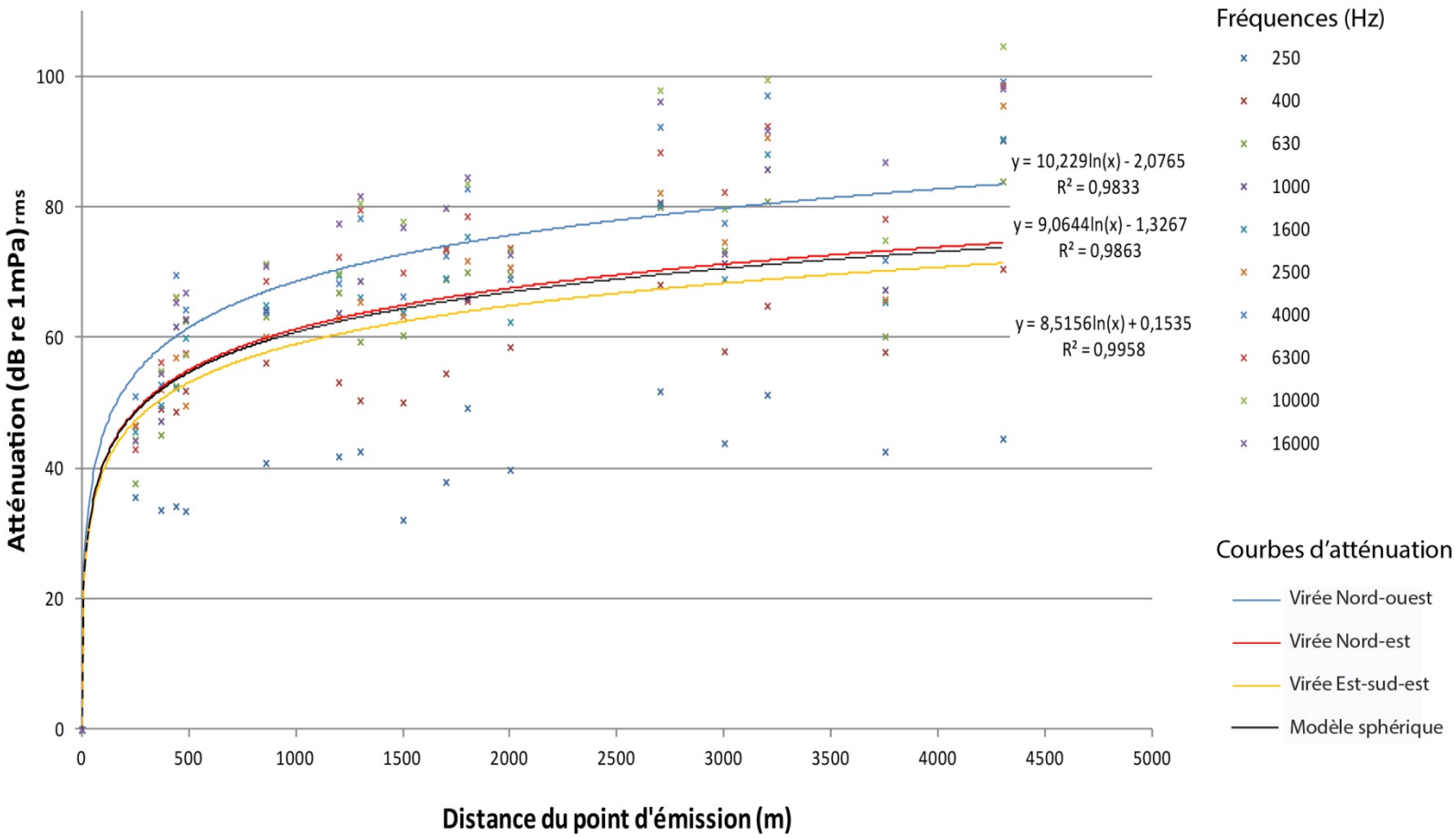


Figure 5 Courbes d'atténuation sonores mesurées (moyennes de 250 Hz à 16 kHz) et théoriques (modèle sphérique) pour l'emplacement du scénario Q1.

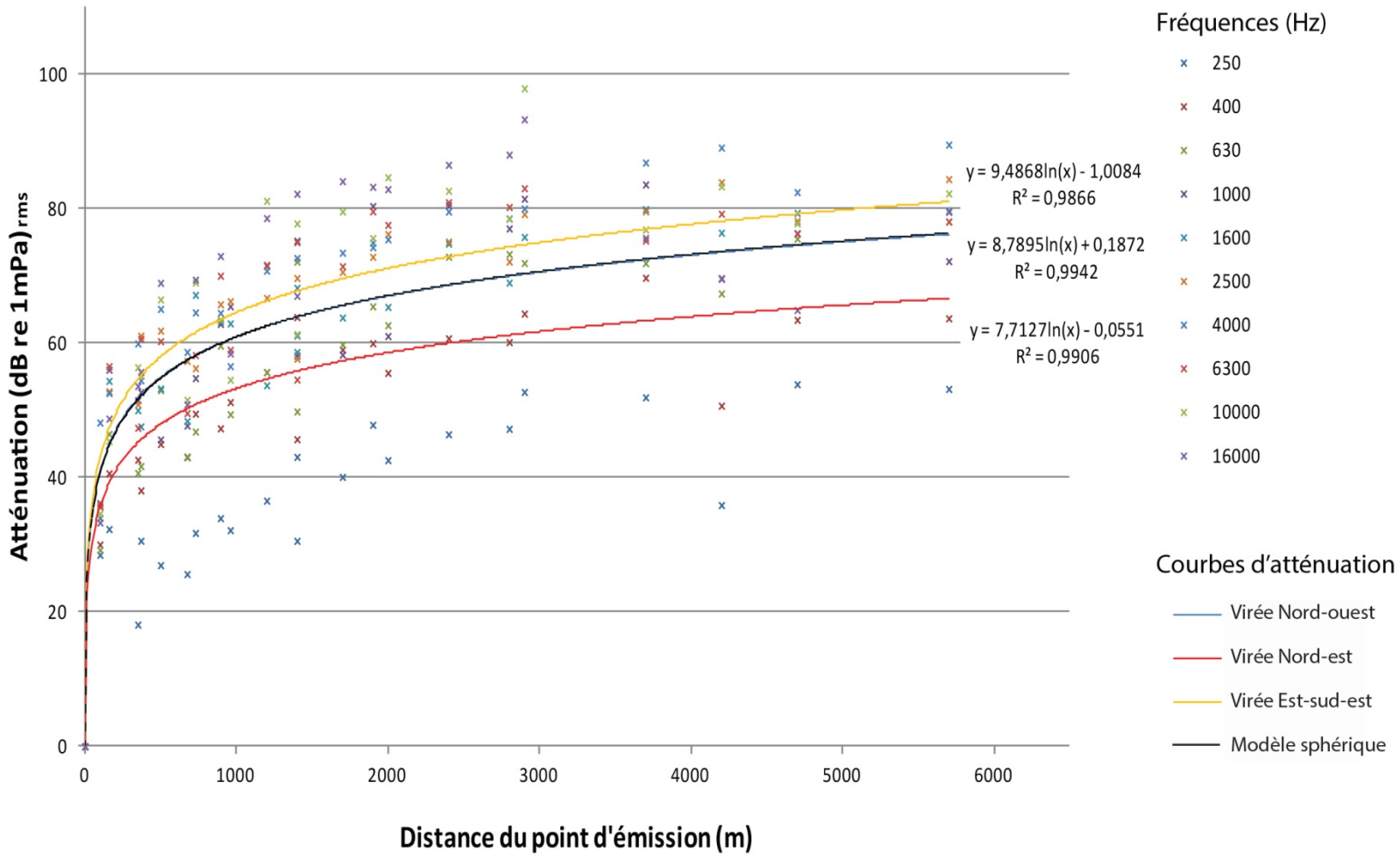


Figure 6 Courbes d'atténuation sonores mesurées (moyennes de 250 Hz à 16 kHz) et théoriques (modèle sphérique) pour l'emplacement du scénario Q2.

6. DISCUSSION

6.1 Conception du quai et planification des travaux

Tel que vu aux sections précédentes, le bruit généré par certains travaux liés à la construction d'un quai, tel que le fonçage de pieux ou de palplanche, peut dépasser les seuils de sensibilité établis pour les mammifères marins. Selon la nature des travaux, les propriétés acoustiques du site et la propagation des ondes sonores, certaines activités peuvent devoir être interrompues lorsque des mammifères marins se trouvent à l'intérieur d'un rayon donné, correspondant à la distance nécessaire pour que la pression sonore descende en dessous des seuils de sécurité établis. À l'heure actuelle, ces seuils correspondent à une pression sonore de 160 dB re 1 μPa_{rms} pour les cétacés et 180 dB re 1 μPa_{rms} pour les pinnipèdes (tableau 1).

On doit par ailleurs s'attendre à ce que des phoques annelés et des phoques du Groenland soient potentiellement présents sur les glaces de la baie du début mars à la mi-juin (période de mise bas et d'élevage) et que les bélugas et autres cétacés puissent circuler dans les eaux calmes de la baie tout au long de l'été et en automne. Les mesures de surveillance qui suivent seront donc vraisemblablement requises tout au long des travaux.

6.1.1 Mesures de surveillance usuelles

En vue d'éviter que les bruits sous-marins bruyants n'entrainent des effets physiologiques chez les mammifères marins, le MPO recommande généralement l'établissement d'une zone de surveillance visuelle lors de la réalisation de travaux bruyants. Pour le battage de pieux par exemple, cette zone peut typiquement atteindre 1 km et plus de rayon. Si un cétacé est observé dans cette zone, les travaux doivent cesser jusqu'à 30 minutes après la dernière observation de celui-ci. En outre, de tels travaux ne peuvent être entrepris lorsque les vagues, le brouillard, les glaces ou l'obscurité ne permettent pas la détection visuelle des mammifères marins sur la totalité de la zone de surveillance. Il peut donc s'ensuivre des retards importants lorsque les conditions météo s'avèrent défavorables pour une période prolongée, sans compter que les travaux bruyants peuvent aussi être limités ou interdits durant plusieurs semaines, lorsque des animaux traversent une phase sensible de leur cycle vital. Dans le cas qui nous intéresse, de telles mesures de restriction pourraient notamment s'appliquer du début mars à la mi-juin.

Il serait par conséquent prudent de planifier une infrastructure qui limitera au minimum les activités de fonçage de pieux ou de palplanches dès la conception du quai, de manière à réduire l'effort de surveillance que le MPO, le COFEX-N et le CRMNER pourraient exiger.

À l'étape de la construction, il serait opportun de favoriser le vibrofonçage au battage, du moins pour amorcer le fonçage, le vibrofonçage étant généralement moins bruyant que le battage. Suivant les substrats rencontrés toutefois, il pourrait être nécessaire de terminer les travaux par la technique de battage.

Outre les travaux sous-marins proprement dits, des restrictions relatives au dynamitage en rive pourraient s'appliquer, notamment pour protéger l'omble chevalier anadrome (*Salvelinus alpinus*), dont la montaison s'effectue débute en août et la dévalaison au printemps. Si de tels travaux sont requis, ils devront respecter les lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes (Wright et Hopky, 1998) et vraisemblablement faire l'objet d'une demande d'autorisation au MPO en vertu de l'article 32 et/ou du paragraphe 35 de la Loi sur les pêches (LRC, 1985, ch. F-14).

6.1.2 Mesures d'atténuation du bruit de fonçage

Advenant qu'une problématique particulière soit pressentie, comme la présence constante de mammifères marins dans la zone de surveillance combinée à des niveaux de bruits susceptibles de dépasser régulièrement les seuils de sécurité, il existe différentes approches qui permettraient de réduire l'intensité du bruit des travaux. Sans nécessairement en suggérer l'utilisation en sus du programme de surveillance des mammifères marins, quelques exemples sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Deux approches principales sont généralement proposées pour réduire l'intensité du bruit sous-marin généré par les activités de fonçage (Elmer et coll., 2006). Il s'agit, d'une part, d'ajuster les paramètres de battage et, d'autre part, d'utiliser au besoin des barrières d'atténuation sonore. Parmi les paramètres du battage, la prolongation du temps d'impact permet non seulement de réduire l'intensité sonore, mais également de déplacer le pic vers des fréquences plus basses et généralement moins dommageables pour la faune marine (Elmer et coll., 2006; ICF Jones & Stokes et coll., 2009). Des méthodes alternatives permettant de foncer les pieux par oscillation, par rotation ou par pression peuvent également contribuer à réduire les émissions sonores, mais il ne semble pas exister de données acoustiques sur le sujet. Bien qu'il s'agisse aussi d'un processus bruyant (96 à 103 dB re 1 µPa selon Scheifele et Michaud, 1999), le forage préalable des trous devant accueillir les pieux peut permettre de réduire substantiellement le nombre de percussions nécessaires au fonçage (ICF Jones & Stokes et coll., 2009).

L'utilisation de barrières d'atténuation sonore comprend le rideau de bulles traditionnel, ainsi que d'autres barrières acoustiques telles qu'une gaine de mousse installée autour des pieux (Elmer et coll., 2006; ICF Jones & Stokes et coll., 2009; Elmer, 2010).

Les deux approches agissent indépendamment, ce qui permet une réduction substantielle de l'intensité des bruits, soit de l'ordre de 15 à 45 dB lorsqu'on les utilise en combinaison.

Plus récemment, l'idée d'utiliser des ballons gonflés d'air retenus par des filets de pêche a été testée, en remplacement des rideaux de bulles traditionnels, pour atténuer les bruits d'impact du battage de pieux (Elmer, 2010). L'utilisation de ballons revêt plusieurs avantages, dont :

- des effets d'atténuation pouvant atteindre - 40 dB dans la fourchette de 50 à 5 000 Hz;
- de subir peu d'influence des marées et des courants;
- d'éliminer le besoin de compresser de l'air en continu;
- d'être utilisable autant à l'intérieur du pieu qu'en tant qu'enveloppe extérieure ou comme couverture de fond (Elmer, 2010).

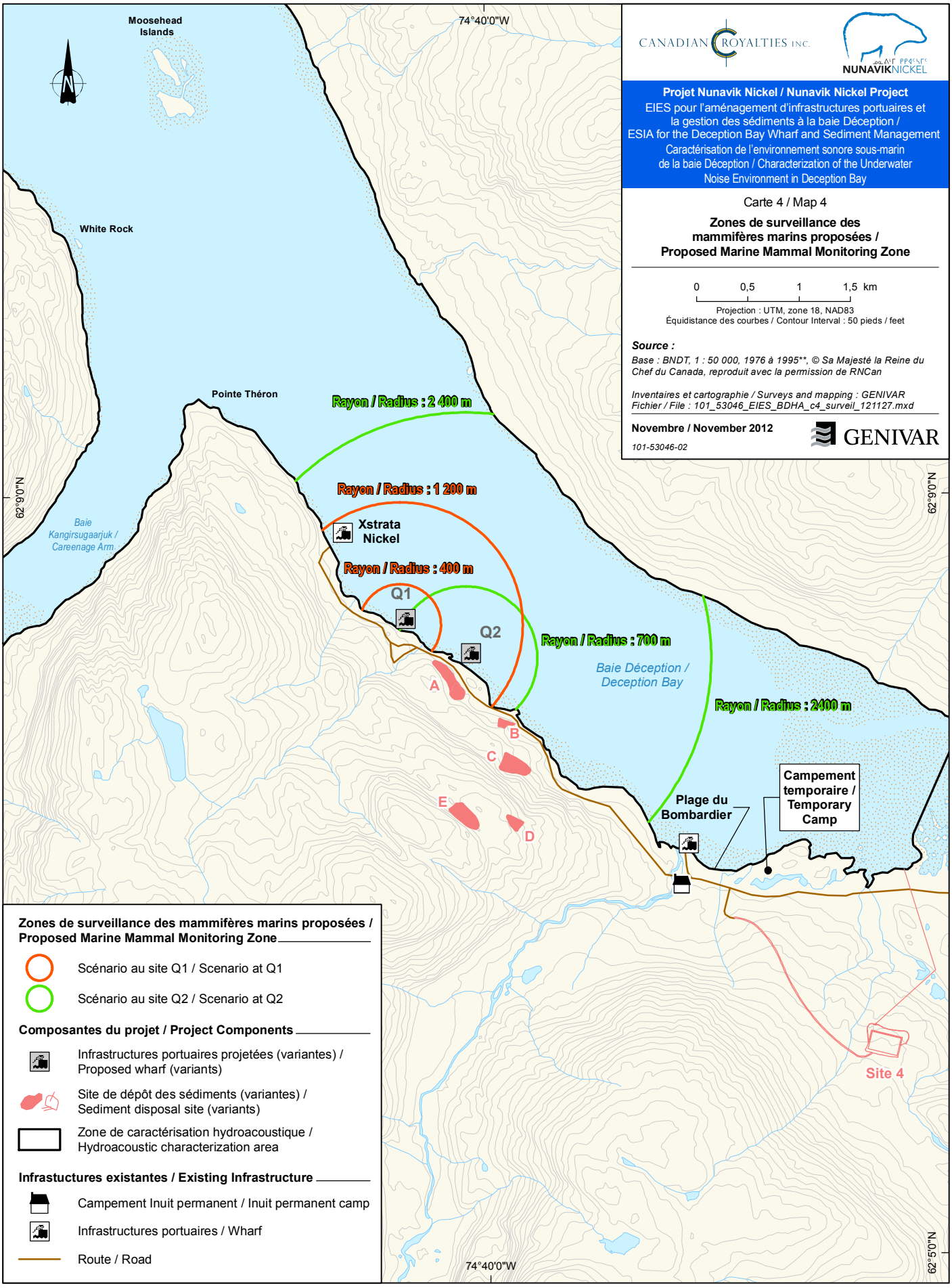
Ce système en voie d'être breveté semblerait également moins coûteux que les rideaux de bulles traditionnels.

Précisons que ces alternatives nécessitent des validations acoustiques pour confirmer leur efficacité.

6.2 Délimitation d'une zone de surveillance des mammifères marins

Étant donné que des mammifères marins peuvent fréquenter la baie Déception à tout moment, les travaux seront vraisemblablement soumis à certaines restrictions et à un programme de surveillance de ces animaux.

En prenant comme hypothèse que le battage de pieux ou de palplanches sera requis et qu'il pourrait générer des pressions sonores avoisinant les 210 dB re 1 μPa_{rms} à la source, les courbes d'atténuation sonore établies pour la baie Déception suggèrent que la pression sonore demeurerait au-dessus du seuil de sécurité de 160 dB re 1 μPa_{rms} sur un rayon de l'ordre de 400 m pour le scénario Q1 et de 700 m pour le scénario Q2 (figures 4 et 5 et annexe 4). Ces rayons pourraient donc raisonnablement définir la zone d'exclusion, à l'intérieur de laquelle les travaux devront être arrêtés dès la détection de mammifères marins.



CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project

EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception / ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management

Caractérisation de l'environnement sonore sous-marin de la baie Déception / Characterization of the Underwater Noise Environment in Deception Bay

Carte 4 / Map 4

Zones de surveillance des mammifères marins proposées / Proposed Marine Mammal Monitoring Zone

0 0,5 1 1,5 km

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet

Source :

*Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan*

Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDHA_c4_surveil_121127.mxd

Novembre / November 2012

101-53046-02

GENIVAR

Zones de surveillance des mammifères marins proposées / Proposed Marine Mammal Monitoring Zone

- Scénario au site Q1 / Scenario at Q1
- Scénario au site Q2 / Scenario at Q2

Composantes du projet / Project Components

- Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
- Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
- Zone de caractérisation hydroacoustique / Hydroacoustic characterization area

Infrastuctures existantes / Existing Infrastructure

- Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
- Infrastructures portuaires / Wharf
- Route / Road

Par mesure de précaution toutefois, il est considéré que la pression sonore générée par le fonçage de pieux ou de palplanches puisse atteindre 220 dB re 1 μPa_{rms} à la source, ce qui est le maximum rapporté par Illinworth & Rodkin Inc. (2007) pour le battage de pieux. Cette mesure de précaution étendrait la zone d'exclusion à un rayon de 1,2 km pour le scénario Q1 et à 2,4 km pour le scénario Q2, toujours en considérant le seuil de sécurité de 160 dB re 1 μPa_{rms} (carte 4).

6.2.1 Stratégie de surveillance optimisée

Dans la mesure où les pressions sonores générées par les travaux de construction du quai pourraient atteindre de 210 à 220 dB re 1 μPa_{rms} à la source, une zone d'exclusion pouvant s'étendre de quelques centaines de mètres à plus de 2 km au large de l'aire des travaux serait requise selon l'emplacement retenu pour la construction du quai. Un programme de surveillance visuelle sera alors nécessaire, du moins lors des activités les plus bruyantes telles que le fonçage.

Étant donné que ce type de surveillance standard nécessite l'arrêt des travaux dès que les vagues, le brouillard, les glaces ou l'obscurité ne permettent pas la détection visuelle des mammifères marins sur la totalité de la zone, les travaux pourraient prendre un retard considérable si la présence des mammifères marins s'avère fréquente dans la zone de surveillance lors des fenêtres de beau temps.

Par conséquent, une surveillance électronique des mammifères marins par le biais d'un hydrophone et d'un échosondeur (sonar) pourrait venir compléter la surveillance visuelle, ce qui aurait l'avantage de permettre la détection de ces animaux à toute heure et peu importe les conditions de visibilité, notamment la nuit si les travaux se font 24 h sur 24.

L'hydrophone permettrait notamment de détecter les vocalises et l'approche des mammifères marins bien avant qu'ils ne pénètrent dans la zone d'exclusion, alors que le sonar permettrait de suivre précisément leurs déplacements dans un rayon de 500 à 1 000 m (idéal pour le scénario Q1). Dans la perspective d'une zone de surveillance de 2 km (scénario Q2), l'installation du sonar au centre de celle-ci permettrait de couvrir la quasi-totalité de sa superficie avec un seul appareil. Le maintien de la surveillance visuelle de jour, comme de nuit (à l'aide de lunette d'approche thermique), validerait les informations détectées par l'hydrophone et le sonar, tout en permettant d'identifier l'espèce en approche de même que son comportement. Le couplage de ces techniques ferait en sorte que les travaux ne seraient arrêtés que durant la période où les mammifères marins se retrouveraient

« réellement » dans la zone d'exclusion, plutôt qu'en fonction des aléas météorologiques et des limites d'une simple observation visuelle en surface. De plus, comme un suivi en continu des bruits sous-marins générés par le chantier peut facilement être intégré à la surveillance des mammifères marins, les travaux pourraient fort probablement se poursuivre malgré la présence de mammifères marins, lorsque les pressions sonores s'avèrent inférieures aux seuils de sécurité établis.

7. RECOMMANDATIONS

Dans la perspective de réduire les coûts et la durée des travaux de construction des infrastructures portuaires et dans le contexte où la présence de mammifères marins et d'espèces sensibles nécessitera la mise en place de mesures de protection et de surveillance appropriées, nous sommes d'avis que le scénario à privilégier serait le suivant :

- planifier les travaux les plus bruyants après le 15 juillet, c'est-à-dire durant la période où les activités biologiques essentielles des belugas sont moindres;
- amorcer la surveillance des cétacés au moins 30 minutes avant le début des travaux de dynamitage ou de fonçage;
- démarrer les opérations de fonçage de façon graduelle et continue, sur une période de 20 à 30 minutes, afin de permettre aux cétacés présents de s'éloigner de la source de bruit;
- mettre en place un programme de surveillance passif de la présence de mammifères marins qui fera appel à l'écoute de leurs sons émis au moyen d'hydrophones et à leur détection électronique au moyen de sonar;
- mettre en place un programme de surveillance visuelle intensif dès le début des travaux, le temps d'établir une adéquation générale entre les observations passives (acoustiques et sonar) et les observations actives (visuelles), ce qui facilitera par la suite l'identification des organismes observés passivement. Ensuite, les équipements de surveillance visuelle ne seraient utilisés que pour valider les observations passives « ambigües »;
- mettre en place, dès le début du chantier, un programme de suivi acoustique des bruits émis par les activités du chantier, afin de définir en temps réel le périmètre de sécurité (seuil de 160 dB re 1 μPa_{rms}), de moduler le fonctionnement des équipements de chantier pour limiter l'émission de bruits potentiellement perturbants et d'évaluer le besoin réel de recourir à des mesures d'atténuation complémentaires (ex. : rideau de bulles).

Avec cette approche, les travaux pourraient se dérouler indépendamment des conditions propices à une surveillance visuelle traditionnelle et ne seraient interrompus que durant la période où les mammifères marins ou, s'il y a lieu, tout autre animal jugé sensible, se trouvent réellement à l'intérieur du périmètre de sécurité.

En conclusion, la combinaison des techniques et outils proposés pourrait se traduire par un allongement significatif de la durée quotidienne des périodes de travail, d'où des possibilités de réduction des coûts et des délais de réalisation du projet, tout en ayant l'assurance d'une surveillance efficace et constante des mammifères marins et des bruits générés par les travaux.

8. RÉFÉRENCES

ABGRALL, P. V.D. MOULTON et W.J. RICHARDSON. 2008. *Évaluation actualisée des renseignements scientifiques relatifs à l'impact des bruits sismiques sur les mammifères marins, de 2004 jusqu'à présent*. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche 2008/087.

AU WWL et K. BANKS. 1998. The acoustics of the snapping shrimp Synalpheus parneomeris in Kaneohe Bay. *Journal of the Acoustical Society of America* **103**:41-47

AU, W.W.L. et M.C. HASTINGS. 2008. *Principles of marine bioacoustics*. Springer Science+Business media, New York. 679 p.

BAILEY, B, SR, H.D. LUSSEAU, A. FOOTE et P.M. THOMPSON. 2008. *Anthropogenic noise in the Moray Firth SAC; potential sources and impacts on bottlenose dolphins*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 265 (ROAME No. F05LE02). 77 p.

BANNER, A. et M. HYATT. 1973. Effects of noise on eggs and larvae of two estuarine fishes. Transactions of the American Fisheries Society **102** (1): 134-136.

BASTASCH, M., M. FERNANDEZ-DIAZ, J. LORENZ et B. ELLIS. 2009. *Oregon LNG Terminal and Oregon Pipeline Project. Appendix A - Underwater noise propagation, monitoring, and mitigation*. Prepared for: Oregon LNG. 13 p.

BLACKWELL, S.B. 2005. *Underwater measurements of pile driving sounds during the Port MacKenzie dock modifications, 13-16 August 2004*. Greeneridge Sciences Inc. Report 328-1.

BUEHLER, D. 2010. *Overview of pile driving impacts on fish, current interim impact criteria, and the Caltrans Guidance Manual*. Transportation Research Board Annual Meeting 2010. 24 p.

BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE). 2004. *Les enjeux liés aux levés sismiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent*. Rapport d'enquête et d'audience publique, Rapport 193. 9 p. et annexe.

CARLSON, T., M. HASTINGS, et A.N. POPPER. 2007. *Update on recommendations for revised interim sound exposure criteria for fish during pile driving activities*. Memorandum to Suzanne Theiss (California Department of Transportation) and Paul Wagner (Washington Department of Transportation).

CARR, S.A., M.H. LAURINOLLI, C.D.S. TOLLEFSEN et S.P. TURNER. 2006. *Terminal méthanier d'Énergie Cacouna : Évaluation des impacts sur le niveau sonore sous-marin*. Jasco Research Ltd. pour Golder Associés. 42 p. et annexes.

CENTRAL DREDGING ASSOCIATION (CDA). 2011. Underwater sound in relation to dredging. CEDA Position Paper - 7 November 2011. Rotterdamseweg, Netherlands. 6p.

CLARKE D, C. DICKERSON, et K. REINE. 2002. *Characterization of Underwater Sounds Produced by Dredges Dredging 2002.* ASCE, Orlando, Florida, USA, p 64-64

COX, T.M., T.J. RAGEN, A.J. READ, E. VOS, R.W. BAIRD, K. BALCOMB, J. BARLOW, J. CALDWELL, T. CRANDFORD, L. CRUM, A. D'AMICO, G. D'SPAIN, A. FERNANDEZ, J. FINNERAN, R. GENTRY, W. GERTH, F. GULLAND, J. HILDEBRAND, D. HOUSERP, R. HULLAR, P.D. JEPSON, D. KETTEN, C.D. MACLEOD, P. MILLER, S. MOORE, D.C. MOUNTAIN, D. PALKA, P. PONGANIS, S. ROMMEL, T. ROWLES, B. TAYLOR, P. TYACK, D. WARTOK, R. GISINER, J. MEADS et L. BENNER. 2006. Understanding the impacts of anthropogenic sound on beaked whales. *Journal of Cetacean Research and Management* **7** (3): 177-187.

DICKERSON, C, K.J. REINE et D.G. CLARKE. 2001. *Characterization of underwater sounds produced by bucket dredging operations.* DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-E14), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. www.wes.army.mil/el/dots/doer

ELMER, K.H. 2010. *Pile driving noise reduction using new hydrosound dampers*. From: ECS2010 Workshop: Pile driving in offshore windfarms. Stralsund.

ELMER, K.H., T. NEUMANN et K. BETKE. 2006. *Measurement and reduction of offshore wind turbine construction noise*. Dewek 2006 Conference, Bre4emen, 22-23 November 2006.

ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC. 2006. *État de référence du niveau sonore sous-marin – Terminal méthanier – Projet Rabaska, Été 2006.* Rapport final. 30 p + annexes.

FUTURA-SCIENCES. 2012. *Les baleines sont stressées par le bruit des navires*. Site Internet consulté le 3 octobre 2012. Disponible [en ligne] : http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/zoologie/d/les-baleines-sont-stressees-par-le-bruit-des-navires_36654/

GENIVAR. 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social*. Rapport de GENIVAR inc à Canadian Royalties Inc. 649 p. et annexes.

GENIVAR. 2011. *Construction d'une usine de bouletage et d'un nouveau quai pour les opérations d'ArcelorMittal Mines Canada à Port-Cartier*. *Rapport sectoriel - Environnement sonore sous-marin*. Rapport de GENIVAR inc. à ArcelorMittal Mines Canada. 38 p. et annexes.

GENIVAR. 2012. *Réfection des quais de l'aluminerie Alcoa de Baie-Comeau. Protocole de mesure de l'environnement sonore sous-marin - 2012*. Rapport de GENIVAR inc. à Alcoa. 12 p. et annexes.

GREENE, C.R. Jr. 1999. *Piledriving and vessel sound measurements during installation of a gas production platform near sable Island, Nova-Scotia, during March and April 1998*. Greeneridge Sciences Inc. Final Report 205-2.

HASTINGS, M. C. et A. N. POPPER. 2005. *Effects of sound on fish*. Preparé pour Jones & Stokes et California Department of Transportation. Sacramento, Californie.

HILDEBRAND, J.A. 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series. (MEPS)* **395**: 5-20.

ICF JONES & STOKES AND ILLINGWORTH et RODKIN INC. 2009. *Technical guidance for assessment and mitigation of the hydroacoustic effects of pile driving on fish*. Préparé pour the California Department of Transportation. Sacramento, Californie. 298 p.

ILLINWORTH & RODKIN INC. 2007. *Compendium of pile driving sound data*. Préparé pour California Department of Transportation. Sacramento, Californie. 129 p.

JOCHENS, A., D. BIGGS, D. ENGELHAUPT, J. GORDON, N. JAQUET, M. JOHNSON, R. LEBEN, B. MATE, P. MILLER, J., ORTEGA-ORTIZ, A., THODE, P. TYACK, J. WORMUTH et B. WÜRSIG. 2006. *Sperm whale seismic study in the Gulf of Mexico*. Summary Report, 2002-2004. OCS Study MMS 2006-034. MMS, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, Louisiane. 345 p.

LAWSON, J. et I. MCQUINN. 2004. *Revue des problématiques potentielles liées à l'hydrophysique au Canada, leurs risques pour les mammifères marins, et des stratégies de monitorage et d'atténuation dans le contexte d'activités sismiques*. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche 2004/121.

LONG, B. et R. XHARDÉ. 2012. *Étude d'impact. Évaluation des niveaux sonores dans le cadre de travaux routiers à Baie-Sainte-Catherine (Structure P-15739A)*. Rapport Q111317A de l'INRS-ETE au Consortium GENIVAR – CIMA+. 29 p.

LURTON, X. 1998. *Acoustique sous-marine: présentation et applications*. IFREMER, Plouzane, France. 110 p

MADSEN, P.T. 2005. Marine mammals and noise: Problems with root mean square sound pressure levels for transients. *Journal of the acoustical society of America* **117** (6): 3952-3957.

MCQUINN, I.H., V. LESAGE, D. CARRIER, G. LARRIVÉE, Y. SAMSON, S. CHARTRAND, R. MICHAUD et J. THERIAULT. 2011. A threatened beluga (Delphinapterus leucas) population in the traffic lane: Vessel-generated noise characteristics of the Saguenay-St. Lawrence Marine Park, Canada. *Journal of the Acoustical Society of America* **130** (6): 3661-3673.

MEYERS, J. R. & J. T. CORWIN. 2008. Morphological correlates of regeneration and repair in the inner ear. Dans: *Springer handbook of auditory research*. Vol. 33: Hair cell regeneration, repair, and protection. Salvi, R.J., A.N. Popper et R.R. Fay (éditeurs.). Springer, New York.

MILLER, J.H., A.E. BOWLES, B.L. SOUTHALL, R.L. GENTRY, W.T. ELLISON, J.J. FINNERAN, C.R. GREENE JR., D. KASTAK, D.R. KETTEN, P.L. TYACK, P.E. NACHTIGALL, W.J. RICHARDSON ET J.A. THOMAS. 2005. Strategies for weighting exposure in the development of acoustic criteria for marine mammals. *Journal of the Acoustical Society of America* **118** (3) : 2019.

MINISTERE DES PECHES ET DES OCEANS DU CANADA (MPO). 2004. *Cartographie des aires de concentration pour les mammifères marins dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent*. Pêches et Océans Canada. 2 p.

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS DU CANADA (MPO). 2007. *Impacts de la construction d'un port méthanier à Gros-Cacouna sur les mammifères marins*. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche. 2007/010.

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS DU CANADA (MPO). 2012. *Réfection des embarcadères de Tadoussac et Baie-Sainte-Catherine, Québec - Effets potentiels sur les mammifères marins*. Secrétariat canadien de consultation scientifique Réponse des Sciences 2011/009. 13 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEP). 2010. *Rapport d'analyse environnementale pour le projet d'amélioration et de réparations majeures et le programme décennal de dragage d'entretien des quais de Rivière-du-Loup sur le territoire de la Ville de Rivière-du-Loup par la Société des traversiers du Québec*. Gouvernement du Québec, Québec. 23 p. et annexes.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). 2003. Taking and importing marine mammals; taking marine mammals incidental to conducting oil and gas exploration activities in the Gulf of Mexico. Department of commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration*. Federal Register* **68** (41): 9991-9996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2000. *Marine mammals and low-frequency sound: Progress since 1994*. Committee to Review Results of ATOC's Marine Mammal Research Program, Ocean Studies Board, National Research Council. 160 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2003. *Ocean noise and marine mammals*. The National Academies press, Washington, DC. 192 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2005. *Marine mammals populations and ocean noise. Determining when noise cause biologically significant effects*. Committee on characterizing biologically significant marine mammal behaviour. Ocean Studies Board, National Research Council. 126 p.

NEDWELL, J. & D. HOWELL. 2004. *A review of offshore windfarm related underwater noise sources*. Technical Report 544R0308, Prepared by Subacoustech Ltd., Hampshire, UK, for COWRIE. En ligne à http://www.subacoustech. com /downloads.shtml

PERRY, C. 1999. *A review of the impact of anthropogenic noise on cetaceans*. Presented to the International Whaling Commission's Scientific Committee, Oman 1998. Paper SC/50/E9.

POPPER, A. N., M. E. SMITH, P. A. COTT, B. W. HANNA, A. O. MACGILLIVRAY, M. E. AUSTIN, & D. A. MANN. 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. *Journal of Acoustic Society of America* **117**: 3958-3971.

RICHARDSON, W.J., C.R.GREENE JR, C.I. MALME et D.H. THOMSON. 1995. *Marine mammals and noise*. Academic Press, New York. 576 p.

RICHARDSON, W.J., G.W. MILLER et C.R. GREENE, JR. 1999. Displacement of migrating bowhead whales by sounds from seismic surveys in shallow waters of the Beaufort Sea. *Journal of the Acoustical Society of America* **106** (4): 2281.

ROBINSON SP, P.D. THEOBALD, G. HAYMAN, L.S. WANG, P.A. LEPPER, V. HUMPHREY et S. MUMFORD. 2011. *Measurement of underwater noise arising from marine aggregate dredging operation*s - MEPF report 09/P108, Marine Aggregate Levy Sustainability Fund

SCHEIFELE, P. et R. MICHAUD. *Évaluation du bruit sous-marin généré par les opérations de sciage de roc au quai de Baie-Sainte-Catherine et évaluation des risques pour les mammifères marins de l'embouchure du Saguenay.* Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin (GREMM). 16 p.

SIMMONDS, M., S. DOLMAN et L. WEILGART. 2004. *Oceans of noise*. Whale and Dolphin Conservation Society. 164 p.

SIMPKIN, P., IKB et INRS-ÉTÉ. 2003. *Exploration gazière et pétrolière du golfe du Saint-Laurent : Revue sommaire sur les impacts potentiels - Annexe 1 Rappel d'acoustique marine.* Pour le compte de Hydro-Québec, Pétrole et Gaz, Québec.

SLABBEKOORN, H., N. BOUTON, I. VAN OPZEELAND, A. COERS, C. TEN CATE ET A.N. POPPER, 2010. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology and Evolution* **25** (7), 419-427

SMITH, M. E., A. B. COFFIN, D. L. MILLER, & A. N. POPPER. 2006. Anatomical and functional recovery of the goldfish (*Carassius auratus*) ear following noise exposure. *Journal of Experimental Biology* **209** (Pt 21): 4193-4202.

SOUTHALL, B.L., A.E. BOWLES, W.T. ELLISON, J.J. FINNERAN, R.L. GENTRY, C.R. GREENE, JR., D. KASTAK, D.R. KETTEN, J.H. MILLER, P.E. NACHTIGALL, W.J. RICHARDSON, J.A. THOMAS et P.L. TYACK. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* **33** (4): 411-522.

STAATERMAN, E.R., C.W. CLARK, A.J. GALLAGHER, M.S. DEVRIES, T. CLAVERIE et S.N. PATEK. 2011. Rumbling in the benthos: acoustic ecology of the California mantis shrimp *Hemisquilla californiensis. Aquatic Biology* **13**: 97–105.

STAATERMAN, E.R., C.W. CLARK, A.J. GALLAGHER, T. CLAVERIE, M.S. DeVRIES et S.N. PATEK. 2012. Acoustic ecology of the California mantis shrimp (*Hemisquilla californiensis*) (p. 165-168). Dans: *The effects of noise on aquatic life*. Popper, A.N. et A. Hawkins (éditeurs). Springer Science+Business Media, New York.

TALISMAN ENERGY. 2005. *Beatrice Windfarm Demonstrator Project environmental statement*. 418 p.

WENZ, J. et F.T. DIETZ. 1962. Acoustic ambiant noise in the ocean: spectra and sources. *Journal of the Acoustical Society of America* **34** (12): 1936-1956.

WRIGHT, D.G. et G.E. HOPKY.1998 *Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2107. 34 p.

ANNEXE 1

Reportage photographique

Photo 1 Vue générale de la baie Déception.

Photo 2 Remorqueur Horizon Polaire, à partir duquel les mesures de pressions sonores en direct ont été réalisées.

Photo 3a et 3b Zodiac à partir duquel les sons de référence pour les mesures de l'atténuation sonore étaient émis.

Photo 4 Préparation du module d'enregistrement autonome (MagnétoFaune®).

Photo 5 Surveillance des mammifères marins lors des tests d'atténuation, à partir de l'Horizon Polaire.

Photo 6 Groupe de bélugas observée dans la baie.

Photo 7 Phoque d'espèce non identifiée.

Photo 8 Pétrolier Havelstern présent sur le site lors des prises de mesures.

Photo 9 Navire Rosaire A. Desgagnés.

ANNEXE 2

Caractéristiques du bruit sous-marin émis par différentes activités humaines

ANNEXE 2 Caractéristiques du bruit sous-marin émis par différentes activités humaines.

Source de bruit	Niveau sonore typique (bande large)	Gamme de fréquences typique	Références
Divers navires	151 à 190 dB re 1 µPa à 1 m	5 Hz - 1 kHz	Richardson et coll., 1995
Méthanier, basse vitesse	175 dB re 1 µPa à 1 m		Carr et coll., 2006
Navire de fort tonnage	230 dB re 1 µPa à 1 m		BAPE, 2004
	160 dB re 1 µPa à 100 m		Buehler, 2010
Remorqueur	184 dB re 1 µPa à 1 m		Carr et coll., 2006
Bateau avec moteur hors bord	155-175 dB re 1 µPa à 1 m	100 Hz - 10 kHz	Richardson et coll., 1995
Drague à godet	150-162 dB re 1 µPa à 1 m	20 Hz - 1 kHz	Dickerson et coll., 2001
Drague aspiratrice	155-185 dB re 1 μPa^2 m^2	20 Hz - 1 kHz	Robinson et coll. 2011
Vibrofonçage	164 dB re 1 µPa à 1 m		Carr et coll., 2006
	164 dB re 1 µPa à 56 m	400 Hz - 2.5 kHz	Blackwell, 2005
	161 dB re 1 µPa à 235 m	80 Hz -850 Hz	GENIVAR, 2012
	169 dB re 1 µPa à 112 m	280 Hz -1.2 kHz	GENIVAR, 2012
Battage de palplanches	179 dB re 1 µPa à 1 m,		Carr et coll., 2006
Battage de pieux	250 dB re 1 µPa à 1 m		Bailey et coll., 2008
	225 dB re 1 µPa à 1 m		Talisman Energy, 2005
	180 dB re 1 µPa à 62 m	100 Hz - 2 kHz	Blackwell, 2005
	216 dB re 1 µPa à 1		Environnement Illimité Inc., 2006
	180 dB re 1 µPa à >1km		Elmer et coll., 2006
	148 dB re 1 µPa à 1.4 km	175 Hz -800 Hz	GENIVAR, 2012
Explosion	220 dB re 1 µPa à 100 m		Buehler, 2010
Levés sismiques	260 dB re 1 µPa à 1 m		Hildebrand, 2009

ANNEXE 3

Quelques analyses spectrales typiques des enregistrements sous-marins
réalisés dans la baie Déception en juillet 2012

Source sonore dominante :

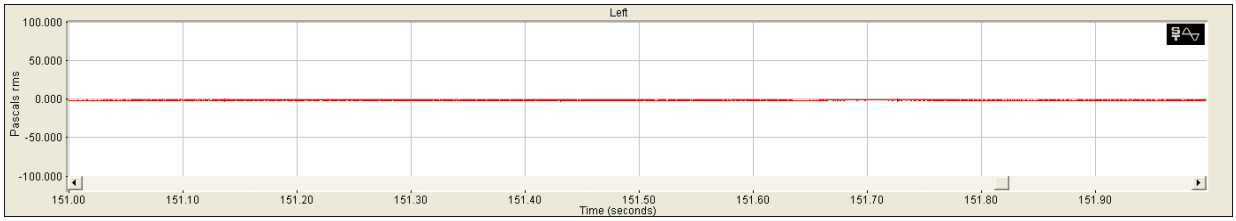
Calme plat

No. enregistrement:	Distance	Pression sonore (dB)		
0500-00117G_20120713_124253_00000_1CH	(m)	MAX*	RMS**	PK freq***
	N/A	96.45	102.15	250

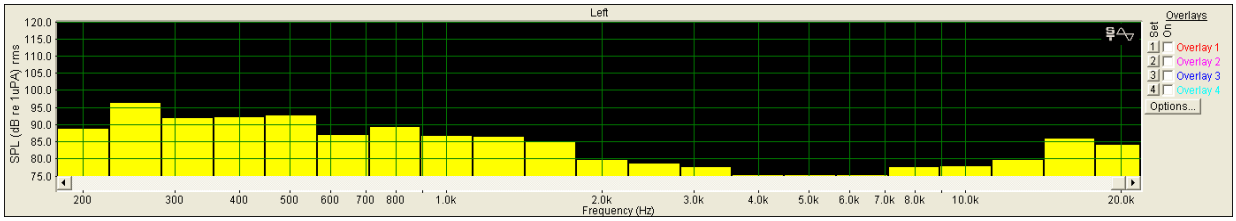
Date 2012-07-13 - 14:00

Position N62 08.179 W74 39.834

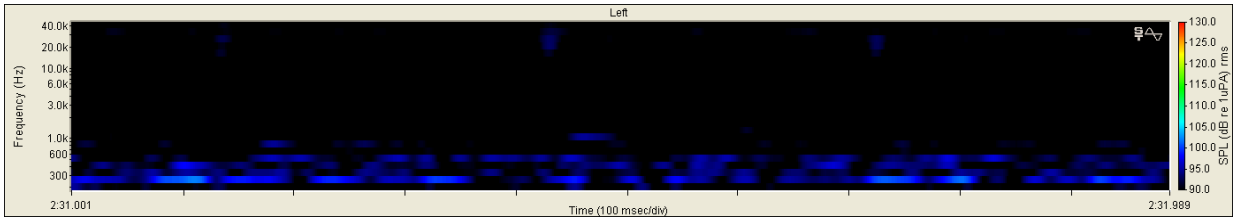
Pression acoustique (µPa)



Spectre sonore par bandes d'un tiers d'octave



Spectrogramme



* pression sonore instantanée maximale mesurée

** pression sonore efficace, calculée sur une durée de 100 ms

*** bande de fréquences à laquelle l'amplitude maximale a été mesurée

Source sonore dominante :

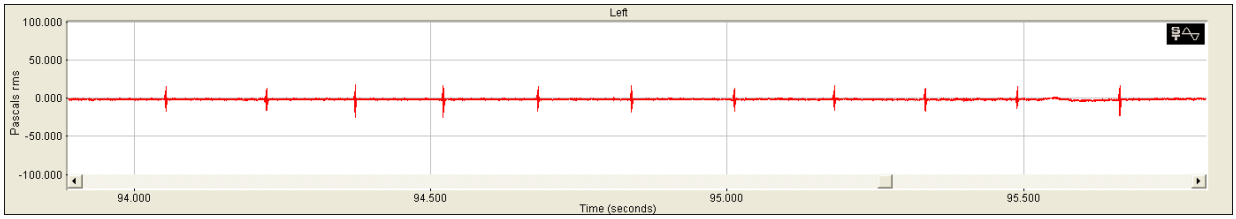
Sonar de bateau et moteurs du pétrolier Havelstern à l'ancre

No. enregistrement:	Distance	Pression sonore (dB)		
0500-00117G_20120713_110002_00000_1CH	(m)	MAX*	RMS**	PK freq***
	N/A	114.71	116.99	25000

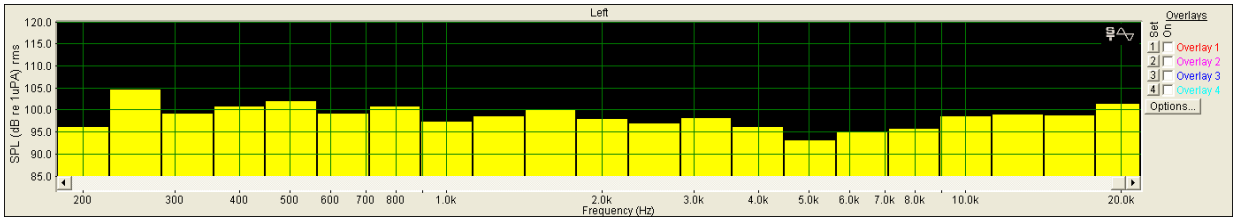
Date 2012-07-13

Position N62 09.231 W74 41.755

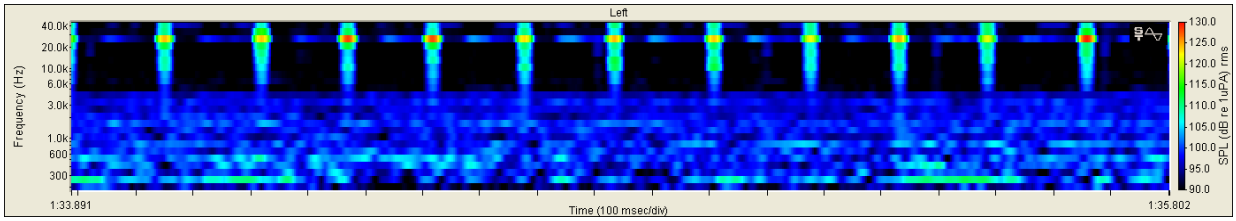
Pression acoustique (μPa)



Spectre sonore par bandes d'un tiers d'octave



Spectrogramme



* pression sonore instantanée maximale mesurée

** pression sonore efficace, calculée sur une durée de 100 ms

*** bande de fréquences à laquelle l'amplitude maximale a été mesurée

Source sonore dominante :

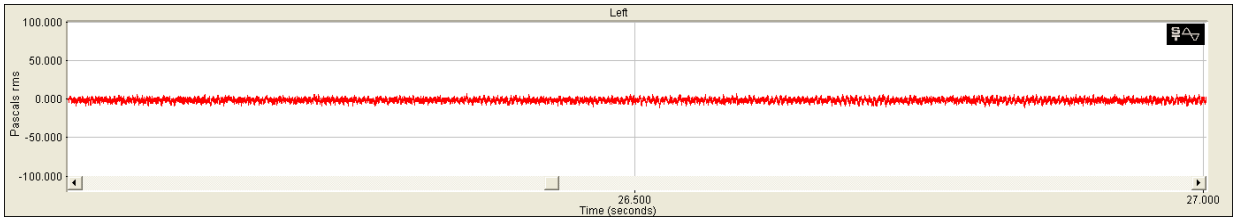
Bruit de fond général lors du déchargement du pétrolier Havelstern

No. enregistrement:	Distance	Pression sonore (dB)		
0500-00117G_20120713_140048_00000_1CH	(m)	MAX*	RMS**	PK freq***
	N/A	121.73	126.81	250

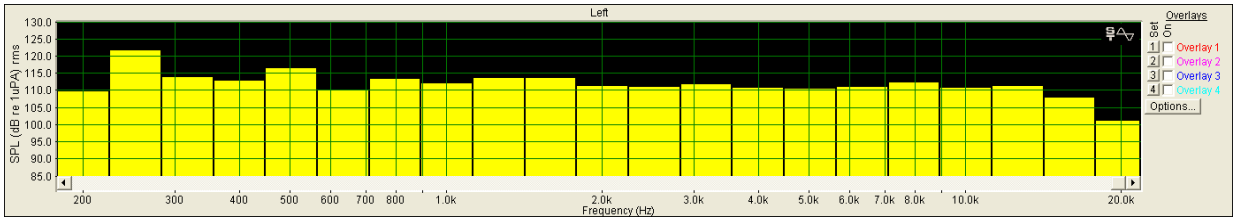
Date 2012-07-13 - 14:00

Position N62 08.179 W74 39.834

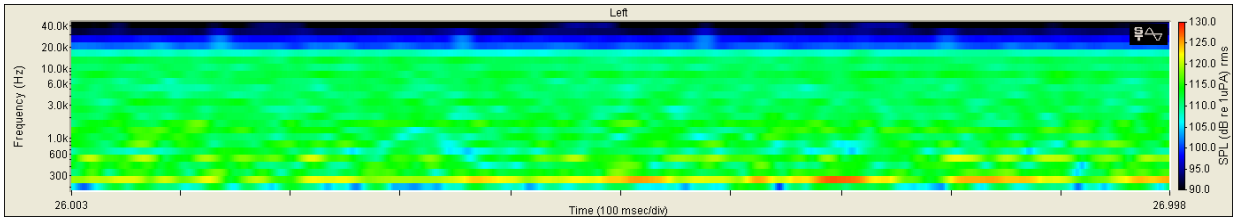
Pression acoustique (µPa)



Spectre sonore par bandes d'un tiers d'octave



Spectrogramme



* pression sonore instantanée maximale mesurée

** pression sonore efficace, calculée sur une durée de 100 ms

*** bande de fréquences à laquelle l'amplitude maximale a été mesurée

Source sonore dominante :

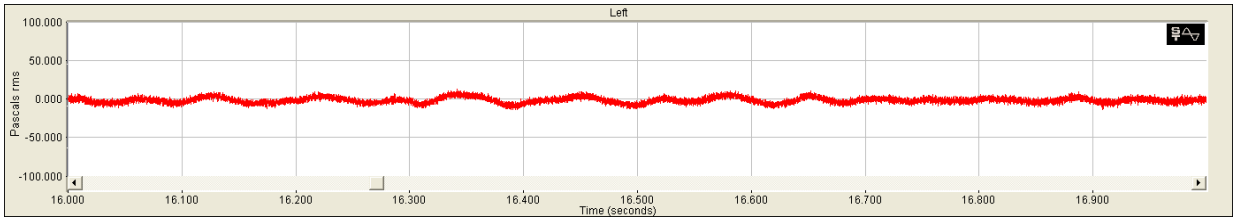
Passage d'un zodiac d'Xstrata-Nickel

No. enregistrement:	Distance	Pression sonore (dB)		
0500-00117G_20120713_104744_00000_1CH	(m)	MAX*	RMS**	PK freq***
	1200	119.44	125.61	3150

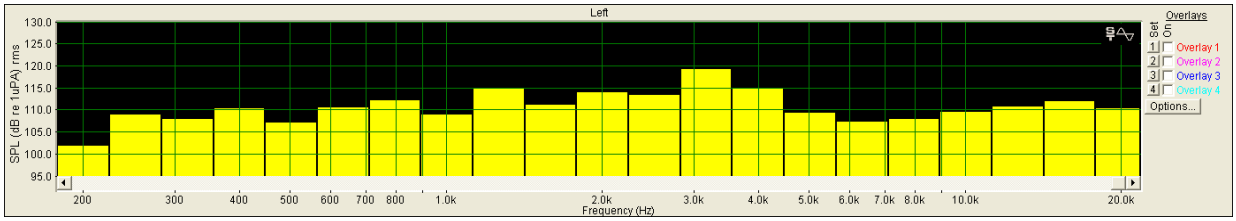
Date 2012-07-13 - 10:47

Position N62 08.791 W74 41.101

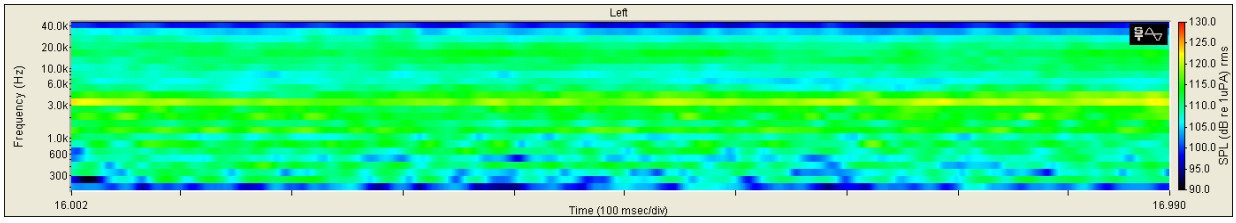
Pression acoustique (µPa)



Spectre sonore par bandes d'un tiers d'octave



Spectrogramme



* pression sonore instantanée maximale mesurée

** pression sonore efficace, calculée sur une durée de 100 ms

*** bande de fréquences à laquelle l'amplitude maximale a été mesurée

ANNEXE 4

Simulations de l’atténuation sonore selon les scénarios d’emplacement du quai et les courbes d’atténuations établies.

ANNEXE 4 Simulations de l'atténuation sonore selon les scénarios d'emplacement du quai et les courbes d'atténuations établies[1].

	Scénario d'emplacement Q1			Scénario d'emplacement Q2		
	Virée 1-Nord-Ouest	**Virée 1-Est-Sud=Est**	**Virée 1-Nord-Est**	**Transect 2-Nord-Ouest**	**Transect 2-Est-Sud-Est**	**Transect 2-Nord-Est**
Distance (m)	y=10,229ln(x) - 2,0765	y = 8,5156ln(x) + 0,1535	y = 9,0644ln(x) - 1,3267	y = 8,7895ln(x) + 0,1872	y = 9,4868ln(x) - 1,0084	7,7127ln(x) - 0,0551
5	14,4	13,9	13,3	14,3	14,3	12,4
50	37,9	33,5	34,1	34,6	36,1	30,1
100	45,0	39,4	40,4	40,7	42,7	35,5
200	52,1	45,3	46,7	46,8	49,3	40,8
300	56,3	48,7	50,4	50,3	53,1	43,9
400	59,2	51,2	53,0	52,8	55,8	46,2
500	61,5	53,1	55,0	54,8	57,9	47,9
600	63,4	54,6	56,7	56,4	59,7	49,3
700	64,9	55,9	58,1	57,8	61,1	50,5
800	66,3	57,1	59,3	58,9	62,4	51,5
900	67,5	58,1	60,3	60,0	63,5	52,4
1 000	68,6	59,0	61,3	60,9	64,5	53,2
1 100	69,6	59,8	62,2	61,7	65,4	54,0
1 200	70,4	60,5	62,9	62,5	66,3	54,6
1 300	71,3	61,2	63,7	63,2	67,0	55,2
1 400	72,0	61,8	64,3	63,9	67,7	55,8
1 500	72,7	62,4	65,0	64,5	68,4	56,3
1 600	73,4	63,0	65,5	65,0	69,0	56,8
1 800	74,6	64,0	66,6	66,1	70,1	57,8
2 000	75,7	64,9	67,6	67,0	71,1	58,6
2 200	76,6	65,7	68,4	67,8	72,0	59,3
2 400	77,5	66,4	69,2	68,6	72,8	60,0
2 600	78,4	67,1	69,9	69,3	73,6	60,6
2 800	79,1	67,7	70,6	70,0	74,3	61,2
3 000	79,8	68,3	71,2	70,6	74,9	61,7

1 Atténuations moyennes pour la fourchette de fréquence de 250 Hz à 16 kHz.

ANNEXE 13

Inventaire des espèces floristiques vasculaires menacées ou vulnérables - Rapport sectoriel

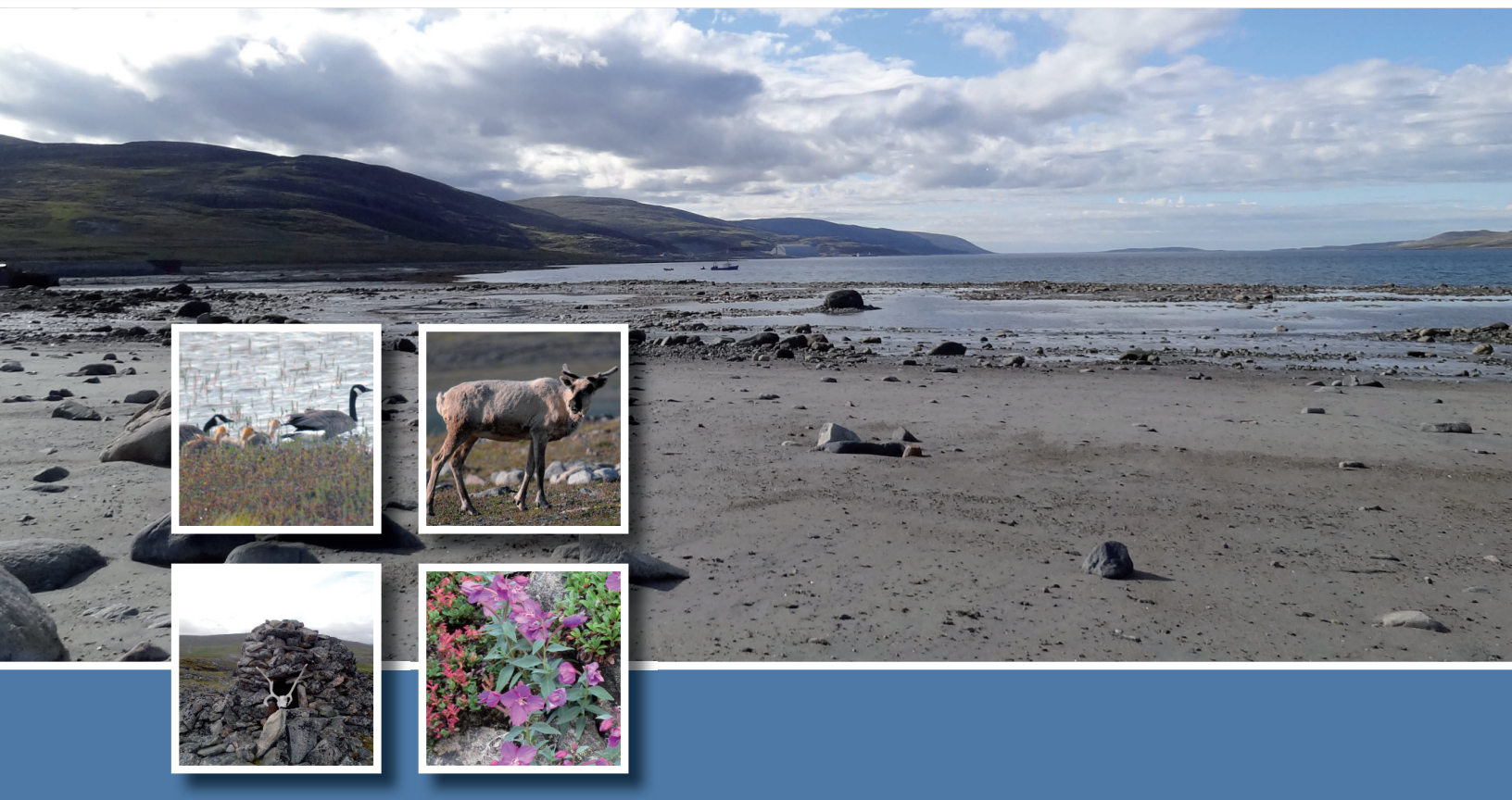
CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social
pour l'aménagement d'infrastructures portuaires
et la gestion des sédiments à la baie Déception

Annexe 13
Inventaire des espèces vasculaires menacées ou vulnérables

RAPPORT SECTORIEL



Novembre 2012
Projet : 101-53046-02

GENIVAR

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL POUR L'AMÉNAGEMENT D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES ET LA GESTION DES SÉDIMENTS À LA BAIE DÉCEPTION

INVENTAIRE DES ESPÈCES VASCULAIRES MENACÉES OU VULNÉRABLES

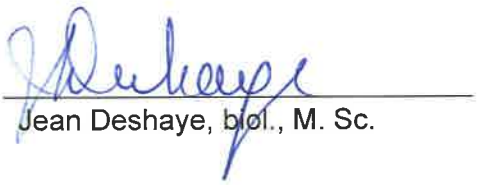
RAPPORT SECTORIEL

Présenté à

Canadian Royalties inc.

Par

GENIVAR inc.

Approuvé par : 

Jean Deshaye, biol., M. Sc.

NOVEMBRE 2012

101-53046-02

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Canadian Royalties inc.

Vice-présidente Santé-Sécurité - Environnement	:	Gail Amyot
Surintendant - Environnement	:	Stephane Twigg

GENIVAR inc.

Responsable du rapport sectoriel	:	Jean Deshaye, biol., M. Sc.
Équipe de terrain	:	Jean Deshaye, biol., M. Sc. Sarah Thibodeau-Gosselin, biol.
Cartographie	:	Jean-Marc Tremblay
Édition	:	Catherine Boucher
Traitement de texte	:	Linette Poulin

Référence à citer :

GENIVAR. 2012. *Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception.* Inventaire des espèces vasculaires menacées ou vulnérables. Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties Inc. 20 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Équipe de réalisation i
Table des matières iii
Liste des tableaux iv

1. INTRODUCTION 1

MÉTHODES 3

2.1 Plantes d'intérêt potentielles 3

2.2 Inventaire de terrain 3

2.3 Identification et conservation du matériel botanique 4

3. RÉSULTATS 5

3.1 Végétation 5

3.1.1 Littoral maritime 5

3.1.2 Prairie arbustive 5

3.1.3 Prairie humide 5

3.1.4 Combe à neige 6

3.1.5 Prairie mésique 6

3.1.6 Toundra sèche 6

3.1.7 Toundra rocheuse 7

3.1.8 Étangs 7

3.1.9 Milieux anthropiques 7

3.2 Plantes vasculaire d'intérêt 7

3.2.1 Braya glabre 8

3.2.2 Deschampsie naine 9

3.2.3 Potentille de Chamisso 9

3.2.4 Potentille de Vahl 10

3.2.5 Remarques sur les potentilles 10

3.2.6 Autres occurrences potentielles 11

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

3.3 Flore vasculaire 11

3.4 Usage traditionnel des plantes 11

4. DISCUSSION 13

4.1 Impacts et mesures d'atténuation 13

4.1.1 Braya glabre 13

4.1.2 Deschampsie naine 13

4.1.3 Potentille de Chamisso 14

4.1.4 Potentille de Vahl 14

5. CONCLUSION 15

6. RÉFÉRENCES 17

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1 Liste des plantes d'intérêt potentielles 3

Tableau 2 Localisation (dms, NAD 83) des plantes d'intérêt recensées à la baie Déception en juillet 2012. Les sites ou infrastructures réfèrent aux secteurs à inventorier en juillet 2012. 8

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Relevés de végétation par communauté végétale

Annexe 2 Liste des espèces recensées

Annexe 3 Classification du groupe *Nivales*

Annexe 4A Photographies

Annexe 4B Photographies

1. INTRODUCTION

Le présent rapport présente les résultats des inventaires des espèces floristiques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées (plantes d'intérêt) réalisés en juillet 2012 à la baie Déception. Ces inventaires s'insèrent dans le cadre des travaux de caractérisation du milieu effectués pour le projet Nunavik Nickel (PNNi), en particulier pour l'aménagement des infrastructures portuaires et du dépôt de sédiments terrestre.

Les inventaires ont visé (carte 1) :

- les sites Q1 et Q2;
- un site d'entreposage de carburants;
- deux sites de dépôt de sédiments potentiels (sites 3 et 4);
- les tracés de la route d'accès et de l'émissaire du site 4;
- la plage du Bombardier, sur le littoral de la baie Déception.

Le rapport décrit succinctement les communautés végétales identifiées lors des inventaires. Il présente également une courte discussion sur les mesures d'atténuation qu'il conviendrait de mettre en place si l'un ou l'autre des sites ci-dessus devaient être affectés par le projet.

2. MÉTHODES

2.1 Plantes d'intérêt potentielles

La liste des plantes d'intérêt susceptibles d'être observées sur les sites inventoriés a été dressée à partir des sources suivantes : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec [CDPNQ (2008)], Bouchard et Deshaye (2008), Therrien et coll. (2007), Tremblay (2007), Dignard (2003), Blondeau et Cayouette (2002), Dion et coll. (1999), Cayouette (1984) et Gardner (1973). Cette liste est présentée au tableau 1. La grande majorité de ces plantes est évidemment comprise dans le document du CDPNQ (2008), mais grâce à des travaux récents, de nouvelles informations sur la présence, la répartition et la fréquence des espèces (Tremblay, 2007 ; Therrien et coll., 2007 ; Bouchard et Deshaye, 2008) contribuent à préciser cette liste et la probabilité d'occurrence de ces plantes d'intérêt.

Tableau 1 Liste des plantes d'intérêt potentielles

Nom latin	Nom français	Probabilité d'occurrence
Braya glabella ssp. *glabella*	Braya glabre	Moyenne
Deschampsia sukatschewii	Deschampsie naine	Moyenne
Draba corymbosa	Drave en corymbe	Faible
Draba crassifolia	Drave à feuilles charnues	Faible
Draba micropetala	Drave à petits pétales	Faible
Draba subcapitata	Drave subcapitée	Faible
Epilobium arcticum	Épilobe arctique	Moyenne
Erigeron compositus	Vergerette à feuilles segmentée	Faible
Eriophorum scheuchzeri ssp. *arcticum*	Linaigrette arctique	Faible
Festuca hyperborea	Fétuque hyperboréale	Moyenne
Hulteniella integrifolia	Marguerite à feuilles entières	Faible
Poa hartzii ssp. *hartzii*	Pâturin de Hartz	Faible
Potentilla arenosa ssp. *chamissonis*	Potentille de Chamisso	Faible
Potentilla vahliana	Potentille de Vahl	Élevée
Puccinellia angustata	Puccinellie étroite	Faible
Puccinellia nuttalliana	Puccinellie de Nuttall	Faible
Ranunculus sulphureus	Renoncule soufrée	Faible
Tofieldia coccinea	Tofieldie écarlate	Faible

2.2 Inventaire de terrain

L'ensemble des sites et leurs environs (la zone d'étude) occupent une superficie de quelques km^2. L'inventaire a été réalisé par deux biologistes et a couvert l'ensemble de la zone d'étude. L'approche utilisée visait à explorer et inventorier l'ensemble de la diversité des habitats présents. De façon simple, la végétation de ces habitats et les espèces qui la constituent sont en relation étroite avec les sols, la pente,

l'exposition, le régime hydrique, etc. La majorité des espèces ont un habitat préférentiel, mais elles peuvent se rencontrer dans plus d'un habitat. Il en est de même des espèces d'intérêt de la zone d'étude. Ces espèces sont rares principalement parce qu'elles sont à la limite sud de leur aire de répartition. Leur rareté ne semble pas être causée *a priori* par le manque d'habitats appropriés.

Au terrain, les habitats ne sont pas toujours faciles à délimiter. Ceci est en partie dû aux phénomènes périglaciaires dont les effets, largement répandus et bien connus (Jenness, 1949; Benninghoff, 1952) transforment le paysage en mosaïque de micro-habitats. Ainsi, Porsild (1951) regroupait les différents habitats des plantes de l'Arctique en quatre grandes communautés, mais Parker (1975) reconnaissait treize communautés végétales pour la seule île de Southampton. L'approche adoptée ici est principalement basée sur la topographie et la nature du substrat et permet de reconnaître six communautés végétales naturelles identifiées par la densité de la végétation et le drainage.

2.3 Identification et conservation du matériel botanique

Un certain nombre de spécimens de plantes sont récoltés à des fins de vérification des identités ou pour étude des répartitions. L'identification des plantes est faite à l'aide des principaux travaux suivants : Aiken et coll. (2007), Cody (2000), FNA (1993+), Morisset et coll. (1987), Scoggan (1978-79), Hultén (1968), Porsild (1964). Les travaux suivants ont de plus été consultés pour certains groupes : brassicacées (Sabourin, 1991); cypéracées (Boivin, 1992); genre *Festuca* (Darbyshire et Pavlick, 2003+; Frederiksen, 1982) ; genre Potentilla (Aiken et coll., 2007; Cayouette, 2012). À la fin des travaux, tous les spécimens récoltés seront déposés à l'Herbier du Québec, Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF)[1], Complexe scientifique, Québec.

[1] Ministère des Ressources naturelles (MRN) depuis septembre 2012.

3. RÉSULTATS

Les travaux de terrain se sont déroulés du 20 au 25 juillet 2012. L'ensemble des secteurs à l'étude a été parcouru et 80 points d'inventaire floristique ou de description de la végétation ont été effectués. Ces points d'inventaire sont présentés à la carte 1.

3.1 Végétation

Les communautés végétales identifiées sont le littoral maritime, la prairie arbustive, la prairie humide, la combe à neige, la prairie mésique, la toundra sèche, la toundra rocheuse et les étangs (eaux peu profondes). Les autres milieux sont les milieux anthropiques et les secteurs apparemment encore enneigés à la fin de l'été (Lauriol et coll., 1984). La cartographie de ces communautés est illustrée à la carte 1. La végétation est décrite à l'annexe 1 (relevés) et illustrée à l'annexe 4a.

3.1.1 Littoral maritime

Le littoral maritime comprend deux milieux, soit le littoral sablo-graveleux et le marais salé. Le littoral sablo-graveleux se présente comme une prairie plus ou moins ouverte localement dominée par l'élyme des sables (*Leymus mollis*) et marquant le niveau supérieur moyen du rivage maritime actuel. Le marais salé, régulièrement submergé par la marée, est une prairie rase et humide colonisant des dépôts fins et principalement constituée par les graminées, notamment la puccinellie rampante (*Puccinellia phryganodes*).

3.1.2 Prairie arbustive

La prairie arbustive est dominée par des plantes herbacées, mais on y retrouve aussi des arbustes, principalement des saules (*Salix glauca*, *S. planifolia*) pouvant atteindre 1 ou 2 m de hauteur. Cette formation végétale est le plus souvent linéaire et s'observe le long de quelques cours d'eau, dans les sites abrités bénéficiant d'un bon enneigement hivernal.

3.1.3 Prairie humide

La prairie humide colonise des dépôts fins plus ou moins saturés d'eau. Cette prairie est dominée par des carex (*Carex aquatilis*, *C. rariflora*), des linaigrettes (*Eriophorum angustifolium*, *E. scheuchzeri*) et des graminées (*Arctagrostis latifolia*, *Dupontia fisheri*). Cette prairie se rencontre au fond des vallées et à la base des combes à neige. C'est dans ce milieu que se retrouve la majorité des plantes associées aux milieux humides.

3.1.4 Combe à neige

Les combes à neiges sont un milieu particulier. Généralement situées sous les vents dominants, les combes à neige occupent des sites topographiques favorisant non seulement une accumulation importante de la neige soufflée par le vent (Payette et Lajeunesse, 1980; Lauriol et coll., 1984), mais aussi un accroissement de la densité de cette neige (Payette et coll., 1973). En conséquence, les plantes colonisant ce milieu bénéficient de la protection nivale, mais les délais de déneigement réduisent considérablement la longueur de la saison de croissance. Les combes à neige abritent un certain nombre d'espèces dites chionophiles, c'est-à-dire adaptées à des conditions de fort enneigement, telles que la renoncule des neiges (*Ranunculus nivalis*), la renoncule naine (*R. pygmaeus*), le pissenlit de Laponie (*Taraxacum lapponicum*) et le carex de Lachenal (*Carex lachenalii*). Dans la zone étudiée, les combes observées se situent à basse altitude et sont en général ponctuelles ou de faible superficie. Ces combes ne sont pas cartographiées. Elles se répartissent sur les versants est ou nord-est, la plupart se situant au contact entre la prairie mésique et la prairie humide. Plus haut en altitude, entre la prairie mésique et la toundra sèche, on retrouve d'autres combes à neige qui semblent demeurer encore enneigées à la fin de l'été (Lauriol et coll., 1984). Ces combes, plus étendues, sont cartographiées (carte 1).

3.1.5 Prairie mésique

La prairie mésique colonise la grande majorité des dépôts meubles des sites ni trop humides, ni trop exposés. La prairie mésique est dominée par des plantes graminoïdes comme le carex de Bigelow (*C. bigelowii*), l'hierochloé alpine (*Anthoxanthum monticola* ssp. *alpinum*) et le pâturin arctique (*Poa arctica*), au travers desquelles on retrouve une diversité floristique élevée. La prairie mésique se situe au-dessus de la prairie humide et colonise l'ensemble des versants recouverts de dépôts meubles.

3.1.6 Toundra sèche

La toundra sèche est une formation ouverte colonisant des sites de dépôts meubles très bien drainés et généralement exposés. La végétation est disséminée et compte notamment des plantes graminoïdes très rustiques telles que la luzule trompeuse (*Luzula confusa*) et des espèces en coussinets comme le silène acaule (*Silene acaulis*) ou la diapensie de Laponie (*Diapensia lapponica*).

3.1.7 Toundra rocheuse

La toundra rocheuse, qui peut comprendre tout habitat minéral non ou très peu pourvu de végétation, comprend surtout les affleurements de roc structural. On y retrouve sensiblement le même type de végétation que dans la toundra sèche.

3.1.8 Étangs

Les étangs ou eaux peu profondes comprennent les quelques plans d'eau supportant une quelconque végétation aquatique. Les espèces les plus fréquentes, quoique d'un recouvrement négligeable, sont le callitriche des marais (*Callitriche palustris*) et la renoncule hyperboréale (*Ranunculus hyperboreus*).

3.1.9 Milieux anthropiques

Bien que perturbés souvent depuis peu, les milieux anthropiques peuvent supporter plusieurs espèces de plantes, ce qui fait ressortir la capacité qu'ont plusieurs espèces arctiques en général de jouer un rôle de pionnières.

3.2 Plantes vasculaires d'intérêt

Quatre plantes d'intérêt ont été recensées dans la zone d'étude. Ces plantes sont toutes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (CDPNQ, 2008; Québec, 2012). Ce sont la braya glabre (*Braya glabella* ssp. *glabella*), la deschampsie naine (*Deschampsia sukatschewii*), la potentille de Chamisso (*Potentilla arenosa* ssp. *chamissonis*) et la potentille de Vahl (*Potentilla vahliana*). Tel que mentionné plus haut, les plantes d'intérêt de la zone d'étude partagent la caractéristique d'être à la limite sud de leur aire de répartition. La répartition de chaque espèce, ainsi que son statut de précarité, sont discutés plus en détail dans les sections suivantes.

En bref, le statut de précarité d'une espèce est évalué par l'organisation NatureServe (2004) à l'échelle mondiale G (globale), d'un pays N (nationale), d'une province ou d'un état S (sub-nationale). Pour chacun de ces trois niveaux, il y a une échelle de 1 (très rare) à 5 (très commun). À l'échelle du Québec, les niveaux de précarité à retenir sont donc S1, S2 ou S3. Les listes du COSEPAC (2012a, 2012b) ont aussi été consultées. Aucune des plantes d'intérêt de la zone d'étude ne figure sur ces listes.

La localisation de ces plantes d'intérêt est illustrée à la carte 1. Des renseignements sur l'habitat et la taille des populations sont présentés au tableau 2. Des photos des plantes d'intérêt sont présentées à l'annexe 4b.

Tableau 2 Localisation (dms, NAD 83) des plantes d'intérêt recensées à la baie Déception en juillet 2012. Les sites ou infrastructures réfèrent aux secteurs à inventorier en juillet 2012.

Espèces	Localisation (dms)	Communauté Végétale	Site ou infrastructure	Taille de la population	N° de spécimen ou observation
Braya glabella ssp. *glabella*	62°08'20''N 74°41'18''O	Milieu anthropique	Site 1 (Q1)	~ 25 individus	12-577
Deschampsia sukatschewii	62°06'25''N 74°34'57''O	Prairie humide	Est de l'émissaire (site 4)	100-500 individus	12-709
Deschampsia sukatschewii	62°06'58''N 74°36'50''O	Prairie humide	Sud du campement temporaire	500-1000 individus	12-747
Deschampsia sukatschewii	62°05'20''N 74°37'39''O	Prairie humide	En altitude (sud de la zone d'étude)	~ 100 individus	observation
Potentilla arenosa ssp. *chamissonis*	62°06'37''N 74°36'37''O	Toundra sèche	Est du chemin d'accès (site 4)	< 10 individus	12-324
Potentilla arenosa ssp. *chamissonis*	62°06'59''N 74°36'13''O	Prairie mésique	Plage du Bombardier	< 10 individus	12-369
Potentilla arenosa ssp. *chamissonis*	62°06'44''N 74°34'55''O	Prairie mésique	Est de l'émissaire (site 4)	< 10 individus	12-393
Potentilla arenosa ssp. *chamissonis*	62°06'26''N 74°34'15''O	Toundra sèche	Sud de l'ancien aérodrome	< 10 individus	12-724
Potentilla vahliana	62°06'44''N 74°34'55''O	Prairie mésique	Est de l'émissaire (site 4)	< 10 individus	12-393A
Potentilla vahliana	62°07'05''N 74°36'53''O	Littoral (prairie à élyme)	Nord du campement temporaire	< 10 individus	12-480
Potentilla vahliana	62°07'07''N 74°36'42''O	Toundra rocheuse	Nord-est du campement temporaire	< 10 individus	12-508

3.2.1 Braya glabre

La braya glabre (*Braya glabella* ssp. *glabella*) appartient à la famille des Brassicacées (les Crucifères. Elle a une répartition circumpolaire disjointe en Eurasie (Hultén, 1968, 1971). Elle est commune dans l'Arctique canadien. Son statut de précarité est G5T ?/NNR/S1, ce qui indique que cette plante est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (CDPNQ, 2008 ; Québec, 2012). Une population d'environ 25 individus a été trouvée sur l'accotement de la route principale, au site 1 (annexe 4b; photo B). À cet endroit, le talus de la route a une hauteur d'environ 2 m. La texture du sol de surface est sablo-graveleuse. La population occupe une superficie restreinte (1-2 m^2). Quelques rares graminées (pâturin arctique (*Poa arctica*), puccinellie maigre (*Puccinellia tenella* ssp. *langeana*)) colonisent aussi le site.

La présence de cette plante rare dans un habitat anthropique peut sembler *a priori* étrange. Toutefois, cette plante se rencontre habituellement sur des sols minéraux peu ou pas colonisés. Ainsi, une grande population de cette plante est connue du

sud-ouest du lac Duquet, à la tête d'un ancien fjord, où elle croît sur un grand talus de sable probablement d'origine nivéo-éolienne (Bouchard et Deshaye, 2008). L'habitat de ces deux populations distantes d'une quinzaine de km est semblable quant au substrat, à la pente et à l'exposition. Dans les deux cas, on observe très peu de plantes compagnes. Dans les territoires environnants, la braya glabre a été rapporté de la rivière Puvirnituk (Dignard, 2003) et de la baie Wakeham (Blondeau et Cayouette, 2002).

3.2.2 Deschampsie naine

La deschampsie naine (*Deschampsia sukatschewii*) est une petite plante de la famille des Poacées (les Graminées). Cette graminée a une répartition circumpolaire (Hultén, 1964, 1968) ; elle est répandue dans l'Arctique canadien. Son statut de précarité est G4G5/NNR/S2, ce qui indique que cette plante est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (CDPNQ, 2008 ; Québec, 2012), mais non au Canada ou à l'étranger. Elle est essentiellement associée à la prairie humide. Plus précisément, on la rencontre dans les zones où la végétation est plus ouverte, notamment en bordure des mares où elle s'implante sur les fonds récemment exondés. En raison de sa taille (environ 10 cm de hauteur) et de son habitat ouvert, cette graminée supporte très mal la compétition, contrairement à la majorité des autres espèces propres à la prairie humide. La texture du substrat sur lequel elle s'installe varie de argileux à graveleux, mais le sol est presque toujours saturé en eau.

Dans la zone d'étude, la deschampsie naine a été observée à quelques reprises dans les grandes prairies humides de basse altitude, mais aussi à haute altitude (environ 450 m), au sud de la zone d'étude. Ailleurs sur le territoire, la plante semble rare, possiblement par manque d'habitats adéquats. Bouchard et Deshaye (2008) n'en mentionne qu'une seule localité, près de la zone d'étude. Blondeau et Cayouette (2002) la rapporte des environs de Kangiqsujuaq et fournissent des précisions sur sa taxinomie, son habitat et sa répartition au Nouveau-Québec.

3.2.3 Potentille de Chamisso

La potentille de Chamisso (*Potentilla arenosa* ssp. *chamissonis*) appartient à la famille des Rosacées. La répartition de cette plante est surtout arctique nord-américaine avec quelques stations en Scandinavie (Hultén, 1968, 1971). Son statut de précarité est G4T4/NNR/S1, ce qui indique que cette potentille est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (CDPNQ, 2008 ; Québec, 2012). Elle colonise de préférence les milieux bien drainés tels que la prairie mésique et la toundra sèche. Elle est le plus souvent associée à d'autres plantes, c'est-à-dire

qu'elle est généralement disséminée à travers la végétation. Elle ne semble pas former des populations au sens habituel du terme puisqu'on l'observe le plus souvent en individus isolés. Blondeau et Cayouette (2002) ont fait la même observation dans la région de Kangiqsujuaq. Ailleurs sur le territoire, elle n'est rapportée que de l'ouest des monts d'Youville par Dion et coll. (1999). Elle ne semble pas avoir été observée ailleurs au Nouveau-Québec.

3.2.4 Potentille de Vahl

La potentille de Vahl (*Potentilla vahliana*) appartient à la famille des Rosacées. La répartition de cette plante est arctique nord-américaine (Hultén, 1968). Son statut de précarité est G4/NNR/S1, ce qui indique que cette plante est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (CDPNQ, 2008; Québec, 2012). Elle colonise sensiblement les mêmes milieux que la potentille de Chamisso, mais dans des situations plus exposées. De grandes populations de cette espèce ont été trouvées en périphérie de la baie Déception, au nord de la zone d'étude (Therrien et coll., 2007; Lynch et Plourde, 2008). Cette espèce semble toutefois se raréfier brusquement vers l'intérieur des terres.

3.2.5 Remarques sur les potentilles

Il faut cependant signaler les faits suivants à propos de ces deux espèces de potentilles. Une révision en profondeur de la taxinomie des plantes nord-américaines a été entreprise depuis une vingtaine d'années dans le cadre du projet de Flora of North America (1993+). Il en est de même d'un projet de flore du Québec nordique entrepris depuis une trentaine d'années (voir Morisset et coll., 1987). Ces révisions ont mis en relief les difficultés inhérentes à la classification de certains groupes de plantes dont un groupe de potentilles, les *Nivales*. La potentille de Chamisso et la potentille de Vahl appartiennent au groupe des *Nivales* et les deux espèces sont présentes dans la zone d'étude.

On trouvera à l'annexe 3 trois documents relatant autant d'étapes dans la classification de ce groupe. À la lecture de ces trois documents, on comprend qu'on n'en est pas encore à une classification définitive ou au moins satisfaisante de ce groupe de plantes. Ce qui ressort cependant, c'est que ces deux taxons à l'état spécifique ou à l'état d'hybride sont présents dans la zone d'étude. Dans un cas comme dans l'autre, on est en présence de plantes d'intérêt. D'autres vérifications sont en cours.

3.2.6 Autres occurrences potentielles

La fétuque hyperboréale (*Festuca hyperborea*) est possiblement présente dans la zone d'étude. La répartition de cette plante arctique est circumpolaire, mais avec de nombreuses disjonctions d'aire. Le statut de précarité de cette espèce est G3G4Q/NNR/S1, ce qui indique que cette plante est, à l'échelle globale, relativement peu commune et possiblement à l'état précaire; selon le CDPNQ (2008), la plante est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec. Toutefois, la lettre Q (*questionable taxonomy*) indique que l'identité de cette plante est encore incertaine. Plusieurs spécimens correspondant possiblement à cette espèce ont été récoltés ; ces spécimens sont actuellement en processus de vérification. On peut cependant signaler que la majorité des occurrences de cette plante se restreignent au littoral graveleux de la plage du Bombardier. Sur le territoire, la présence de cette fétuque avait été rapportée par Bouchard et Deshaye (2008), Dignard (2003) et Dion et coll. (1999).

3.3 Flore vasculaire

Près de 190 espèces ont été recensées dans la zone d'étude. Cette liste n'est certainement pas complète, mais elle apparaît représentative de cette portion de l'Arctique, au moins en ce qui a trait au nombre d'espèces inventoriées (Edlund, 1986; Rannie, 1986; Young, 1971). Par ailleurs, toutes les communautés végétales identifiées à la section 3.1 ont été visitées à plus d'une reprise, mais non de façon exhaustive puisque l'effort d'investigation a surtout porté sur les sites jugés prioritaires et leurs environs. La liste des espèces est présentée à l'annexe 2.

D'après les critères définis par Payette et Lepage (1977), la grande majorité des plantes observées sont d'affinité arctique ou arctique-alpine et la plupart ont une répartition circumpolaire. Le reste de la flore comprend des espèces boréales principalement nord-américaines et quelques espèces cosmopolites.

3.4 Usage traditionnel des plantes

Selon le savoir traditionnel des Inuits, une majorité de plantes ont une utilité certaine aux points de vue alimentaire, médicinal ou domestique (Blondeau et coll., 2010). Ainsi, les fruits (*Arctous* sp., *Vaccinium* spp.), les racines (*Oxytropis* spp., *Pedicularis* spp.) et les feuilles (*Oxyria digyna*) de certaines plantes sont utilisées dans l'alimentation. Mais les usages médicinaux ou domestiques sont tout aussi variés. On trouvera à l'annexe 2 les différents usages attribués à chacune des espèces traditionnellement utilisée et observée dans la zone d'étude.

Il ne semble toutefois pas y avoir d'usage précis de chacune des plantes d'intérêt observées dans la zone d'étude (Blondeau et coll., 2010). La braya et les potentilles ne sont apparemment l'objet d'aucun usage précis. Il pourrait cependant y avoir un usage plus générique de certaines plantes, notamment la deschampsie naine. Par exemple, les plantes graminoïdes (cypéracées, graminées), surtout les plus grosses et les plus sèches, sont indifféremment utilisées pour allumer le feu, se sécher les mains, faire office d'isolant, etc. Cette deschampsie pourrait être utilisée aux mêmes fins, mais on comprendra que sa très petite taille n'en fait pas une espèce recherchée.

4. DISCUSSION

4.1 Impacts et mesures d'atténuation

Dans le contexte des sites ayant fait l'objet des inventaires, cinq plantes d'intérêt sont susceptibles d'être affectées.

4.1.1 Braya glabre

La première concerne la population de la braya glabre sise sur l'accotement de la route principale, près du site Q1 (carte 1). On comprendra que les travaux récurrents d'entretien de la route pourraient amplement suffire à la perturber sérieusement. Il faut cependant souligner que, selon les observations faites au terrain, la braya s'est implantée de façon naturelle après la construction de la route. Bien que personne ne soit responsable de cette situation, on est néanmoins en présence d'une plante d'intérêt implantée sur un site anthropique hautement fréquenté. À court terme, cette plante pourra soit disparaître, soit se maintenir et stagner ou soit encore se maintenir et prendre de l'expansion.

Une première mesure pourrait consister à exercer un suivi de cette population et d'autres occurrences probables de cette espèce opportuniste le long de la route. En effet, il y a possiblement d'autres populations sur les talus orientés à l'est du réseau routier, surtout sur les talus de quelques mètres de hauteur. L'habitat occupé par la braya glabre au sud-ouest du lac Duquet ressemble à bien des égards au talus de la route du site Q1. Une autre mesure d'atténuation possible pourrait consister à construire un talus sableux artificiel dans un endroit approprié, à y ensemencer ou transplanter la braya glabre et en faire un suivi.

4.1.2 Deschampsie naine

La seconde occurrence est une population de la deschampsie naine située le long de l'émissaire de drainage du site 4 de dépôt de matériel de dragage (carte 1). Cette population a été observée dans un complexe de mares situé dans une prairie humide des basses terres, au nord du site 4. Il y aurait peut-être lieu d'envisager un tracé de l'émissaire plus direct vers la plage du Bombardier. En plus d'éviter la population de la deschampsie naine et de traverser les mares, le nouveau tracé orienté directement vers le nord permettrait probablement un écoulement plus facile des eaux de drainage du matériel dragué en n'obligeant pas l'émissaire à gravir une colline d'une part et, d'autre part, en éliminant un point d'inflexion de cet émissaire. En outre, ces mares semblent constituer un habitat important pour la sauvagine, comme on a pu le constater à l'été 2012.

4.1.3 Potentille de Chamisso

Deux autres occurrences concernent la présence de la potentille de Chamisso à peu de distance de la route d'accès au site 4 et à l'est du tracé projeté de l'émissaire de dragage (carte 1). Plus précisément, ces petites populations se situent respectivement à environ une centaine de mètres au nord-est du tracé projeté de la route d'une part et, d'autre part, à un peu plus d'une centaine de mètres à l'est du tracé projeté de l'émissaire de dragage. Il conviendra de baliser ces populations avant le début des travaux.

4.1.4 Potentille de Vahl

La dernière occurrence concerne une petite population de la potentille de Vahl trouvée en compagnie de la potentille de Chamisso, à l'est du tracé projeté de l'émissaire de dragage (carte 1). Il est recommandé de baliser cette population avant le début des travaux.

5. CONCLUSION

Au moins quatre plantes vasculaires d'intérêt réparties en onze populations ont été recensées en juillet 2012. Deux de ces populations (deschampsie naine et potentille de Chamisso) pourraient être affectées par les travaux et les infrastructures projetés. Une troisième population (braya glabre) s'est spontanément établie en bordure de la route existante. Des mesures d'atténuation sont proposées. D'autres espèces d'intérêt pourraient être présentes dans la zone d'étude.

6. RÉFÉRENCES

AIKEN, S.G., M.J. DALLWITZ, L.L. CONSAUL, C.L. MCJANNETT, R.L. BOLES, G.W. ARGUS, J.M. GILLETT, P.J. SCOTT, R. ELVEN, M.C. LEBLANC, L.J. GILLESPIE, A.K. BRYSTING, H. SOLSTAD ET J.G. HARRIS. 2007. Flora of the Canadian Arctic Archipelago : *Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval*. http://www.mun.ca/biology/delta/arcticf/index.htm

BENNINGHOFF, W.S. 1952. Interaction of vegetation and soil frost phenomena. Arctic, 5 : 33-44.

BLONDEAU, M. ET J. CAYOUETTE. 2002. *La flore vasculaire de la baie Wakeham et du havre Douglas, détroit d'Hudson, Nunavik, Québec*. Provancheria n^{o} 28, 184 p.

BLONDEAU, M., C. ROY ET A. CUERRIER. 2010. *Plantes des villages et des parcs du Nunavik. 2ème édition*. Éditions MultiMondes, Québec, 727 p.

BOIVIN, B. 1992. *Les Cypéracées de l'est du Canada*. Provancheria n^{o} 25, 230 p.

BOUCHARD, D. ET J. DESHAYE. 2008. *Expansion de la mine Raglan. Étude de la végétation et de la flore*. Rapport sectoriel pour Xstrata Nickel. Lévis, SNC-Lavallin Environnement inc., 27 p. + annexes.

CAYOUETTE, J. 1984. *Additions et extensions d'aire dans la flore vasculaire du Nouveau-Québec*. Naturaliste canadien, 111 : 263-274.

CAYOUETTE, J. 2008. *Du nouveau chez les Potentilla du Québec-Labrador nordique*. 10 p.

CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (CDPNQ). 2008. *Les plantes menacées ou vulnérables du Québec*. 3ème édition. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 180 p.

CODY, W.J. 2000. *Flora of the Yukon Territory*. 2nd edition. National Research Council of Canada, Monograph Publishing Program, Ottawa, 669 p.

COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (COSEPAC/COSEWIC). 2012a. Espèces candidates au Canada. http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct3/index_f.cfm>

COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (COSEPAC/COSEWIC). 2012b. Espèces sauvages canadiennes en péril. < http://www.cosepac.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar_f.html>

DARBYSHIRE, S.J. ET L.E. PAVLICK. 2003+. Festuca. *in* Flora North America Editorial Committee, Grass Manual on the Web. http://herbarium.usu.edu/webmanual/

DIGNARD, N. 2003. *La flore vasculaire de la région du cratère du Nouveau-Québec*, *Nunavik, Québec*. Provancheria n^{o} 29, 42 p.

DION, L., J. CAYOUETTE ET J. DESHAYE. 1999. *La flore vasculaire des monts d'Youville et de Puvirnituk, Nunavik, Québec nordique*. Provancheria n^{o} 27, 72 p.

EDLUND, S. 1986. *Modern arctic vegetation distribution and its congruence with summer climate patterns*. Pages 84-99 *in* Proceedings, Impacts of Climate Change on the Arctic. Workshop, sponsored by Atmospheric Environment Service, Downsview, Québec.

Flora of North America Editorial Committee (FNA), eds. 1993+. *Flora of North America north of Mexico*. 14+ volumes. New York et Oxford. (www.fna.org)

FREDERIKSEN, S. 1982. *Festuca brachyphylla*, *F. saximontana* and related species in North America. Nordic Journal of Botany, 2 : 525-536.

GARDNER, G. 1973. *Catalogue analytique des espèces végétales du Québec arctique et subarctique et quelques autres régions du Canada*. Montréal, 142 p. + annexes.

HULTÉN, E. 1964. *The circumpolar plants. I. Vascular Cryptogams, Conifers, Monocotyledons*. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 280 p.

HULTÉN, E. 1968. *Flora of Alaska and neighboring territories*. Stanford University Press, Stanford, California, 1008 p.

HULTÉN, E. 1971. *The circumpolar plants*. II. Dicotyledons. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 463 p.

JENNESS, J.L. 1949. *Permafrost in Canada.* Arctic, 2 : 13-27.

LAURIOL, B., A. CHAMPOUX ET J.T. GRAY. *Répartition estivale des surfaces enneigées en Ungava, Nouveau-Québe*c. Géographie physique et Quaternaire, 38 : 37-47.

LYNCH, D. ET Y. PLOURDE. 2008. *Projet Nunavik Nickel. Note technique. Résultats de l'inventaire de Potentilla vahliana dans la baie Déception en 2008*. GENIVAR, 4 p. + annexes.

MORISSET, P., S. PAYETTE ET G. LAVOIE. 1987. *Flore du Québec nordique et des territoires adjacents*. Centre d'études nordiques et Herbier Louis-Marie, Université Laval, Québec, 785 p.

NatureServe. 2004. NatureServe Benchmark Data Content Standards. Version 2.0. 28 p. <http://www.natureserve.org/prodServices/heritagemethodology.jsp>

PARKER, G.R. 1975. *An investigation of caribou range on Southampton Island, N.W.T*. Canadian Wildlife Service Report Series n^{o} 33, 83 p.

PAYETTE, S. ET R. LAJEUNESSE. 1980. *Les combes à neige de la rivière aux Feuilles (Nouveau-Québec) : indicateurs paléoclimatiques holocènes*. Géographie physique et Quaternaire, 34 : 209-220.

PAYETTE, S. ET E. LEPAGE. 1977. *La flore vasculaire du golfe de Richmond, baie d'Hudson, Nouveau-Québec*. Provancheria n^{o} 7, 68 p.

PAYETTE, S., L. FILION ET J. OUZILLEAU. 1973. *Relations neige-végétation dans la toundra forestière du Nouveau-Québec, baie d'Hudson*. Naturaliste canadien, 100 : 493-508.

PORSILD, A.E. 1951. *Plant life in the Arctic*. Canadian Geographical Journal, 43 : 121-145.

PORSILD, A.E. 1964. *Illustrated Flora of the Canadian Arctic Archipelago*. 2nd edition. National Museum of Canada, Bulletin n^{o} 146, 218 p.

Québec, Gouvernement du. 2012. *Arrêté ministériel concernant la publication d'une liste d'espèces de la flore vasculaire menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées et concernant la publication d'une liste des espèces de la faune menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées [c. E-12.01, r. 4].* Annexe 1. Liste des espèces floristiques menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées. Les Publications du Québec, Éditeur officiel du Québec, 1er juillet 2012, 11 p.

RANNIE, W.F. 1986. *Summer air temperature and number of vascular species in Arctic Canada*. Arctic, 2 : 133-137.

SABOURIN, A. 1991. *Guide des crucifères sauvages de l'est du Canada*. Les Presses du CEGEP de Saint-Jérôme, 249 p.

SCOGGAN, H.J. 1978-79. *Flora of Canada. National Museums of Canada*, National Museum of Natural Sciences, Publication in botany n^{o} 7, Ottawa, 1711 p.

THERRIEN, J., Y. PLOURDE, B. TREMBLAY, M. PELLETIER ET J. PARADIS, 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud – Inventaires complémentaires à la baie Déception*. Rapport sectoriel préliminaire – Étude d'impact sur l'environnement. Rapport de Génivar pour Canadian Royalties inc. 90 p.

TREMBLAY, B. 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud – Inventaire de la flore vasculaire, de la végétation et des plantes rares. Rapport sectoriel – Étude d'impact sur l'environnement.* Rapport de GENIVAR pour Canadian Royalties Inc. 47 p et annexes.

YOUNG, S.B. 1971. *The vascular flora of Saint Lawrence Island with special reference to floristic zonation in the arctic regions*. Contribution of the Gray Herbarium of Harvard University, 201 : 11-115.

ANNEXE 1

Relevés de végétation par communauté végétale

		Relevé	No	3	17	18	23	25
		Localisation	Lat. N	62°06'52''	62°06'20''	62°06'20''	62°06'07''	62°07'05''
			Long. O	74°37'15''	74°35'16''	74°35'22''	74°36'06''	74°36'53''
			Date	2012-07-20	2012-07-21	2012-07-21	2012-07-21	2012-07-22
	Observateurs	J Deshaye S Thibodeau-Gosselin						
		Communauté végétale (milieu)		Prairie mésique	Prairie mésique	Prairie mésique	Prairie mésique	Prairie mésique
		Drainage		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
		Substrat		Till remanié	Roc+till/roc	Roc+till/roc	Till remanié	Sable+blocs
		Perturbation (niveau)						
		Lien hydrologique (N/O)		N	N	N	N	N
		Recouvrement	strate am		+			+
			strate ab	4	1	4	2	1
			strate h	4	3	2	2	3
			strate m	2		2	2	2
			litière		3	1	1	2
			sol	2	2	2	3	2
			eau					

Strate*	Genre	Espèces espèce	ssp/var					
am	*Salix*	*glauca*	var. *cordifolia*		+			+
ab	*Cassiope*	*tetragona*	ssp. *tetragona*	1		2		
ab	*Empetrum*	*nigrum s.l.*		+				+
ab	*Rhododendron*	*lapponicum*		1				
ab	*Rhododendron*	*tomentosum*		+				
ab	*Salix*	*arctica*					+	1
ab	*Salix*	*arctophila*		+				
ab	*Salix*	*herbacea*			1	3	1	
ab	*Salix*	*reticulata*		2				
ab	*Vaccinium*	*uliginosum*		3		2	2	
ab	*Vaccinium*	*vitis-idaea*						
h	*Alopecurus*	*magellanicus*				+		
h	*Anemone*	*richardsonii*			+	+		
h	*Antennaria*	*friesiana*	ssp. *friesiana*					+
h	*Antennaria*	*monocephala*	ssp. *angustata*			+		
h	*Anthoxanthum*	*monticola*	ssp. *alpinum*	2	2	2	2	
h	*Arabidopsis*	*arenicola*						+
h	*Arctagrostis*	*latifolia*		1				
h	*Armeria*	*maritima*	ssp. *sibirica*	+			+	1
h	*Arnica*	*angustifolia*	ssp. *angustifolia*					+
h	*Bistorta*	*vivipara*		1	+	+	+	2
h	*Calamagrostis*	*lapponica*				+		
h	*Campanula*	*gieseckeana*						+
h	*Campanula*	*uniflora*						+
h	*Carex*	*aquatilis*			1			
h	*Carex*	*atrofusca*		+				
h	*Carex*	*bigelowii*		1		1	1	+
h	*Carex*	*capillaris*					+	
h	*Carex*	*fuliginosa*		1				
h	*Carex*	*lachenalii*			1			
h	*Carex*	*membranacea*			+			
h	*Carex*	*norvegica*						+
h	*Carex*	*saxatilis*		2				
h	*Carex*	*vaginata*		+		+		
h	*Carex*	*williamsii*		1				
h	*Cerastium*	*alpinum*				+		
h	*Chamerion*	*latifolium*		+				+
h	*Draba*	*glabella*	var. *glabella*					+
h	*Draba*	*nivalis*						+
h	*Dryas*	*integrifolia*	ssp. *integrifolia*	1		+	1	1
h	*Eriophorum*	*angustifolium*	ssp. *angustifolium*	+	2			
h	*Eriophorum*	*callitrix*		1				
h	*Euphrasia*	*wettsteinii*						+
h	*Eutrema*	*edwardsii*		+				
h	*Festuca*	cf. *hyperborea*		+				
h	*Festuca*	*rubra*	ssp. *arctica*					1
h	*Kobresia*	*myosuroides*		+				1
h	*Kobresia*	*simpliciuscula*	ssp. *subholarctica*	+				
h	*Luzula*	*confusa*		+		+	+	+
h	*Luzula*	*multiflora*						+
h	*Luzula*	*spicata*						+
h	*Oxyria*	*digyna*		+	1			
h	*Oxytropis*	*deflexa*	ssp. *foliolosa*					+
h	*Oxytropis*	*maydelliana*	ssp. *melanocephala*	+		+		1
h	*Papaver*	*labradoricum*		+				
h	*Pedicularis*	*flammea*		+				
h	*Pedicularis*	*hirsuta*		+				
h	*Pedicularis*	*lapponica*			+	+	+	
h	*Poa*	*arctica*	ssp. *arctica*			1		1
h	*Potentilla*	*hyparctica*	ssp. *hyparctica*					+
h	*Potentilla*	*nivea*						1
h	*Potentilla*	*vahliana*						+
h	*Pyrola*	*grandiflora*				1		
h	*Ranunculus*	*arcticus*						+
h	*Ranunculus*	*nivalis*			1			
h	*Sagina*	*nivalis*						+
h	*Saxifraga*	*cernua*		+	+	+		
h	*Saxifraga*	*cespitosa*						+
h	*Saxifraga*	*hirculus*		+				
h	*Saxifraga*	*tricuspidata*		+				
h	*Silene*	*acaulis*		+			+	

		Relevé	No	3	17	18	23	25
		Localisation	Lat. N	62°06'52''	62°06'20''	62°06'20''	62°06'07''	62°07'05''
			Long. O	74°37'15''	74°35'16''	74°35'22''	74°36'06''	74°36'53''
			Date	2012-07-20	2012-07-21	2012-07-21	2012-07-21	2012-07-22
	Observateurs	J Deshaye S Thibodeau-Gosselin						
		Communauté végétale (milieu)		Prairie mésique	Prairie mésique	Prairie mésique	Prairie mésique	Prairie mésique
		Drainage		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
		Substrat		Till remanié	Roc+till/roc	Roc+till/roc	Till remanié	Sable+blocs
		Perturbation (niveau)						
		Lien hydrologique (N/O)		N	N	N	N	N
		Recouvrement	strate am		+			+
			strate ab	4	1	4	2	1
			strate h	4	3	2	2	3
			strate m	2		2	2	2
			litière		3	1	1	2
			sol	2	2	2	3	2
			eau					

Strate*	Genre	Espèces espèce	ssp/var					
h	*Stellaria*	*longipes*		+	+			+
h	*Taraxacum*	*ceratophorum*						+
h	*Tofieldia*	*pusilla*		+				+
h	*Trisetum*	*spicatum*						+
m	Lichens					1		+
m	Mousses			2		2	2	2
m	Sphaignes							
sol	Litière				3	1	1	2
	Sol nu			2	2	2	3	2
	Eau libre							

*	am	arbustive moyenne
	ab	arbustive bassse
	h	herbacée
	m	muscinale

		Relevé	No	6	11	21
		Localisation	Lat. N	62°06'37''	62°06'59''	62°06'06''
			Long. O	74°36'52''	74°36'13''	74°35'36''
			Date	2012-07-20	2012-07-20	2012-07-21
	Observateurs	J Deshaye S Thibodeau-Gosselin				
		Communauté végétale (milieu)		Toundra sèche	Toundra sèche	Toundra sèche
		Drainage		Très bon	Très bon	Très bon
		Substrat		Dépôts littoraux/till	Dépôts littoraux	Gravier/roc
		Perturbation (niveau)				
		Lien hydrologique (N/O)		N	N	N
		Recouvrement	strate am		+	
			strate ab	2	1	
			strate h	2	2	
			strate m		2	1
			litière			
			sol	4	3	4
			eau			

		Espèces				
Strate*	Genre	espèce	ssp/var			
am	*Betula*	*glandulosa*			+	
ab	*Arctous*	*alpina*		+	+	
ab	*Cassiope*	*tetragona*	ssp. *tetragona*	1		
ab	*Salix*	*arctophila*			+	
ab	*Salix*	*herbacea*		1		
ab	*Salix*	*reticulata*			+	
ab	*Salix*	*uva-ursi*		1		1
ab	*Vaccinium*	*uliginosum*		1	1	
ab	*Vaccinium*	*vitis-idaea*		+		
h	*Anthoxanthum*	*monticola*	ssp. *alpinum*	1		1
h	*Arabidopsis*	*arenicola*		+		
h	*Artemisia*	*borealis*	ssp. *borealis*	+		
h	*Bistorta*	*vivipara*				+
h	*Calamagrostis*	*lapponica*			2	
h	*Campanula*	*gieseckeana*			+	
h	*Campanula*	*uniflora*		+		+
h	*Cardamine*	*bellidifolia*			+	
h	*Carex*	*capillaris*		+		
h	*Carex*	*nardina*		+		
h	*Carex*	*rupestris*		1		
h	*Cerastium*	*alpinum*		+		+
h	*Chamerion*	*latifolium*		+		
h	*Comastoma*	*tenellum*			+	
h	*Deschampsia*	*cespitosa*	ssp. *cespitosa*	+		
h	*Diapensia*	*lapponica*		+		
h	*Draba*	*nivalis*		+		
h	*Dryas*	*integrifolia*	ssp. *integrifolia*	+		+
h	*Eriophorum*	*angustifolium*	ssp. *angustifolium*		+	
h	*Festuca*	*brachyphylla*			+	
h	*Juncus*	*biglumis*		+		
h	*Kobresia*	*myosuroides*		1		2
h	*Leymus*	*mollis*	ssp. *mollis*		+	
h	*Luzula*	*confusa*		+		+
h	*Luzula*	*multiflora*			+	
h	*Luzula*	*spicata*			+	
h	*Luzula*	*wahlenbergii*			+	
h	*Minuartia*	*biflora*		+		
h	*Minuartia*	*rubella*		+		
h	*Oxytropis*	*campestris*		+		+
h	*Oxytropis*	*deflexa*	ssp. *foliolosa*		+	
h	*Oxytropis*	*maydelliana*	ssp. *melanocephala*		+	
h	*Papaver*	*labradoricum*		+		
h	*Poa*	*arctica*	ssp. *caespitans*		+	
h	*Potentilla*	*arenosa*	ssp. *chamissonis*		1	
h	*Pyrola*	*grandiflora*		+		
h	*Sagina*	*nivalis*		+		
h	*Saxifraga*	*oppositifolia*	ssp. *oppositifolia*		+	
h	*Saxifraga*	*tricuspidata*		1		
h	*Silene*	*acaulis*		+	+	+
h	*Taraxacum*	*lapponicum*			+	
h	*Tofieldia*	*pusilla*			1	
m	Lichens				2	1
m	Mousses					
m	Sphaignes					
sol	Litière					
	Sol nu			4	3	4
	Eau libre					

*	am	arbustive moyenne
	ab	arbustive bassse
	h	herbacée
	m	muscinale

		Relevé	No	7	12	20	26
		Localisation	Lat. N	62°06'39"	62°06'37"	62°06'06"	62°07'07"
			Long. O	74°36'50"	74°34'46"	74°35'36"	74°36'42"
			Date	2012-07-20	2012-07-21	2012-07-21	2012-07-22
	Observateurs	J Deshaye S Thibodeau-Gosselin					
		Communauté végétale (milieu)		Toundra rocheuse	Toundra rocheuse	Toundra rocheuse	Toundra rocheuse
		Drainage		Excessif	Excessif	Excessif	Excessif
		Substrat		Roc	Blocs/roc	Roc	Roc
		Perturbation (niveau)					
		Lien hydrologique (N/O)		N	N	N	N
		Recouvrement	strate am		+		+
			strate ab	3	+	3	+
			strate h	1	2	2	2
			strate m	5	3	2	4
			litière				
			sol	4	5	4	4
			eau				

Strate*	Genre	Espèces espèce	ssp/var				
am	*Betula*	*glandulosa*			+		+
ab	*Arctous*	*alpina*		2			
ab	*Cassiope*	*tetragona*	ssp. *tetragona*	+		2	
ab	*Empetrum*	*nigrum s.l.*		+			
ab	*Salix*	*arctica*			+	+	+
ab	*Salix*	*calcicola*	var. *calcicola*				+
ab	*Salix*	*reticulata*					+
ab	*Salix*	*uva-ursi*		2		2	
ab	*Vaccinium*	*uliginosum*		2	+	1	
ab	*Vaccinium*	*vitis-idaea*		1	+		
h	*Antennaria*	*monocephala*	ssp. *angustata*				+
h	*Anthoxanthum*	*monticola*	ssp. *alpinum*	1	1	1	+
h	*Arabidopsis*	*arenicola*					+
h	*Arenaria*	*humifusa*					+
h	*Armeria*	*maritima*	ssp. *sibirica*				+
h	*Astragalus*	*eucosmus*	ssp. *eucosmus*				+
h	*Bistorta*	*vivipara*		+			+
h	*Calamagrostis*	*stricta*	ssp. *stricta*				+
h	*Campanula*	*gieseckeana*					1
h	*Campanula*	*uniflora*		+	+	+	
h	*Cardamine*	*bellidifolia*		+			
h	*Carex*	*bigelowii*		+		1	
h	*Carex*	*glareosa*	ssp. *glareosa*				+
h	*Carex*	*rupestris*		+			1
h	*Carex*	*scirpoidea*	ssp. *scirpoidea*				+
h	*Cerastium*	*alpinum*			+	+	+
h	*Chamerion*	*latifolium*		+			+
h	*Cochlearia*	*groenlandica*					+
h	*Diapensia*	*lapponica*				+	
h	*Draba*	*nivalis*					+
h	*Eutrema*	*edwardsii*		+	+		
h	*Festuca*	*brachyphylla*				+	+
h	*Festuca*	*rubra*	ssp. *arctica*				1
h	*Kobresia*	*myosuroides*		+		+	
h	*Luzula*	*confusa*		+	1		+
h	*Luzula*	*multiflora*					+
h	*Micranthes*	*nivalis*					+
h	*Minuartia*	*rubella*					+
h	*Oxytropis*	*campestris*				+	
h	*Oxytropis*	*deflexa*	ssp. *foliolosa*				+
h	*Oxytropis*	*maydelliana*	ssp. *melanocephala*				+
h	*Pedicularis*	*lapponica*		+			
h	*Poa*	*arctica*	ssp. *arctica*	+	1	+	+
h	*Potentilla*	*hyparctica*	ssp. *hyparctica*	+	+		
h	*Potentilla*	*vahliana*					+
h	*Ranunculus*	*arcticus*					+
h	*Saxifraga*	*tricuspidata*			2		1
h	*Silene*	*acaulis*		+		+	+
h	*Stellaria*	*longipes*		+	+		
h	*Taraxacum*	*ceratophorum*					+
h	*Trisetum*	*spicatum*					+
m	Lichens			4	3		3
m	Mousses			2	1		2
m	Sphaignes						
sol	Litière						
	Sol nu			4	5		4
	Eau libre						

*	am	arbustive moyenne
	ab	arbustive bassse
	h	herbacée
	m	muscinale

		Relevé	No	28	15	13
		Localisation	Lat. N	62°07'00"	62°06'29"	62°06'42"
			Long. O	74°36'30"	74°35'03"	74°35'05"
			Date	2012-07-22	2012-07-21	2012-07-21
	Observateurs	J Deshaye S Thibodeau-Gosselin				
		Communauté végétale (milieu)		Étang	Étang	Étang
		Drainage		Inondé	Inondé	Inondé
		Substrat		Argile	Argile	Limon+sable
		Perturbation (niveau)				
		Lien hydrologique (N/O)		O	O	O
		Recouvrement	strate am			
			strate ab			
			strate h	1	2	3
			strate m			
			litière			
			sol	2	2	
			eau	5	5	5
		Espèces				
Strate*	Genre	espèce	ssp/var			
h	*Arctofila*	*fulva*			1	+
h	*Callitriche*	*palustris*			+	
h	*Eleocharis*	*acicularis*		+	+	
h	*Hippuris*	*vulgaris*		+	1	3
h	*Phippsia*	*algida*			+	
h	*Pleuropogon*	*sabinei*		+		
h	*Potamogeton*	*subsibiricus*				1
h	*Ranunculus*	*aquatilis*	var. *diffusus*		+	+
h	*Ranunculus*	*hyperboreus*			+	
h	*Stuckenia*	*filiformis*	ssp. *alpina*	1		+
m	Lichens					
m	Mousses					
m	Sphaignes					
sol	Litière					
	Sol nu				2	
	Eau libre				5	5
*	am	arbustive moyenne				
	ab	arbustive bassse				
	h	herbacée				
	m	muscinale				

ANNEXE 2

Liste des espèces recensées

Liste annotée des espèces vasculaires observées

La liste suivante contient les 191 taxons vasculaires observés du 20 au 25 juillet 2012 à la baie Déception. Le nom latin de chaque plante est suivi de la répartition globale de l'espèce, de la synonymie usuelle et des noms français et anglais. On retrouve aussi quelques renseignements sur l'habitat de la plante, sa fréquence et son abondance dans les secteurs visités et son usage traditionnel par les communautés Inuites. À cet égard, Blondeau et coll. (2010) regroupent en cinq catégories les divers emplois des plantes au Nunavik, soit comme plantes comestibles, plantes combustibles, plantes à thé, plantes médicinales et pour divers usages de la vie courante. La capacité de certaines espèces à coloniser rapidement des sites fraichement perturbés, par l'homme ou selon des processus naturels, est soulignée. Enfin, les numéros des spécimens récoltés sont indiqués, le cas échéant. Tous les spécimens seront déposés à l'Herbier du Québec.

Lycopodiaceae
Huperzia selago (L.) Bernh. (*sensu lato*) Arctique-alpin circumpolaire [*Lycopodium selago* L.]
Lycopode sélagine. Northern firmoss.
Prairie mésique ou humide. Très peu fréquent et peu abondant.
Principaux usages traditionnels : plante combustible, autres (brosse à vêtement). Certains usages alimentaires sont mentionnés, mais Hultén (1968) indique que la plante renferme des alcaloïdes toxiques.
Récoltes : 12-357, 12-601.

Equisetaceae
Equisetum arvense L. Cosmopolite
Prêle des champs. Field horsetail.
Occasionnel en bordure des ruisseaux, des combes à neige et dans les prairies humides. Peu abondant. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : autres (essuie-main).
Récoltes : 12-224, 12-336, 12-746, 12-773.

Ophioglossaceae
Botrychium lunaria (L.) Sw. Circumboréal
Botryche lunaire. Common moonwort.
Observé dans une combe à neige, près de la mer. Très rare.
Principaux usages traditionnels : aucun connu.
Récoltes : 12-564.
Botrychium sp.
Espèce minuscule d'identité indéterminée observée dans une combe à neige près de la mer.
Récoltes : 12-367.

Cystopteridaceae
Cystopteris fragilis (L.) Bernh. Cosmopolite
Cystoptère fragile. Fragile fern.
Peu fréquent et restreint à quelques habitats rocheux, ombragés et secs.
Principaux usages traditionnels : plante à thé, autres (signet, jouet d'enfant).
Récoltes : 12-337, 12-723.

Dryopteridaceae
Dryopteris fragrans (L.) Schott Circumpolaire à aire disjointe
Dryoptère odorante. Fragrant wood fern.
Peu fréquent et restreint à quelques habitats rocheux et secs.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-326, 12-579.**Tofieldiaceae**
Tofieldia pusilla (Michx.) Pers. Arctique-alpin circumpolaire
Tofieldie naine. Small tofieldia.
Occasionnel dans les prairies humides et les marais. Peu abondant.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-237, 12-427.

Juncaginaceae
Triglochin palustris L. Circumboréal
Troscart des marais. Marsh arrowgrass.
Marais salés abrités. Apparemment peu commun. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-532.

Potamogetonaceae
Potamogeton subsibiricus Hagst. Boréal nord-américain et est-asiatique [***P. porsildiorum*** Fern.]
Potamot de l'Ienisseï. Yenisseï River pondweed.
Mare permanente à fond sableux. Plutôt rare, mais localement abondant. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-428.
Stuckenia filiformis (Pers.) Boerner ssp. ***alpina*** (Blytt) R.R. Haynes, Les & M. Král Circumboréal [***Potamogeton filiformis*** Pers. var. ***alpinus*** (Blytt) Almquist].
Potamot filiforme alpin. Alpine thread-leaved pondweed.
Çà et là dans quelques étangs ou ruisseaux près de la mer. Peu abondant. Aquatique et halophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-434.

Juncaceae
Juncus arcticus Willd. ssp. ***arcticus*** Arctique-alpin circumpolaire
Jonc arctique. Arctic rush.
Occasionnel dans les marais d'eau douce ou salée. Localement abondant. Halophile.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-217, 12-529, 12-657.
Juncus biglumis L. Arctique-alpin circumpolaire
Jonc à deux glumes. Two-glumed rush.
Très peu fréquent. Observé dans quelques ostioles.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-303.

Juncus castaneus Sm. ssp. ***castaneus*** Arctique-alpin circumpolaire
Jonc marron. Chestnut rush.
Occasionnel et peu abondant dans les marais et les prairies humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-226, 12-710.
Juncus triglumis L. ssp. ***albescens*** (Lange) Hult. Arctique-alpin circumpolaire [***J. albescens*** (Lange) Fern.]
Jonc blanchâtre. Northern white rush.
Occasionnel dans les marais et les prairies humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-228.
Luzula confusa Lindeb. Arctique-alpin circumpolaire
Luzule trompeuse. Northern woodrush.
Relativement fréquent et peu abondant dans les habitats secs et exposés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-284, 12-477.
Luzula multiflora (Ehrh.) Lejeune ssp. ***frigida*** (Buch.) Krecz. Circumboréal
Luzule des frimes. Northern many-flowered woodrush.
Occasionnel et localement abondant dans les prairies sèches ou humides et sur quelques terrasses graveleuses. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-210, 12-511, 12-598.
Luzula nivalis (Laest.) Spreng. Circumpolaire [***L. arctica*** Blytt]
Luzule arctique. Arctic woodrush.
Peu fréquent et peu abondant sur les sites graveleux bien drainés, perturbés ou non.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-397, 12-555.
Luzula spicata (L.) DC. Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe
Luzule en épi. Spiked woodrush.
Occasionnel en bordure des terrasses graveleuses.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-377, 12-478.
Luzula wahlenbergii Rupr. Circumpolaire
Luzule de Wahlenberg. Wahlenberg's woodrush.
Occasionnel dans les prairies humides, plus fréquent dans les combes à neige. Peu abondant.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-266, 12-691.

Cyperaceae

Carex aquatilis Wahl. var.***aquatilis*** Circumboréal
Carex aquatique. Water sedge.
Commun et très abondant dans les marais.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-204, 12-542, 12-560, 12-652.

Carex atrofusca Schkuhr Arctique-alpin circumpolaire
Carex brun foncé. Dark-brown sedge.
Fréquent et peu abondant dans les prairies humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-234, 12-354, 12-768.

Carex bicolor All. Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe
Carex bicolore. Two-coloured sedge.
Peu fréquent et localement abondant sur les rivages maritimes humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-558, 12-637.

Carex bigelowii Torr. ssp. ***bigelowii*** Arctique-alpin circumpolaire
Carex de Bigelow. Bigelow's sedge.
Commun et abondant un peu partout. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-220, 12-258, 12-605.

Carex capillaris L. ssp. ***capillaris*** Circumboréal
Carex capillaire. Hair-like sedge.
Occasionnel dans les habitats plus ou moins bien drainé. Localement abondant.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-221, 12-311, 12-592.

Carex capitata L. Arctique-alpin circumpolaire [***C. arctogena*** Sm.]
Carex capité. Capitate sedge.
Rare. Observé une fois seulement sur une terrasse graveleuse plus ou moins perturbée.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-695.

Carex chordorrhiza Ehrh. Circumboréal
Carex à longs stolons. Creeping sedge.
Localisé et plus ou moins abondant en bordure des chenaux ou des ruisseaux dans les marais.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-440, 12-698, 12-765.

Carex fuliginosa Schkuhr Circumpolaire [***C. misandra*** R. Br.]
Carex fuligineux. Short-leaved sedge.
Fréquent et peu abondant dans des habitats humides ou bien drainés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-233, 12-554, 12-584.

Carex glareosa Wahl. ssp. ***glareosa*** Circumpolaire à aire disjointe [***C. amphigena*** (Fern.) Mack.]
Carex des graviers. Gravel sedge.
Relativement fréquent et peu abondant le long du littoral maritime. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-510, 12-549, 12-640, 12-645, 12-649.
Carex holostoma Drejer Circumpolaire à aire disjointe
Carex à bec entier. Arctic marsh sedge.
Très peu commun et peu abondant sur quelques sites humides exposés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-570.
Carex lachenalii Schkuhr Arctique-alpin circumpolaire [***C. bipartita*** Bellardi]
Carex de Lachenal. Lachenal's sedge.
Commun et abondant dans les combes à neige et les prairies abritées. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-325, 12-449, 12-680, 12-729.
Carex marina Dewey Circumpolaire [***C. amblyorhynca*** Krecz.]
Carex marin. Sea sedge.
Rare et très peu abondant dans les marais.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-236.
Carex maritima Gunn. Circumpolaire
Carex maritime. Seaside sedge.
Relativement fréquent et abondant sur les graviers du littoral maritime. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-465, 12-470, 12-557, 12-559.
Carex membranacea Hook. Arctique nord-américain et est-asiatique.
Carex membraneux. Fragile sedge.
Fréquent et abondant dans les marais et les prairies humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-371, 12-767.
Carex microglochin Wahl. ssp. ***microglochin*** Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe
Carex à petite arête. Bristle sedge.
Occasionnel et peu abondant dans les marais salés ou d'eau douce.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-223, 12-548.
Carex nardina Fries Arctique-alpin nord-américain.
Carex nard. Nard sedge.
Terrasses graveleuses exposées. Plutôt rare.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-300, 12-425.

Carex norvegica Retz. Arctique-alpin amphi-atlantique [***C. vahlii*** Schkuhr]
Carex de Norvège. Norway sedge.
Fréquent et peu abondant un peu partout, dans les sites naturels ou perturbés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-239, 12-447, 12-461, 12-472, 12-661, 12-766.
Carex rariflora (Wahl.) Sm. var. ***rariflora*** Circumpolaire
Carex rariflore. Loose-flowered alpine sedge.
Fréquent et abondant dans les marais.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-242.
Carex rupestris All. Arctique-alpin circumpolaire
Carex des rochers. Rock sedge.
Relativement fréquent et peu abondant sur les rochers et les terrasses graveleuses exposées.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-310, 12-413, 12-500, 12-501, 12-663, 12-741.
Carex saxatilis L. Arctique-alpin circumpolaire [***C. miliaris*** Michx., ***C. physocarpa*** Presl]
Carex saxatile. Russet sedge.
Commun et plus ou moins abondant dans les marais et les habitats riverains.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-238, 12-360, 12-573, 12-703, 12-749.
Carex scirpoidea Michx. ssp. ***scirpoidea*** Arctique-alpin nord-américain et est-asiatique
Carex faux-scirpe. Single-spike sedge.
Très peu commun et peu abondant. Habitats rocheux abrités.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-338, 12-502, 12-738.
Carex subspathacea Wormsk. Circumpolaire
Carex subspathacé. Hoppner's sedge.
Restreint aux marais salés. Rare, localement plus ou moins abondant. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-540.
Carex supina Willd. ssp. ***spaniocarpa*** (Steud.) Hult. Arctique nord-américain et est-asiatique.
Carex prostré. Weak arctic sedge.
Rare, mais localement abondant. Observé une fois seulement sur un grand talus d'une terrasse sableuse.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-762.
Carex ursina Dewey Circumpolaire
Carex des ours. Bear sedge.
Apparemment rare (souvent enfoui dans le sable) et restreint aux rivages maritimes sablo-graveleux. Localement abondant. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-619.

Carex vaginata Tausch Circumboréal
Carex engainé. Sheated sedge.
Relativement fréquent et plus ou moins abondant dans les sites herbeux et abrités.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-244, 12-660, 12-721.
Carex williamsii Britt. Arctique nord-américain et est-asiatique
Carex de Williams. Williams' sedge.
Commun et localement abondant dans les habitats humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-215, 12-713, 12-754.
Eleocharis acicularis (L.) R. & S. Cosmopolite
Éléocharide aciculaire. Needle spikerush.
Fréquent et localement abondant dans les étangs plus ou moins exondés.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-386A, 12-446, 12-711.
Eriophorum angustifolium Honckeny ssp. ***angustifolium*** Circumboréal
Linaigrette à feuilles étroites. Narrow-leaved cottongrass.
Commun et abondant dans les marais, les prairies humides et le long des ruisseaux.
Principaux usages traditionnels : plante combustible (mèche de lampe), plante médicinale (pansement), autres (signal pour la chasse).
Récoltes : 12-222.
Eriophorum callitrix Cham. Arctique nord-américain et est-asiatique
Linaigrette à belle crinière. Beautifull cottongrass.
Occasionnel et peu abondant dans quelques milieux humides.
Principaux usages traditionnels : plante combustible (mèche de lampe), plante médicinale (pansement), autres (signal pour la chasse).
Récoltes : 12-273, 12-752.
Eriophorum scheuchzeri Hoppe ssp. ***scheuchzeri*** Arctique-alpin circumpolaire
Linaigrette de Scheuchzer. Scheuchzer's cottongrass.
Fréquent et localement très abondant dans les marais et le long de certains ruisseaux.
Principaux usages traditionnels : plante combustible (mèche de lampe), plante médicinale (pansement), autres (signal pour la chasse).
Récoltes : 12-230, 12-246, 12-677.
Kobresia myosuroides (Vill.) Fiori Arctique-alpin circumpolaire [***K. bellardi*** (All.) Degl.]
Kobrésie fausse-queue-de-souris. Bellard's kobresia.
Fréquent et abondant sur les sites graveleux secs et exposés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-253, 12-307, 12-410, 12-490, 12-669, 12-670.
Kobresia simpliciuscula (Wahl.) Mack. ssp. ***subholarctica*** Egorova Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe
Kobrésie simple. Simple kobresia.
Occasionnel et plus ou moins abondant dans les milieux plus ou moins humides.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-388, 12-392, 12-409, 12-705, 12-716.

Trichophorum cespitosum (L.) Hartm. Circumboréal [***Scirpus caespitosus*** L.]
Trichophore cespiteux. Tufted clubrush.
Apparemment rare et peu abondant. Toundra humide.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-361.

Poaceae
Agrostis mertensii Trin. Circumboréal à aire disjointe [***A. borealis*** Hartm.]
Agrostide de Mertens. Northern bentgrass.
Peu fréquent et peu abondant dans quelques sites bien drainés. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-402, 12-528.
Alopecurus magellanicus Lam. Circumpolaire [***A. alpinus*** Sm., ***A. borealis*** Trin.]
Vulpin boréal. Alpine foxtail.
Occasionnel et localement abondant le long des ruisseaux.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-296, 12-609.
Anthoxanthum arcticum Veldkamp Circumpolaire à aire disjointe [***Hierochloë pauciflora*** R. Br.]
Hiérochloé pauciflore. Arctic sweetgrass.
Peu fréquent, mais localement abondant dans quelques marais.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-235, 12-387, 12-715.
Anthoxanthum monticola (Bigel.) Veldkamp ssp. ***alpinum*** (Sw.) Soreng Arctique-alpin circumpolaire [***Hierochloë alpina*** (Sw.) R. & S. ssp. ***alpina***]
Hiérochloé alpine. Alpine sweetgrass.
Fréquent et abondant dans les sites bien drainés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-259, 12-614.
Arctagrostis latifolia (R. Br.) Griseb. ssp. ***latifolia*** Circumpolaire
Arctagrostide à larges feuilles. Polargrass.
Fréquent et abondant dans tous les sites herbeux, humides ou bien drainés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : Spécimen manquant.
Arctophila fulva (Trin.) Anderss. Circumpolaire
Arctophile fauve. Pendantgrass.
Restreint à la bordure des plans d'eau peu profonds où il est localement abondant.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-426, 12-701.

Calamagrostis canadensis (Michx.) Beauv. var. ***langsdorffii*** (Link) Inman Circumboréal
Calamagrostide de Langsdorff. Langsdorff's reedgrass.
Sites abrités biens drainés. Peu fréquent.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-323, 12-678, 12-726, 12-728.
Calamagrostis lapponica (Wahl.) Hartm. Circumpolaire
Calamagrostide de Laponie. Lapland reedgrass.
Peu fréquent et peu abondant. Sites herbeux abrités.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-218, 12-297, 12-553, 12-599.
Calamagrostis stricta (Timm) Koeler ssp. ***stricta*** Circumboréal [***C. neglecta*** (Ehrh.) Gaertn., Mey. & Scherb.]
Calamagrostide raide. Slim-stemmed reedgrass.
Apparemment très peu commun. Rochers.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-497.
Deschampsia cespitosa (L.) Beauv. ssp. ***cespitosa*** Circumboréal
Deschampsie cespiteuse. Tufted hairgrass.
Fréquent et relativement abondant dans les milieux mésiques ou humides, tant à l'intérieur que sur le littoral maritime. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-309, 12-332, 12-386, 12-530, 12-536, 12-629.
Deschampsia sukatschewii (Poplavskaja) Roshevitz Circumpolaire [***D. paramushirensis*** Honda, ***D. pumila*** (Ledeb.) Ostenf.
Deschampsie naine. Dwarf hairgrass.
Peu fréquent et localement abondant. Restreint à la bordure des mares. Plante susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-709, 12-747.
Dupontia fisheri R. Br. Circumpolaire
Dupontie de Fisher. Fisher's tundra grass.
Fréquent et abondant dans les marais.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-243, 12-245, 12-719.
Festuca brachyphylla Schultes ssp. ***brachyphylla*** Arctique-alpin circumpolaire
Fétuque à feuilles courtes. Short-leaved fescue.
Fréquent et plus ou moins abondant sur les sites secs et exposés. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-263, 12-347, 12-503, 12-596, 12-602, 12-622, 12-633, 12-636, 12-643, 12-731, 12-764.

Festuca cf. ***hyperborea*** Holmen Circumpolaire à aire disjointe.
Fétuque hyperboréale. Northern fescue.
Peu fréquent et concentré principalement sur quelques terrasses graveleuses du littoral maritime. Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec. Les spécimens récoltés sont en processus de vérification.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-251, 12-270, 12-630, 12-631, 12-632, 12-648, 12-727.
Festuca rubra L. ssp. ***arctica*** (Hack.) Govorov Circumboréal
Fétuque de Richardson. Richardson's fescue.
Occasionnel et plus ou moins abondant le long des rivages maritimes. Halophile.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-466, 12-524, 12-550.
Leymus mollis (Trin.) Pilger ssp. ***mollis*** Boréal nord-américain et est-asiatique [***Elymus mollis*** Trin.]
Élyme des sables d'Amérique. Sea lymegrass.
Peu fréquent et localement abondant au sommet des rivages maritimes sableux. Halophile.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-381.
Phippsia algida (Soland.) R. Br. Circumpolaire
Phippsie arctique. Icegrass.
Restreint à quelques sites argileux dénudés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-364, 12-561, 12-621.
Pleuropogon sabinei R. Br. Circumpolaire à aire disjointe
Pleuropogon de Sabine. Sabine's semaphoregrass.
Occasionnel dans l'eau peu profonde des marais ou des ruisseaux. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-355, 12-556.
Poa alpina L. ssp. ***alpina*** Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe.
Pâturin alpin. Alpine bluegrass.
Peu fréquent et peu abondant. Plus commun dans les combes à neige.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-365, 12-517.
Poa arctica R. Br. ssp. ***arctica*** Arctique-alpine circumpolaire
Pâturin arctique. Arctic bluegrass.
Très fréquent et abondant dans la majorité des habitats. Espèce pionnière.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-219, 12-400, 12-506, 12-546, 12-615, 12-740.
ssp. ***caespitans*** Arctique amphi-atlantique
Occasionnel et peu abondant. Semble restreint à quelques sites bien drainés et abrités, près de la mer.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-378, 12-644.

Poa glauca Vahl ssp. ***glauca*** Arctique-alpin circumpolaire.
Pâturin glauque. Glaucous bluegrass.
Occasionnel et peu abondant sur les rochers et les talus de terrasse.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-348, 12-616.
Poa pratensis L. ssp. ***alpigena*** (Lindm.) Hiitonen Circumpolaire [***P. alpigena*** Lindm.]
Pâturin alpigène. Alpigene bluegrass.
Principalement dans les sites herbeux riches et abrités.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-414, 12-523, 12-544, 12-547, 12-613, 12-654, 12-655, 12-679, 12-693.
Puccinellia phryganodes (Trin.) Scribn. & Merr. Circumpolaire
Puccinellie rampante. Creeping alkaligrass.
Fréquent et très abondant sur les platières argileuses des marais salés abrités. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-385, 12-543, 12-638, 12-639.
Puccinellia tenella (Lange) Holmb. ssp. ***langeana*** (Berlin) Sör. Circumpolaire à aire disjointe [P. langeana (Berlin) Sör.]
Puccinellie maigre. Tundra alkaligrass.
Occasionnel et parfois abondant sur les rochers ou les graviers du littoral maritime. Se rencontre aussi dans divers habitats plus ou moins perturbés. Espèce pionnière. Halophile.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-462, 12-576, 12-769.
Puccinellia vaginata (Lange) Fern. & Weath. Arctique nord-américain et est-asiatique
Puccinellie engainée. Tussock alkaligrass.
Rare et peu abondant. Marais salé. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-551.
Trisetum spicatum (L.) Richter Arctique-alpin circumpolaire.
Trisète à épi. Narrow false oats.
Occasionnel et peu abondant sur des sites bien drainés et peu exposés.
Principaux usages traditionnels : les tiges fraiches sont comestibles ; les vieilles tiges peuvent être utilisées comme combustible ou comme essuie-main.
Récoltes : 12-279, 12-334, 12-610, 12-732.

Papaveraceae
Papaver labradoricum (Fedde) Solstad & Elven Circumpolaire [***P. lapponicum*** (Tolm.) Nordh., ***P. radicatum*** Rottb.]
Pavot du Labrador. Labrador poppy.
Disséminé et peu abondant sur les sites exposés et bien drainés.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles), plante à thé, plante médicinale (maux d'estomac ou de gorge, fièvre).
Récoltes : 12-256, 12-306, 12-390.

Ranunculaceae

Anemone richardsonii Hook. Arctique nord-américain
Anémone de Richardson. Richardson's anemone.
Relativement commun et plus ou moins abondant dans les combes à neige et le long des ruisseaux.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-289, 12-600, 12-674.

Coptidium lapponicum (L.) Gandoger Circumboréal [***Ranunculus lapponicus*** L.]
Renoncule de Laponie. Lapland buttercup.
Fréquent et abondant au pied des combes à neige.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-673, 12-685.

Coptidium pallasii (Schlecht.) Tzvelev Circumpolaire à aire disjointe [***Ranunculus pallasii*** Schlecht.]
Renoncule de Pallas. Pallas' buttercup.
Peu fréquent. Disséminé dans quelques ruisseaux. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-697.

Ranunculus aquatilis L. var. ***diffusus*** With. Circumboréal [***R. trichophyllus*** Chaix]
Renoncule à long bec. Thread-leaved water buttercup.
Peu fréquent et restreint à quelques mares peu profondes. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-429, 12-438.

Ranunculus arcticus Richards. Arctique-alpin circumpolaire [***R. pedatifidus*** Sm.]
Renoncule arctique. Northern buttercup.
Peu fréquent et peu abondant. Habitats mésiques.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-389, 12-494.

Ranunculus hyperboreus Rottb. Arctique-alpin circumpolaire
Renoncule hyperboréale. Far-northern buttercup.
Fréquent et abondant dans les mares, les ruisseaux et sur certains rivages exondés. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-211, 12-356, 12-445, 12-699.

Ranunculus nivalis L. Circumpolaire
Renoncule des neiges. Snow buttercup.
Fréquent et peu abondant dans les combes à neige. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-320, 12-448, 12-672, 12-683.

Ranunculus pygmaeus Wahl. Arctique-alpin circumpolaire
Renoncule naine. Pygmy buttercup.
Fréquent et parfois abondant dans les combes à neige. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-352, 12-454, 12-676, 12-745.

Saxifragaceae

Chrysosplenium tetrandrum Fries Circumpolaire [***C. alternifolium*** L.]
Dorine à quatre étamines. Northern golden-saxifrage.
Relativement fréquent et plus ou moins abondant le long des ruisseaux ou dans les combes à neige.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-287, 12-653, 12-722.

Micranthes foliolosa (R. Br.) Gornall Arctique-alpin nord-américain [***Saxifraga foliolosa*** R. Br.]
Saxifrage à bulbilles. Leafy saxifrage.
Commun et peu abondant dans la plupart des milieux humides.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-225, 12-288, 12-569, 12-666.

Micranthes nivalis (L.) Small Arctique-alpin circumpolaire [***Saxifraga nivalis*** L.]
Saxifrage des neiges. Snow saxifrage.
Occasionnel et en individus isolés sur les rochers ou les graviers secs.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-396, 12-507, 12-733.

Saxifraga aizoides L. Arctique-alpin amphi-atlantique.
Saxifrage jaune. Yellow mountain saxifrage.
Rare. Une petite population observée en bordure d'un marais.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-696.

Saxifraga cernua L. Arctique-alpin circumpolaire.
Saxifrage penchée. Nodding saxifrage.
Commun et peu abondant dans les habitats herbeux ou les rochers.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-265, 12-331, 12-405, 12-772.

Saxifraga cespitosa L. Arctique-alpin circumpolaire
Très peu fréquent et peu abondant. Rochers, sites perturbés.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-398, 12-485, 12-566.

Saxifraga hirculus L. Arctique-alpin circumpolaire
Saxifrage œil-de-bouc. Yellow marsh saxifrage.
Très fréquent et abondant dans les marais et les prairies humides.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-240, 12-441, 12-718.

Saxifraga oppositifolia L. ssp. ***oppositifolia*** Arctique-alpin circumpolaire
Saxifrage à feuilles opposées. Purple mountain saxifrage.
Apparemment rare. Sites graveleux perturbés.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-382, 12-415.

Saxifraga rivularis L. Arctique-alpin circumpolaire
Saxifrage des ruisseaux. Alpine brook saxifrage.
Commun et parfois abondant près des ruisseaux et dans les combes à neige.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-333, 12-625, 12-684, 12-744, 12-744A, 12-759.

Saxifraga tricuspidata Rottb. Arctique-alpin nord-américain.
Saxifrage à trois dents. Three-toothed saxifrage.
Commun et abondant en toundra sèche et rocheuse.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (fleurs), plante combustible, plante à thé, plante médicinale (antitussif, tonique), autres (les feuilles permettent de renforcer les pattes des chiots).
Récoltes : 12-304, 12-496.**Fabaceae**
Astragalus alpinus L. var. ***alpinus*** Arctique-alpin circumpolaire
Astragale alpin. Alpine milk-vetch.
Apparemment rare. Observé une fois sur une terrasse.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-595.
Astragalus eucosmus Robins. ssp. ***eucosmus*** Arctique-alpin nord-américain
Astragale élégant. Elegant milk-vetch.
Commun et abondant dans les basses-terres.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (les graines sont comestibles nature ou rôties comme succédané du café).
Récoltes : 12-207, 12-391, 12-514, 12-575, 12-597.
Oxytropis campestris (L.) DC. var. ***johannensis*** Fern. Circumboréal [***O. johannensis*** Fern.]
Oxytropis du fleuve Saint-Jean. Saint John River locoweed.
Commun dans les habitats bien drainés.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racine).
Récoltes : 12-209, 12-422, 12-647.
Oxytropis deflexa (Pall.) DC. ssp. ***foliolosa*** (Hook.) Cody Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe [O. foliolosa Hook.]
Oxytrope à folioles nombreuses. Foliose locoweed.
Relativement commun et parfois abondant, mais ne semble pas s'éloigner de la proximité du littoral maritime.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-380, 12-421, 12-482, 12-513, 12-552, 12-578, 12-586, 12-589, 12-646, 12-659, 12-774.
Oxytropis maydelliana Trautv. ssp. ***melanocephala*** (Hook.) A.E. Porsild Arctique nord-américain et est-asiatique
Oxytrope à têtes noires. Maydell's locoweed.
Fréquent et abondant sur les sols bien drainés.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racine).
Récoltes : 12-208, 12-419, 12-432, 12-489, 12-604, 12-641.

Rosaceae
Comarum palustre L. Circumboréal [***Potentilla palustris*** (L.) Scop.]
Comaret des marais. Marsh cinquefoil.
Plutôt rare. Le long des ruisseaux dans les marais.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (les fruits (?) seraient comestibles).
Récoltes : 12-293.

Dryas integrifolia Vahl ssp. ***integrfolia*** Arctique-alpin nord-américain et est-asiatique.
Dryade à feuilles entières. Entire-leaved mountain avens.
Occasionnel sur les terrasses graveleuses.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-252, 12-275, 12-349.
Potentilla anserina L. ssp. ***egedei*** (Wormsk.) Hiitonen Circumboréal
Potentille d'Egede. Egede's silverweed.
Rare et peu abondant. Marais salés. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-531.
Potentilla arenosa (Turcz.) Juzepczuk ssp. ***chamissonis*** Hult. Arctique amphi-atlantique [***P. chamissonis*** Hult.]
Potentille de Chamisso. Chamisso's cinquefoil.
Peu fréquent et peu abondant. Habitats ouverts ou combes à neige. Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-324, 12-369, 12-393, 12-724.
Potentilla hyparctica Malte ssp. ***hyparctica*** Arctique-alpin circumpolaire
Petite potentille arctique. Arctic cinquefoil.
Fréquent et peu abondant dans la plupart des habitats.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-205, 12-282, 12-317, 12-341, 12-450, 12-492, 12-583, 12-675.
Potentilla nivea L. Arctique-alpin circumpolaire
Potentille des neiges. Snow cinquefoil.
Peu fréquent et peu abondant. Habitats herbeux.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-276, 12-493.
Potentilla vahliana Lehm. Arctique nord-américain et est-asiatique
Potentilla de Vahl. Vahl's cinquefoil.
Peu commun. Semble plus fréquent un peu plus au nord. Habitats rocheux ou graveleux. Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-393A, 12-480, 12-508.

Betulaceae
Betula glandulosa Michx. Boréal nord-américain.
Bouleau glanduleux. Glandular birch.
Occasionnel dans les sites abrités : combes à neige, ruisseaux.
Principaux usages traditionnels : plante combustible, plante à thé, autres (matelas).
Récoltes : 12-290, 12-667.

Celastraceae
Parnassia kotzebuei Cham. Arctique-alpin nord-américain et est-asiatique
Parnassie de Kotzebue. Kotzebue grass-of-Parnassus.
Occasionnel et peu abondant dans les sites plus ou moins humides et abrités.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-295, 12-406, 12-423, 12-537.

Salicaceae

Salix alaxensis (Anderss.) Cov. var. alaxensis Arctique béringien

Saule feutré. Alaska willow.

Rare. Quelques individus observés près de la plage du Bombardier.

Principaux usages traditionnels : plante comestible (fruits, feuilles, bougeons et chatons), plante combustible, plante médicinale (pansement, analgésique), autres (matelas, abris).

Récoltes : 12-468.

Salix arctica Pall. Arctique-alpin circumpolaire

Saule arctique. Arctic willow.

Commun en toundra bien drainée.

Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.

Récoltes : 12-247.

Salix arctophila Cockerell Arctique nord-américain

Saule arctophile. Northern willow.

Commun dans les marais et les prairies humides.

Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles et chatons), plante combustible, plante à thé, plante médicinale (analgésique), autres (pansements, matelas, etc.).

Récoltes : 12-248.

Salix calcicola Fern. & Wieg. var. ***calcicola*** Arctique-alpin de l'est nord-américain

Saule calcicole. Limestone willow.

Rare. Prairie humide, rochers.

Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.

Récoltes : 12-247A, 12-515.

Salix glauca L. var. ***cordifolia*** (Pursh) Dorn Boréal nord-américain.

Saule à beaux fruits. Beautiful willow.

Le plus commun des saules non rampants. Principale espèce d'arbuste de la prairie arbustive. Pour une raison inconnue (broutage excessif par les caribous ?), la très grande majorité de ces saules sont actuellement dans un état moribond.

Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles, bourgeons, chatons), plante combustible, plante à thé, plante médicinale (analgésique), autres (pansements, matelas, etc.).

Récoltes : 12-250, 12-264.

Salix herbacea L. Arctique-alpin amphi-atlantique

Saule herbacé. Snowbed willow.

Très commun et abondant dans les combes à neige. Chionophile.

Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles).

Récoltes : 12-267, 12-344, 12-455, 12-520, 12-587.

Salix planifolia Pursh Boréal nord-américain.

Saule à feuilles planes. Tea-leaved willow.

Très peu fréquent. Restreint à quelques sites abrités.

Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles, bourgeons, chatons), plante combustible, plante médicinale (analgésique), autres (pansements, toits de branches, etc.).

Récoltes : 12-249.

Salix reticulata L. Arctique-alpin circumpolaire.

Saule réticulé. Net-veined willow.

Occasionnel et peu abondant (terrasses, prairies).

Principaux usages traditionnels : plante combustible.

Récoltes : 12-232, 12-512, 12-753.

Salix uva-ursi Pursh Arctique-alpin de l'est nord-américain

Saule raisin-d'ours. Bearberry willow.

Très peu fréquent. Rochers ou graviers exposés.
Principaux usages traditionnels : plante combustible, plante médicinale (feuilles), autres (pansements).
Récoltes : 12-308.

Onagraceae
Chamerion angustifolium (L.) Holub Circumboréal [***Epilobium angustifolium*** L.]
Épilobe à feuilles étroites. Fireweed.
Plutôt rare et restreint à quelques sites abrités.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles), plante à thé, plante médicinale (utilisée pour traiter divers maux allant du mal de gorge à la cécité des neiges), autres (tige creuse utilisée comme sarbacane).
Récoltes : 12-375, 12-742.
Chamerion latifolium (L.) Holub Arctique-alpin circumpolaire [***Epilobium latifolium*** L.]
Épilobe à feuilles larges. River beauty.
Commun et localement abondant sur les sites graveleux peu ou pas colonisés. Plante pionnière.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles), plante à thé, plante médicinale (utilisée pour traiter divers maux allant du mal de gorge à la cécité des neiges).
Récoltes : 12-268, 12-495, 12-611.
Epilobium anagallidifolium Lam. Arctique-alpin circumpolaire
Épilobe à feuilles de mouron. Alpine willowherb.
Rare et peu abondant. Ruisseaux abrités.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-459.
Epilobium palustre L. Circumboréal
Épilobe palustre. Marsh willowherb.
Fréquent et plus ou moins abondant dans les marais et les prairies humides.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racine), plante à thé, plante médicinale.
Récoltes : 12-411, 12-430, 12-442, 12-451, 12-627, 12-708.

Brassicaceae
Arabidopsis arenicola (Richards.) Al-Shehbaz, Elven, Murray & Warwick Arctique nord-américain [***Arabis arenicola*** (Richards.) Gelert]
Arabette arctique. Arctic rockcress.
Fréquent sur les sites graveleux peu colonisés. Plante pionnière.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-313, 12-433, 12-474, 12-572.
Arabis alpina L. Arctique-alpin amphi-atlantique
Arabette alpine. Alpine rockcress.
Rare. Observé une fois seulement au sommet d'une combe à neige. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-321.
Braya glabella Richards. ssp. ***glabella*** Circumpolaire
Braya glabre. Smooth braya.
Rare. Une seule population observée sur le talus de la route. Espèce pionnière. Plante susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-577.

Cardamine bellidifolia L. Arctique-alpin circumpolaire
Cardamine à feuilles de pâquerette. Alpine bittercress.
Occasionnel sur les rochers ou le gravier.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-318, 12-370, 12-403, 12-563.
Cardamine nymanii Gandoger Circumboréal [***Cardamine pratensis*** L. ssp. ***angustifolia*** (Hook.) Schulz]
Cardamine à feuilles étroites. Nyman's cuckooflower.
Commun le long des ruisseaux et dans les marais.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-294, 12-407, 12-533, 12-650.
Cochlearia groenlandica L. Circumpolaire [***C. officinalis*** L. *s.l.*]
Cranson du Groënland. Greenland scurvygrass.
Occasionnel sur les rochers ou les graviers du littoral maritime.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-463, 12-498, 12-628.
Draba alpina L. Arctique-alpin circumpolaire
Drave alpine. Alpine draba.
Plutôt rare et peu abondant. Terrasses graveleuses.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-424A.
Draba glabella Pursh var. ***glabella*** Circumpolaire
Drave glabre. Smooth draba.
Occasionnel et peu abondant sur les terrasses graveleuses et les rochers.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-368, 12-424, 12-437, 12-476, 12-565, 12-737.
Draba lactea Adams Arctique-alpin circumpolaire [***D. allenii*** Fern.]
Drave laiteuse. Milky draba.
Fréquent et très peu abondant. Terrasses, combes à neige, etc.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-271, 12-342, 12-418, 12-568, 12-704, 12-763.
Draba nivalis Lilj. Arctique-alpin circumpolaire
Drave des neiges. Snow draba.
Fréquent et jamais abondant sur les rochers et les terrasses.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-340, 12-481, 12-504, 12-509, 12-571, 12-662, 12-725.
Eutrema edwardsii R. Br. Arctique-alpin circumpolaire
Eutréma d'Edwards. Edwards' mock wallflower.
Fréquent et peu abondant dans les habitats bien drainés.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-254, 12-612.

Plumbaginaceae
Armeria maritima (Mill.) Willd. ssp. ***sibirica*** (Turcz.) Nyman Circumpolaire [***A. labradorica*** Wallr.]
Arméria de Sibérie. Sea thrift.
Occasionnel sur les terrasses bien drainées.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-229, 12-491, 12-603.

Polygonaceae

Bistorta vivipara (L.) Delarbre Arctique-alpin circumpolaire [***Polygonum viviparum*** L.]
Renouée vivipare. Alpine bistort.
Très commun et localement abondant à peu près partout, sauf dans l'eau.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racine).
Récoltes : 12-206, 12-359, 12-608, 12-694.

Koenigia islandica L. Arctique-alpin circumpolaire
Koenigie d'Islande. Iceland purslane.
Fréquent et souvent très abondant dans les marais et les combes à neige. Plante annuelle.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-353, 12-700, 12-743.

Oxyria digyna (L.) Hill Arctique-alpin circumpolaire
Oxyrie de montagne. Mountain sorrel.
Commun dans les habitats abrités.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (les feuilles goutent l'oseille).
Récoltes : 12-261, 12-262, 12-329, 12-518, 12-618.

Caryophyllaceae

Arenaria humifusa Wahl. Arctique nord-américain
Sabline rampante. Creeping sandwort.
Apparemment rare. Rochers humides.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-505.

Cerastium alpinum L. *s.l.* Arctique-alpin amphi-atlantique
Céraiste alpin. Alpine chickweed.
Apparemment rare ou moins fréquent que le taxon suivant. Toundra exposée.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-305.

Cerastium beeringianum C. & S. Arctique-alpin nord-américain et est-asiatique
Céraiste du détroit de Béring. Bering Sea chickweed.
Occasionnel dans des habitats plus ou moins exposés.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-281, 12-292, 12-351, 12-591, 12-734.

Cerastium cerastoides (L.) Britt. Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe
Céraiste à trois styles. Stratwort chickweed.
Relativement commun et abondant le long des ruisseaux et dans les combes à neige. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-458, 12-688, 12-720, 12-756, 12-757, 12-761.

Honckenya peploides (L.) Ehrh. ssp. ***diffusa*** (Hornrm.) Hult. Circumpolaire [***Arenaria peploides*** L.]
Honckénye diffuse. Northern seabeach sandwort.
Occasionnel et localement abondant sur les rivages maritimes sableux. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles).
Récoltes : 12-469.

Minuartia biflora (L.) Schinz & Thell. Arctique-alpin circumpolaire [***Arenaria sajanensis*** Willd.]
Minuartie à deux fleurs. Mountain stitchwort.
Fréquent et peu abondant dans les habitats abrités à végétation rase.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-285, 12-316, 12-328, 12-366, 12-525, 12-562, 12-671, 12-686, 12-730, 12-748, 12-760, 12-770.
Minuartia rubella (Wahl.) Hiern Arctique-alpin circumpolaire [***Arenaria rubella*** (Wahl.) Sm.]
Minuartie rougeâtre. Reddish stitchwort.
Occasionnel et peu abondant sur les terrasses graveleuses.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-314, 12-416, 12-436, 12-456, 12-499, 12-521, 12-585, 12-755, 12-775.
Minuartia stricta (Sw.) Hiern Arctique-alpin circumpolaire [***Arenaria uliginosa*** Schleich.]
Minuartie raide. Bog stitchwort.
Rare. Observé une fois en marge d'une prairie humide.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-714.
Sagina caespitosa (Vahl) Lange Arctique amphi-atlantique
Sagine cespiteuse. Tufted pearlwort.
Peu fréquent. Terrasses graveleuses.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-417, 12-758.
Sagina nivalis (Lindbl.) Fries Arctique-alpin circumpolaire [***S. intermedia*** Fenzl]
Occasionnel sur les terrasses et dans les sites à végétation rase.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-315, 12-483, 12-635, 12-750.
Silene acaulis (L.) Jacq. Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe.
Silène acaule. Moss campion.
Occasionnel sur les rochers et en toundra sèche.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racine).
Récoltes : 12-257, 12-581.
Silene involucrata (C. & S.) Bocquet ssp. ***involucrata*** Arctique-alpin circumpolaire [***Lychnis furcata*** (Raf.) Fern., ***Melandrium affine*** Vahl]
Occasionnel sur les rochers et le gravier.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-269, 12-330, 12-420, 12-574.
Silene uralensis (Rupr.) Bocquet ssp. ***uralensis*** Circumpolaire [***Lychnis apetala*** L., ***Melandrium apetalum*** (L.) Fenzl]
Silène de l'Oural. Nodding catchfly.
Peu fréquent. Rochers, combes à neige.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-376, 12-580.
Stellaria crassifolia Ehrh. Circumboréal
Stellaire à feuilles charnues. Fleshy starwort.
Fréquent dans les habitats herbeux denses.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-408, 12-526, 12-535, 12-656, 12-658, 12-707, 12-771.

Stellaria humifusa Rottb. Circumpolaire
Stellaire déprimée. Saltmarsh starwort.
Peu fréquent et localement abondant. Marais salés. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-545, 12-620.
Stellaria longipes Goldie ssp. ***longipes*** Arctique-alpin circumpolaire [***S. crassipes*** Hult., ***S. laeta*** Richards., ***S. monantha*** Hult.]
Stellaire à longs pédicelles. Long-stalked starwort.
Très fréquent et abondant partout, sauf dans l'eau. Plante pionnière.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-283, 12-298, 12-327, 12-412, 12-484, 12-606, 12-735.

Montiaceae
Montia fontana L. Circumpolaire à aire disjointe [***M. lamprosperma*** Cham.]
Montie des sources. Water blinks.
Fréquent et parfois très abondant dans les prairies et les marais salés ou d'eau douce. Plante annuelle.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-399, 12-431, 12-443, 12-516, 12-539, 12-651, 12-681, 12-712.

Diapensiaceae
Diapensia lapponica L. Circumpolaire
Diapensie de Laponie. Lapland diapensia.
Occasionnel en toundra sèche ou rocheuse.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racines).
Récoltes : 12-312.

Ericaceae
Arctous alpina (L.) Niedenzu Arctique-alpin circumpolaire [***Arctostaphylos alpina*** (L.) Spreng.]
Busserole alpine. Alpine bearberry.
Peu fréquent. Toundra sèche.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (fruits), plante à thé, plante médicinale (analgésique), autres (colliers, teinture).
Récoltes : 12-301.
Cassiope tetragona (L.) D. Don Circumpolaire
Cassiope tétragone. Four-angled mountain heather.
Très commun et abondant en toundra mésique ou sèche.
Principaux usages traditionnels : plante combustible, plante à thé (assaisonnement), plante médicinale (réanimation), autres (matelas, brosse).
Récoltes : 12-260, 12-617.
Empetrum nigrum L. *s.l.* Circumboréal
Camarine noire. Black crowberry.
Occasionnel dans les prairies humides ou mésiques.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (fruits), plante combustible, plante à thé, plante médicinale (ranimation, analgésique), autres (litière, insectifuge).
Récoltes : 12-212, 12-475, 12-706.

Pyrola grandiflora Radius Circumpolaire
Pyrole à grandes fleurs. Arctic pyrola.
Fréquent et relativement abondant un peu partout.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles fraiches), plante à thé (vieilles feuilles), plante médicinale (analgésique).
Récoltes : 12-278, 12-339, 12-717.
Rhododendron lapponicum (L.) Wahl. Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe
Rhododendron de Laponie. Lapland rosebay.
Peu fréquent. Prairies et toundra.
Principaux usages traditionnels : plante combustible, plante à thé, plante médicinale (analgésique, cécité des neiges, maux divers), autres (litière).
Récoltes : 12-231.
Rhododendron tomentosum Harmaja Circumpolaire [***Ledum decumbens*** (Ait.) Lodd.]
Petit thé du Labrador. Northern Labrador tea.
Occasionnel dans les prairies.
Principaux usages traditionnels : plante combustible, plante à thé, plante médicinale (analgésique, cécité des neiges, maux divers), autres (litière).
Récoltes : 12-213, 12-665.
Vaccinium uliginosum L. Circumboréal
Airelle des marécages. Alpine bilberry.
Relativement commun un peu partout.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles et fruits), plante combustible, plante médicinale (cécité des neiges et autres maux).
Récoltes : 12-214, 12-274, 12-358, 12-527, 12-594, 12-668.
Vaccinium vitis-idaea L. Circumboréal
Airelle rouge. Mountain cranberry.
Très peu fréquent. Restreint à quelques sites graveleux.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (fruits), plante médicinale (analgésique, problèmes buccaux, cécité des neiges), autres (succédané du tabac).
Récoltes : 12-302, 12-664.

Gentianaceae
Comastoma tenellum (Rottb.) Toyok. Arctique-alpin circumpolaire [***Gentianella tenella*** (Rottb.) Börner]
Gentiane délicate. Slender gentian.
Assez commun sur les terrasses graveleuses.
Principaux usages traditionnels : plante à thé, autres (teinture).
Récoltes : 12-379, 12-435, 12-538, 12-623, 12-634.

Boraginaceae
Mertensia maritima (L.) Gray ssp. ***tenella*** (Fries) Elven & Skarpaas
Mertensie délicate. Oysterleaf.
Toujours en individus isolés. Restreint aux plages de sable du littoral maritime. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-467.

Plantaginaceae

Callitriche palustris L. Circumboréal [***C. anceps*** Fern., ***C. verna*** L.]
Callitriche des marais. Spring water-starwort.
Commun et souvent abondant dans les mares ou sur les fonds exondés. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-387A, 12-444, 12-706A.

Hippuris vulgaris L. Circumboréal
Hippuride vulgaire. Common mare's-tail.
Assez commun et abondant dans les mares et les ruisseaux. Aquatique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-286, 12-439.

Plantago maritima L. ssp. ***juncoides*** (Lam.) Hult. Circumboréal
Plantain maritime. Saltmarsh plantain.
Occasionnel sur les rivages maritimes. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-626, 12-642.

Veronica wormskjoldii R. & S. Circumboréal à aire disjointe [***V. alpina*** L.]
Véronique de Wormskjöld. Wormskjold's alpine speedwell.
Occasionnel et peu abondant le long des ruisseaux.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-457, 12-751.

Orobanchaceae

Euphrasia wettsteinii Gusarova Arctique-alpin amphi-atlantique [***E. arctica*** auct., ***E. frigida*** auct.]
Occasionnel et localement abondant. Terrasses graveleuses. Plante annuelle.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-216, 12-479, 12-624.

Pedicularis flammea L. Arctique-alpin amphi-atlantique
Pédiculaire flammée. Redtip lousewort.
Peu fréquent. Prairies et combes à neige.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles), plante à thé, plante médicinale (analgésique, maux divers).
Récoltes : 12-227, 12-383, 12-404.

Pedicularis hirsuta L. Arctique amphi-atlantique
Pédiculaire hirsute. Hairy lousewort.
Occasionnel en toundra mésique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-255, 12-272, 12-452, 12-593.

Pedicularis lanata Willd. Circumpolaire
Pédiculaire laineuse. Woolly lousewort.
Rare. Toundra humide.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racine).
Récoltes : 12-362.

Pedicularis lapponica L. Arctique-alpin circumpolaire
Pédiculaire de Laponie. Lapland lousewort.
Occasionnel en toundra mésique.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-319, 12-343, 12-453.

Lentibulariaceae

Utricularia intermedia Hayne Circumboréal

Utriculaire intermédiaire. Flat-leaved bladderwort.

Rare et restreint à quelques mares. Constitue une extension vers le nord de quelques centaines de km. Possiblement une occurrence récente due à la sauvagine. La persistance de la plante n'est pas assurée. Aquatique.

Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.

Récoltes : 12-363, 12-702.

Campanulaceae

Campanula gieseckeana Vest Circumboréal [***C. rotundifolia*** L.]

Campanule de Giesecke. Giesecke's bellflower.

Peu fréquent et restreint à quelques habitats abrités.

Principaux usages traditionnels : fleurs utilisées comme dés à coudre.

Récoltes : 12-384, 12-488, 12-519, 12-739.

Campanula uniflora L. Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe

Campanule uniflore. Arctic bellflower.

Fréquent mais peu abondant.

Principaux usages traditionnels : fleurs utilisées comme dés à coudre.

Récoltes : 12-241, 12-277, 12-345, 12-607.

Asteraceae

Antennaria alpina (L.) Gaertn. Arctique amphi-atlantique [***A. canescens*** (Lange) Malte, ***A. ungavensis*** (Fern.) Malte]

Antennaire alpine. Alpine pussytoes.

Fréquent et parfois abondant. Prairies ou rochers abrités.

Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.

Récoltes : 12-372, 12-692.

Antennaria friesiana (Trautv.) Ekman Arctique nord-américain et est-asiatique [***A. ekmaniana*** A.E. Porsild]

Antennaire de Fries. Fries' pussytoes.

Peu fréquent et peu abondant. Prairies.

Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.

Récoltes : 12-401, 12-487.

Antennaria monocephala DC. ssp. ***angustata*** (Greene) Hult. Arctique nord-américain.

Antennaire étroite. Narrow-leaved pygmy pussytoes.

Fréquent et localement abondant. Habitats variés.

Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.

Récoltes : 12-291, 12-350, 12-394, 12-582, 12-687, 12-736.

Arctanthemum arcticum (L.) Tzvelev ssp. ***polare*** (Hult.) Tzvelev Arctique béringien [***Chrysanthemum arcticum*** L.]
Chrysanthème polaire. Polar daisy.
Peu fréquent. Littoral maritime.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-471, 12-541.
Arnica angustifolia Vahl ssp. ***angustifolia*** Circumpolaire [***A. alpina*** (L.) Olin]
Arnica à feuilles étroites. Narrow-leaved arnica.
Relativement fréquent et abondant. Habitats herbeux.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (feuilles fraiches), plante à thé (vieilles feuilles), plante médicinale (analgésique).
Récoltes : 12-346, 12-486, 12-588.
Artemisia campestris L. ssp. ***canadensis*** (Michx.) Scoggan Arctique-alpin circumpolaire à aire disjointe [***A. borealis*** Pall.]
Armoise des champs (?). Field wormwood.
Disséminé. Littoral maritime. Halophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-299.
Erigeron humilis Graham Arctique-alpin circumpolaire
Petite vergerette. Low fleabane.
Fréquent et relativement abondant, notamment dans les combes à neige. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : aucun usage connu.
Récoltes : 12-280, 12-322, 12-373, 12-522, 12-590, 12-682, 12-689, 12-690.
Taraxacum ceratophorum (Ledeb.) DC. Arctique-alpin circumpolaire [***T. lacerum*** Greene]
Pissenlit tuberculé. Horned dandelion.
Peu fréquent. Prairies et combes à neige.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racines), autres (jeux).
Récoltes : 12-335, 12-395, 12-473, 12-567.
Taraxacum lapponicum Kihlm. Arctique-alpin amphi-atlantique
Pissenlit de Laponie. Lapland dandelion.
Peu fréquent. Combes à neige. Chionophile.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racines), autres (jeux).
Récoltes : 12-374, 12-460.
Tripleurospermum maritimum (L.) Koch ssp. ***phaeocephalum*** (Rupr.) Hämet-Ahti Circumpolaire à aire disjointe [***Matricaria ambigua*** (Ledeb.) Kryl.]
Matricaire à capitules brunâtres. Arctic chamomile.
Rare. Littoral maritime. Halophyte.
Principaux usages traditionnels : plante comestible (racines), autres (jeux).
Récoltes : 12-464, 12-534.

ANNEXE 3

Classification du groupe *Nivales*

Du nouveau chez les *Potentilla* du Québec-Labrador nordique

Jacques Cayouette (novembre 2008)

Sommaire

1- Le manuscrit de *Flora of North America*
2- Espèces aisées et celles des genres voisins
3- Cas en suspens, *anserina* et *glaucophylla*
4- Deux sous-espèces du *Potentilla hyparctica*
5- La section *Nivales*:
    a - Un groupe bien compliqué
    b - *Potentilla nivea*
    c - *Potentilla arenosa*
    d - L'hybride *arenosa* subsp. *chamissonis* × *nivea*
    e - Le groupe du *Potentilla vahliana*
    f - Clef partielle des *Aureae* et des *Nivales*
6- Références

1- Le manuscrit de *Flora of North America*

La révision récente du manuscrit de près de 300 pages du genre *Potentilla* pour le volume 9 de *Flora of North America* (FNA) et un intérêt marqué pour ce genre dès mes premières armes de jeune botaniste dans les années 1960, m'ont incité à préparer cet écrit à l'intention de ceux et celles qui s'intéressent à la flore nordique du Québec. Comme la plupart des espèces de potentilles méridionales d'ici sont des introductions, soit eurasiatiques ou de l'ouest américain, celles qui sont indigènes se retrouvent principalement en milieu boréal, arctique ou alpin. En passant, l'auteure principale du manuscrit, Barbara Ertter, vient de me confirmer la présence au Québec des espèces suivantes naturalisées de l'ouest américain, selon les spécimens numérisés que je lui avais soumises: *bipinnatifida*, *gracilis* var. *fastigiata*, *hippiana*, *pensylvanica* et *pulcherrima*.

L'examen du manuscrit des quatre auteurs, Ertter, Reveal, Murray et Elven (1) a permis de réaliser qu'il y a des changements notables chez nos espèces indigènes dont certaines sont rares au Québec, et qu'il pourrait y avoir quelques nouveautés sur notre territoire. Cependant, comme c'est un genre présentant son lot de difficultés, tout n'est pas limpide ni coulé dans le ciment. Pour ce qui est de nos espèces boréales et arctiques, ce n'était pas toujours clair et j'ai posé de nombreuses questions à Dave Murray (Alaska) et à Reidar Elven (Oslo) qui ont préparé les manuscrits des sections concernant ces espèces, et on a promis des réponses.

Ce qui est résumé ici comprend le résultat de l'examen du manuscrit de FNA et l'interprétation faite de l'identité de certains taxons qui seraient nouveaux pour le territoire de la Flore du Québec-Labrador nordique (FQLN), pour le Québec et possiblement des ajouts à la flore manacée d'ici.

Pour se faire une idée sur ces taxons difficiles et sur ceux qui pourraient être nouveaux pour ici, il aurait été souhaitable de disposer de spécimens-témoins portant les révisions récentes des auteurs, mais ce ne fut pas le cas. Les dernières annotations des spécialistes sur les chemises des espèces arctiques entreposées aux herbiers CAN et DAO datent des années 1980 (Soják) et 2001 (Elven), ce dernier étant l'un des auteurs du manuscrit de FNA pour ces sections. Malheureusement, les auteurs Murray et Elven ont adopté récemment des positions taxinomiques bien différentes qui ne reflètent pas celles des dernières annotations d'Elven en 2001. Dave Murray assure qu'il étudiera à fond mes commentaires en compagnie de Reidar Elven, et qu'il fournira bientôt les explications nécessaires.

Pour le moment, la seule façon de se faire une idée sur ces nouveautés, fut de scruter les clefs, les descriptions, la synonymie des nouvelles espèces, et d'examiner de nombreux spécimens. Quelques centaines de récoltes arctiques, du Groenland jusqu'en Alaska et aux Rocheuses, furent étudiées dans les herbiers CAN et DAO. Il a été possible de faire certains progrès et de comprendre un peu mieux les problèmes de nos espèces. Voici le fruit de ces observations.

Une invitation spéciale est lancée ici aux collègues qui ont herborisé récemment dans les régions les plus septentrionales du Québec, comme sur les hauts plateaux des monts Puvirnituq et les régions de Salluit et de la baie Déception, dont les spécimens ne sont pas encore disponibles pour étude par les auteurs de la FQLN. L'examen de ces récoltes, principalement pour les groupes du *Potentilla hyparctica* et du *Potentilla vahliana*, pourra apporter des compléments d'information utiles et nécessaires. Je me ferai un plaisir de vérifier ces spécimens.

2- Espèces aisées et celles des genres voisins

En rappel, on se souvient que les *Comarum palustre*, *Dasiphora fruticosa* et *Sibbaldiopsis tridentata* étaient considérées auparavant comme des potentilles. Il en est maintenant de même pour cette espèce indigène du Québec méridional, le *Potentilla arguta*, qui fait maintenant partie du genre *Drymocalis*. Il est possible que les potentilles ansérines soient sous peu séparées et considérées dans un genre différent, *Anserina*, mais comme toutes les études ne sont pas complétées, les auteurs du manuscrit pour FNA les conservent encore parmi le genre *Potentilla*, et elles forment la section *Anserinae*.

Les espèces de potentilles nordiques suivantes ne posent pas de difficultés particulières. Les espèces *crantzii* (Crantz) Beck (Fig. 1) et *pulchella* R. Brown (Fig. 2) sont bien caractérisées. On est assez familier également avec ce qu'on nommait jusqu'à tout récemment *multifida* et *pectinata*. Ces espèces s'appelleront désormais respectivement *bimundorum* Soják (Fig. 3) et *litoralis* Rydberg (Fig. 4) dans le volume 9 de FNA (1) et celui de la FQLN. Quant au *Potentilla norvegica* L., on croit toujours qu'il est à la fois indigène et introduit en Amérique du Nord. Parfois on distinguait le matériel nord-américain indigène en le nommant var. *hirsuta* (Michx.) Lehmann (ou parfois même *P. monspeliensis* L.), mais, selon les auteurs du manuscrit, des plantes semblables au var. *hirsuta* se retrouvent en Scandinavie. On convient qu'il vaut mieux pour le moment considérer un *P. norvegica* sensu lato.

3- Cas en suspens, *anserina* et *glaucophylla*

D'après le manuscrit (1), il y aurait dans l'est de l'Amérique du Nord, trois sous-espèces du *Potentilla anserina* L., les sous-espèces *anserina*, *egedii* (Wormskjold) Hiitonen et *pacifica* (Howell) Rousi. Il faudra déterminer laquelle ou lesquelles sont présentes sur le territoire de la FQLN et comment les distinguer.

On a déjà mentionné pour les côtes du Labrador un *Potentilla diversifolia* Lehmann var. *ranunculus* (Lange) Boivin (2, 3). Ce taxon n'est pas mentionné par les auteurs du manuscrit pour l'est de l'Amérique du Nord continentale et il faudra retracer le ou les spécimens pour s'en faire une idée. Ce taxon, qui se nomme maintenant *P. glaucophylla* Lehmann var. *glaucoplylla*, se retrouve principalement dans l'ouest américain, mais aussi au Groenland (Fig. 5). On en saura davantage plus tard.

4- Deux sous-espèces du *Potentilla hyparctica*

Le *Potentilla hyparctica* Malte appartient à la section *Aureae*, comme également le *P. crantzii* (Fig. 1). Alors que ce dernier présente des feuilles généralement à 5 folioles, elles sont trifoliolées chez le *P. hyparctica* (Figs. 6-7). À la différence des autres espèces arctiques à trois folioles, celles de la section *Aureae* ne sont pas tomenteuses sur la face abaxiale (en-dessous).

Jusqu'à tout récemment, la nomenclature et la taxinomie du *P. hyparctica* n'étaient pas clairement établies. Les noms du *P. nana* Willd. ex Schlecht. et du *P. emarginata* Pursh ont parfois circulé pour désigner notre taxon. Le *P. nana* est une espèce maintenant clairement délimitée et différente du *P. hyparctica*, et on la retrouverait entre autre en Alaska (1). Quant au *P. emarginata*, décrit en 1813 par Pursh à partir de récoltes du Morave Kohlmeister du Labrador, il représente bien notre plante, mais son nom est invalide car il existait déjà un *P. emarginata* décrit auparavant en 1804. C'est le nom de *P. hyparctica*, établi par Malte en 1934, qui prévaut maintenant. Dans le même groupe, on connaît aussi un *P. robbinsiana* (Lehmann) Oakes ex Rydberg décrit pour les montagnes de la Nouvelle-Angleterre et il en sera question plus loin.

Rencontré à Ottawa au début des années 2000, Reidar Elven tentait de comprendre la variabilité du *P. hyparctica*. Il lui apparaissait que les individus du Haut-Arctique différaient de ceux des latitudes plus méridionales. Il a séparé de nombreux spécimens de CAN et de DAO en deux groupes et les a annotés "*northern race*" (Fig. 6) et "*southern race*" (Fig. 7). Les auteurs Elven et Murray ont finalisé leurs conclusions en reconnaissant deux sous-espèces en 2007 (4). La sous-espèce typique est la plus nordique et la sous-espèce *elatior* (Abromeit) Elven & D.F. Murray, plus méridionale. Les deux sous-espèces sont sympatriques au Groenland, à la terre de Baffin, au nord de l'Alaska, au Yukon, et ce qui est nouveau selon nos observations, au Québec arctique.

Les clefs d'identifications présentées dans leur publication (4) et le manuscrit (1) proposent les différences suivantes. Chez la sous-espèce *hyparctica* (Fig. 6), les lobes de l'épicalice (une couronne de bractées située par-dessus le calice, en position extérieure) sont larges de 1,5-2,0 mm, les pétiolules des folioles terminales inférieurs à 2,0 mm de longueur, et la base des folioles est cunéaire. Chez la sous-espèce *elatior* (Fig. 7), ces dimensions sont plus grandes, les lobes de l'épicalice larges de 2,0-5,0 mm, les pétiolules longs de 2,0-3,0 mm, tandis que la base des folioles varierait de cunéaire à arrondie.

On verra à l'usage si ces caractères sont discriminants. Pour le moment, un examen d'une de mes récoltes du secteur est du plateau des monts Puvirnituq (Katinik, 61°40'30"N – 73°40'00"O), a révélé qu'il pourrait s'agir de la sous-espèce typique (lobes de l'épicalice d'environ 1,5 mm de largeur; pétiolules de moins de 2,0 mm de longueur). Comme les auteurs ne mentionnent pas la sous-espèce *hyparctica* pour le Québec (1, 4), il pourrait s'agir d'une addition à la flore de chez nous, un ajout à la flore du QLN et peut-être une candidate à la liste de la flore menacée du Québec. D'ailleurs, les hauteurs du plateau de Larch ont déjà révélé leur lot d'espèces d'affinités du Haut-Arctique (5, 6, 7). Encore une fois, les récoltes récentes dans ce secteur seraient intéressantes à examiner.

En raison de la présence du *P. hyparctica* sur les montagnes de la Gaspésie et de celle du *P. robbinsiana* sur celles du Vermont et du New Hampshire, une nouvelle vérification des récoltes d'ici s'imposait. Le *P. robbinsiana* se distingue du *P. hyparctica* par les caractères suivants: chez le *P. robbinsiana*, les lobes de l'épicalice sont longs de 2,0-2,5 mm et les pétales de 2,0-3,0 mm, tandis qu'ils atteignent respectivement 3,5-7,0 mm et 4,0-9,0 mm chez le *P. hyparctica*. L'examen de quelques spécimens de la Gaspésie a confirmé leur identité au *P. hyparctica* et il s'agit de la sous-espèce *elatior*. Quand au *P. robbinsiana*, en raison de son nombre chromosomique particulier, on croit qu'il serait d'origine hybride et apparenté au *P. hyparctica*. Il est endémique des montagnes de la Nouvelle-Angleterre et limité à quelques sites hautement protégés.

5- La section *Nivales*:

a - Un groupe bien compliqué

Voici l'épine de cette présentation. C'est ce qui a été le plus difficile à interpréter. La section *Nivales* comporte plein de problèmes, et heureusement au Québec-Labrador, il n'y a que le *P. nivea*, le *P. arenosa* subsp. *chamissonis*, le groupe du *P. vahliana* et divers hybrides.

Selon les auteurs de cette section (Elven et Murray; 1), les deux premiers taxons appartiennent au groupe du *P. nivea*, tandis que le *P. vahliana* sensu lato fait partie du groupe du *P. uniflora* que l'on considérait auparavant comme présent dans l'ouest de l'Amérique. On en doute maintenant suivant les dernières études. À la place on a reconnu plusieurs nouveaux taxons pour le Nouveau Monde et cela affecte notre *P. vahliana*. En effet, le *P. vahliana* sensu stricto aurait maintenant une aire plus restreinte, soit l'ouest du Groenland et certains secteurs de l'est de l'Arctique nord-américain. Pour le reste, quatre espèces récemment décrites occuperaient de vastes aires couvrant le Groenland, l'Arctique nord-américain et les Rocheuses. Parmi elles figure le *P. subvahliana* qui couvrirait la majorité de l'aire auparavant comprise sous le *P. vahliana* sensu lato, soit du Groenland jusqu'à l'est de la Russie d'où il a été décrit par Jurtzev en 1984 (8).

Dans les Rocheuses et au Yukon, ce *P. subvahliana* représenterait en partie ce qu'on connaissait auparavant sous les noms de *P. uniflora* ou de *P. ledebouriana* (8), mais jusqu'où ce taxon va-t-il dans l'Est? Comme les auteurs du manuscrit n'indiquent pour le Québec ni le *P. vahliana* ni le *P. subvahliana*, et que ces espèces se retrouvent toutes les deux au Groenland et au Nunavut (1), vous imaginez les conséquences. Qu'est ce qu'on a chez nous? Le *P. vahliana* sensu stricto?, le *P. subvahliana*?, ou les deux? Et si on a les deux, comment les reconnaît-on? On y reviendra plus

loin.

b - *Potentilla nivea*

Curieusement, ce n'est plus tellement un problème maintenant. Pendant longtemps, on l'a appelé *P. nivea* L., mais pendant un certain temps on a utilisé le nom du *P. prostrata* Rottboell subsp. *floccosa* Soják. C'est maintenant le nom du *P. nivea* qui prévaut, mais on a dû faire une proposition pour que ce nom soit conservé. Je n'entrerai pas ici dans les détails.

On reconnaît le *P. nivea* (Fig. 8) par la pubescence unique de ses pétioles. Elle est tomenteuse ou floconneuse, et on n'y distingue pas de nets poils droits et allongés. C'est l'espèce la plus abondante des *Nivales* sur le territoire de la FQLN.

c - *Potentilla arenosa*

En Amérique du Nord, il y aurait deux sous-espèces du *P. arenosa* (Turcz.) Juzepczuk, la typique et la sous-espèce *chamissonis* (Hultén) Elven & D.F. Murray (4; Fig. 9). Cette dernière se retrouve au Québec et était connue auparavant sous le nom de *P. hookeriana* subsp. *chamissonis*. Elle est toujours présente sur la liste des espèces de la flore menacée, selon la dernière édition publiée récemment (9). Elle a juste changé de nom.

On la reconnaît par la pubescence des pétioles. Ceux-ci présentent uniquement ou presque des poils assez longs et droits, le plus souvent étalés. Ce qui est nouveau c'est la précision apportée par les auteurs sur ces types de poils (1, 4), car le groupe du *P. vahliana* possède également des pétioles à poils de type villeux, longs et droits. Chez le *P. arenosa* subsp. *chamissonis*, les poils des pétioles sont verruqueux alors qu'ils sont lisses chez le *P. vahliana* et le *P. subvahliana*. Pour bien les observer, il faut grossir au moins à 50× et parfois davantage (100×) si les bosses des poils sont peu nombreuses comme je l'ai parfois observé. La remarque a été faite aux auteurs, car c'est un caractère de clef, et on devrait en savoir davantage sous peu. Au Québec, le *P. arenosa* subsp. *chamissonis* ne se retrouve qu'à quelques sites de la zone arctique du territoire (9).

d - L'hybride *arenosa* subsp. *chamissonis* × *nivea*

Le mot hybride fait généralement peur aux botanistes, et c'est parfois avec raison, surtout à l'intérieur d'un groupe difficile comme ici la section *Nivales*. Dans ce cas-ci ce n'est pas un si gros problème car l'hybride en question se reconnaît assez facilement à l'examen de la pubescence des pétioles. Chez l'hybride *arenosa* subsp. *chamissonis* × *nivea* cette pubescence combine les caractères des deux parents. Chez les individus étudiés, qui semblent avoir la même fréquence que le rare *arenosa* subsp. *chamissonis*, les pétioles portent un mélange de longs poils verruqueux (*arenosa*) sur fond de tomentum ou de pubescence floconneuse (*nivea*). La très grande majorité de ces individus hybrides avaient été correctement identifiés par nos prédécesseurs sur ce groupe, à savoir Gildo Lavoie et Marcel Blondeau.

e - Le groupe du *Potentilla vahliana*

Les espèces de ce groupe sont caractérisées par un mode de croissance particulier en raison de l'accumulation, à la base des plantes, des feuilles vivantes, des feuilles mortes et des restes de pétioles et de stipules, par une coloration parfois jaunâtre de la pubescence des feuilles et par la présence de longs poils villeux et lisses sur les pétioles. L'aspect de ces plants fait parfois penser à des coussins étalés ou même à une large colonne.

Jusqu'à maintenant, ce n'était pas vraiment difficile de reconnaître le *P. vahliana* Lehmann, mais l'arrivée d'un *P. subvahliana* Jurtzev complique la situation. Comme mentionné précédemment, les auteurs du manuscrit prétendent que cette dernière espèce occuperait la grande partie de l'aire du *P. vahliana* tel que connue auparavant (1). Cette dernière espèce, décrite pour l'île Disko, à l'ouest du Groenland, y occuperait une portion de cette région et un secteur restreint de l'est de l'Arctique nord-américain, mais on ne dit pas où. En théorie, on pourrait retrouver les deux au Québec arctique, mais comme les auteurs n'ont pas révisé récemment de spécimens aux herbiers CAN et DAO, il faut s'en remettre à la clef du manuscrit et aux descriptions.

À première vue, la clef des espèces de *Nivales* semble présenter des caractères tranchés pour séparer les deux groupes dans lesquels se retrouvent respectivement *vahliana* et *subvahliana*. Chez le premier groupe on retrouverait sur les pétioles un mélange de longs poils villeux et de tomentum, alors que seuls les poils villeux couvrent les pétioles du groupe comprenant *subvahliana*. Il y a une sourdine: on dit que certaines espèces du groupe de *subvahliana* peuvent aussi porter sur les pétioles de courts poils crépus, mais on ne précise pas lesquelles.

L'examen de nombreux spécimens de *P. vahliana* sensu lato du Groenland, de l'Arctique et du Québec a révélé une toute autre histoire. La pubescence des pétioles est loin d'être aussi bien caractérisée. D'abord elle peut varier d'un pétiole à l'autre sur une même touffe. Tout réside dans l'interprétation du tomentum, car il n'y a aucun problème à reconnaître les poils villeux lisses. J'ai examiné certains topotypes (spécimens provenant de la localité type) du *P. vahliana* au Groenland, et on y observe souvent des pétioles nettement tomenteux. Des spécimens provenant de l'est de l'Arctique paraissent assez semblables. À l'opposé, une grande majorité d'individus provenant d'un peu partout dans la zone arctique, portent des pétioles presque uniquement villeux, mais il y a souvent des poils crépus plus courts qui simulent un léger tomentum. Pour certains spécimens, il n'était pas aisé de trancher en se basant uniquement sur ce caractère.

Pour les quelques spécimens du Québec mis à ma disposition, incluant ceux de l'île Akpatok du Nunavut adjacent, j'ai longuement hésité. Le caractère de la pubescence des pétioles n'était pas des plus tranché. J'ai comparé les deux descriptions pour rechercher d'autres caractères et il en a résulté plusieurs essais non concluants, jusqu'à ce que deux caractères potentiellement discriminants furent testés. Il s'agit des longueurs de lobes de l'épicalice et des sépales. Chez le *P. vahliana*, ces valeurs seraient inférieures à celles du *P. subvahliana*. Ainsi en bref, chez *vahliana*: lobes de l'épicalice ovés à subaigus, 2,0-3,0 mm de long et sépales 2,5-3,5 mm de long; chez *subvahliana*: épicalice plutôt étroitement ové, lancéolé ou parfois linéaire, 3,0-6,0 (-7,0) mm de long et sépales 3,0-4,0 (-6,0) mm de long. En classant les spécimens à pétioles paraissant un peu plus tomenteux, il appert que les lobes de l'épicalice et les sépales paraissaient souvent plus courts, alors que chez beaucoup de spécimens à pétioles peu ou pas tomenteux, les longueurs d'épicalice et des sépales étaient souvent plus grandes. Il y aurait peut-être là une corrélation entre ces

caractères et la pubescence des pétioles.

Jusqu'à maintenant, les tests sur les spécimens de la FQLN, incluant l'île Akpatok, ont révélé que les deux espèces seraient présentes au Québec. On pourra en juger en consultant les spécimens numérisés sur lesquels les mesures et observations ont été résumées. Quatre récoltes, trois d'Akpatok (Fig. 10) et une du Québec (Salluit (= Sugluk), *Polunin 1535*, CAN, Fig. 11) seraient du *P. vahliana* sensu stricto. Les lobes surtout ovés de l'épicalice mesurent 2,5-3,0 (-3,3) mm, les sépales 3,0-3,5 mm et les pétioles sont à la fois villeux et légèrement tomenteux. Par contre, trois autres récoltes disponibles, une de baie Déception (deux repliquats; Fig. 12) (sub *vahliana* selon 10) et deux de Salluit (Figs. 13-14), correspondent davantage au *P. subvahliana*. Les lobes souvent plus étroits de l'épicalice sont plus longs (3,0-5,0 mm), les sépales plus longs également (3,0-4,8 mm) et la pubescence des pétioles est surtout villeuse, mais présente à l'occasion ce qui pourrait être un léger tomentum ou des poils crépus.

Ces dimensions semblent constituer des caractères intéressants et j'ai demandé aux auteurs d'authentifier cette observation. Il n'est pas toujours facile d'effectuer ces mesures car la longue pubescence empêche de bien voir le début des lobes à la base de l'épicalice, et il faut que les fleurs soient bien pressées et qu'elles ne soient pas collées dans le mauvais sens sur les cartons d'herbier. En fruit, c'est parfois plus difficile d'obtenir une mesure exacte.

On devra peut-être patienter encore un peu avant de reconnaître que les deux espèces sont présentes au Québec. Si c'est le cas, le *P. subvahliana* constituerait une addition à la flore du Québec et un ajout aux candidats pour la liste des rares. On est tout de même certain qu'on en a au moins un des deux. Il sera intéressant d'examiner les récoltes récentes de Benoît Tremblay (11), de Derek Lynch, de Jean Deshaye ou des autres, spécialement celles de la baie Déception.

Terminons par un cas-limite. Une des récoltes identifiée "*vahliana*" pour Baie-Déception (*Mantion 1328*, QFA, Fig. 15) s'est révélée tout un défi et le nombre de révisions sur la chemise témoigne des difficultés. En effet, ces différentes identifications réflètent la pubescence composite des pétioles; on y trouve un mélange de poils longs et de tomentum. En examinant une portion du pétiole au microscope (100×), on réalise qu'en plus du tomentum, on distingue deux types de poils longs, certains complètement lisses et d'autres légèrement verruqueux. Comme le spécimen présente une base assez touffue, j'en ai déduit qu'il pouvait s'agir d'un hybride entre le *P. vahliana* (touffe dense, pétioles à longs poils lisses et léger tomentum) et le *P. arenosa* subsp. *chamissonis* (épicalice et sépales assez longs et présence de poils verruqueux sur les pétioles). Il s'agit ici vraiment d'une tentative car nul ne devient expert de ce groupe en un mois. Les auteurs signalent plusieurs hybrides dans leur manuscrit (1) et beaucoup de leurs annotations en ce sens furent rencontrées dans les herbiers. Cependant, une telle combinaison ne semble pas avoir été signalée.

f - Clef partielle des *Aureae* et des *Nivales*

Pour résumer toute cette longue présentation, quoi de mieux qu'un essai de clef d'identification comprenant les espèces critiques à feuilles trifoliolées du Québec arctique!

A- Feuilles basilaires à faces abaxiales (dessous) vertes, pubescentes mais non tomenteuses …… B (*hyparctica*)

B- Lobes de l'épicalice larges de 1,5-2,0 mm; pétiolules des folioles terminales longs de moins de 2,0 mm ..... *hyparctica* subsp. *hyparctica*

B- Lobes de l'épicalice larges de 2,0-5,0 mm; pétiolules des folioles terminales longs de 2,0-3,0 mm ..... *hyparctica* subsp. *elatior*

A- Feuilles basilaires à faces abaxiales (dessous) densément tomenteuses C

C- Pétioles à pubescence uniquement tomenteuse ou floconneuse ..... *nivea*

C- Pétioles à pubescence uniquement composée de poils droits, dressés ou étalés, ou d'un mélange de poils droits, crépus et d'un tomentum léger ou fourni ..... D

D- Pétioles à pubescence presque uniquement composée de longs poils dressés ou étalés, parfois accompagnés de poils plus courts et crépus ..... E

E- Pétioles à poils lisses; plantes formant des touffes denses ou des coussins ... *subvahliana*

E- Pétioles à poils verruqueux; plantes formant des touffes peu denses .... *arenosa* subsp. *chamissonis*

D- Pétioles à pubescence tomenteuse (parfois légèrement) et à longs poils droits ..... F

F- Poils longs des pétioles uniquement lisses ..... G

G- Lobes de l'épicalice souvent ovés, longs de 2,0-3,0 (-3,3) mm; sépales longs de 2,5-3,5 mm ..... *vahliana*

G- Lobes de l'épicalice souvent étroitement ovés, longs de 3,0-6,0 (-7,0) mm; sépales longs de 3,0-4,0 (-6,0) mm ..... *subvahliana*

F- Poils longs des pétioles verruqueux, accompagnés ou non de poils lisses ..... H

H- Poils uniquement verruqueux ..... *arenosa* subsp. *chamissonis* × *nivea*

H- Poils lisses et poils verruqueux ..... *arenosa* subsp. *chamissonis* × *vahliana*

6- Références

(1) Ertter, B., Elven, R., Reveal, J.L. & D.F. Murray. *Potentilla* Linnaeus. Volume 9. Flora of North America. Manuscript. 286 p. [2008]

(2) Boivin, B. 1966. Énumération des plantes du Canada. II – Lignidées (suite). Naturaliste canadien 93: 371-437.

(3) Scoggan, H.J. 1978. The Flora of Canada. Part 3, Dicotyledonae (Saururaceae to Violaceae). National Museums of Canada, Ottawa.

(4) Murray, D.F. & R. Elven. 2007. A new species and two new combinations in *Potentilla* sect. *Niveae* (Rosaceae). Journal of the Botanical Research Institute of Texas 1 (2): 811-814.

(5) Dion, L., Cayouette, J. & J. Deshaye. 1999. La flore vasculaire de la région des monts d'Youville et de Puvirnituk, Nunavik, Québec nordique. Provancheria 27: 1-72.

(6) Dignard, N. 2003. La flore vasculaire de la région du Cratère du Nouveau-Québec, Nunavik, Québec. Provancheria 29: 1-42.

(7) Tremblay, B. 2007. Projet nickélifère Raglan Sud. Inventaire de la flore vasculaire, de la végétation et des plantes rares. Rapport sectoriel final. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport préparé par GENIVAR pour Canadian Royalties Inc. 53 p. + annexes.

(8) Jurtzev, B.A. 1984. Flora arctica USSR. IX, 1. Droseraceae-Rosaceae. Nauka, Leningrad.

(9) Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. 2008. Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. 3e édition. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec. 180 p.

(10) Cayouette, J. 1981. Bref relevé de végétation sur un site archéologique localisé sur une élévation du fond de la baie, rive sud-ouest, Baie Déception, Nouveau-Québec. Pages 10-11 *In*: Rocheleau, C. et Clavet, D. Compte-rendu d'une brève reconnaissance archéologique au site "A.L. Penhale", baie de Déception, Nouveau-Québec, août 1981. Compte-rendu présenté au Ministère des Affaires Culturelles, Québec. 12 pp.

(11) Therrien, J., Plourde, Y., Tremblay, B., Pelletier, M. & J. Paradis. 2007. Projet nickélifère Raglan Sud. Inventaires complémentaires dans la baie Déception. Rapport sectoriel final. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport préparé par GENIVAR pour Canadian Royalties Inc. 92 p. + annexes.

Liste des figures

Figure 1: *Potentilla crantzii*

Figure 2: *Potentilla pulchella*

Figure 3: *Potentilla bimundorum*

Figure 4: *Potentilla litoralis*

Figure 5: *Potentilla glaucophylla* var. *glaucophylla*

Figure 6: *Potentilla hyparctica* subsp. *hyparctica*

Figure 7: *Potentilla hyparctica* subsp. *elatior*

Figure 8: *Potentilla nivea*

Figure 9: *Potentilla arenosa* subsp. *chamissonis*

Figure 10: *Potentilla vahliana* (Akpatok)

Figure 11: *Potentilla vahliana* (Salluit)

Figure 12: *Potentilla subvahliana* (Baie Déception)

Figure 13: *Potentilla subvahliana* (Salluit)

Figure 14: *Potentilla subvahliana* (Salluit)

Figure 15: *Potentilla arenosa* subsp. *chamissonis* × *Potentilla vahliana* (?)

Ottawa, le 9 août 2012

Monsieur Patrick Charbonneau, biologiste
Chargé de projet
GENIVAR
Québec

Re: Récoltes de *Potentilla* cf *vahliana* de Derek Lynch en 2008 à Baie-Déception

En décembre 2008, Derek Lynch, au courant de mes recherches sur les potentilles du Nunavik, me remet ses spécimens récoltés dans le cadre du projet Nunavik Nickel, pour les étudier. Dans la correspondance qui suivit, il m'indique que ces spécimens peuvent faire partie de l'herbier DAO, à Ottawa. Ils n'ont pas encore été montés ni entrés dans la base de données de la Flore du Québec-Labrador nordique.
Les numéros de récolte 143, 144 et 186 m'intéressent particulièrement et font toujours l'objet d'une étude approfondie, ainsi que d'autres spécimens des herbiers publics, en collaboration avec des chercheurs du Jardin botanique de Montréal, Stéphane Bailleul et Simon Joly, et un étudiant finissant du premier cycle en biologie à l'Université de Montréal, Étienne Bourret-Léveillé.

N'ayant pas en main présentement ce matériel, j'en ai conservé néanmoins des lames de microscope sur lesquelles des caractères discriminants sont conservés et qui peuvent être indiqués ici. Les numéros *Lynch 143* et *Lynch 186* correspondent au *Potentilla vahliana*, et les 9 individus du numéro *Lynch 144* à un taxon qui serait nouveau pour la Science, soit un hybride probable entre le *Potentilla arenosa* subsp. *chamissonis* et le *Potentilla vahliana*.

Pour le moment, à l'aide d'autres spécimens de ces deux taxons provenant de Baie-Déception et de Salluit, une étude a été réalisée par Bourret-Léveillé, Bailleul, Cayouette et Joly et soumise récemment à une revue scientifique.

1) **Caractères communs** au *Potentilla vahliana* et à l'hybride *arenosa* × *vahliana* : feuilles à trois folioles, densément pubescentes à la face inférieure et à coloration blanc-jaunâtre, port columnaire, c'est-à-dire à tige comprenant à leur base une accumulation dense des feuilles des années précédentes, à fleurs peu nombreuses, à pubescence des pétioles comprenant surtout des poils raides, lisses ou légèrement verruqueux (détectables à un grossissement de 40× et plus).

2) **Différences** entre *vahliana* et l'hybride *arenosa* × *vahliana* (encore sous évaluation) :

- *vahliana* : sur les pétioles, poils raides et complètement lisses ; lobes de l'épicalice courts et larges
- hybride *arenosa* × *vahliana* : sur les pétioles, présence de poils raides souvent légèrement verruqueux ; lobes de l'épicalice plus longs et plus étroits

3) D'autres spécimens de Baie Déception ont été soumis à notre attention par Benoît Tremblay (2006) dont le numéro *221-06* qui comprend l'étiquette suivante :

« *Nunavik, baie Déception, côté sud de la baie, au sud-est de Careenage Arm, un peu avant l'entrepôt de minerai Falconbridge, entre deux ruisseaux. 62˚08'15", 74˚40'58" (NAD83)*. Benoît Tremblay 221-06 01-IX-2006 »

En étudiant ce matériel, j'ai réalisé qu'il comprenait un mélange de deux taxons, soit le *221-06* qui correspond au *Potentilla vahliana* et le *221-06a* qui correspond au *Potentilla arenosa* s.l. × *Potentilla vahliana*. Chacun des deux groupes d'individus possède les caractères énumérés plus haut. On a ici une évidence que les deux peuvent former des populations très rapprochées.

Pour le moment, il s'agit de données qui ont fait l'objet d'observations récentes pour une publication, mais la recherche est toujours en cours.

Sur le plan de la conservation, le *Potentilla vahliana* fait partie de la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (CDPNQ, 2008) et comme l'autre taxon est un hybride comprenant comme parents deux espèces susceptibles, les *Potentilla arenosa* subsp. *chamissonis* et le *Potentilla vahliana*, il entre dans la même catégorie de protection.

Il est encore trop tôt pour compléter une clef d'identification complète des potentilles du Nunavik parce que des observations supplémentaires devront être faites. Par contre, les informations morphologiques données plus haut pourront aider à reconnaître le groupe du *Potentilla vahliana* et son hybride avec le *Potentilla arenosa*.

Il faut ajouter également que le *Potentilla subvahliana*, mentionné dans des correspondances antérieures, n'est pas connu du Québec. Des individus pouvant s'en rapprocher furent révisés au *Potentilla vahliana* ou à son hybride avec *arenosa*.

Pour ce qui est d'une reconnaissance de ces espèces sur le terrain, même si des caractères distinctifs ont été mentionnés plus haut, il serait hautement souhaitable que des botanistes hautement qualifiés comme Derek Lynch ou Benoît Tremblay puissent faire partie de l'équipe qui devra décider si ces espèces se retrouvent dans les secteurs destinés aux constructions.

Pour de plus amples informations, on pourra me contacter directement.

Jacques Cayouette

Jacques Cayouette, chercheur scientifique
Programme national sur la Santé de l=Environnement
B Biodiversité
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Édifice Wm Saunders (#49)
Ferme expérimentale centrale
Ottawa, Ontario, K1A 0C6
CANADA
Tél: (613) 759-1366, Fax: (613) 759-1599
email: *jacques.cayouette@agr.gc.ca+

[Extrait d'un courriel envoyé par Jacques Cayouette à J. Deshaye le 31 octobre 2012]

> Pour ce qui est des potentilles, oublies le P. subvahliana qu'on n'a pas ici. On a travaillé ce groupe avec Stéphane Bailleul et Étienne Léveillé-Bourret (premier auteur), et confirmé qu'on avait du vahliana, du arenosa chamissonis et un hybride probable entre les deux que j'avais pris pour du subvahliana.

ANNEXE 4A

Photographies

Photo 1 Végétation littorale maritime bien drainée sur sable.

Photo 2 Végétation littorale maritime sur argile et blocs glaciels.

Photo 3 Prairie humide.

Photo 4 Prairie humide avec mares.

Photo 5 Combe à neige en début de végétation.

Photo 6 Combe à neige en période de floraison.

Photo 7 Prairie mésique.

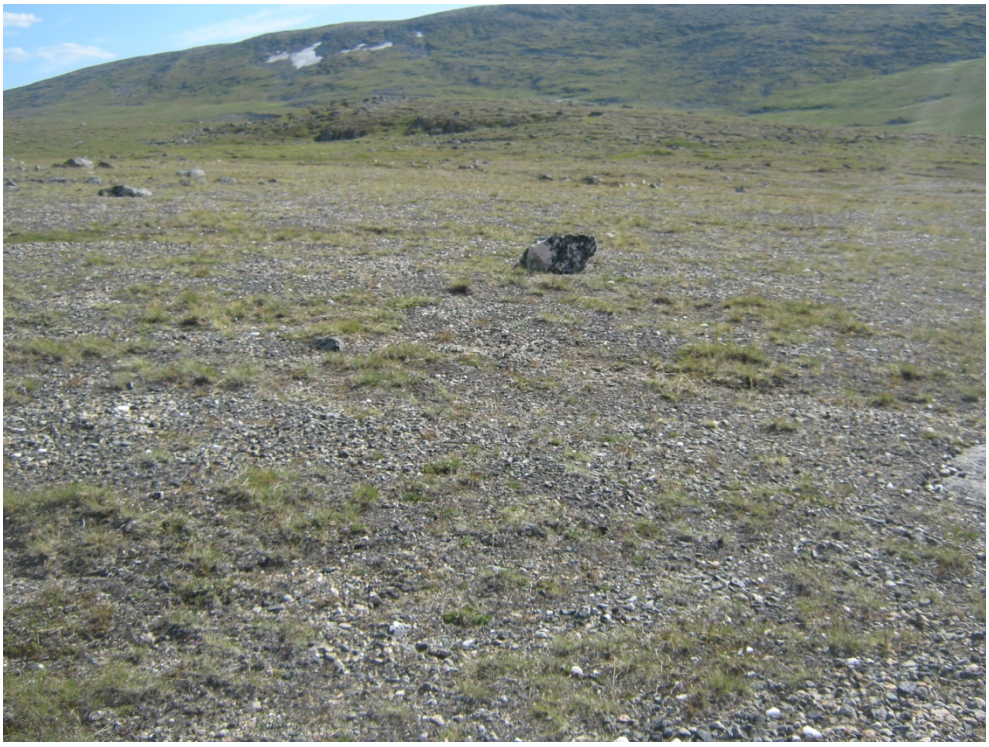


Photo 8 Toundra sèche.

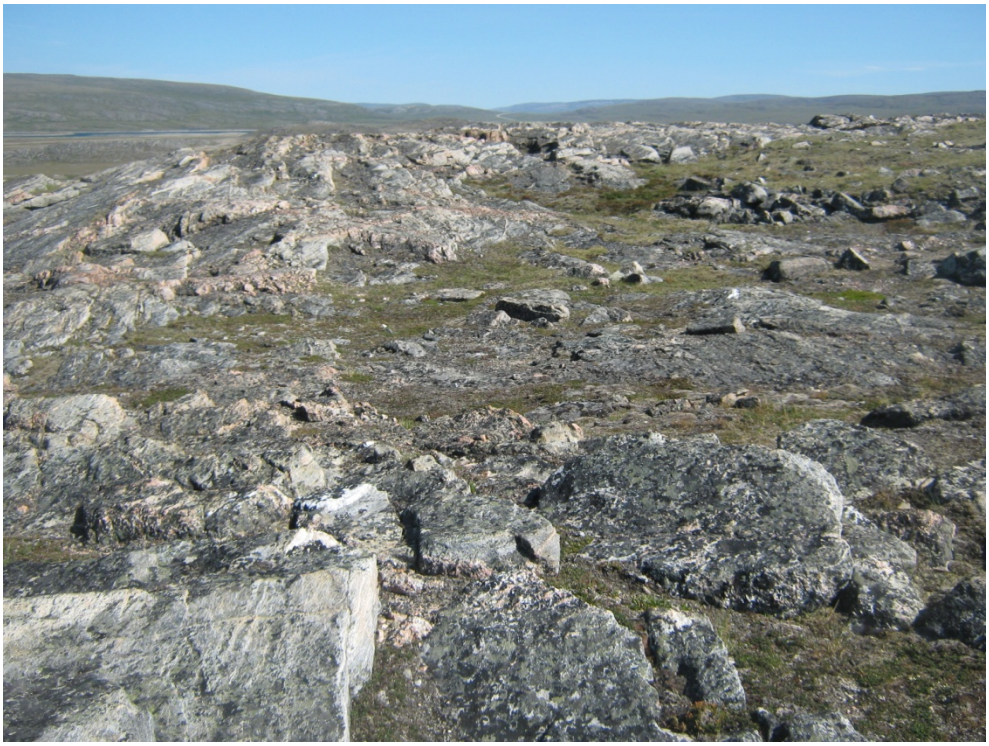


Photo 9 Toundra rocheuse.

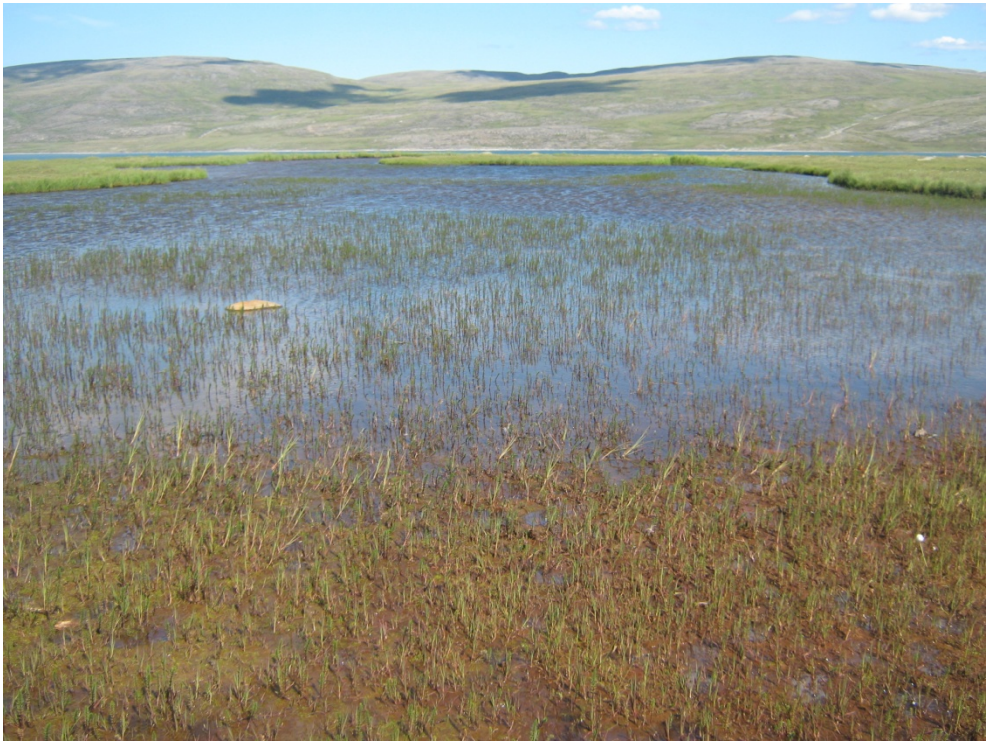


Photo 10 Étang avec herbier émergeant et végétation aquatique.

ANNEXE 4B

Photographies

Photo 1 Braya glabre (*Braya glabella* ssp. *glabella*).

Photo 2 Habitat de la braya glabre (talus graveleux de route).

Photo 3 Deschampsie naine (*Deschampsia sukatschewii*).

Photo 4 Habitat de la deschampsie naine (étang exondé).

Photo 5 Habitat de la potentille de Vahl (*Potentilla vahliana*) et de la potentille de Chamisso (*Potentilla arenosa* ssp. *chamissonis*).

Photo 6 Habitat de la fétuque hyperboréale (*Festuca hyperborea*).

ANNEXE 14

Faune aviaire - Rapport sectoriel

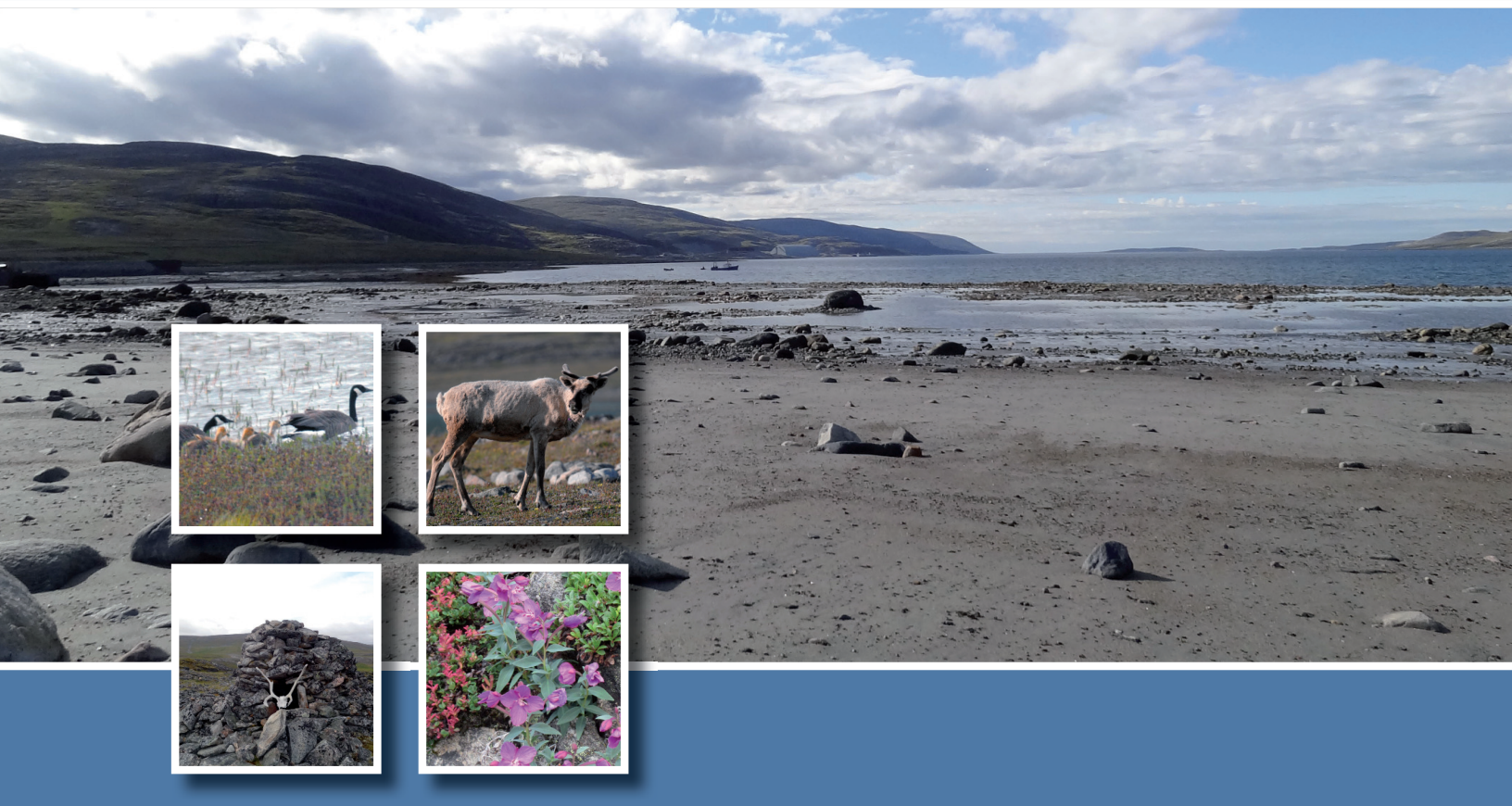
CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIKNICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social
pour l'aménagement d'infrastructures portuaires
et la gestion des sédiments à la baie Déception

Annexe 14
Faune aviaire

RAPPORT SECTORIEL



Novembre 2012
Projet : 101-53046-02

GENIVAR

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL POUR L'AMÉNAGEMENT D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES ET LA GESTION DES SÉDIMENTS À LA BAIE DÉCEPTION

RAPPORT SECTORIEL SUR LA FAUNE AVIAIRE

Présenté à

Canadian Royalties Inc.

Par

GENIVAR inc.

Approuvé par :

Jean-François Poulin
Biologiste M. Sc.

NOVEMBRE 2012
101-53046-02

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CANADIAN ROYALTIES Inc

Vice-présidente Santé-Sécurité Environnement	:	Gail Amyot
Surintendant	:	Stéphane Twigg

GENIVAR inc.

Responsable de l'étude	:	Jean-François Poulin, biologiste, M. Sc.
Rédaction et inventaires	:	Benoit Laliberté, biologiste, M. Env. Olivier Barden, biologiste, B. Sc.
Cartographe	:	Jean-Marc Tremblay
Traitement de texte	:	Linette Poulin
Édition	:	Catherine Boucher Linette Poulin

Référence à citer :

GENIVAR. 2012. *Étude d'impact environnementale et sociale pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception. Rapport sectoriel sur la faune aviaire.* Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties Inc. 32 p. et annexes.

RÉSUMÉ

Au total, 41 espèces d'oiseaux ont été observées à l'intérieur de l'aire d'étude, dont une à statut précaire : le Faucon pèlerin. Sa nidification a d'ailleurs été confirmée par l'observation de deux nids (un contenant deux oisillons et un second probable où étaient perchés deux adultes). Une autre espèce à statut précaire, l'Aigle royal, a été observée à proximité de la zone d'étude.

Les espèces les plus abondantes étaient la Bernache du Canada et l'Eider à duvet chez les oiseaux aquatiques et le Plectrophane lapon, le Pipit d'Amérique, le Bruant à couronne blanche, l'Alouette hausse-col et le Bruant des prés chez les oiseaux terrestres.

Deux colonies d'oiseaux aquatiques (principalement de goélands, avec la présence d'Eider à duvet et de Guillemot à miroir) ont été observées lors des inventaires à l'intérieur de l'aire d'étude : sur les îles Moosehead, ainsi que sur une île au milieu de la rivière Déception. Une troisième colonie se trouve à l'extérieur de l'aire d'étude, sur l'île Arctic.

Pour l'ensemble des 41 espèces observées à l'intérieur de la zone d'étude, la nidification a été confirmée pour 27 d'entre elles, alors qu'elle est possible ou probable pour neuf autres. Cinq espèces étaient probablement en migration et ont été considérées comme non nicheuses.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Équipe de réalisation i
Résumé iii
Table des matières v
Liste des tableaux vii
Liste des cartes vii
Liste des annexes ix

1. INTRODUCTION 1
2. ZONE D'ÉTUDE 3
3. MÉTHODOLOGIE 5
   - 3.1 Sauvagine et autres espèces aquatiques 5
     - 3.1.1 Plan d'échantillonnage 5
     - 3.1.2 Méthode d'inventaires 5
     - 3.1.3 Analyse des données 5
       - 3.1.3.1 Diversité et effectifs totaux 5
       - 3.3.3.2 Chronologie de la reproduction 7
   - 3.2 Oiseaux de proie et Grand Corbeau 7
     - 3.2.1 Plan d'échantillonnage 7
     - 3.2.2 Méthode d'inventaires 7
     - 3.2.3 Analyse des données 7
   - 3.3 Oiseaux terrestres 7
     - 3.3.1 Plan d'échantillonnage 7
     - 3.3.2 Méthode d'inventaires 8
     - 3.3.3 Analyse des données 8
   - 3.4 Oiseaux de rivage 8
     - 3.4.1 Plan d'échantillonnage 8
     - 3.4.2 Inventaires 8
     - 3.4.3 Analyse des données 11
   - 3.5 Espèces à statut précaire 11

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

4. RÉSULTATS 13
4.1 Résumé 13
4.2 Sauvagine et autres espèces aquatiques 14
4.2.1 Travaux de terrain 14
4.2.2 Richesse spécifique 14
4.2.3 Dénombrement lors des inventaires aériens 16
4.2.4 Chronologie de la reproduction 17
4.2.5 Utilisation des habitats 18
4.2.6 Autres espèces aquatiques 19
4.3 Oiseaux de proie et Grand Corbeau 21
4.3.1 Travaux de terrain 21
4.3.2 Richesse spécifique 21
4.3.3 Utilisation de l'habitat 21
4.4 Oiseaux terrestres 23
4.4.1 Travaux de terrain 23
4.4.2 Richesse spécifique et abondance relative 23
4.4.3 Utilisation de l'habitat 24
4.5 Oiseaux de rivage 24
4.5.1 Travaux de terrain 24
4.5.2 Richesse spécifique et abondance relative 25
4.5.3 Utilisation de l'habitat 25
4.6 Espèces à statut précaire 26
4.6.1 Aigle royal 27
4.6.2 Arlequin plongeur 27
4.6.3 Bécasseau maubèche *rufa* 27
4.6.4 Bécasseau roussâtre 27
4.6.5 Faucon pèlerin *tundrius* 28
4.6.6 Mouette blanche 28
5. CONCLUSION 29
6. RÉFÉRENCES 31

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 4-1 Liste des espèces d'anatidés et de plongeons observés dans l'aire d'étude 14

Tableau 4-2 Liste des autres espèces d'oiseaux aquatiques observés dans la zone d'étude 16

Tableau 4-3 Nombre d'individus (et détails) de chaque espèce observée lors des inventaires aériens 16

Tableau 4-4 Âge et taille des couvées observées lors des inventaires aériens 17

Tableau 4-5 Liste des couvées additionnelles observées lors des inventaires au sol (autre que l'Eider à duvet et le Bernache du Canada) 17

Tableau 4-6 Calculs des dates d'initiation de la ponte, de l'incubation et de l'éclosion par rétrodatation 18

Tableau 4-7 Nombre minimal de nids dans les colonies d'oiseaux aquatiques 19

Tableau 4-8 Nombre estimé de couples d'oiseaux aquatiques dans les colonies 20

Tableau 4-9 Liste des espèces d'oiseaux de proie observées dans l'aire d'étude 21

Tableau 4-10 Diversité, constance et abondance moyenne des espèces d'oiseaux terrestres dans la zone d'étude 24

Tableau 4-11 Diversité, constance et abondance moyenne des espèces de limicoles dans la zone d'étude 25

Tableau 4-12 Nombre d'individus d'oiseaux de rivage observés lors des transects 26

Tableau 4-13 Liste des espèces en péril susceptibles de fréquenter l'aire d'étude 26

LISTE DES CARTES

Page

Carte 1 Zone d'inventaire de la sauvagine et des oiseaux de proie 6

Carte 2 Plan d'inventaire des oiseaux terrestres et de rivage 9

Carte 3 Observations d'intérêt et d'espèces à statut précaire – Sauvagine et autres espèces aquatiques 15

Carte 4 Observations d'intérêt et d'espèces à statut précaire – Oiseaux de proie, Grand Corbeau et oiseaux terrestres 22

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Liste des espèces observées dans la zone d'étude
Annexe B	Liste d'espèces additionnelles observées à l'extérieur de la zone d'étude
Annexe C	Conditions d'observation lors des survols aériens
Annexe D	Description des habitats des parcelles
Annexe E	Description des conditions d'observation des parcelles
Annexe F	Description des conditions d'observation lors des transects riverains
Annexe G	Dossier photographique des inventaires

1. INTRODUCTION

Dans le contexte du Projet Nunavik Nickel (PNNi), Canadian Royalties Inc. (CRI) désire construire des infrastructures portuaires dans la baie Déception pour le transport des marchandises et l'exportation des concentrés de métaux. Le projet inclut également la gestion terrestre des sédiments de dragage. Lors de l'analyse effectuée par Environnement Canada à la suite du dépôt de l'étude d'impact de décembre 2011, il a été jugé que la description de l'avifaune nicheuse dans le secteur du quai et des parcs à sédiments projetés était incomplète.

En 2012, des inventaires complémentaires ont été réalisés afin de décrire les différents groupes d'oiseaux fréquentant la baie Déception et le milieu terrestre à proximité des infrastructures projetées.

Les sections suivantes présentent la zone d'inventaire associée à cette étude, la méthodologie employée pour caractériser l'avifaune du secteur, ainsi que les résultats obtenus.

2. ZONE D'ÉTUDE

La zone d'inventaire de la faune aviaire a été définie afin d'inclure l'empreinte des infrastructures du projet, ainsi qu'une zone périphérique. D'une superficie de 96,5 km^2, cette zone inclut les milieux aquatiques suivants et leurs rivages : le dernier tronçon de la rivière Déception et son estuaire, une partie de la baie Déception (jusqu'au nord des îles Moosehead), la baie Kangirsugaarjuk ainsi que le lac Duquet et ses rives.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Sauvagine et autres espèces aquatiques

3.1.1 Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage consistait à recenser, à partir d'un hélicoptère, tous les oiseaux utilisant les milieux aquatiques (ex. : mares, lacs, ruisseaux, baies et rivières ainsi que leurs rives) dans la zone d'inventaire dédiée à ce groupe (carte 1).

3.1.2 Méthode d'inventaires

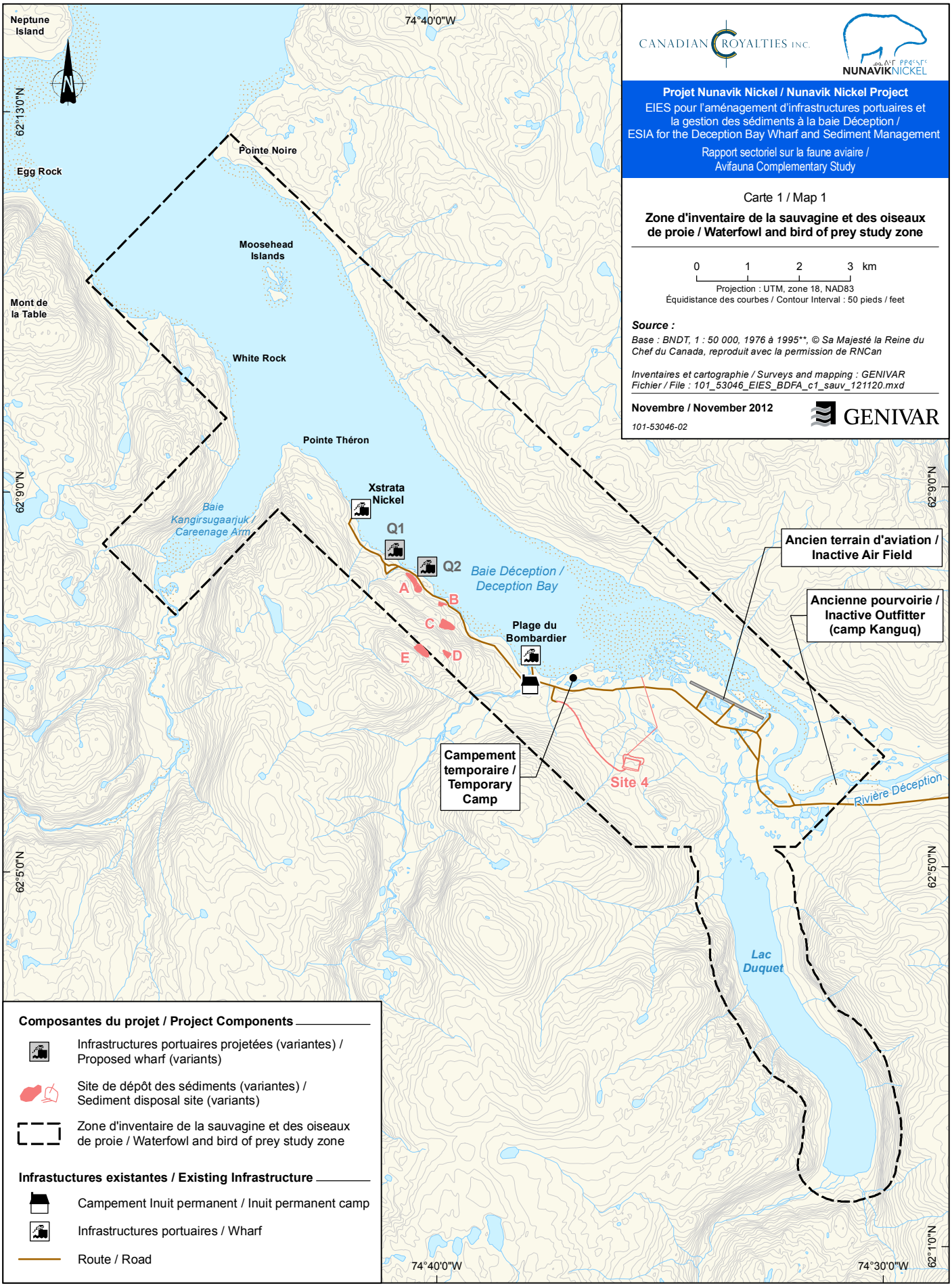
Deux inventaires aériens distincts ont été réalisés les 21 et 27 juillet 2012, notamment afin de vérifier si l'utilisation de la zone d'étude par la sauvagine variait dans le temps. Tous les milieux aquatiques ont donc été inventoriés à deux reprises.

La méthode de dénombrement de la sauvagine et des autres espèces aquatiques est inspirée de celle utilisée par le Service canadien de la faune d'Environnement Canada dans le cadre du *Plan conjoint sur le Canard noir (PCCN)* (Bordage *et al*. 2003), maintenant désigné *Suivi de la sauvagine des hautes-terres du Québec méridional (SHAU)*. Tous les milieux aquatiques et leurs rives ont été survolés en hélicoptère et les oiseaux ont été dénombrés à la vue. Lors de l'inventaire, la vitesse de l'hélicoptère était de 30 à 60 km/h, à une altitude variant de 10 à 30 m. L'équipe de terrain était composée d'un navigateur-observateur assis à l'avant, et d'un observateur assis sur le siège arrière. Le navigateur-observateur avait la responsabilité d'orienter les déplacements de l'hélicoptère. De plus, ce dernier localisait chaque observation directement sur une carte papier selon une numérotation séquentielle. L'observateur arrière prenait également la position des oiseaux à l'aide d'un GPS et notait les détails relatifs à l'observation sur un formulaire papier (espèce, nombre d'individus adultes ou immatures, sexe lorsque possible, nombre et âge des canetons, présence de nids et nombre d'œufs, comportement, etc.). L'âge des couvées a été estimé selon les classes de Gollop et Marshall (1954). Les individus formant des groupes distincts ont été inscrits avec un numéro séquentiel différent.

3.1.3 Analyse des données

3.1.3.1 Diversité et effectifs totaux

Les inventaires réalisés en hélicoptère ont été considérés comme des recensements complets dans l'aire d'étude, puisque tous les milieux aquatiques ont été survolés.


Neptune Island
74°40'0"W
62°13'0"N
Egg Rock
Pointe Noire
Moosehead Islands
Mont de la Table
White Rock
Pointe Théron
62°9'0"N
Xstrata Nickel
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Q1
Q2
Baie Déception / Deception Bay
A
B
C
D
E
Plage du Bombardier
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Ancienne pourvoirie / Inactive Outfitter (camp Kanguq)
Campement temporaire / Temporary Camp
Site 4
Rivière Déception
62°5'0"N
Lac Duquet
74°40'0"W
74°30'0"W
N.0°6'29
N.0°3'29
N.0°1'29
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIKNICEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel sur la faune aviaire /
Avifauna Complementary Study
Carte 1 / Map 1
Zone d'inventaire de la sauvagine et des oiseaux de proie / Waterfowl and bird of prey study zone
0 1 2 3 km
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDFA_c1_sauv_121120.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR
Composantes du projet / Project Components
Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Zone d'inventaire de la sauvagine et des oiseaux de proie / Waterfowl and bird of prey study zone
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road

3.3.3.2 Chronologie de la reproduction

La chronologie de la reproduction consiste à évaluer, par rétrodatation, les dates du début de la ponte, du début de l'incubation et de l'éclosion des couvées dont la classe d'âge a pu être déterminée. Les valeurs médianes des classes d'âges des canetons utilisées dans les rétrocalculs sont celles de Tecsult inc. (2007). Toutefois, ce document ne contient pas d'information sur deux espèces nordiques, soit l'Eider à tête grise et le Cygne siffleur. Pour l'Eider à tête grise, les valeurs de l'Eider à duvet ont été utilisées, alors que pour le Cygne siffleur, des valeurs approximatives on été calculées à l'aide de l'information contenue dans *Birds of North America Online* (Limpert et Earnst, 1994).

3.2 Oiseaux de proie et Grand Corbeau

3.2.1 Plan d'échantillonnage

Toutes les falaises à l'intérieur de la zone d'étude (carte 1) qui présentaient des caractéristiques intéressantes pour la nidification des rapaces (ex. : escarpements abrupts) ont été inventoriées. De plus, les falaises les plus importantes se trouvant à proximité de l'aire d'étude ont également été visitées, car les oiseaux de proie ont souvent de grands territoires. Ces falaises ont été identifiées à partir d'une carte à l'échelle 1 : 250 000.

3.2.2 Méthode d'inventaires

L'inventaire des falaises s'est déroulé lors du deuxième survol en hélicoptère pour la sauvagine, le 27 juillet.

3.2.3 Analyse des données

Étant donné le faible nombre d'espèces et d'individus observés, seule une liste des mentions a été produite. La présence de couples a été déterminée à partir des indices de nidification observés sur le terrain et de la distance entre les observations.

3.3 Oiseaux terrestres

3.3.1 Plan d'échantillonnage

L'inventaire des oiseaux terrestres a été réalisé à l'intérieur de parcelles de 10 ha, de façon analogue aux travaux d'Andres (2006). Une grille de ces parcelles a été superposée à la zone d'étude terrestre et un certain nombre de ces parcelles ont été inventoriées (carte 2). Le choix des parcelles inventoriées s'est fait en fonction de l'emplacement prévu des infrastructures et de l'accessibilité sur le terrain.

3.3.2 Méthode d'inventaires

Dans chaque parcelle, un dénombrement complet de tous les individus de toutes les espèces a été effectué, tout en prenant soin de ne pas compter d'individus en double. Les indices de nidification étaient notés selon ceux de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (2010).

3.3.3 Analyse des données

Le nombre de couples dans chaque parcelle a d'abord été déterminé par la présence de deux individus, dont au moins un était un mâle (pour certaines espèces comme le Pipit d'Amérique, chez qui l'apparence des mâles et des femelles est similaire, deux individus ensemble ont été considérés comme un couple). Chaque couple a été considéré comme 1 équivalent-couple (É-C). Ensuite, chaque femelle ou adulte au sexe indéterminé non apparié à un mâle a été considéré comme 0,5 É-C additionnel. Finalement, la présence de jeunes encore dépendants des adultes a été considérée comme 1 É-C additionnel, seulement si le nombre d'É-C total dans la parcelle était inférieur à 1 selon les calculs précédents. Les individus observés en vol n'ont pas été comptabilisés dans les analyses.

3.4 Oiseaux de rivage

3.4.1 Plan d'échantillonnage

Les oiseaux de rivage nicheurs ont été inventoriés selon le même plan d'échantillonnage que les oiseaux terrestres, c'est-à-dire à partir de parcelles de 10 ha (carte 2).

De plus, des transects riverains ont été parcourus afin de vérifier si les battures et les rivages de la rivière et de la baie Déception représentaient des habitats intéressants pour les oiseaux de rivage, particulièrement comme halte migratoire (carte 2). Les dates d'inventaire à la fin juillet coïncident avec les dates d'initiation de la migration pour la plupart des limicoles adultes nichant dans l'arctique canadien.

3.4.2 Inventaires

Les parcelles d'inventaire ont été inventoriées selon la même méthode utilisée pour les oiseaux terrestres (section 3.3).

Les transects riverains ont été parcourus à marée haute, dans la mesure du possible. Certains ont eu lieu à marée basse pour vérifier l'utilisation du milieu selon la marée, dont l'amplitude frôle les 5 m. Effectués à l'aide d'un télescope, ces inventaires ont été considérés comme des dénombrements complets, car tous les

CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel sur la faune aviaire /
Avifauna Complementary Study

Carte 2 / Map 2

Plan d'inventaire des oiseaux terrestres et de rivage / Terrestrial birds and shorebirds inventory plan

0 250 500 750 m

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet

Source :

*Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan*

Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDFA_c2_ois_ter_121120.mxd

Novembre / November 2012
101-53046-02

GENIVAR

74°42'0"W 74°40'0"W 74°38'0"W 74°36'0"W 74°34'0"W 74°32'0"W
62°8'0"N 62°7'0"N

Baie Déception / Deception Bay

Q1 Q2

008 009 014 016 017 023 024 034 046 063 075 079 080 098 099 118 126 139 140 145 159 160 164 165 166 168 169 170 180 184 188 200 201 202 220 221 222 250 267 268 269 286 287

A B C D E

Transect_006 Transect_005 Transect_002 Transect_003

Campement temporaire / Temporary Camp

Plage du Bombardier

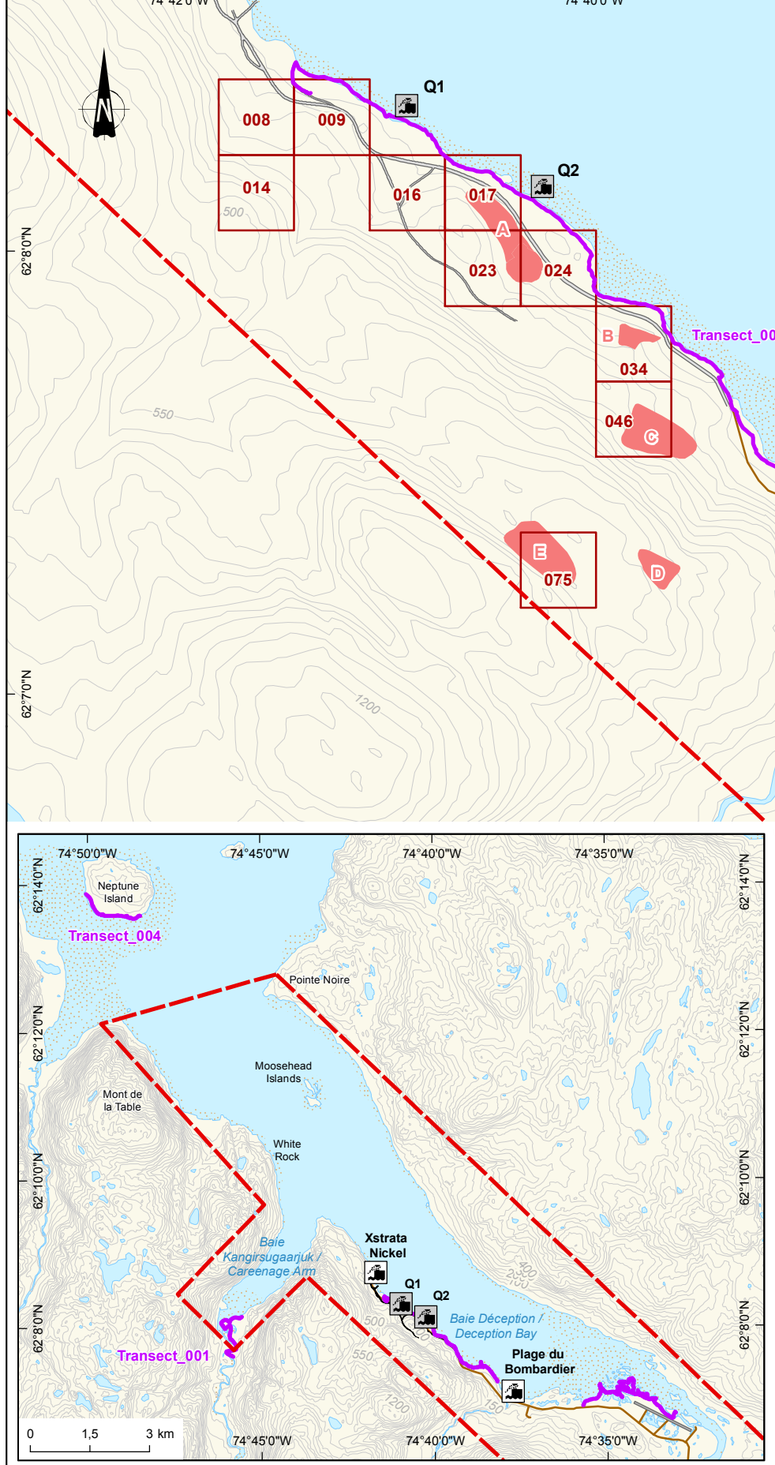
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field

Rivière Déception

Chemin d'accès proposé / Proposed access road

Émissaire / Pipeline

Site 4



Composantes du projet / Project Components

- Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
- Transect d'inventaire des oiseaux de rivage / Shorebird inventory transect
- Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
- Parcelle inventoriée / Surveyed plot
- Zone d'inventaire / Inventory zone

Infrastructures existantes / Existing Infrastructure

- Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
- Infrastructures portuaires / Wharf
- Route / Road
- Campement temporaire / Temporary camp

oiseaux identifiables étaient comptés, peu importe la distance. La principale zone visée par ces transects était la batture de la rivière Déception (3,2 km^2) et les rives de la baie Déception. La rivière Kangirsugaarjuk a également été inventoriée par transect.

3.4.3 Analyse des données

Les équivalent-couples d'oiseaux de rivage nicheurs (É-C) ont été calculés de la même manière que pour les oiseaux terrestres.

3.5 Espèces à statut précaire

Au cours de chacun des inventaires, une attention particulière était portée aux espèces à statut précaire et à la présence de leur habitat dans la zone d'étude, principalement les falaises (pour les oiseaux de proie) et les rivages (pour les oiseaux de rivage).

4. RÉSULTATS

4.1 Résumé

Au total, 41 espèces d'oiseaux ont été observées à l'intérieur de l'aire d'étude (annexe A), dont une à statut précaire : le Faucon pèlerin. La nidification du Faucon pèlerin a d'ailleurs été confirmée par l'observation de deux nids (un contenant deux oisillons et un second, probable, où étaient perchés deux adultes).

La nidification a été confirmée pour 27 espèces, alors qu'elle a été considérée comme possible ou probable pour neuf autres. Cinq espèces, vraisemblablement en migration, ont été considérées comme non-nicheuses dans le secteur.

De plus, sept espèces additionnelles ont été observées à l'extérieur de la zone d'étude lors des déplacements et des survols aériens (annexe B). L'une de ces espèces possède un statut précaire : l'Aigle royal. Bien qu'un seul individu ait été observé, sa nidification dans la région est possible étant donné la présence de falaises et d'anciens nids dans la zone d'étude. Il n'a pas été possible de déterminer quelles espèces avaient utilisé chacun des nids vides, car en plus des espèces déjà mentionnées, le Faucon gerfaut, la Buse pattue et le Grand Corbeau sont également des oiseaux utilisant des nids de branches dans des falaises présentes dans la zone d'étude. Cependant, seuls l'aigle, la buse et le corbeau confectionnent ces nids, les faucons ne faisant que les emprunter.

Trois colonies d'oiseaux aquatiques ont été observées lors des inventaires, dont deux colonies situées à l'intérieur de l'aire d'étude : celle les îles Moosehead ainsi qu'une île au milieu de la rivière Déception. La troisième colonie se trouve à l'embouchure de la baie Déception, sur l'île Arctic, hors de la zone d'étude. Les îles Moosehead, constituées d'une paire d'îlots avec végétation plus un récif rocheux, sont relativement importantes, car en plus de plusieurs couples nicheurs de différentes espèces de goélands. On y retrouve également des nids d'Eider à duvet (> 50 nids) et de Guillemot à miroir (> 30 nids).

D'autres mentions d'intérêt à l'intérieur de la zone d'étude incluent la nidification confirmée de l'Eider à tête grise (1 couvée), du Cygne siffleur (1 couvée et deux couples) et du Traquet motteux (2 couvées). L'observation de jeunes Junco ardoisé constitue également une confirmation de nidification nordique pour cette espèce normalement associée aux arbres.

4.2 Sauvagine et autres espèces aquatiques

4.2.1 Travaux de terrain

Deux survols de la zone d'étude ont eu lieu les 21 et 27 juillet et ont nécessité 1,6 et 4,2 heures chacun. Les conditions météorologiques lors des survols étaient adéquates pour la réalisation des inventaires (annexe C).

De plus, quelques observations additionnelles ont été faites lors des inventaires des parcelles.

4.2.2 Richesse spécifique

Au total, 10 espèces d'anatidés et trois espèces de plongeons ont été observées dans la zone d'étude (carte 3, tableau 4-1). La nidification de ces espèces a été confirmée par l'observation de nids ou de jeunes.

Tableau 4-1 Liste des espèces d'anatidés et de plongeons observés dans l'aire d'étude

Nom français	Nom scientifique	Nom anglais	Statut de nidification
Bernache de Hutchins	*Branta hutchinsii*	Cackling Goose	Possible
Bernache du Canada	*Branta canadensis*	Canada Goose	Confirmée
Canard noir	*Anas rubripes*	American Black Duck	Possible
Canard pilet	*Anas acuta*	Northern Pintail	Confirmée
Cygne siffleur	*Cygnus columbianus*	Tundra Swan	Confirmée
Eider à duvet	*Somateria mollissima*	Common Eider	Confirmée
Eider à tête grise	*Somateria spectabilis*	King Eider	Confirmée
Harelde kakawi	*Clangula hyemalis*	Long-tailed Duck	Confirmée
Harle huppé	*Mergus serrator*	Red-breasted Merganser	Possible
Oie des neiges	*Chen caerulescens*	Snow Goose	Possible
Plongeon catmarin	*Gavia stellata*	Red-throated Loon	Confirmée
Plongeon du Pacifique	*Gavia pacifica*	Pacific Loon	Probable
Plongeon huard	*Gavia immer*	Common Loon	Possible

Parmi les autres espèces aquatiques, cinq espèces de goélands ainsi que le Guillemot à miroir ont été observés dans l'aire d'étude (tableau 4-2). La nidification de ces espèces a été confirmée par l'observation de nids et de jeunes dans les colonies (carte 3; section 4.2.6). Un seul Goéland brun a été observé. Cet individu en plumage de 3^{e} hiver était vraisemblablement non nicheur.

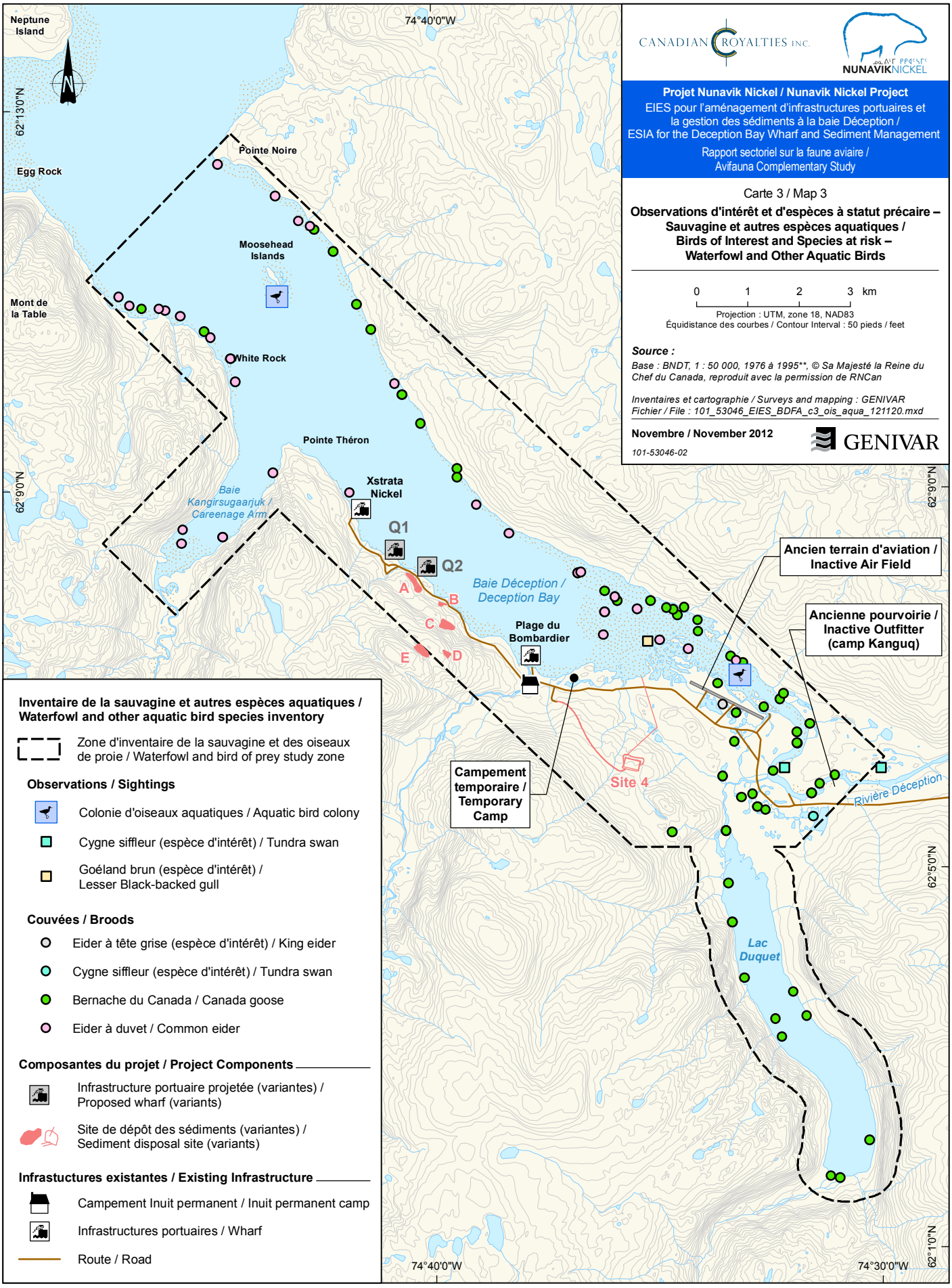

Neptune Island
74°40'0"W
62°13'0"N
Egg Rock
Pointe Noire
Moosehead Islands
Mont de la Table
White Rock
Pointe Théron
62°9'0"N
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Xstrata Nickel
Q1
Q2
A
B
C
D
E
Baie Déception / Deception Bay
Plage du Bombardier
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Ancienne pourvoirie / Inactive Outfitter (camp Kanguq)
Campement temporaire / Temporary Camp
Site 4
Rivière Déception
Lac Duquet
N.0°9'62
N.0°5'62
N.0°1'62
74°40'0"W
74°30'0"W
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIKNICKEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel sur la faune aviaire /
Avifauna Complementary Study
Carte 3 / Map 3
Observations d'intérêt et d'espèces à statut précaire – Sauvagine et autres espèces aquatiques /
Birds of Interest and Species at risk – Waterfowl and Other Aquatic Birds
0 1 2 3 km
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDFA_c3_ois_aqua_121120.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR
Inventaire de la sauvagine et autres espèces aquatiques / Waterfowl and other aquatic bird species inventory
Zone d'inventaire de la sauvagine et des oiseaux de proie / Waterfowl and bird of prey study zone
Observations / Sightings
Colonie d'oiseaux aquatiques / Aquatic bird colony
Cygne siffleur (espèce d'intérêt) / Tundra swan
Goéland brun (espèce d'intérêt) / Lesser Black-backed gull
Couvées / Broods
Eider à tête grise (espèce d'intérêt) / King eider
Cygne siffleur (espèce d'intérêt) / Tundra swan
Bernache du Canada / Canada goose
Eider à duvet / Common eider
Composantes du projet / Project Components
Infrastructure portuaire projetée (variantes) / Proposed wharf (variants)
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road

Tableau 4-2 Liste des autres espèces d'oiseaux aquatiques observés dans la zone d'étude

Nom français	Nom scientifique	Nom anglais	Statut de nidification
Goéland arctique	*Larus glaucoides*	Iceland Gull	Confirmée
Goéland argenté	*Larus argentatus*	Herring Gull	Confirmée
Goéland bourgmestre	*Larus hyperboreus*	Glaucous Gull	Probable
Goéland brun	*Larus fuscus*	Lesser Black-backed Gull	Non-nicheur
Goéland marin	*Larus marinus*	Great Black-backed Gull	Confirmée
Guillemot à miroir	*Cepphus grylle*	Black Guillemot	Confirmée

4.2.3 Dénombrement lors des inventaires aériens

Dix (10) espèces ont été observées lors des inventaires aériens (tableau 4-3), alors que les trois autres espèces (la Bernache de Hutchins, l'Eider à tête grise et le Plongeon huard) n'ont été observées que de manière occasionnelle. La Bernache du Canada et l'Eider à duvet étaient, et de loin, les deux espèces les plus fréquentes et les plus abondantes dans l'aire d'étude.

Tableau 4-3 Nombre d'individus (et détails) de chaque espèce observée lors des inventaires aériens

Espèce	1er survol (21 juillet)				
	Mâle	Femelle	Adulte ind.	Juvénile	Total
Bernache du Canada	-	-	1 804	192	1 996
Canard noir	-	-	-	-	0
Canard pilet	-	3	-	11	14
Cygne siffleur	3	3	-	3	9
Eider à duvet	1	313	-	139	453
Harle huppé	18	4	-	-	22
Harelde kakawi	-	-	-	-	0
Oie des neiges	-	-	2	-	2
Plongeon catmarin	2	2	3	-	7
Plongeon du Pacifique	-	-	2	-	2
Espèce	2e survol (27 juillet)				
	Mâle	Femelle	Adulte ind.	Juvénile	Total
Bernache du Canada	-	-	1 392	171	1 563
Canard noir	-	-	5	-	5
Canard pilet	5	8	16	24	53
Cygne siffleur	2	2	-	3	7
Eider à duvet	62	249	-	197	508
Harle huppé	2	6	6	-	14
Harelde kakawi	-	1	-	-	1
Oie des neiges	-	-	3	-	3
Plongeon catmarin	-	-	15	-	15
Plongeon du Pacifique	-	-	5	-	5

4.2.4 Chronologie de la reproduction

Lors des inventaires aériens, des couvées ont été observées chez quatre espèces d'anatidés et une espèce de plongeon (tableau 4-4). Des couvées additionnelles ont été observées lors des inventaires des parcelles, notamment une d'Eider à tête grise et une d'Harelde kakawi le 24 juillet (tableau 4-5). Les jeunes de Bernache du Canada et d'Eider à duvet étaient, et de loin, les plus abondants dans l'aire d'étude. Toutefois, pour ces deux espèces, il n'était pas possible de distinguer les couvées, car elles s'étaient réunies en groupes (crèches) après l'éclosion.

Tableau 4-4 Âge et taille des couvées observées lors des inventaires aériens

Espèce	1er survol (21 juillet)						
	IA	IB	IC	IIA	IIB	IIC	Total
Bernache du Canada	-	4	95	93	-	-	192
Canard pilet	-	-	-	11	-	-	11
Cygne siffleur	-	-	3	-	-	-	3
Eider à duvet	59	80	-	-	-	-	139
Espèce	**2e survol (27 juillet)**						
	IA	IB	IC	IIA	IIB	IIC	Total
Bernache du Canada	-	5	36	95	35	-	171
Canard pilet	-	-	5	6	3	10	24
Cygne siffleur	-	-	-	3	-	-	3
Eider à duvet	26	169	-	2	-	-	197
Plongeon catmarin	-	2	-	-	-	-	2

Tableau 4-5 Liste des couvées additionnelles observées lors des inventaires au sol (autre que l'Eider à duvet et le Bernache du Canada)

Espèce	Date	Nombre de jeunes	Stade
Eider à tête grise	24 juillet	4	IC
Harelde kakawi	24 juillet	5	IB
Canard pilet	24 juillet	8	IA
Canard pilet	24 juillet	5	IC

Les données les plus récentes ont été utilisées aux fins de rétrodatation. Cette technique décrite par Gollop et Marshall (1954) permet d'estimer les dates hâtives, moyennes et tardives du début de la ponte, du début de l'incubation et de l'éclosion (tableau 4-6). Les codes IA à IIC représentent divers stades de croissance des poussins de sauvagine.

Tableau 4-6 Calculs des dates d'initiation de la ponte, de l'incubation et de l'éclosion par rétrodatation

Espèce	Période	Couvées (nombre)	Date (jj-mm)		
			La plus hâtive	Moyenne	La plus tardive
Bernache du Canada[1]	Début de la ponte	-	16-mai	24-mai	10-juin
	Début de l'incubation		24-mai	01-juin	18-juin
	Éclosion		20-juin	28-juin	15-juil.
Canard pilet[2]	Début de la ponte	4	18-mai	-	10-juin
	Début de l'incubation		26-mai	-	18-juin
	Éclosion		18-juin	-	11-juil.
Cygne siffleur[3]	Début de la ponte	1	-	14-mai	-
	Début de l'incubation		-	24-mai	-
	Éclosion		-	25-juin	-
Eider à duvet[1]	Début de la ponte	-	31-mai	16-juin	25-juin
	Début de l'incubation		04-juin	20-juin	29-juin
	Éclosion		28-juin	14-juil.	23-juil.
Eider à tête grise[4]	Début de la ponte	1	-	04-juin	-
	Début de l'incubation		-	08-juin	-
	Éclosion		-	02-juil.	-
Harelde kakawi	Début de la ponte	1	-	14-juin	-
	Début de l'incubation		-	21-juin	-
	Éclosion		-	17-juil.	-

[1] Les couvées de Bernache du Canada et d'Eider à duvet n'étaient pas distinguables l'une de l'autre, car elles étaient regroupées en crèches.

[2] Étant donné que toutes les couvées de Canard pilet étaient d'une classe âge différente, une date moyenne n'a pu être calculée.

[3] Les calculs de rétrodatation du Cygne siffleur ont été obtenus à partir d'information contenue dans Birds of North America online (Limpert et Earnst 1994) et sont approximatifs.

[4] Les calculs de rétrodatation de l'Eider à tête grise ont été obtenus à partir des mêmes données que pour l'Eider à duvet.

Lors d'une visite sur les îles Moosehead le 19 juillet, la majorité des nids d'eider étaient en éclosion (fin de l'incubation), alors qu'il ne restait que quelques femelles encore au nid lors d'une seconde visite, le 26 juillet. L'éclosion principale devait donc se situer entre le 14 juillet (selon la rétrodatation) et le 19 juillet (observations sur le terrain).

4.2.5 Utilisation des habitats

La zone d'étude peut être divisée en deux grandes régions afin de décrire son utilisation par la sauvagine (carte 3). D'une part, les milieux terrestres et d'eau douce (lac Duquet, rivière Déception, mares et étangs) étaient utilisés par une diversité d'espèces pour la nidification. En effet, des couvées d'Eider à tête grise,

d'Harelde kakawi, de Cygne siffleur, de Canard pilet et de Plongeon catmarin y ont été observées. Les milieux d'eau douce étaient également largement utilisés par la Bernache de Canada à la fois comme aire de mue et comme zone d'élevage des jeunes. Des groupes de bernaches étaient d'ailleurs fréquemment observés traversant le chemin entre le lac Duquet et l'estuaire de la rivière Déception. Parmi celles-ci, quelques Oies des neiges et un groupe de cinq Bernaches de Hutchins ont été observés. Il est possible qu'il s'agisse d'oiseaux en mue qui ne nichent pas localement. C'est le même constat pour la présence du Canard noir dans la dernière semaine des inventaires.

Le milieu marin, c'est-à-dire l'embouchure de la rivière Déception (zone sous l'influence des marées) et la baie Déception, était l'apanage de l'Eider à duvet. En effet, de nombreuses crèches ont pu être observées le long du rivage, dont une partie provenait probablement de la colonie des îles Moosehead (> 50 nids).

4.2.6 Autres espèces aquatiques

Parmi les autres espèces d'oiseaux aquatiques, cinq espèces de goélands ainsi que le Guillemot à miroir ont été observées. Toutes ces espèces (à l'exception du Goéland brun) sont d'ailleurs nicheuses à la baie Déception. En effet, il existe trois colonies d'oiseaux aquatiques, dont deux sont dans la zone d'étude (carte 3; tableau 4-7). La première, relativement importante, est celle des îles Moosehead. Quatre espèces de goélands y sont nicheuses (G. argenté, G. arctique, G. marin et probablement le G. bourgmestre), de même que l'Eider à duvet (> 50 nids) et le Guillemot à miroir (> 30 nids). La seconde est située sur une île dans l'estuaire de la rivière Déception. Trois espèces de goélands y nichent probablement, tous sauf le G. arctique. L'île Arctic, localisée à l'embouchure de la baie, constitue également une colonie d'oiseaux, notamment pour les quatre espèces de goélands nicheuses, l'Eider à duvet et le Guillemot à miroir, mais elle est située à l'extérieur de la zone d'étude.

Tableau 4-7 Nombre minimal de nids dans les colonies d'oiseaux aquatiques

Espèce	Colonie		
	Rivière Déception	Îles Moosehead	Île Arctic
Goéland argenté	8	14	10
Goéland arctique	0	2	9
Goéland marin	2	1	0
Goéland bourgmestre	1	1	1
Eider à duvet	0	50	30
Guillemot à miroir	0	30	1[1]

[1]Des adultes ont été aperçus quittant des nids, mais aucun décompte de ces oiseaux n'a été fait.

Le nombre minimal de nids dans les colonies (tableau 4-7) a été estimé à partir du nombre de nids ou de jeunes visibles sur l'île, ou alors par le nombre de couples démontrant un comportement manifestement nicheur. Ceci ne constitue pas un inventaire complet. De plus, les visites ont eu lieu après l'éclosion dans le cas des goélands et des eiders, et les jeunes avaient commencé à se disperser. Les estimations du tableau 4-7 reflètent plutôt le nombre de nids observés, ou déduits dans le cas des eiders et guillemots quittant la colonie.

Lors d'une visite le 26 juillet aux îles Moosehead, un total maximal de 28 poussins de goélands de toutes espèces confondues a été observé. Un total maximal de 22 poussins de goélands de toutes espèces confondues a été atteint le 27 juillet pour la colonie de l'île de la rivière Déception.

Une estimation plus poussée du nombre potentiel de couples est fournie au tableau 4-8. Les nombres maximaux reflètent le nombre de couples (ou d'équivalents-couples) observés dans la colonie. Dans le cas des goélands et des guillemots, il s'agit simplement du nombre total d'adultes divisé par deux. Cet indice peut être particulièrement utile pour estimer le nombre de nids de guillemots, qui sont difficiles à détecter.

Tableau 4-8 Nombre estimé de couples d'oiseaux aquatiques dans les colonies

Espèce	Colonie		
	Rivière Déception	Îles Moosehead	Île Arctic
Goéland argenté	35-42	40-80	20-30
Goéland arctique	0	3	15-20
Goéland marin	3	1	2
Goéland bourgmestre	2	3	5
Eider à duvet	0	75-120	100-250
Guillemot à miroir	0	100-150	40-65

Finalement, les inventaires par transects ont révélé qu'il y avait des rassemblements de goélands de toutes les espèces au repos, principalement des immatures (non-nicheurs), dans le fond de la baie Déception. Les sites de repos préférés étaient les derniers îlots rocheux émergés de l'embouchure de la rivière Déception (nombre maximal = 200 le 28 juillet) ainsi que l'embouchure du ruisseau près de la plage du Bombardier (nombre maximal = 140 le 29 juillet).

4.3 Oiseaux de proie et Grand Corbeau

4.3.1 Travaux de terrain

Les oiseaux de proie ont été inventoriés lors des survols aériens du 21 et 27 juillet. Toutes les falaises à l'intérieur de la zone d'étude ont été inventoriées. De plus, certaines vallées présentant des escarpements ont également été inventoriées (notamment le tributaire du lac Duquet, la rivière coulant près du campement inuit et le tributaire nord de la rivière Déception).

Par ailleurs, certaines observations additionnelles ont pu être colligées lors des inventaires au sol.

4.3.2 Richesse spécifique

Quatre espèces d'oiseaux de proie ont été observées dans l'aire d'étude (carte 4), en plus du Grand Corbeau (tableau 4-9).

Tableau 4-9 Liste des espèces d'oiseaux de proie observées dans l'aire d'étude

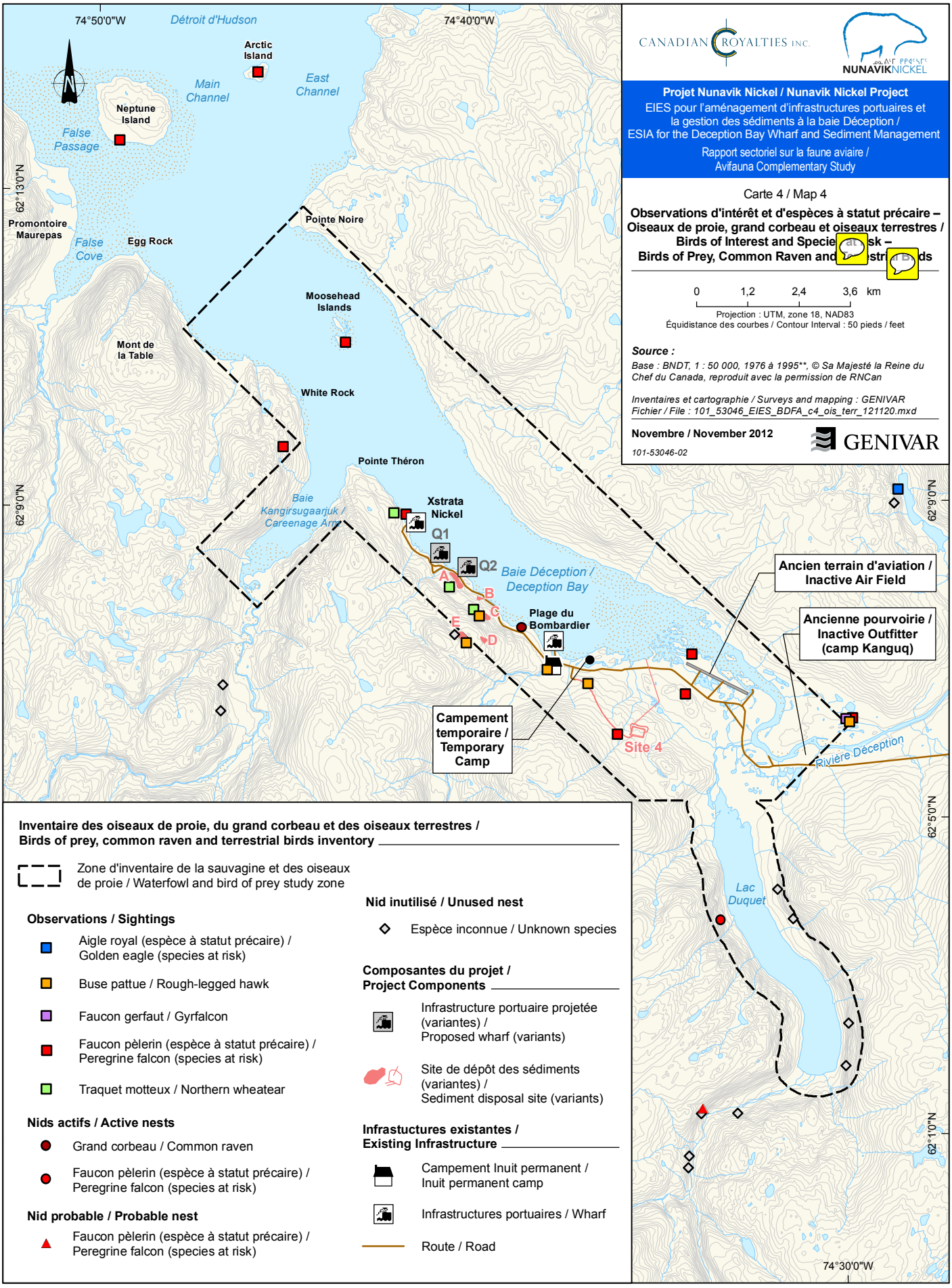
Nom français	Nom scientifique	Nom anglais	Statut de nidification
Aigle royal[1]	*Aquila chrysaetos*	Golden Eagle	Possible
Buse pattue	*Buteo lagopus*	Rough-legged Hawk	Probable
Faucon gerfaut	*Falco rusticolus*	Gyrfalcon	Possible
Faucon pèlerin	*Falco peregrinus*	Peregrine Falcon	Confirmée
Grand Corbeau	*Corvus corax*	Common Raven	Confirmée

[1] L'Aigle royal, une espèce à statut précaire, a été observée à l'extérieur de la zone d'étude, mais vu son grand territoire, elle est susceptible de la fréquenter.

4.3.3 Utilisation de l'habitat

Le Faucon pèlerin est l'espèce qui a été le plus souvent répertoriée, avec 11 observations. Le territoire d'au moins trois couples semble recouper l'aire d'étude. Deux de ces territoires sont situés au lac Duquet : un nid actif contenant deux oisillons, en plus d'un couple distinct perché près de ce qui semblait être un nid probable (fientes abondantes en bordure d'une large anfractuosité). Un troisième territoire est présumé dans le secteur de la baie Kangirsugaarjuk, puisque quelques observations ont été faites dans ce secteur, notamment un adulte transportant de la nourriture (ce qui a été interprété comme du transport de nourriture pour des jeunes par les observateurs). Les observations de Faucon pèlerin sur les îles étaient toutes des observations d'adultes en chasse.

Au moins un couple de Buse pattue était présent autour du quai de Xstrata (observé en parade territoriale).


74°50'0"W
Détroit d'Hudson
74°40'0"W
Arctic Island
Main Channel
East Channel
Neptune Island
False Passage
62°13'0"N
Promontoire Maurepas
False Cove
Egg Rock
Pointe Noire
Moosehead Islands
Mont de la Table
White Rock
Pointe Théron
62°9'0"N
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Xstrata Nickel
Q1
Q2
A
B
C
D
E
Baie Déception / Deception Bay
Plage du Bombardier
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Ancienne pourvoirie / Inactive Outfitter (camp Kanguq)
Campement temporaire / Temporary Camp
Site 4
Rivière Déception
62°5'0"N
Lac Duquet
62°1'0"N
74°30'0"W
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIKNICKEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel sur la faune aviaire /
Avifauna Complementary Study
Carte 4 / Map 4
Observations d'intérêt et d'espèces à statut précaire – Oiseaux de proie, grand corbeau et oiseaux terrestres /
Birds of Interest and Species at Risk – Birds of Prey, Common Raven and Terrestrial Birds
0 1,2 2,4 3,6 km
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDFA_c4_ois_terr_121120.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR
Inventaire des oiseaux de proie, du grand corbeau et des oiseaux terrestres /
Birds of prey, common raven and terrestrial birds inventory
Zone d'inventaire de la sauvagine et des oiseaux de proie / Waterfowl and bird of prey study zone
Observations / Sightings
Aigle royal (espèce à statut précaire) / Golden eagle (species at risk)
Buse pattue / Rough-legged hawk
Faucon gerfaut / Gyrfalcon
Faucon pèlerin (espèce à statut précaire) / Peregrine falcon (species at risk)
Traquet motteux / Northern wheatear
Nids actifs / Active nests
Grand corbeau / Common raven
Faucon pèlerin (espèce à statut précaire) / Peregrine falcon (species at risk)
Nid probable / Probable nest
Faucon pèlerin (espèce à statut précaire) / Peregrine falcon (species at risk)
Nid inutilisé / Unused nest
Espèce inconnue / Unknown species
Composantes du projet / Project Components
Infrastructure portuaire projetée (variantes) / Proposed wharf (variants)
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road

Une couvée de Grand Corbeau fréquentait le secteur du camp, et on peut présumer qu'elle provient du nid présent dans le feu d'alignement (un nid de Grand Corbeau actif au printemps 2012 selon les employés de CRI).

Le Faucon gerfaut (2 individus) et l'Aigle royal (1 individu) n'ont été aperçus qu'à une seule reprise chacun. Dans les deux cas, les oiseaux se trouvaient en périphérie immédiate de la zone d'étude dans la vallée de la rivière Déception, au sud-est de la baie.

De plus, 14 anciens nids ont également été recensés, dont 11 sur les falaises du lac Duquet (carte 4). L'abondance de nids inutilisés suggère que la zone d'étude peut être riche en rapaces. Au cours des deux semaines d'inventaire, un seul lemming (*Dicrostonyx sp.*) et un seul Lièvre arctique (*Lepus arcticus*) ont été observés. Ceci suggère un creux des populations de proies pour les buses et l'aigle, suffisant pour faire échouer la nidification ou même l'annuler en 2012, et pourrait être à l'origine de l'absence d'observations de Harfang des neiges (*Bubo scandiacus*) et de labbes (*Stercorarius spp.*), des prédateurs de lemmings qui utilisent des habitats comme la plaine toundrique au fond de la baie Déception comme site de nidification.

4.4 Oiseaux terrestres

4.4.1 Travaux de terrain

Au total, 44 parcelles de 10 ha ont été inventoriées entre le 18 juillet et le 5 août (carte 1). Les données sur l'habitat général de chaque parcelle et les conditions d'observation sont présentées aux annexes D et E.

4.4.2 Richesse spécifique et abondance relative

Au total, 12 espèces d'oiseaux terrestres ont été observées. Les espèces les plus fréquentes étaient le Plectrophane lapon, le Pipit d'Amérique, le Bruant à couronne blanche, l'Alouette hausse-col et le Bruant des prés (tableau 4-10).

Les deux espèces de sizerins et le Plectrophane des neiges étaient observées régulièrement, mais leur répartition était restreinte à certains habitats.

Viennent ensuite des espèces beaucoup moins fréquentes dans la zone d'étude, dont un faible nombre d'individus a été observé dans plusieurs parcelles (dans certains cas, il s'agit des mêmes individus qui se sont déplacés), notamment le Junco ardoisé (1 couvée), le Lagopède alpin (3 couvées et 1 mâle), le Traquet motteux (2 couvées) et le Merle d'Amérique (1 couvée et un couple).

Tableau 4-10 Diversité, constance et abondance moyenne des espèces d'oiseaux terrestres dans la zone d'étude

Espèce	Densité (ÉC/10 ha)		Constance (%)
	Moyenne	Écart-type	
Plectrophane lapon	1,09	1,43	61
Pipit d'Amérique	0,60	0,66	55
Bruant à couronne blanche	0,51	0,87	34
Alouette hausse-col	0,36	0,56	36
Bruant des prés	0,35	0,50	36
Sizerin flammé	0,15	0,65	7
Sizerin blanchâtre	0,08	0,30	7
Plectrophane des neiges	0,08	0,26	9
Lagopède alpin	0,07	0,25	7
Traquet motteux	0,07	0,33	5
Merle d'Amérique	0,05	0,21	5
Junco ardoisé	0,05	0,21	5

4.4.3 Utilisation de l'habitat

Les zones de toundra sèche étaient surtout fréquentées par le Plectrophane lapon et l'Alouette hausse-col, alors que le Bruant des prés préférait les zones de toundra plus humides et plus herbeuses.

Les zones rocheuses étaient plus fréquentées par le Pipit d'Amérique et le Bruant à couronne blanche, et ce sont seulement dans ces affleurements rocheux que le Plectrophane des neiges, le Traquet motteux et le Lagopède alpin ont été observés.

Les sizerins étaient surtout abondants dans les bosquets de saules, présents à un seul endroit dans l'aire d'étude : l'embouchure d'une petite rivière dans les parcelles 118 et 99.

Finalement, les zones perturbées (campements, aires d'entreposage, etc.) semblaient propices à une plus grande abondance d'oiseaux. Le Merle d'Amérique et le Bruant à couronne blanche semblaient particulièrement apprécier la présence d'infrastructures humaines.

4.5 Oiseaux de rivage

4.5.1 Travaux de terrain

En plus des 44 parcelles visitées pour les oiseaux terrestres, sept transects riverains ont été effectués (carte 1) : 1 à l'embouchure de la rivière Kangirsugaarjuk (T001) et 4 à l'embouchure de la rivière Déception, 1 sur la rive sud-ouest de la baie Déception (T006) et 1 à l'extérieur de l'aire d'étude sur l'Île Neptune (T004). Les données relatives aux conditions d'observation lors des transects sont présentées à l'annexe F.

4.5.2 Richesse spécifique et abondance relative

Au total, six espèces de limicoles ont été observées à l'intérieur de la zone d'étude, mais seulement deux ont été confirmées nicheuses (Bécasseau semipalmé et Pluvier semipalmé). Une est considérée comme nicheuse possible (Bécasseau variable), et les trois autres (Bécasseau à croupion blanc, Bécasseau de Baird et Phalarope à bec étroit) n'ont été recensées qu'en déplacement, sans indice de nidification. Des densités n'ont donc été calculées que pour les deux premières, les seules rencontrées lors des inventaires terrestres (tableau 4-11).

Tableau 4-8 Diversité, constance et abondance moyenne des espèces de limicoles dans la zone d'étude

Espèce	Densité (ÉC/km^2)		Constance
	Moyenne	Écart-type	
Bécasseau semipalmé	0,14	0,35	14
Pluvier semipalmé	0,23	0,42	23

Il est à noter que la majorité des bécasseaux semipalmés adultes ont quitté leurs territoires de nidification au cours de la deuxième semaine d'inventaire. Il ne restait plus que des juvéniles capables de voler, mais n'ayant pas encore rejoint des sites d'alimentation intertidaux. Deux autres espèces ont été observées à l'extérieur de la zone d'étude, soit un Bécasseau violet et un Tournepierre à collier, tous les deux vraisemblablement en migration.

4.5.3 Utilisation de l'habitat

Toutes les observations de bécasseaux semipalmés nicheurs ont été faites dans la zone de toundra humide située près de l'ancienne piste d'atterrissage, à la décharge du lac Duquet dans la rivière Déception et dans les étangs limitrophes. Le Pluvier semipalmé était un peu plus répandu et il a été observé dans les mêmes zones, en plus du littoral de la baie Déception, car cette espèce niche sur des substrats plus rocheux (Nol et Blanken 1999).

Les transects ont révélé que la zone d'étude était somme toute peu utilisée par les limicoles en migration (tableau 4-12). En effet, au maximum 37 bécasseaux semipalmés et cinq pluviers semipalmés ont été observés au cours d'une même journée dans la zone d'étude, soit dans la vaste zone intertidale de l'embouchure de la rivière Déception. Il s'agit de nombres plutôt faibles compte tenu de la superficie du site. Il n'y a pas eu de regroupements de bécasseaux adultes tel qu'anticipé. La quasi-totalité des bécasseaux semipalmés observés à la rivière Déception était des juvéniles ayant atteint leur indépendance motrice. Par contre, sur l'Île Neptune, un rassemblement migratoire d'environ 245 bécasseaux à croupion blanc adultes a été observé le 26 juillet, alors que cette espèce ne démontre aucun indice de nidification dans l'aire d'étude.

Tableau 4-9 Nombre d'individus d'oiseaux de rivage observés lors des transects

Espèce	baie Kang.[1]		riv. Déception			rive SO[2]	île Neptune
	T001	T002	T003	T005	T007	T006	T004
Bécasseau de Baird	-	-	-	-	2	-	3
B. à croupion blanc	-	1	1	1	1	-	245
B. semipalmé	-	1	2	18	37	-	6
B. variable	-	-	1	-	-	-	-
Pluvier semipalmé	-	5	1	-	3	2	17
Tournepierre à collier	-	-	-	-	-	-	1
Calidris sp.	-	30	-	-	-	-	-

[1] baie Kangirsugaarjuk
[2] rive sud-ouest de la baie Déception

4.6 Espèces à statut précaire

Quelques espèces en péril sont susceptibles d'être présentes dans l'aire d'étude. Cette liste a été générée à partir des connaissances générales sur l'aire de répartition des espèces en péril au Québec et au Canada de manière à inclure le plus d'espèces possible, car les données sur la répartition des oiseaux dans la péninsule d'Ungava demeurent fragmentaires, notamment.

Sept espèces ont donc été retenues comme potentiellement présentes dans l'aire d'étude (tableau 4-13). Toutefois, seulement trois d'entre elles sont probablement présentes dans la péninsule d'Ungava pour y nicher. Parmi ces trois espèces, seul le Faucon pèlerin et l'Aigle royal retrouvent leur habitat de nidification dans l'aire d'étude (des falaises), puisqu'il n'y a pas de rivière suffisamment turbulente pour l'Arlequin plongeur.

Tableau 4-10 Liste des espèces en péril susceptibles de fréquenter l'aire d'étude

Espèce	Statut provincial	Statut fédéral	
	LEMVQ[1]	COSEPAC[2]	LEP[3]
Aigle royal	Vulnérable	-	-
Arlequin plongeur	Vulnérable	Préoccupante	Préoccupante
Bécasseau maubèche *rufa*	Susceptible[4]	Disparition[5]	Disparition[5]
Bécasseau roussâtre	-	Préoccupante	-
Faucon pèlerin *tundrius*	Susceptible[4]	Préoccupante	Préoccupante
Mouette blanche	-	Disparition[5]	Disparition[5]

[1] LEMVQ : Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec
[2] COSEPAQ COSEPAC : Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
[3] LEP : Loi sur les espèces en péril
[4] Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
[5] En voie de disparition

4.6.1 Aigle royal

Cette espèce niche sur des corniches de falaises et recherche, pour la chasse, des habitats ouverts ou semi-ouverts en terrains montagneux (Brodeur et Morneau, 1999). Elle retrouve donc autant son habitat de nidification que celui de chasse dans la région de la baie Déception. D'ailleurs, un individu adulte a été observé dans une vallée au sud-est de la rivière Déception (en dehors de la zone d'étude, carte 4) et plusieurs nids (dont certains atteignant des tailles imposantes) ont été découverts sur les falaises de la région. Il est donc possible que cette espèce niche dans, ou à proximité de l'aire d'étude. La présence de l'Aigle royal dans la péninsule d'Ungava était déjà connue et documentée, où une vingtaine de territoires ont été recensés, notamment un près de Salluit (Brodeur et Morneau, 1999)**.**

4.6.2 Arlequin plongeur

L'Arlequin plongeur est un canard qui niche à proximité des ruisseaux ou rivières aux eaux claires et turbulentes. Ce type d'habitat n'est pas présent dans la zone d'étude, où il n'y a d'ailleurs eu aucune observation de l'espèce.

4.6.3 Bécasseau maubèche *rufa*

La sous-espèce nichant dans l'est de l'arctique canadien est la sous-espèce *rufa*, qui est désignée comme étant en voie de disparition au Canada. L'aire d'étude se trouve à l'extérieur de l'aire de reproduction connue du Bécasseau maubèche, qui s'étend au Nord de la péninsule d'Ungava (COSEPAC 2007a). Comme la baie Déception est située entre son aire de reproduction et quelques-unes de ses haltes migratoires importantes (ex. : l'archipel des îles de Mingan), des adultes auraient pu être observés en migration. Cependant, aucun individu n'a été observé dans la zone d'étude, et la baie Déception était relativement peu utilisée par les limicoles pendant les inventaires.

4.6.4 Bécasseau roussâtre

Le Bécasseau roussâtre se reproduit dans la toundra côtière de l'Arctique canadien (Lanctot et Laredo, 1994). Son aire de nidification se situe dans l'ouest du Nunvaut et sa présence dans l'aire d'étude est peu probable compte tenu que les principaux corridors de migration se situent à l'ouest de la baie d'Hudson (Lanctot *et al.,* 2010). Aucun individu n'a été observé dans l'aire d'étude et la baie Déception était relativement peu utilisée par les limicoles pendant les inventaires.

4.6.5 Faucon pèlerin *tundrius*

Bien que les différences entre les sous-espèces *tundrius* et *anatum* soient ténues (et la limite entre les aires de répartition des deux, floue), il est généralement admis que *tundrius* niche plus au nord et au-delà de la limite des arbres. À la baie Déception, les adultes à poitrine blanche observés dans la zone d'étude proviennent certainement de la sous-espèce *tundrius*. Dans la toundra continentale, le Faucon pèlerin *tundrius* niche sur des escarpements rocheux (Court *et al.* 1988b dans COSEPAC, 2007b). L'espèce trouve donc des sites de nidification en abondance dans le secteur de la baie Déception.

Selon les observations faites à l'été 2012, il pourrait y avoir jusqu'à trois couples sur le territoire de l'aire d'étude. En effet, un nid contenant deux jeunes a été trouvé au lac Duquet. Quelques kilomètres à l'ouest, dans la vallée du principal tributaire du lac Duquet, un second site présumé a été découvert. À ce site, deux adultes étaient perchés à proximité d'une large anfractuosité, dont l'ouverture était abondamment couverte de fientes. Toutefois, aucun oisillon ou nid n'étaient visible, mais il est possible que le nid se trouvait à l'intérieur du trou. Un vieux nid était également présent à quelques mètres de là. Finalement, plusieurs observations d'adultes aux abords de la baie Kangirsugaarjuk, dont un transportant de la nourriture (vraisemblablement pour des jeunes), laisse croire à un troisième territoire dans cette région.

Les informations sur le Faucon pèlerin aux latitudes de la baie Déception sont fragmentaires et les estimés des populations de Faucon pèlerin *tundrius* sont probablement sous-évalués (COSEPAC 2007b), faute d'inventaires suffisants. Il y a lieu de croire que les sites découverts à la baie Déception constituent de nouveaux sites. D'ailleurs, le Rapport de situation de l'espèce (COSEPAC, 2007b) fait état de 34 couples dans la baie d'Ungava et d'au moins 18 sites actifs dans la péninsule d'Ungava, auxquels viendraient s'ajouter les nouveaux territoires découverts.

4.6.6 Mouette blanche

Au Canada, l'espèce se reproduit exclusivement au Nunavut, où il y a en permanence des glaces à la dérive et des eaux libres de glace. Les sites de nidification connus les plus près de l'aire d'étude se trouvent dans le nord-ouest de l'Île de Baffin (COSEPAC, 2001). La présence de cette espèce dans l'aire d'étude serait donc inusitée en été et l'espèce n'a d'ailleurs pas été observée lors des inventaires.

5. CONCLUSION

Les principales zones fréquentées par les oiseaux aquatiques sont situées à proximité de l'embouchure de la rivière Déception ainsi que sur les îles abritant des colonies dans la baie. Les oiseaux de proie, bien qu'ils fréquentent l'ensemble de la zone d'inventaire, semblent cibler les secteurs où se concentrent les oiseaux aquatiques, notamment en ce qui concerne le Faucon pèlerin. Chez les oiseaux terrestres, la fréquentation du territoire est relativement homogène. Par contre, les oiseaux de rivage nicheurs sont principalement situés à proximité de l'embouchure de la rivière Déception, où l'on retrouve plus de toundra humide, de mares et d'étangs. Les limicoles migrateurs sont, quant à eux, peu nombreux dans la zone d'étude. Finalement, les deux espèces à statut précaire qui fréquentent la zone d'inventaire sont le Faucon pèlerin et l'Aigle royal. La Faucon pèlerin niche entre autres au lac Duquet.

6. RÉFÉRENCES

ANDRES, B.A. 2006. *An Arctic-Breeding Bird Survey on the Northwestern Ungava Peninsula, Quebec, Canada*. Arctic. Vol. 59, No. 3, p. 311-318.

ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU QUÉBEC. 2010. *Guide du participant (version 1)*. Regroupement QuébecOiseaux, Service canadien de la faune (Environnement Canada) et Études d'Oiseaux Canada, Canada, Québec. 92 p.

BORDAGE, D., C. Lepage et S. Orichefsky. 2003. *Inventaire en hélicoptère du Plan conjoint sur le Canard noir au Québec – printemps 2003*. Sainte-Foy. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 26 p.

BRODEUR, S. et F. Morneau. 1999. *Rapport sur la situation de l'Aigle royal (Aquila chrysaetos) au Québec*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats. 75 p.

COSEPAC. 2001. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la mouette blanche (Pagophila eburnea) au Canada — Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vi+ 12 p.

COSEPAC. 2007a. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Bécasseau maubèche de la sous-espèce rufa (Calidris canutus rufa), du type roselaari (Calidris canutus roselaari) et de la sous-espèce islandica (Calidris canutus islandica) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 67 p.

COSEPAC. 2007b. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Faucon pèlerin (Falco peregrinus de la sous-espèce pealei (Falco peregrinus pealei) et anatum/tundrius (Falco peregrinus anatum/tundrius) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. viii + 55 p.

COSEPAC. 2009. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le courlis esquimau (Numenius borealis) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 35 p.

GOLLOP, J. B. et W.H. Marshall. 1954. *A guide for aging duck broods in the field*. Minneapolis, Mississippi Flyway Council Technical Section.

LANCTOT, R.B. et C.D. Laredo. 1994. *Buff-breasted Sandpiper (Tryngites subruficollis)*. The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca. Site Internet : http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/091doi:10.2173/bna.91. Consulté le 2 octobre 2012.

LANCTOT, R.B., J. Aldabe, J.B. Almeida, D. Blanco, J.P. Isacch, J. Jorgensen, S. Norland, P. Rocca, and K.M. Strum. 2010. *Conservation Plan for the Buff-breasted Sandpiper (Tryngites subruficollis)*.Version 1.1. U. S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, Alaska, and Manomet Center for Conservation Sciences, Manomet, Massachusetts, USA.

LIMPERT, R.J. et S. L. Earnst. 1994. *Tundra Swan (Cygnus columbianus)*. The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca. Site Internet : http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/089doi:10.2173/bna.89. Consulté le 2 octobre 2012.

NOL, E. et M.S. Blanken. 1999*. Semipalmated Plover (Charadrius semipalmatus)*. The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca. Site Internet : http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/444doi:10.2173/bna.444. Consulté le 3 octobre 2012.

TECSULT. 2007. *Harmonisation des âges des couvées de sauvagine utilisés pour la rétrodatation*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. 7 p.

ANNEXE A

Liste des espèces observées dans la zone d’étude

Liste des espèces observées dans la zone d'étude

Nom français	Nom scientifique	Nom anglais	Statut de nidification
Alouette hausse-col	*Eremophila alpestris*	Horned Lark	Confirmée
Bécasseau à croupion blanc	*Calidris fuscicollis*	White-rumped Sandpiper	Non-nicheur
Bécasseau de Baird	*Calidris bairdii*	Baird's Sandpiper	Non-nicheur
Bécasseau semipalmé	*Calidris pusilla*	Semipalmated Sandpiper	Confirmée
Bécasseau variable	*Calidris alpina*	Dunlin	Possible
Bernache de Hutchins	*Branta hutchinsii*	Cackling Goose	Possible
Bernache du Canada	*Branta canadensis*	Canada Goose	Confirmée
Bruant à couronne blanche	*Zonotrichia leucophrys*	White-crowned Sparrow	Confirmée
Bruant des prés	*Passerculus*	Savannah Sparrow	Confirmée
Buse pattue	*Buteo lagopus*	Rough-legged Hawk	Probable
Canard noir	*Anas rubripes*	American Black Duck	Possible
Canard pilet	*Anas acuta*	Northern Pintail	Confirmée
Cygne siffleur	*Cygnus columbianus*	Tundra Swan	Confirmée
Eider à duvet	*Somateria mollissima*	Common Eider	Confirmée
Eider à tête grise	*Somateria spectabilis*	King Eider	Confirmée
Faucon gerfaut	*Falco rusticolus*	Gyrfalcon	Possible
Faucon pèlerin	*Falco peregrinus*	Peregrine Falcon	Confirmée
Goéland arctique	*Larus glaucoides*	Iceland Gull	Confirmée
Goéland argenté	*Larus argentatus*	Herring Gull	Confirmée
Goéland bourgmestre	*Larus hyperboreus*	Glaucous Gull	Probable
Goéland brun	*Larus fuscus*	Lesser Black-backed Gull	Non-nicheur
Goéland marin	*Larus marinus*	Great Black-backed Gull	Confirmée
Grand Corbeau	*Corvus corax*	Common Raven	Confirmée
Guillemot à miroir	*Cepphus grylle*	Black Guillemot	Confirmée
Harelde kakawi	*Clangula hyemalis*	Long-tailed Duck	Confirmée
Harle huppé	*Mergus serrator*	Red-breasted Merganser	Possible
Junco ardoisé	*Junco hyemalis*	Dark-eyed Junco	Confirmée
Lagopède alpin	*Lagopus muta*	Rock Ptarmigan	Confirmée
Merle d'Amérique	*Turdus migratorius*	American Robin	Confirmée
Oie des neiges	*Chen caerulescens*	Snow Goose	Possible
Phalarope à bec étroit	*Phalaropus lobatus*	Red-necked Phalarope	Non-nicheur
Pipit d'Amérique	*Anthus rubescens*	American Pipit	Confirmée
Plectrophane des neiges	*Plectrophenax nivalis*	Snow Bunting	Confirmée
Plectrophane lapon	*Calcarius lapponicus*	Lapland Longspur	Confirmée
Plongeon catmarin	*Gavia stellata*	Red-throated Loon	Confirmée
Plongeon du Pacifique	*Gavia pacifica*	Pacific Loon	Probable
Plongeon huard	*Gavia immer*	Common Loon	Possible
Pluvier semipalmé	*Charadrius semipalmatus*	Semipalmated Plover	Confirmée
Sizerin blanchâtre	*Acanthis hornemanni*	Hoary Redpoll	Confirmée
Sizerin flammé	*Acanthis flammea*	Common Redpoll	Confirmée
Traquet motteux	*Oenanthe oenanthe*	Northern Wheatear	Confirmée

ANNEXE B

Liste d’espèces additionnelles observées à l’extérieur de la zone d’étude

Liste d’espèces additionnelles observées à l’extérieur de la zone d’étude

Nom français	Nom scientifique	Nom anglais	Statut de nidification
Aigle royal	*Aquila chrysaetos*	Golden Eagle	Possible
Bécasseau violet	*Calidris maritima*	Purple Sandpiper	Non-nicheur
Bruant hudsonien	*Spizella arborea*	American Tree Sparrow	Confirmée
Guillemot de Brünnich	*Uria lomvia*	Thick-billed Murre	Possible
Macreuse à bec jaune	*Melanitta americana*	Black Scoter	Possible
Sarcelle d'hiver	*Anas crecca*	Green-winged Teal	Confirmée
Tournepierre à collier	*Arenaria interpres*	Ruddy Turnstone	Non-nicheur

ANNEXE C

Conditions d’observation lors des survols aériens

Conditions d’observation lors des survols aériens

Date	Navigateur	Observateur	Nombre de vols	Heure		T°[1]	Nébulosité[2]	Précipitation	Vent		Condition d'observation
				Début	Fin				Force[3]	Origine	
21 juillet	B. Laliberté	O. Barden	1	13:24	15:05	20	30	Aucune	4	O	Bonne
27 juillet	O. Barden	B. Laliberté	2	08:34	13:45	10	100	Aucune	1	-	Excellente

[1] T° : température en °C;
[2] Nébulosité : % de couverture nuageuse;
[3] Force du vent selon l’échelle de Beaufort.

ANNEXE D

Description des habitats des parcelles

Description des habitats des parcelles

Parcelle	Habitat général	Habitat (%)								
		Toundra sèche	Toundra humide	Vasière	Eau	Roche	Autre 1	Autre 2	Précision 1	Précision 2
139	Toundra herbeuse	90	-	-	-	10	-	-	-	-
140	Toundra herbeuse	72	-	-	-	25	3	-	Industriel: pile de tiges d'acier	-
159	Toundra sèche	70	-	-	-	30	-	-	-	-
160	Toundra herbeuse	60	-	-	-	40	-	-	-	-
202	Toundra sèche	50	7	-	3	40	-	-	-	-
99	Toundra sèche	33	15	-	20	5	20	7	Anthropique: gravier, route	Saules arbustifs
126	Toundra sèche	75	-	-	5	20	-	-	-	-
145	Toundra sèche	55	5	-	5	35	-	-	-	-
164	Toundra sèche	50	-	-	-	20	30	-	Sable/gravier	-
184	Toundra humide	-	40	30	30	-	-	-	-	-
223	Toundra sèche	55	-	-	-	45	-	-	-	-
222	Toundra sèche	30	-	-	-	50	20	-	Lit de ruisseau herbeux	-
203	Champ de roches	50	20	-	-	30	-	-	-	-
8	Toundra sèche	40	45	-	1	14	-	-	-	-
14	Roche	20	10	-	-	70	-	-	-	-
9	Flanc rocheux	9	-	-	6	50	35	-	Futur site en construction	-
200	Toundra sèche	50	30	-	-	20	-	-	-	-
221	Toundra sèche	75	10	-	-	15	-	-	-	-
17	Roches	20	-	-	-	80	-	-	-	-
170	Toundra sèche	65	-	-	25	-	10	-	Piste d'atterrissage	-
169	Toundra sèche	75	-	10	15	-	-	-	-	-
201	Toundra sèche	80	-	-	-	20	-	-	-	-
180	Toundra sèche	80	-	-	-	20	-	-	-	-
23	Anthropique	20	-	-	-	40	40	-	Gravière et pile de gravier	-
251	Toundra sèche	70	-	-	15	-	15	-	Route de gravier	-
287	Toundra sèche	65	8	10	15	2	-	-	-	-
270	Toundra humide	-	55	20	20	-	15	-	Route de gravier	-
288	Toundra sèche	50	-	15	35	-	-	-	-	-
24	Anthropique	-	20	-	10	35	25	10	Réservoirs	Piles de roches

Description des habitats des parcelles (suite)

Parcelle	Habitat général	Habitat (%)								
		Toundra sèche	Toundra humide	Vasière	Eau	Roche	Autre 1	Autre 2	Précision 1	Précision 2
16	Roche	-	25	-	-	40	10	25	Chemin de gravier	Gravière
34	Roche	-	10	-	5	70	15	-	Route et carrière de sable	-
46	Roche	10	5	-	-	85	-	-	-	-
168	Toundra sèche	75	-	5	10	-	10	-	Route de gravier	-
188	Toundra sèche	93	-	-	-	7	-	-	-	-
79	Roche	25	-	-	-	70	5	-	Route de gravier	-
165	Roche	15	-	-	-	70	15	-	Sable / gravier	-
98	Toundra sèche	70	20	-	-	-	10	-	Route de gravier	-
166	Roche	20	-	-	-	80	-	-	-	-
63	Toundra sèche	37	15	-	33	5	5	5	Route de gravier	Plage rocheuse
80	Toundra sèche	70	25	-	-	5	-	-	-	-
268	Toundra sèche	60	-	15	25	-	-	-	-	-
269	Toundra sèche	57	25	4	12	-	2	-	Route de gravier	-
118	Rivière	20	-	-	10	-	50	20	Vallée rocheuse avec saules	Camp inuit: 10%, route: 10%
46	Roche	20	10	-	5	65	-	-	-	-
75	Roche	20	-	-	5	75	-	-	-	-

ANNEXE E

Description des conditions d’observation des parcelles

Description des conditions d'observation des parcelles

Parcelle	Date	Habitat	Observateur[1]	Début	Fin	T°[2]	Nébulosité[3]	Précipitation	Force du vent	Origine du vent	Condition d'observation
139	18-juil	Toundra herbeuse	BL + OB	09:04	09:55	13	0	Aucune	2	N	Excellente
140	18-juil	Toundra herbeuse	OB + BL	09:28	10:30	11	10	Aucune	4	NO	Bonne
159	18-juil	Toundra sèche	BL + OB	10:42	11:15	12	20	Aucune	4	N	Bonne
160	18-juil	Toundra herbeuse	BL + OB	10:58	11:50	13	20	Aucune	2	N	Bonne
202	18-juil	Toundra sèche	BL + OB	16:37	17:15	14	10	Aucune	3	NO	Bonne
99	20-juil	Toundra sèche / ruisseau	OB	08:50	10:00	14	0	Aucune	3	N	Excellente
126	20-juil	Toundra sèche	BL + OB	14:30	15:11	14	0	Aucune	4	N	Moyenne
145	20-juil	Toundra sèche	BL + OB	15:00	15:38	13	0	Aucune	5	NO	Moyenne
164	20-juil	Toundra sèche	BL + OB	16:10	16:40	14	5	Aucune	5	N	Moyenne
184	20-juil	Toundra humide	BL + OB	16:27	17:01	14	0	Aucune	5	N	Moyenne
223	22-juil	Toundra sèche	OB + BL	07:53	08:35	20	40	Aucune	3	SE	Excellente
222	22-juil	Toundra sèche	BL + OB	07:30	08:13	15	20	Aucune	2	SO	Excellente
203	22-juil	Champ de roches	BL + OB	08:40	09:04	20	25	Aucune	3	SE	Excellente
8	23-juil	Toundra sèche	OB	15:23	16:10	10	90	Aucune	5	N	Moyenne
14	23-juil	Roche	BL	15:43	16:18	10	90	Aucune	4	N	Moyenne
9	23-juil	Flanc de montagne rocheux	BL + OB	16:35	16:48	10	50	Aucune	4	N	Moyenne
200	24-juil	Toundra sèche	OB + BL	08:57	09:27	15	90	Aucune	2	S	Excellente
221	24-juil	Toundra sèche	OB + BL	09:54	10:28	14	100	Faible	2	S	Bonne
17	24-juil	Roche	BL + OB	15:15	15:41	14	100	Faible	3	S	Moyenne
170	24-juil	Toundra sèche	BL	13:39	14:18	14	100	Aucune	3	S	Moyenne
169	24-juil	Toundra sèche	BL	12:50	13:29	15	100	Aucune	1	E	Excellente
201	24-juil	Toundra sèche	BL + OB	09:33	10:05	12	100	Aucune	2	SE	Bonne
180	24-juil	Toundra sèche	BL + OB	08:40	09:10	14	90	Aucune	2	S	Moyenne
23	24-juil	Anthropique	BL + OB	15:45	16:23	13	100	Faible	3	S	Moyenne
251	25-juil	Toundra sèche	BL + OB	13:53	14:42	12	100	Aucune	3	NO	Bonne
287	25-juil	Toundra sèche	BL + OB	15:17	16:00	12	100	Aucune	6	NO	Moyenne
270	25-juil	Toundra humide	BL + OB	14:50	15:11	10	100	Aucune	5	N	Moyenne
288	25-juil	Toundra sèche	BL + OB	15:36	16:21	12	100	Aucune	5	N	Moyenne
24	28-juil	Anthropique	BL + OB	08:23	08:58	18	65	Aucune	1	N	Excellente
16	28-juil	Roche	BL + OB	07:40	08:14	10	90	Aucune	1	N	Excellente
34	28-juil	Roche	BL	09:12	10:10	18	80	Aucune	1	N	Excellente

Description des conditions d'observation des parcelles (suite)

Parcelle	Date	Habitat	Observateur[1]	Début	Fin	T°[2]	Nébulosité[3]	Précipitation	Force du vent	Origine du vent	Condition d'observation
46	28-juil	Roche	OB	09:16	10:25	14	50	Aucune	2	SE	Excellente
168	28-juil	Toundra sèche	BL + OB	10:55	11:21	15	50	Aucune	2	SE	Bonne
188	28-juil	Toundra sèche	OB + BL	11:10	11:41	15	50	Aucune	3	O	Bonne
79	28-juil	Roche	BL + OB	13:55	14:35	13	65	Aucune	4	N	Bonne
165	28-juil	Roche	BL	16:00	16:24	14	90	Aucune	2	N	Bonne
98	28-juil	Toundra sèche	BL + OB	12:55	13:26	12	90	Aucune	3	N	Moyenne
166	28-juil	Roche	BL	16:25	17:02	14	90	Aucune	3	N	Moyenne
63	28-juil	Toundra sèche	OB	13:58	14:30	8	90	Aucune	4	NO	Moyenne
80	28-juil	Toundra sèche	OB + BL	13:12	13:50	8	90	Aucune	4	N	Moyenne
268	29-juil	Toundra sèche	BL + OB	10:55	11:20	12	100	Aucune	2	NE	Bonne
269	29-juil	Toundra sèche	OB + BL	11:12	11:44	10	100	Aucune	3	NO	Bonne
118	29-juil	Rivière	BL	08:18	09:00	10	100	Aucune	1	N	Bonne
46	05-août	Roche	BL	08:14	09:05	14	70	Aucune	3	NO	Moyenne
75	05-août	Roche	BL	10:05	10:52	14	50	Aucune	5	SO	Moyenne

[1] BL : Benoit Laliberté; OB : Olivier Barden;

[2] T° : température en °C;

[3] Nébulosité : % de couverture nuageuse.

ANNEXE F

Description des conditions d’observation lors des transects riverains

Description des conditions d'observation lors des transects riverains

Transect	Date	Habitat	Observateur[1]	Début	Fin	T°[2]	Nébulosité[3]	Précipitation	Force du vent	Origine du vent	Conditions d'observation
T001	20 juil.	Lit rocheux	BL	10:30	11:30	14	0	Aucune	2	E	excellentes
T002	22 juil.	Rive rocheuse	BL + OB	10:15	11:00	20	60	Aucune	4	W	bonnes
T003	24 juil.	Rive rocheuse	OB	12:54	14:25	14	100	Aucune	5	SE	bonnes
T004	26 juil.	Rive rocheuse	OB	15:20	18:00	6	100	Aucune	3	E	bonnes
T005	28 juil.	Rive rocheuse et batture	OB	15:20	17:15	12	90	Aucune	3	NW	bonnes
T006	29 juil.	Rive rocheuse	OB	07:57	09:55	10	100	Bruine	3	NW	excellentes
T007	05-août	Rive rocheuse et batture	BL	14:15	17:15	18	30	Aucune	2	NW	excellentes

[1] BL : Benoit Laliberté; OB : Olivier Barden;
[2] T° : température en °C;
[3] Nébulosité : % de couverture nuageuse.

ANNEXE G

Dossier photographique des inventaires

Photo 1. Nid de Faucon pèlerin contenant deux jeunes, lac Duquet

Photo 2. Aigle royal adulte

Photo 3. ider à tête grise femelle et son canneton

Photo 4. Nid d’Eider à duvet, îles Moosehead

Photo 5. Nid de Goéland argenté (1 œuf), îles Moosehead

Photo 6. Couple de Goéland arctique et couple de Goéland argenté, îles Moosehead

Photo 7. Bécasseau semipalmé juvénile

Photo 8. Bécasseaux à croupion blanc, île Neptune

Photo 9. Îles Moosehead (colonie de goélands)

Photo 10. Île Neptune (à gauche) et île Artic (au centre, sur la droite)

Photo 11. Toundra herbeuse et humide (parcelle 184)

Photo 12. Tundra herbeuse et humide derrière les installations d'XStrata

Photo 13. Mares asséchées (parcelle 203)

Photo 14. Lit de la rivière Kang (transect T001)

Photo 15. Affleurement rocheux (parcelle 075)

Photo 16. Toundra sèche (parcelle 168)

Photo 17. Affleurement rocheux et tundra sèche (parcelle 009)

Photo 18. Affleurement rocheux et tundra sèche (parcelle 160)

Photo 19. Vue aérienne du camp temporaire

Photo 20. Camp inuit (parcelle 118)

Photo 21. Feu de signalement contenant un nid de corbeau (parcelle 063)

Photo 22. Rive nord du lac Duquet

Photo 23. Lit de la rivière Déception

Photo 24. Littoral de la baie Déception

ANNEXE 15

Archéologie - Rapport sectoriel

Octobre 2012

Nunavik Nickel : Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception

Rapport sectoriel - Archéologie

Artefactuel
coop de travail oeuvrant en archéologie

C.P. 70030, succ. Saint-Jean-Baptiste
Québec (Québec) G1R 6B1
(418) 999-0138

info@artefactuel.ca
www.artefactuel.ca

ÉQUIPE DE RÉALISATION

GÉNIVAR

Chargés de projet	Patrick Charbonneau Jacques Lacroix Nathalie Gagné
Technicien en géomatique	Jean-Marc Tremblay

ARTEFACTUEL, COOP DE TRAVAIL

Archéologue, chargé de projet	Louis Gilbert louis.gilbert@artefactuel.ca
Technicien-archéologue	Patrick Eid
Coordonnatrice	Nathalie Gaudreau

Ce projet a été réalisé dans le cadre d'un contrat pour services professionnels de GÉNIVAR.

Artefactuel, coop de travail
C.P. 70030, succ. Saint-Jean-Baptiste
Québec (Québec) G1R 6B1

Tél. : (418) 999-0138
Courriel : info@artefactuel.ca
Site web : www.artefactuel.ca

Photo page couverture : ARTE02-1010193 : vue générale du site KaFh-13

RENSEIGNEMENTS SUR LE SITE DÉCOUVERT

Code Borden : **KaFh-13**

Localisation

M.R.C. : Administration régionale Kativik

Carte : 35 J/2

UTM (zone 18, WGS 84) : 521469 E
6887192 N

Coordonnées géographiques : 74° 35' 19'' W
62° 6' 58'' N

Localisation informelle : À l'est de KaFh-10; entre une petite baie et un bras de terre se jetant dans la baie Déception

Altitude : 8 m

Propriétaire : Propriété de l'État (Terre de catégorie 3)

Statut

Nouveau site découvert pendant cette intervention.

Identité culturelle

Inuit néoesquimau historique

État du site

Condition du site : Intact
Superficie : 700 m^2
Portion résiduelle : 100 %
Stratification : En surface
Nombre d'aires : 1
Nombre de couches : 1

Numéro du permis de recherche archéologique

12-ARTE-03 *Inspection visuelle et inventaire à Rivière-Koksoak, dans l'administration régionale Kativik*

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier monsieur Patrick Charbonneau, Jacques Lacroix, Nathalie Gagné et toute l'équipe de GÉNIVAR affectée à la réalisation de l'évaluation des impacts du projet d'infrastructures portuaires pour la mine Nunavik Nickel pour nous avoir permis de participer à cette étude et pour leur excellente collaboration. Des remerciements sont également dus à tout le personnel de Canadian Royalties sur le terrain pour le soutien technique et logistique impeccable dont nous avons bénéficié tout au long de l'intervention.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation i
Renseignements sur le site découvert ii
Remerciements iii
Table des matières iv
Liste des tableaux iv
Liste des cartes iv
Liste des photographies v

1. Introduction 1
1.1. Mandat 1
1.2. Cadre archéologique 1
1.3. Recherches antérieures 4

2. Méthodologie 7

3. Résultats 10
3.1. Le Site 4 et son chemin d'accès 10
3.2. Le canal d'évacuation du site 4 13
3.3. Les sites alternatifs 22

4. Conclusion 26

5. Bibliographie 28

Annexe 1 Catalogue des photographies 30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Sites archéologiques dans un rayon de 5 km des projets prospectés 5

LISTE DES CARTES

Carte 1. Localisation des aires prospectées et des sites archéologiques connus 6
Carte 2. Zone 1 8
Carte 3. Zone 2 9

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo 1. Vue générale du secteur du Site 4, vers le nord-ouest 11
Photo 2. Chemin aménagé et entrepôt à ciel ouvert, vers l'ouest 11
Photo 3. Deux caches déstructurées (GPS7), vers le nord 12
Photo 4. Trois caches (GPS9), vers le nord 12
Photo 5. Vue générale du secteur du canal d'évacuation, vers le nord-est 15
Photo 6. Vue générale du secteur de la vallée, vers le nord-est; en arrière-plan, les sites KaFh-1 et KaFh-9 et la zone bouleversée 15
Photo 7. Site KaFh-13, cercle de tente SP-1, vers l'est 16
Photo 8. Site KaFh-13, cercle de tente SP-2, vers l'est 16
Photo 9. Site KaFh-13, piège à renard SS-1, vers le sud-ouest 17
Photo 10. Site KaFh-13, piège à renard SS-2, vers le nord 17
Photo 11. Site KaFh-13, structure indéterminée SS-3; en arrière-plan, vue générale de KaFh-13, vers le nord 18
Photo 12. Site KaFh-13, cache ou piège SS-4, vers le nord 18
Photo 13. Site KaFh-1, cache naturelle (GPS29), vers le nord 19
Photo 14. Site KaFh-1, affût (GPS30), vers le sud 19
Photo 15. Site KaFh-1, affût (GPS31), vers le sud-ouest 20
Photo 16. Site KaFh-9, cercle de tente avec cache à proximité (GPS32), vers le nord 20
Photo 17. Site KaFh-9, cercle de tente potentiel (GPS33), vers l'est 21
Photo 18. Affût de chasse (GPS28), vers le nord 21
Photo 19. Vue générale d'un replat prospecté typique, vers le nord-est 23
Photo 20. Vallée prospectée au sommet de la montagne, vers l'est 23
Photo 21. Petit inukshuk (GPS45), vers l'est 24
Photo 22. Vue rapprochée du petit inukshuk (GPS45), vers l'est 24
Photo 23. Petit inukshuk déstructuré (GPS48), vers l'est 25

1 INTRODUCTION

1.1 Mandat

La Coopérative de travail Artefactuel a été mandatée par GÉNIVAR pour procéder à la prospection archéologique de sites potentiels d'aménagement d'infrastructures portuaires pour la mine Nunavik Nickel (carte 1). Le mandat original visait l'examen d'une localisation pressentie pour l'aménagement d'un site de dépôt de sédiments, la route y donnant accès et son canal d'évacuation (carte 2). À ce mandat s'est ajoutée en cours de route la prospection de localisations alternatives pour le dépôt de sédiments (carte 3). Dans tous les cas, l'objectif était de vérifier si des sites archéologiques étaient menacés par les travaux prévus. Ce rapport fait état de cette intervention.

Un cadre archéologique général, mettant l'emphase sur l'organisation de l'établissement et les types de structures de chaque période qui auraient pu être découverts dans le cadre de l'intervention, sera d'abord présenté (section 1.2), suivi d'un recensement des recherches archéologiques dans le secteur d'intervention (section 1.3). La méthodologie mise en œuvre lors de l'intervention sera exposée dans la section 2, puis les résultats seront décrits dans la section 3. Ceux-ci sont divisés en trois secteurs : la route d'accès et le Site 4 d'abord (section 3.1), le canal d'évacuation, où un nouveau site (KaFi-13) a été découvert, ensuite (section 3.2), puis les sites alternatifs (section 3.2).

1.2 Cadre archéologique

L'Arctique québécois a été peuplé par des groupes paléoesquimaux anciens autour du quatrième millénaire avant aujourd'hui (A.A.). Deux faciès distincts semblent s'implanter sur le territoire, soit un premier s'apparentant au Prédorsétien classique à l'ouest du Nunavik, et l'autre rappelant plutôt l'Indépendence I du Groenland du côté est, avec une limite située dans le secteur du Cap de la Nouvelle-France, entre Douglas Harbour et Salluit (Gendron 2007, Gendron et Pinard 2000). Dans la région de la baie Déception, on se trouverait ainsi en présence de groupes prédorsétiens dits classiques. L'économie paléoesquimaude ancienne a été décrite comme

généraliste et opportuniste, exploitant les ressources du territoire au gré des rencontres sans véritable planification des activités de subsistance, et ce, tant pour les ressources fauniques que lithiques (Desrosiers et Rahmani 2007, Nagy 2000). Les sites archéologiques sont petits et peu de structures d'entreposage sont connues, dénotant une mobilité accrue des groupes (Murray 1999). Les quelques vestiges d'habitation qui ont pu être associés au Prédorsétien classique prennent la forme de cercles de tente avec un aménagement axial composé de deux séries de pierres parallèles et d'un foyer central, ou de dépressions aménagées dans les champs de blocs (Gendron 2001, Gendron et Pinard 2001).

Le passage du Paléoesquimau ancien au Paléoesquimau récent – soit du Prédorsétien au Dorsétien dans la région qui nous occupe – fait toujours l'objet de débats. Une transition, impliquant une continuité dans les groupes humains au moins dans certaines régions, a longtemps été évoquée, mettant en jeu une évolution culturelle liée à une meilleure connaissance du territoire (Nagy 2000) ainsi qu'à un refroidissement du climat qui a bel et bien été démontré pour la période impliquée (soit de 3 400 A.A. à 1 900 A.A.; Kasper et Allard 2001). Des recherches récentes suggèrent toutefois une hypothèse alternative selon laquelle le développement dorsétien serait dû à l'arrivée de nouveaux groupes dans la région du détroit d'Hudson (Gendron 2007).

Plus orientées vers les ressources maritimes que celles de leurs prédécesseurs (IcA 2004), les stratégies dorsétiennes d'exploitation des ressources deviennent plus organisées. Une exploitation intérieure existait toujours, visant le petit gibier et le caribou lors de migrations, mais à une moins grande échelle qu'au Prédorsétien (Rocheleau 1982). L'organisation logistique de l'exploitation semble avoir mené à une sédentarité accrue, se manifestant par des sites plus riches et des structures d'habitation plus élaborées (Murray 1999). Des cercles de tentes se manifestent sur les sites estivaux, alors que les sites d'occupation en périodes froides montrent l'apparition de maisons semi-souterraines construites dans les dépôts meubles (Gendron et Pinard 2001), occupés dans l'attente que les conditions permettent la construction d'igloos sur la banquise (Maxwell 1985). L'amélioration de l'organisation de l'exploitation se manifeste par ailleurs par l'apparition d'une série de structures secondaires qui persisteront dans les périodes subséquentes : caches de nourriture ou de matériel, pièges, affûts de chasse et inuksuit.

À la suite d'un réchauffement climatique modifiant le couvert glacier sur la mer et par conséquent le comportement des mammifères marins, de nouveaux groupes humains venant de l'Alaska atteignent le Nunavik vers 750 A.A. Les modalités de remplacement des populations paléoesquimaudes par les Néoesquimaux, dont les premiers représentants sont les Thuléens, ne sont pas encore tout à fait comprises; on croit à une combinaison d'assimilation (Plumet 1994) et d'extinction (Newton 2005). L'économie thuléenne semble avoir été encore plus orientée vers la mer que celle du Dorsétien, et l'établissement semble pouvoir être qualifié de généralement insulaire, étant donné que la majorité des sites se trouvent sur des îles plutôt que sur la terre ferme (IcA 1993). Ils occupaient souvent les mêmes zones que les Dorsétiens, mais pas toujours les mêmes sites. Les tentes sont toujours utilisées en été, à laquelle on ajoute souvent une plate-forme de couchage du côté opposé à l'entrée, et certaines se composent d'un muret de plusieurs assises de pierres (Gendron et Pinard 2001). La construction d'igloos en hiver se poursuit, et les maisons semi-souterraines se dotent d'un couloir d'entrée et intègrent souvent des ossements de baleines à leur superstructure (Gendron et Pinard 2001).

Les Inuits actuels sont les descendants directs des Thuléens. Les modes de vie de la période historique sont fort semblables à ceux de la période thuléenne, étant donné la faible intensité des contacts avec l'extérieur jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle. Ces contacts ont d'abord été faits de façon timide avec les missionnaires, puis de façon plus soutenue à partir de la deuxième moitié du XIX^{e} siècle avec l'établissement de postes de traite qui vont amener des modifications substantielles dans les traditions culturelles, comme l'utilisation de nouveaux outils ou de nouveaux matériaux (Gilbert 2006). Les habitations resteront sensiblement les mêmes, bien qu'éventuellement le canevas remplacera les peaux (Gendron et Pinard 2001). On verra s'ajouter éventuellement aux cercles de tentes des pierres de charges satellites, servant à attacher des cordes pour mieux ancrer la couverture de canevas. Il faut noter par contre que peu de sites historiques ont été fouillés jusqu'à maintenant (IcA 2004)

1.3 Recherches antérieures

Les premières recherches archéologiques à avoir eu lieu dans le secteur de la baie Déception ont essentiellement touché le site KaFh-1, dont les imposantes structures en « ruches d'abeille » ont intrigué les archéologues depuis la fin des années 1950. Le site aurait été découvert aussi tôt que 1957 par un résident de Salluit, et fut visité par Taylor en 1958 (Taylor 1958). Le site a fait l'objet d'une demande de statut légal, mais ne l'a toujours pas reçu. Un panneau d'interprétation situé à l'ouest de la colline où il se trouve, au bout d'un chemin de gravier, avise de sa présence et de son importance culturelle.

Labrèche (1992,1993) a mené des prospections en 1991 et en 1992 dans le cadre de l'évaluation des impacts du développement routier le long de la rive sud de la baie Déception, considérée comme présentant un potentiel archéologique élevé. La prospection touchait un corridor de 100 m de largeur le long de la route, mais n'a pas été réalisée de façon systématique sur toute la longueur du tracé. Elle a tout de même mené à la découverte de 11 sites archéologiques.

Pour la plupart, les sites découverts par Labrèche lors de cette première intervention n'ont fait l'objet que de quelques sondages archéologiques visant à les caractériser (Labrèche 1995; IcA 1998). Seul le site KaFi-1 a fait l'objet d'une fouille (Artefactuel 2008). Celle-ci a permis d'y identifier au moins deux périodes d'occupation, soit une première au Paléoesquimau, probablement au Dorsétien, et une seconde à la période historique récente. Lors de cette intervention, il avait été recommandé que tout nouveau projet d'aménagement dans le secteur de la baie Déception soit précédé d'une évaluation archéologique.

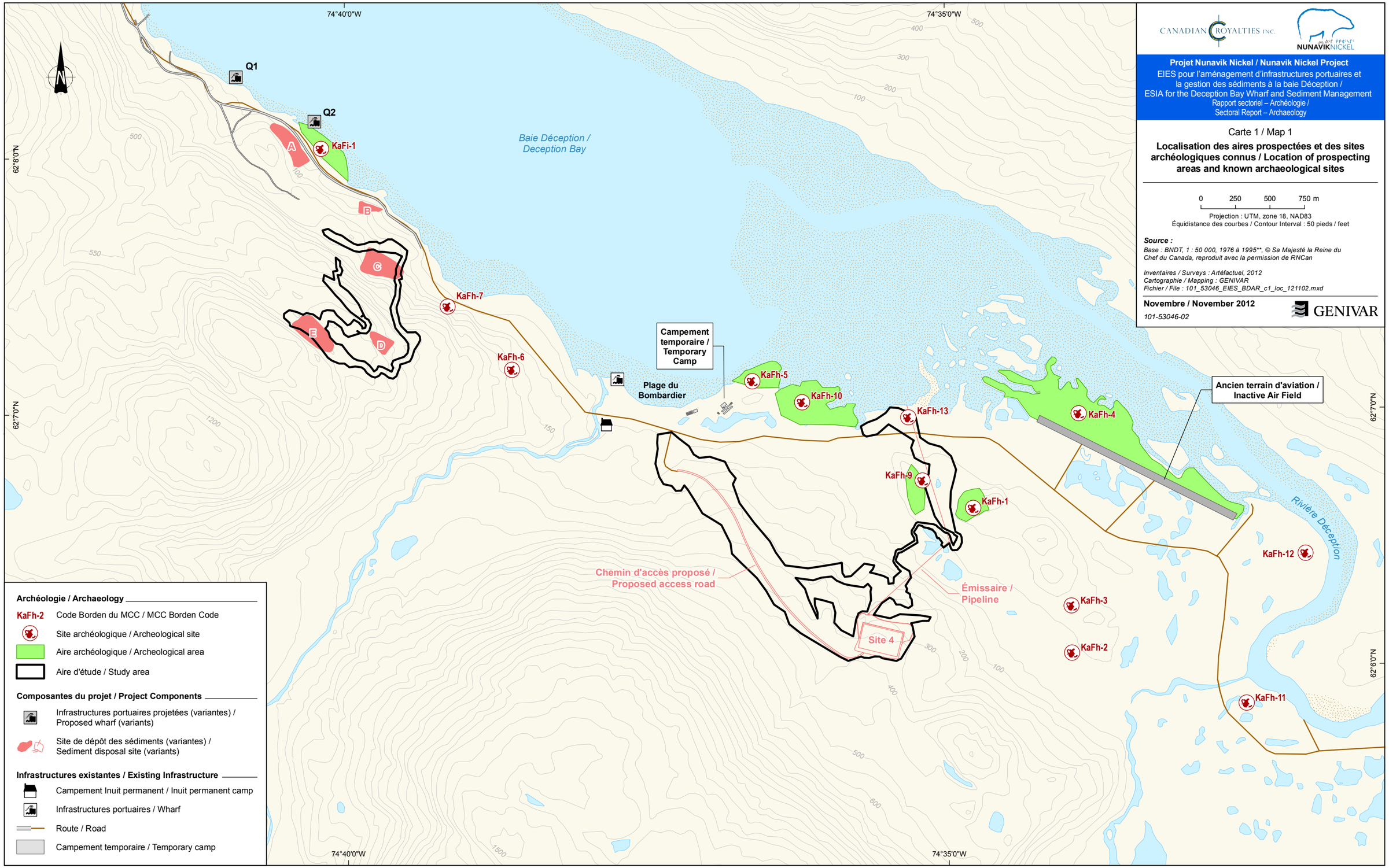
L'Institut culturel Avataq (2008) a fait une reconnaissance aéroportée de toute la baie Déception en 2008, mais n'a fait aucune intervention au sol. Le rapport d'intervention suggère que cette reconnaissance a été relativement sommaire, étant donné qu'aucun projet d'aménagement n'était prévu par leur client dans ce secteur. Elle n'a mené à la découverte d'aucun nouveau site.

Le tableau 1 présente les sites archéologiques répertoriés au sein de l'Inventaire des sites archéologiques du Québec dans un rayon de 5 km autour des zones prospectés (voir également la carte 1).

Tableau 1 : Sites archéologiques dans un rayon de 5 km des projets prospectés

Borden	Localisation	Altitude	Distance	Identités culturelles	Structures	Sources
KaFh-1	Au fond de la baie Déception, sur une colline de roc qui donne sur la baie	30 m	100 m (canal)	▪ Néoesquimau ind.	▪ Maisons semi-souterraines ▪ Structures en « ruche d'abeille » ▪ Caches ▪ Pièges à renard	IcA 1998, Lee 1967, Rocheleau *et al.* 1981, Taylor 1959
KaFh-2	Rive ouest de la rivière Déception près de son embouchure, dans une vallée secondaire	Ind.	1,2 km (canal)	▪ Thuléen ▪ Moderne	▪ Cercles de tente ▪ Caches	Lee 1967, Matthews 1975
KaFh-3	Rive ouest de la rivière Déception près de son embouchure, sur une colline au nord de KaFh-2	30 m	1 km (canal)	▪ Thuléen	▪ Cercles de tente ▪ Caches ▪ Pièges à renard ▪ Cache à kayak	Lee 1967, Matthews 1975
KaFh-4	Sur la rive de l'estuaire de la rivière Déception, au nord de l'ancienne piste d'atterrissage	> 5 m	650 m (canal)	▪ Thuléen ▪ Historique ▪ Moderne	▪ Cercles de tente ▪ Caches ▪ Pièges à renard ▪ Foyer	IcA 1998, Labrèche 1992, 1993
KaFh-5	Au nord-est de la plage du Bombardier et du camp BD	21 m	650 m (route)	▪ Dorsétien ▪ Historique ▪ Moderne	▪ Cercles de tente ▪ Abris ▪ Caches ▪ Niche ▪ Piège à renard ▪ Possible sépulture	IcA 1998, Labrèche 1992, 1993
KaFh-6	Au pied d'une montagne à l'ouest du camp BD, au-delà de la rivière	45 m	800 m (sites alt.)	▪ Paléoesquimau ind. ▪ Historique	▪ Cache	Labrèche 1992
KaFh-7	Au pied d'une montagne à l'ouest du camp BD, sur la plage[1]	1 m	450 m (sites alt.)	▪ Historique ▪ Moderne	▪ Fosses bordées de pierres	Labrèche 1992
KaFh-9	Au fond de la baie Déception, sur une colline de roc qui donne sur directement sur la baie, face à KaFh-1	30 m	50 m (canal)	▪ Paléoesquimau ind. ▪ Historique	▪ Cercles de tente ▪ Caches ▪ Pièges à renard ▪ Affût	IcA 1998, Labrèche 1992
KaFh-10	Sur la rive de la baie Déception, juste à l'est de KaFh-5	15 m	350 m (canal)	▪ Paléoesquimau ind. ▪ Thuléen ▪ Historique ▪ Moderne	▪ Cercles de tente ▪ Caches ▪ Affûts ▪ Sépulture	IcA 1998, Labrèche 1992, 1995
KaFh-11	Rive est de l'exutoire du lac Duquet, près de la jonction avec la rivière Déception	5 m	2,5 km (canal)	▪ Moderne	▪ Cercles de tente ▪ Caches	IcA 1998, Labrèche 1992, 1993, 1995
KaFh-12	Rive ouest de la rivière Déception, près de son embouchure	3 m	2,5 km (canal)	▪ Historique	▪ Cercles de tente	Labrèche 1993
KaFi-1	De part et d'autre de la colline où sont situés les réservoirs d'essence, sur la rive de la baie Déception	5 m	600 m (sites alt.)	▪ Dorsétien ▪ Moderne	▪ Cercles de tente renforcés ▪ Caches ▪ Pièges à renard ▪ Foyer	Artefactuel 2008, IcA 1998, Labrèche 1992, 1995

[1] La description du site faite par Labrèche le situe sur la plage au nord de la route actuelle, alors que les coordonnées inscrites pour le site au MCCCF le situent plutôt du côté sud de la route, juste au pied de la montagne.



CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project

EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management

Rapport sectoriel – Archéologie /
Sectoral Report – Archaeology

Carte 1 / Map 1

Localisation des aires prospectées et des sites archéologiques connus / Location of prospecting areas and known archaeological sites

0 250 500 750 m

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet

Source :

*Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan*

Inventaires / Surveys : Artéfactuel, 2012
Cartographie / Mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDAR_c1_loc_121102.mxd

Novembre / November 2012

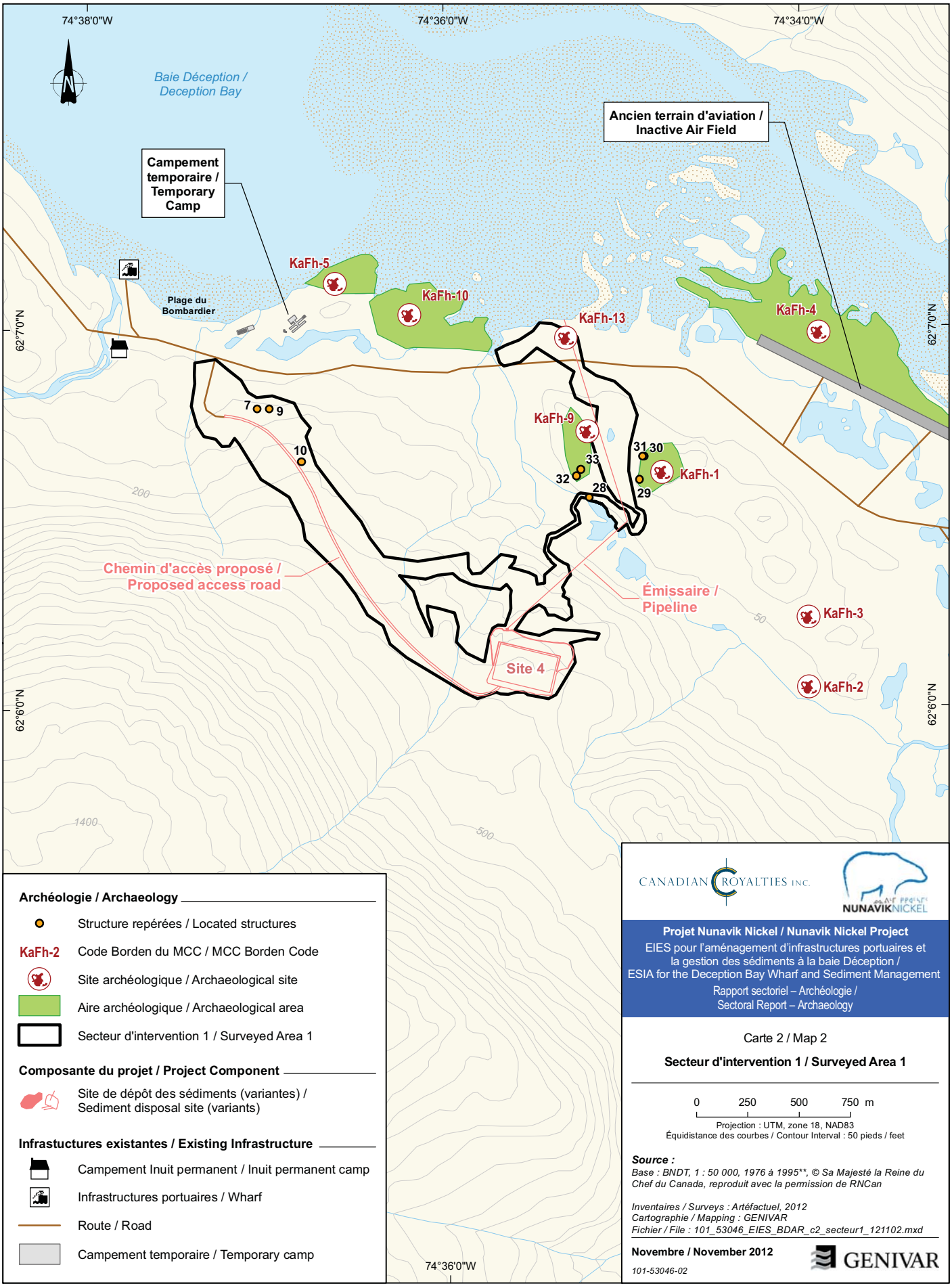
101-53046-02

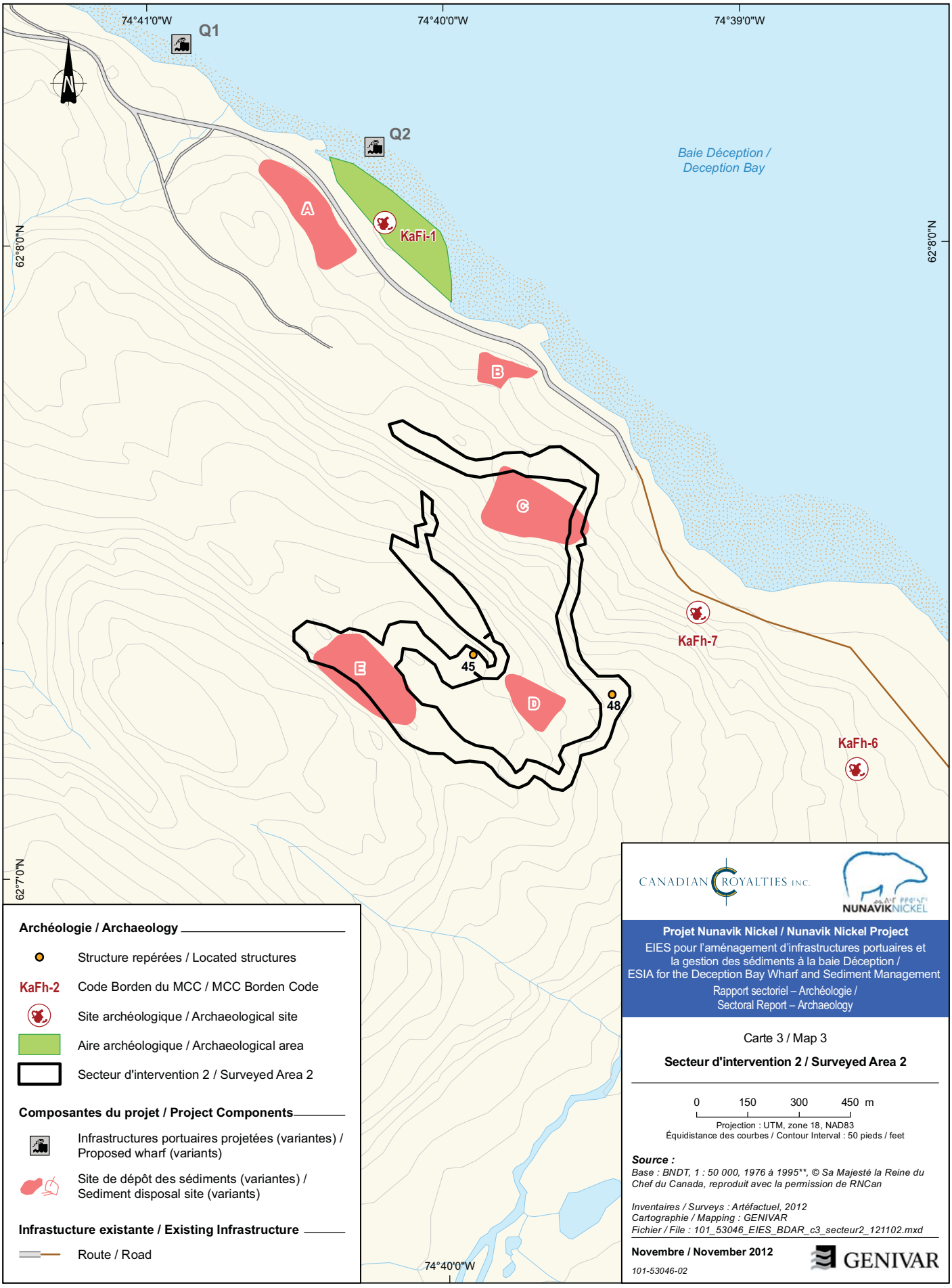
GENIVAR

2. MÉTHODOLOGIE

La prospection a été réalisée entre le 8 et le 12 août 2012 par une équipe composée d'un archéologue spécialisé en archéologie de l'Arctique et d'un technicien-archéologue préhistorien. Elle a d'abord couvert l'ensemble du site prévu nommé « Site 4 », ainsi que son chemin d'accès et son canal de dérivation (carte 2). Des secteurs périphériques aux endroits ciblés par les travaux qui semblaient prometteurs ont également été prospectés. Dans un deuxième temps, une montagne où sont proposés des sites de dépôt alternatifs a été explorée (carte 3). La localisation des sites alternatifs étant alors moins précise que pour le Site 4, la prospection ne s'est pas limitée aux alentours des sites, mais a plutôt visé une série de plateaux sur le flanc nord de la colline.

L'intervention a mis en application les méthodes de prospection de surface. Les archéologues marchaient en parallèle sur chacune des zones prospectées à une distance variant, selon la visibilité, les contextes ou les potentiels, entre 10 et 30 m l'un de l'autre jusqu'à ce que toutes les superficies aient été visitées. Ces transects n'étaient pas réguliers : lorsque des pierres de surface laissaient soupçonner la présence de vestiges, par exemple, elles étaient systématiquement examinées même si elles ne se trouvaient pas dans la trajectoire d'un prospecteur. Les archéologues étaient principalement à l'affût d'indices indiquant des structures d'habitations ou secondaires, mais également des sources de matières premières (veines, nodules ou blocs de matière lithique comme le quartz, le chert ou la stéatite), ou même d'artefacts taillés visibles en surface. Lorsque des vestiges potentiels étaient localisés, des sondages archéologiques de 0,50 m de côté y étaient réalisés afin de déterminer s'il s'agissait bien d'un site archéologique, et d'en identifier l'appartenance culturelle et l'importance relative, le cas échéant. Les transects et les vestiges identifiés ont été localisés à l'aide d'un GPS portable (UTM zone 18, WGS84, précision 2 à 5 m). L'enregistrement était consigné dans un carnet de notes et sur des fiches de description normalisée.


74°38'0"W
74°36'0"W
74°34'0"W
62°7'0"N
62°6'0"N
Baie Déception / Deception Bay
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Campement temporaire / Temporary Camp
Plage du Bombardier
KaFh-5
KaFh-10
KaFh-13
KaFh-4
KaFh-9
KaFh-1
KaFh-3
KaFh-2
7
9
10
31
30
33
32
28
29
Chemin d'accès proposé / Proposed access road
Émissaire / Pipeline
Site 4
200
50
1400
500
Archéologie / Archaeology
Structure repérées / Located structures
KaFh-2 Code Borden du MCC / MCC Borden Code
Site archéologique / Archaeological site
Aire archéologique / Archaeological area
Secteur d'intervention 1 / Surveyed Area 1
Composante du projet / Project Component
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road
Campement temporaire / Temporary camp
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIKNICKEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel – Archéologie /
Sectoral Report – Archaeology
Carte 2 / Map 2
Secteur d'intervention 1 / Surveyed Area 1
0 250 500 750 m
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires / Surveys : Artéfactuel, 2012
Cartographie / Mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDAR_c2_secteur1_121102.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR



Archéologie / Archaeology

- Structure repérées / Located structures
- KaFh-2 — Code Borden du MCC / MCC Borden Code
- Site archéologique / Archaeological site
- Aire archéologique / Archaeological area
- Secteur d'intervention 2 / Surveyed Area 2

Composantes du projet / Project Components

- Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
- Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)

Infrastructure existante / Existing Infrastructure

- Route / Road

CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project

EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception /
ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management

Rapport sectoriel – Archéologie /
Sectoral Report – Archaeology

Carte 3 / Map 3

Secteur d'intervention 2 / Surveyed Area 2

0 150 300 450 m

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet

Source :
*Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan*

Inventaires / Surveys : Artéfactuel, 2012
Cartographie / Mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDAR_c3_secteur2_121102.mxd

Novembre / November 2012

101-53046-02

GENIVAR

3. RÉSULTATS

3.1. Le Site 4 et son chemin d'accès

Le secteur du Site 4 et de son chemin d'accès affecte une pente légère à moyenne entrecoupée de plateaux de plus ou moins grandes étendues. La surface est partagée entre une végétation herbacée rarement gorgée d'eau, des affleurements rocheux et des champs de blocs (photo 1). Une route d'accès et un entrepôt à ciel ouvert sont aménagés au nord-ouest de la zone, près du camp BD (photo 2). Aucune autre perturbation moderne n'a été décelée.

La prospection n'a pas mené à la découverte de nouveaux sites archéologiques. Quelques sondages ont été réalisés dans des structures d'habitation potentielles, mais n'ont pas mené à la découverte de matériel. Quelques structures secondaires ont toutefois été localisées :

- GPS7 (6886843N, 519954E): Un ensemble de deux caches, vides et déstructurées, distantes de moins d'un mètre l'une de l'autre, situées tout près de la zone perturbée pour l'aménagement de l'entrepôt à ciel ouvert (photo 3).
- GPS9 (6886843N, 520013E) : Un ensemble de trois caches, vides et déstructurées, distante de quelques mètres les unes des autres (photo 4). La cache centrale est relativement bien conservée, alors que les deux autres sont fortement déstructurées, et elle a été fouillée dans son entièreté. Aucun objet ou reste organique n'y a été décelé.
- GPS10 (6886584N, 520169E) : Un affût de chasse de petite dimension. Présence de cartouches de fusil de calibre 12 de marque Winchester Super-X, série lancée en 1922 et toujours en vente (Winchester 2012) en surface près de l'affût. Ce type de cartouche est utilisé notamment pour la chasse à la sauvagine, comme l'oie ou l'outarde, dont la présence actuelle à courte distance de l'affût a été attestée au cours d'intervention.

Photo 1 : Vue générale du secteur du Site 4, vers le nord-ouest (photo ARTE2-0117)

Photo 2 : Chemin aménagé et entrepôt à ciel ouvert, vers l'ouest (photo ARTE2-0092)

Photo 3 : Deux caches déstructurées (GPS7), vers le nord (photo ARTE2-0166)

Photo 4 : Trois caches (GPS9), vers le nord (photo ARTE2-0169)

3.2. Le canal d'évacuation du site 4

Le secteur du canal d'évacuation du site 4 affecte une pente moyenne descendant vers le nord-est dans une zone herbacée gorgée d'eau bordée de collines rocheuses (photo 5). Cette pente devient abrupte avant de traverser le fond d'une vallée marécageuse où se situent deux étangs (photo 6). Le tracé bifurque, après avoir passé entre les deux étangs, vers le nord-nord-ouest et longe le flanc est d'une colline dans un secteur bouleversé par l'aménagement d'une aire de circulation. Il termine sa course dans la baie Déception, en traversant des zones herbacées relativement bien drainées.

La prospection a mené à la découverte d'un nouveau site (KaFh-13), situé près de la plage où se jettera l'éventuel canal d'évacuation. Le site est composé des structures suivantes :

- SP-1 (GPS36; 6887202N, 521468E) : Un cercle de tente, ou possiblement deux cercles de tente superposés, d'un diamètre de 4,90 m (photo 7). Présence d'un aménagement de trois pierres représentant peut-être un foyer au centre. Absence de pierres de charge satellites en périphérie. Quatre sondages y ont été pratiqués et ont tous été négatifs (humus avec végétation sur gravier et cailloux), à l'exception de deux petits fragments osseux mal conservés et non identifiables (non conservés).
- SP-2 (GPS 37; 6887210N, 521455E) : Cercle de tente d'un diamètre de 3,50 m avec pierres satellites probables (photo 8). Un sondage y a été pratiqué, et s'est révélé négatif.
- SS-1 (GPS38; 6887200N, 521478E) : Piège à renard en bon état de 1,70 m sur 1,70 m, sur lequel est déposé un morceau de bois (une racine?) (photo 9).
- SS-2 (GPS39; 6887187N, 521473E) : Piège à renard déstructuré de 1,30 m sur son côté mesurable (photo 10).
- SS-3 (GPS40; 6887181N, 521472E) : Structure de nature indéterminée composée d'un gros bloc erratique duquel partent deux courts alignements de pierres et qui fait face à un autre court alignement de pierres, ce qui donne l'impression de former un espace circonscrit (photo 11). Il pourrait s'agir d'un affût de chasse. Celui-ci ferait une dimension de 2,50 m entre le bloc erratique et l'alignement lui faisant face (orientation est-ouest) et

2,60 m entre les deux autres alignements (orientation nord-sud). Un sondage y a été pratiqué, et s'est révélé négatif.

- SS-4 (GPS41; 6887182N, 521464E) : Cache ou piège à renard déstructuré (photo 12).

Comme tous les sondages ont été négatifs, il est difficile de proposer une attribution culturelle à ce site. La présence de pierres de charge satellites autour de SP-2 laisse supposer une occupation à la période historique, tout comme sa localisation à proximité de la plage actuelle, mais il est impossible d'être plus précis.

Le canal d'évacuation prévu passe entre deux sites archéologiques connus, soit KaFh-1 et KaFh-9 (photo 6). Des vestiges archéologiques ont été observés sur les flancs des collines faisant face au trajet prévu du canal, et ce, même si les aires principales des sites sont plutôt situées au sommet des collines. Si le canal venait à être construit selon le tracé prévu, il serait nécessaire de s'assurer de la protection de ces vestiges, ou leur fouille si la protection n'était pas possible. Les coordonnées et descriptions sommaires des structures identifiées à proximité du tracé suivent :

- Associés au site KaFh-1 :
  - GPS29 (6886500N, 521823E) : Cache naturelle formée sous une grande pierre (photo 13).
  - GPS30 (6886612N, 521843E) : Affût adossé au roc (photo 14).
  - GPS31 (6886612N, 521837E) : Affût (photo 15).
- Associés au site KaFh-9 :
  - GPS32 (6886518N, 521514E) : Grand cercle de tente et cache à proximité (photo 16).
  - GPS33 (6886548N, 521535E) : Cercle de tente potentiel (photo 17).

Finalement, un affût moderne a été localisé au nord des deux étangs traversés par le canal (GPS28, 6886412N, 521576E; photo 18). La présence de plusieurs cartouches Winchester Super-X et Remington Hi-Speed Steel, de calibre 12 dans les deux cas, suggère une utilisation récente de la structure.

Photo 5 : Vue générale du secteur du canal d'évacuation, vers le nord-est (photo ARTE2-0122)

Photo 6 : Vue générale du secteur de la vallée, vers le nord-est; en arrière-plan, les sites KaFh-1 et KaFh-9 et la zone bouleversée (photo ARTE2-0124)

Photo 7 : Site KaFh-13, cercle de tente SP-1, vers l'est (photo ARTE2-0181)

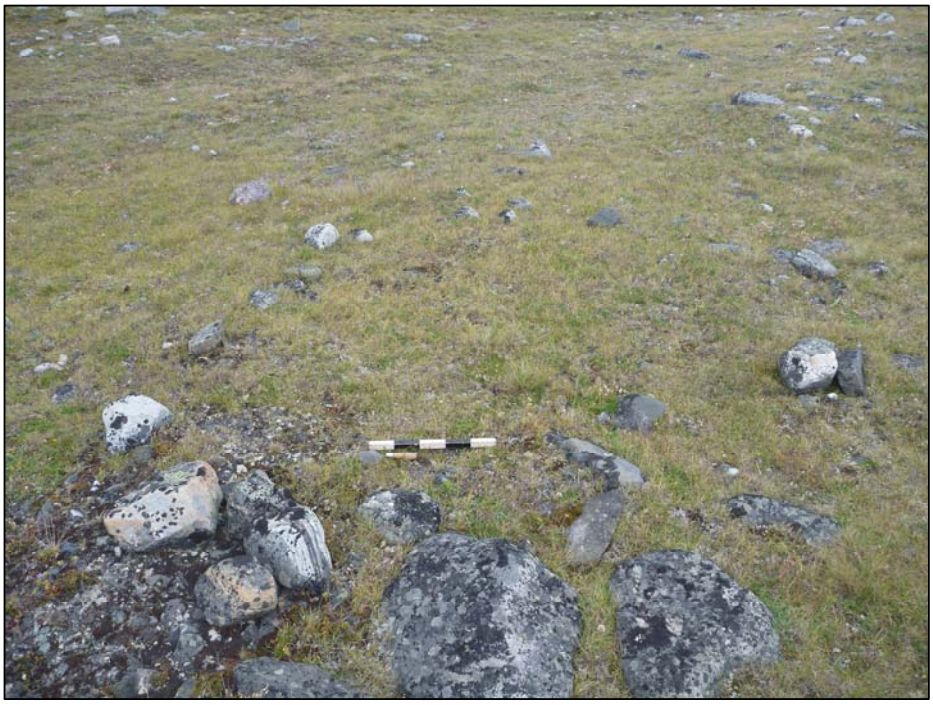


Photo 8 : Site KaFh-13, cercle de tente SP-2, vers l'est (photo ARTE2-0184)

Photo 9 : Site KaFh-13, piège à renard SS-1, vers le sud-ouest (photo ARTE2-0186)

Photo 10 : Site KaFh-13, piège à renard SS-2, vers le nord (photo ARTE2-0188)

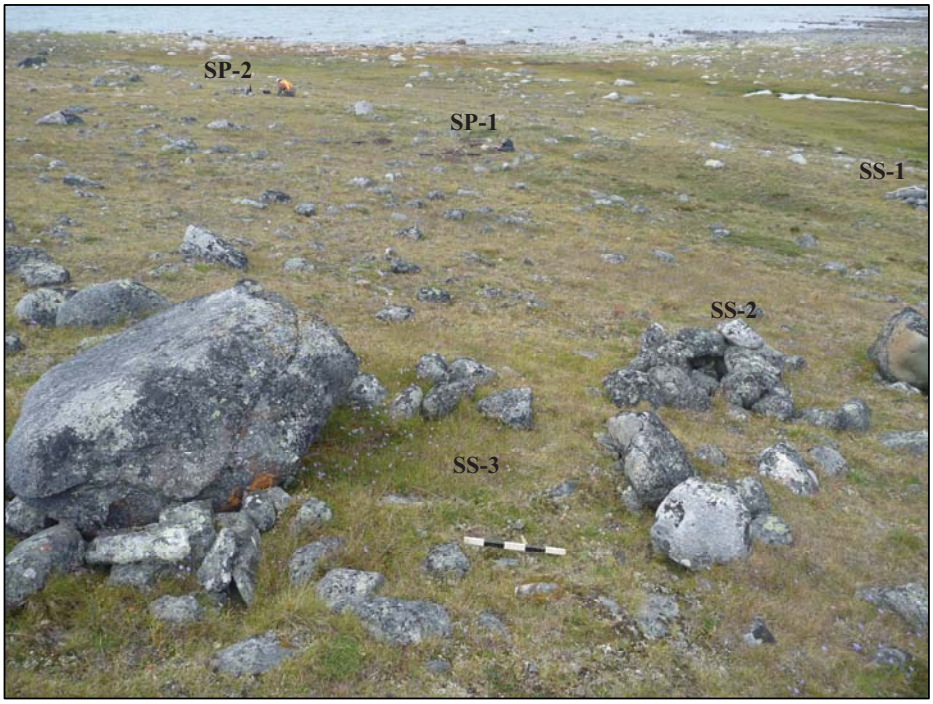


Photo 11 : Site KaFh-13, structure indéterminée SS-3; en arrière plan, vue générale de KaFh-13, vers le nord (photo ARTE2-0190)

Photo 12 : Site KaFh-13, cache ou piège SS-4, vers le nord (photo ARTE2-0188)

Photo 13 : Site KaFh-1, cache naturelle (GPS29), vers le nord (photo ARTE2-0144)

Photo 14 : Site KaFh-1, affût (GPS30), vers le sud (photo ARTE2-0152)

Photo 15 : Site KaFh-1, affût (GPS31), vers le sud-ouest (photo ARTE2-0154)

Photo 16 : Site KaFh-9, cercle de tente avec cache à proximité (GPS32), vers le nord (photo ARTE2-0155)

Photo 17 : Site KaFh-9, cercle de tente potentiel (GPS33), vers l'est (photo ARTE2-0158)

Photo 18 : Affût de chasse (GPS28), vers le nord (photo ARTE2-0188)

3.3 Les sites alternatifs

Trois sites alternatifs au Site 4 pour le dépôt de sédiment sont situés sur le flanc nord d'une montagne située à l'est du camp BD. Cette montagne présente quelques replats frappés par l'érosion éolienne, où une mince couverture végétale arrive tout de même à s'accrocher entre les affleurements rocheux (photo 19). Une vallée fortement enclavée s'est formée au sommet de la montagne, où la végétation est plus importante (photo 20). On trouve deux étangs dans cette vallée, résultant de la fonte des neiges et de l'accumulation des eaux de pluie plutôt qu'à l'alimentation par un cours d'eau.

Aucun site n'a été mis au jour pendant cette prospection, mais deux inuksuit ont été localisés. Le premier (GPS45; 6887872N, 517468E) est situé sur un affleurement rocheux surplombant la pente de la montagne, en marge d'un petit plateau (photo 21). Il s'agit d'une petite structure de 0,55 m de hauteur et d'un diamètre de 0,80 m, d'une forme vaguement conique formée par des pierres oblongues redressées sur leur petit côté. Des galets plutôt arrondis bordent celles-ci à la base. Trois gros cailloux de quartz blanc ont été placés dans un espace libre au centre du cône. L'apparence générale de la structure rappelle quelque peu la forme d'une tente (photo 22). De tels cairns seraient utilisés de nos jours pour baliser les pistes de VTT ou de motoneige (A. Langlais, comm. pers. 08/2012; C. Pinard, comm. pers. 08/2012). Les vents hivernaux pourraient sans doute permettre de le garder libre de neige une bonne partie de l'hiver malgré sa petite taille. Une piste de VTT est d'ailleurs présente à quelques dizaines de mètres au sud-est. Le second inukshuk (GPS48; 6887756N, 517875E) est déstructuré, et seule sa moitié inférieure tient encore debout (photo 23). Il s'agit d'un petit empilement de pierres posé sur deux pierres arrondies. Les pierres de la partie supérieure se sont dispersées sur l'affleurement rocheux. Il est situé, comme le précédent, sur un affleurement rocheux surplombant la pente.

Photo 19 : Vue générale d'un replat prospecté typique, vers le nord-est (photo ARTE2-0223)

Photo 20 : Vallée prospectée au sommet de la montagne, vers l'est (photo ARTE2-0237)

Photo 21 : Petit inukshuk (GPS45), vers l'est (photo ARTE2-0230)

Photo 22 : Vue rapprochée du petit inukshuk (GPS45), vers l'est (photo ARTE2-0229)

Photo 23 : Petit inukshuk déstructuré (GPS48), vers l'est (photo ARTE2-0250)

4. CONCLUSION

Ce rapport fait état d'une prospection archéologique réalisée dans le secteur de la baie Déception, au Nunavik, dans le cadre de l'EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires liées à la gestion des sédiments. Cette intervention a touché deux secteurs : celui d'un site proposé pour l'aménagement d'un dépôt de sédiments, incluant son chemin d'accès et son canal d'évacuation, puis celui de localisations alternatives pour la localisation de ce dépôt.

La prospection a mené à la localisation de différentes structures secondaires sans attribution culturelle précise, mais qui sont probablement toutes rattachées à la période historique récente, voire moderne. Un nouveau site archéologique (KaFh-13) a été localisé sur la plage de la baie Déception, à l'est du site KaFh-10. Il serait lui aussi associé à la période historique, bien qu'une occupation antérieure ne soit pas exclue. Aucun des sondages qui y ont été pratiqués n'a mené à la mise au jour de matériel archéologique. Sa localisation, directement dans le tracé du canal d'évacuation du Site 4, fait qu'il est menacé à court terme si ce site est retenu.

Le canal d'évacuation du Site 4 passe par ailleurs entre deux sites archéologiques connus, soit KaFh-1 et KaFh-9. Le premier de ces sites a fait l'objet d'une demande de statut légal, qu'il n'a toutefois pas reçu, ce qui suggère son importance patrimoniale pour les communautés environnantes. Le second n'a toujours pas fait l'objet de sondages. L'aménagement du canal d'évacuation pourrait mettre en péril certaines des structures de ces sites.

À la suite de cette prospection, les recommandations suivantes peuvent être émises :

- Que, si le Site 4 est retenu, le tracé de la deuxième partie du canal d'évacuation soit révisé afin d'éviter de passer à proximité des sites KaFh-1, KaFh-9 et KaFh-13.
- Que, si le Site 4 est retenu et qu'il n'est pas possible de dévier le canal d'évacuation, une expertise archéologique complémentaire soit réalisée sur ces trois sites afin de s'assurer que les données archéologiques soient recueillies avant la construction. Cette expertise devrait consister au minimum en une cartographie précise des flancs des collines où se situent les sites KaFh-1 et KaFh-9 afin de mieux délimiter leurs limites, ainsi qu'en des

sondages extensifs, voire la fouille complète si les résultats le justifient, des structures menacées.

- Que, si l'un des sites alternatifs est retenu pour le dépôt de sédiments, qu'une prospection archéologique soit réalisée le long du tracé de son chemin d'accès, de son canal d'évacuation, et de tout autre aménagement qui pourrait y être associé.
- D'une façon générale, que tous les travaux d'aménagements dans le secteur soient précédés d'une évaluation archéologique afin de s'assurer qu'aucun vestige ne soit détruit ou perturbé par ceux-ci.

5. BIBLIOGRAPHIE

Artefactuel
2008 *Projet Nunavik Nickel; Fouille et caractérisation du site KaFi-1 (baie Déception, Nunavik)*. GÉNIVAR, rapport inédit.

Desrosiers, P. et N. Rahmani
2007 « Essai sur l'exploitation des matières premières lithiques au Nunavik durant le Paléoesquimau ». Dans *Des Tuniit aux Inuits; Patrimoines archéologique et historique au Nunavik* (dir. D. Arsenault et D. Gendron), 95-124. Québec : CÉLAT.

Gendron, D.
2007 « L'occupation ancienne de la rive sud du détroit d'Hudson : Bilan et perspectives ». Dans *Des Tuniit aux Inuits; Patrimoines archéologique et historique au Nunavik* (dir. D. Arsenault et D. Gendron), 23-26. Québec : CÉLAT.

Gendron, D. et C. Pinard
2000 « Early Palaeo-Eskimo Occupations in Nunavik : A Re-Appraisal ». Dans *Identities and Cultural Contacts in the Arctic* (dir. M. Appelt, J. Berglund et H.C. Gulløv), 129-142. Copenhague : Danish Polar Center.
2001 « Cinq mille ans d'occupation humaine en milieu extrême : des Paléoesquimaux aux Inuits ». *Revista de Arqueologia Americana* 20 : 159-188.

Gilbert, L.
2006 *Le patrimoine archéologique de l'Arctique québécois, dans le cadre du Répertoire Canadien des Lieux Patrimoniaux*. Québec : MCCCF.

Institut culturel Avataq (IcA)
1993 *The Natturalik Archaeology Project, Nunavik, 1991*. MCCQ, rapport inédit.
1998 *Projet Raglan, suivi des mesures d'atténuation et de protection des ressources archéologiques, juin 1998*. Falconbridge/Roche, rapport inédit.
2004 *Bassin de la rivière Koroc : Origine des populations et potentiel archéologique.* Administration régionale Kativik, rapport inédit.
2008 *Inventaire archéologique à la mine Raglan; Rapport de recherche*. SNC-Lavalin, rapport inédit.

Labrèche, Y.
1992 *Projet Raglan, étude de potentiel et préinventaire archéologiques, corridor routier de Donaldson à baie Déception*. Falconbridge/Roche, rapport inédit.
1993 *Projet Raglan, inventaire archéologique, 1992*. Falconbridge, rapport inédit.
1995 *Projet Raglan, intervention archéologique dans le corridor routier Baie-Déception/ Katinniq en juin 1995*. Falconbridge/Roche, rapport inédit.

Kasper, J.N. et M. Allard
2001 « Late-Holocene Climatic Change as detected by the Growth and Decay of Ice Wedges on the Southern Shore of Hudson Strait, Northern Québec, Canada ». *The Holocene* 11 (5): 563-577.

Lee, T.E.
1967 « Archaeological Investigations, Deception Bay, Ungava Peninsula, 1965 ». *Anthropological Journal of Canada*, 5 (3) : 14-37.

Matthews, B.
1975 « Archaeological Sites in the Labrador-Ungava Peninsula : Cultural Origins and Climatic Significance ». *Arctic* 28 (4): 245-261.

Maxwell, M.S.
1985 *Prehistory of the Eastern Arctic*. Orlando: Academic Press.

Murray, M.S.
1999 « Local Heroes : The Long-Term Effects of Short-Term Prosperity – An Example from the Canadian Arctic ». *Wolrd Archaeology* 30 (3): 466-483.

Nagy, M.
2000 « From Pre-Dorset Foragers to Dorset Collectors : Palaeo-Eskimo Cultural Change in Ivujivik, Eastern Canadian Arctic ». Dans *Identities and Cultural Contacts in the Arctic* (dir. M. Appelt, J. Berglund et H.C. Gulløv), 143-148. Copenhague : Danish Polar Center.

Newton, J.I.M.
2005 « Thule Culture ». Dans *Encyclopedia of the Arctic* (dir. M. Nuttal), 2026-2027. New York: Routledge.

Plumet, P.
1986 « Questions et réflexions concernant la préhistoire de l'Ungava ». Dans *Palaeo-Eskimo Cultures in Newfoundland, Labrador and Ungava*, 151-160. St-John: Memorial University of Newfoundland.
1994 « Le Paléoesquimau dans la baie du Diana (Arctique québécois) ». Dans *Threads of Arctic Prehistory : Papers in Honour of William E. Taylor, Jr.* (dir. D. Morrison et J.L. Pilon), 103-143. Hull: Musée canadien des civilisations.

Rocheleau, C., *et al.*
1981 *Compte-rendu d'une brève reconnaissance archéologique au site A.L. Penhale, baie Déception, Nouveau-Québec*. MAC, rapport inédit.
1982 *Les schèmes d'établissement de la culture dorsétienne au Nouveau-Québec*. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.

Taylor, W.E. Jr
1958 « Archaeological Work in Ungava and Mansel Island ». *The Arctic Circular*, XI (4) : 66-68.

ANNEXE 1

Catalogue des photographies

CATALOGUE PHOTO

Artefactuel
coop de travail oeuvrant en archéologie

Projet: Nunavik Nickel 2012 **Type de film:** Numérique

Archéologue: Louis Gilbert **No d'appareil:** ARTE-2

No	Date	Secteur	Orientation	Description
1010082	08-08-2012	Chemin d'accès	S	Vue générale du secteur à partir de la route existante
1010083	08-08-2012	Chemin d'accès	N	Vue générale du secteur à partir de son extrémité sud
1010084	08-08-2012	Chemin d'accès	W	Vue d'un chemin existant dans le secteur
1010085	08-08-2012	Chemin d'accès	E	Vue générale du secteur à partir de son extrémité ouest
1010090	08-08-2012	Chemin d'accès	W	Petite terrasse et zone d'entreposage au sein du secteur
1010092	08-08-2012	Chemin d'accès	W	Vue générale du secteur à partir de son extrémité est
1010093	08-08-2012	Chemin d'accès	SE	Vue générale du secteur à partir de son extrémité nord-ouest
1010103	08-08-2012	Chemin d'accès	NW	Vue générale du secteur à partir de son extrémité sud-est
1010104	08-08-2012	Chemin d'accès	SE	Vue générale du secteur à partir de son extrémité nord-ouest
1010105	08-08-2012	Chemin d'accès	NW	Vue générale du secteur à partir de son extrémité sud-est
1010107	08-08-2012	Chemin d'accès	NE	Champ de blocs dans la moitié ouest du secteur
1010108	08-08-2012	Chemin d'accès	NO	Vue générale du secteur à partir de son extrémité sud-est
1010109	08-08-2012	Site 4	NE	Vue générale du secteur à partir du coin sud-ouest
1010110	08-08-2012	Site 4	N	Vue générale du secteur
1010111	08-08-2012	Site 4	NNE	Vue générale du secteur
1010112	08-08-2012	Site 4	NW	Vue générale du secteur
1010113	08-08-2012	Site 4	NWW	Vue générale du secteur
1010115	08-08-2012	Site 4	E	Vue générale du secteur
1010116	08-08-2012	Site 4	N	Prospection dans le secteur de la décharge
1010117	09-08-2012	Site 4	NW	Vue générale du secteur
1010120	09-08-2012	Site 4	E	Prospection dans le secteur de la décharge
1010121	09-08-2012	Site 4	NW	Vue générale du secteur à partir du coin sud-est
1010122	09-08-2012	Canal d'évac.	NE	Vue générale du secteur à partir de son extrémité sud-ouest
1010124	09-08-2012	Canal d'évac.	NE	Vue générale du secteur
1010126	09-08-2012	Canal d'évac.	N	Vue générale du secteur
1010127	09-08-2012	Canal d'évac.	NE	Vue générale du secteur
1010128	09-08-2012	Canal d'évac.	NE	Vue générale du secteur
1010130	09-08-2012	Canal d'évac.	S	Cercle de tente potentiel avant sondage (GPS27)
1010131	09-08-2012	Canal d'évac.	E	Cercle de tente potentiel avant sondage (GPS27)
1010132	09-08-2012	Canal d'évac.	NO	Réalisation d'un sondage dans le cercle de tente potentiel GPS27
1010134	09-08-2012	Canal d'évac.	NE	Réalisation d'un sondage dans le cercle de tente potentiel GPS27
1010138	09-08-2012	Canal d'évac.	N	Paroi d'un sondage réalisé dans le cercle de tente potentiel GPS27
1010139	09-08-2012	Canal d'évac.	SW	Affût de chasse GPS28, à l'extrémité nord-est du secteur
1010141	09-08-2012	Canal d'évac.	SW	Vue générale du secteur à partir de son extrémité nord-est
1010143	09-08-2012	Canal d'évac.	NNW	Vue générale du secteur à partir de son extrémité sud-est
1010144	09-08-2012	KaFh-1	N	Site KaFh-1, cache sur le flanc ouest de la colline (GPS29)
1010146	09-08-2012	Canal d'évac.	SW	Vue générale du secteur 7 à partir du site KaFh-1
1010149	09-08-2012	KaFh-1	NW	Site KaFh-1
1010150	09-08-2012	KaFh-1	W	Site KaFh-1: piège à renard avec un inukshuk récent en arrière-plan
1010151	09-08-2012	KaFh-1	E	Site KaFh-1, affût sur le flanc ouest de la colline (GPS30)

No	Date	Secteur	Orientation	Description
1010152	09-08-2012	KaFh-1	S	Site KaFh-1, affût sur le flanc ouest de la colline (GPS30)
1010153	09-08-2012	KaFh-1	NE	Site KaFh-1, affût sur le flanc ouest de la colline (GPS31)
1010154	09-08-2012	KaFh-1	SO	Site KaFh-1, affût sur le flanc ouest de la colline (GPS31)
1010155	09-08-2012	KaFh-9	N	Site KaFh-9, cercle de tente potentiel et cache sur le flanc est de la colline (GPS32)
1010156	09-08-2012	KaFh-9	S	Site KaFh-9, cercle de tente potentiel sur le flanc est de la colline (GPS32)
1010157	09-08-2012	KaFh-9	S	Site KaFh-9, cache sur le flanc est de la colline (GPS32)
1010158	09-08-2012	KaFh-9	E	Site KaFh-9, cercle de tente potentiel sur le flanc est de la colline (GPS33)
1010160	10-08-2012	Chemin d'accès	NE	Cercle de tente potentiel avant sondage (GPS5)
1010161	10-08-2012	Chemin d'accès	S	Cercle de tente potentiel avant sondage (GPS5)
1010162	10-08-2012	Chemin d'accès	S	Réalisation d'un sondage dans le cercle de tente potentiel GPS5
1010164	10-08-2012	Chemin d'accès	W	Paroi d'un sondage réalisé dans le cercle de tente potentiel GPS5
1010166	10-08-2012	Chemin d'accès	N	Caches GPS7
1010167	10-08-2012	Chemin d'accès	N	Cache est de GPS7
1010168	10-08-2012	Chemin d'accès	N	Cache ouest de GPS7
1010169	10-08-2012	Chemin d'accès	N	Caches GPS9
1010170	10-08-2012	Chemin d'accès	N	Réalisation d'un sondage dans le cercle de tente potentiel GPS35
1010171	10-08-2012	Chemin d'accès	NE	Vue du plateau sur lequel se trouvent GPS7, GPS9 et GPS35
1010172	10-08-2012	Chemin d'accès	NO	Maison semi-souterraine potentielle GPS11
1010174	10-08-2012	Chemin d'accès	S	Paroi d'un sondage dans la maison semi-souterraine potentielle GPS11
1010176	10-08-2012	Chemin d'accès	N	Sondage réalisé dans la maison semi-souterraine potentielle GPS11
1010180	10-08-2012	KaFh-13	E	Cercle de tente SP-1
1010181	10-08-2012	KaFh-13	E	Cercle de tente SP-1
1010182	10-08-2012	KaFh-13	S	Cercle de tente SP-2
1010183	10-08-2012	KaFh-13	S	Cercle de tente SP-2
1010184	10-08-2012	KaFh-13	E	Cercle de tente SP-2
1010185	10-08-2012	KaFh-13	SW	Piège à renard SS-1
1010186	10-08-2012	KaFh-13	SW	Piège à renard SS-1
1010187	10-08-2012	KaFh-13	NE	Piège à renard SS-1
1010188	10-08-2012	KaFh-13	N	Piège à renard SS-2
1010189	10-08-2012	KaFh-13	S	Piège à renard SS-2
1010190	10-08-2012	KaFh-13	N	Structure indéterminée SS-3
1010191	10-08-2012	KaFh-13	N	Cache ou piège à renard SS-4
1010192	10-08-2012	KaFh-13	N	Réalisation d'un sondage dans SP-2
1010193	10-08-2012	KaFh-13	NE	Vue générale du site et réalisation d'un sondage dans SP-2
1010194	10-08-2012	KaFh-13	N	Sondage raélisé dans SP-1
1010195	10-08-2012	KaFh-13	N	Paroi d'un sondage réalisé dans SP-1
1010196	10-08-2012	KaFh-13	N	Paroi d'un sondage réalisé dans SP-1
1010197	10-08-2012	KaFh-13	N	Sondage réalisé dans SP-1
1010198	10-08-2012	KaFh-13	E	Sondage raélisé dans SP-2
1010201	11-08-2012	KaFh-13	N	Sondage réalisé dans la SS-3
1010202	11-08-2012	KaFh-13	N	Structure indéterminée SS-3
1010205	11-08-2012	Canal d'évac.	E	Vol d'outardes
1010206	11-08-2012	Canal d'évac.	SW	Vue générale du secteur (bas de la colline)
1010207	11-08-2012	Canal d'évac.	E	Vue générale du secteur (vallée en panoramique)
1010208	11-08-2012	Canal d'évac.	NE	Vue générale du secteur (vallée en panoramique)
1010209	11-08-2012	Canal d'évac.	N	Vue générale du secteur (vallée en panoramique)

No	Date	Secteur	Orientation	Description
1010210	11-08-2012	Canal d'évac.	NNW	Vue générale du secteur (vallée en panoramique)
1010213	12-08-2012	Sites alternatifs	NE	Replat inférieur au bout du chemin
1010214	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Paysage
1010215	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Repat inférieur et chemin en arrière-plan
1010217	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Paysage
1010218	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Site KaFi-1 vue du flanc de la montagne
1010219	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Site KaFi-1 vue du flanc de la montagne
1010220	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Site KaFi-1 vue du flanc de la montagne
1010221	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Site KaFi-1 vue du flanc de la montagne
1010222	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Replat prospecté
1010223	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Replat prospecté
1010224	12-08-2012	Sites alternatifs	SW	Flanc de la montagne
1010226	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS45
1010227	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS45
1010228	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS45
1010229	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS45
1010230	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS45 dans son contexte
1010231	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Replat prospecté
1010233	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Inukshuk GPS45 dans son contexte
1010235	12-08-2012	Sites alternatifs	S	Vallée prospectée
1010236	12-08-2012	Sites alternatifs	SE	Vallée prospectée
1010237	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Vallée prospectée au sommet (panoramique)
1010238	12-08-2012	Sites alternatifs	SE	Vallée prospectée au sommet (panoramique)
1010239	12-08-2012	Sites alternatifs	S	Vallée prospectée au sommet (panoramique)
1010240	12-08-2012	Sites alternatifs	SW	Vallée prospectée au sommet (panoramique)
1010241	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Vallée prospectée au sommet
1010242	12-08-2012	Sites alternatifs	SE	Vallée prospectée au sommet
1010243	12-08-2012	Sites alternatifs	SE	Vallée prospectée au sommet
1010244	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Vallée prospectée au sommet
1010246	12-08-2012	Sites alternatifs	W	Vallée prospectée au sommet
1010248	12-08-2012	Sites alternatifs	NW	Flanc de la montagne
1010249	12-08-2012	Sites alternatifs	N	Replat prospecté vue d'en haut
1010250	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS48
1010251	12-08-2012	Sites alternatifs	E	Inukshuk GPS48
1010252	12-08-2012	Sites alternatifs	N	Paysage
1010253	12-08-2012	Sites alternatifs	SE	Replat inférieur prospecté
1010254	12-08-2012	Sites alternatifs	SE	Replat inférieur prospecté
1010255	12-08-2012	KaFi-1	SE	Aire B, état de la SP-2
1010256	12-08-2012	KaFi-1	S	Aire B, état de la SP-2
1010257	12-08-2012	KaFi-1	SE	Colline arasée
1010258	12-08-2012	KaFi-1	N	Aire B, état de la SP-1
1010259	12-08-2012	KaFi-1	NW	Aire B, état de la SP-1
1010260	12-08-2012	KaFi-1	SE	Aire B, état de la SP-1 et colline arasée en arrière-plan

ANNEXE 16

Étude d’intégration au milieu visuel - Rapport sectoriel

CANADIAN ROYALTIES INC.

NUNAVIK NICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social
pour l'aménagement d'infrastructures portuaires
et la gestion des sédiments à la baie Déception

Annexe 16
Étude d'intégration au milieu visuel

RAPPORT SECTORIEL

Novembre 2012
Projet : 101-53046-02

GENIVAR

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL POUR L'AMÉNAGEMENT D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES ET LA GESTION DES SÉDIMENTS À LA BAIE DÉCEPTION

ÉTUDE D'INTÉGRATION AU MILIEU VISUEL

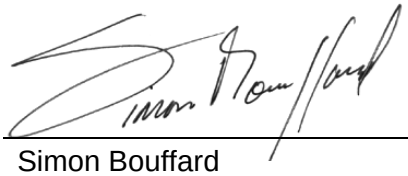
RAPPORT SECTORIEL

Présenté à

Canadian Royalties inc.

Par

GENIVAR inc.

Approuvé par : 

Simon Bouffard
Directeur Simulation et paysage

NOVEMBRE 2012
101-53046-02

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Canadian Royalties inc.

Vice-présidente Santé-Sécurité - Environnement	:	Gail Amyot
Surintendant - Environnement	:	Stephane Twigg
Arpenteur-géomètre	:	Géomog inc.

GENIVAR inc.

Directeur département Paysage et Simulation Architecte paysagiste	:	Simon Bouffard
Architecte paysagiste, M.Sc.A.	:	Edith Normandeau
Chef d'équipe Simulation	:	Jean-Frédérick Duquette
Technicien en modélisation 3D	:	Martin Pilon
Cartographe	:	Jean-Marc Tremblay
Édition	:	Catherine Boucher
Traitement de texte	:	Linette Poulin

Référence à citer :

GENIVAR. 2012. *Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception. Étude d'intégration au milieu visuel. Rapport sectoriel.* Rapport de GENIVAR à Canadian Royalties inc. 53 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Équipe de réalisation i
Table des matières iii
Liste des tableaux v
Liste des figures vii
Liste des Cartes vii

1. Introduction 1
2. Paysage de la zone d'étude 3
   - 2.1 Territoire et province naturelle 3
   - 2.2 Localisation de la zone d'étude 5
   - 2.3 Caractérisation du paysage 5
3. Méthodologie 19
   - 3.1 Visite d'observation sur le site et photographies 19
   - 3.2 Inventaire du paysage 19
   - 3.3 Analyse 3D 19
   - 3.4 Les unités de paysage 20
   - 3.5 Les champs visuels 20
   - 3.6 Les simulations visuelles 29
   - 3.7 Analyse des impacts visuels 29
4. Les unités de paysage 31
   - 4.1 Les unités de paysage 31
   - 4.2 La résistance des unités de paysage 32
5. L'analyse visuelle 33
   - 5.1 Champs visuels et sensibilité 33
     - 5.1.1 Champ visuel 1 : Depuis le campement inuit 34
     - 5.1.2 Champ visuel 2 : Depuis la plage du Bombardier 35
     - 5.1.3 Champ visuel 3 : Depuis le rivage nord-est de la baie Déception 36
     - 5.1.4 Champ visuel 4 : Depuis les collines 37

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

5.2 Les simulations visuelles 38
5.2.1 Simulation 1 : vers le dépôt de sédiments terrestres 38
5.2.2 Simulation 2 : vers le site de dépôt de sédiments 40
5.2.3 Simulation 3 : vers le dépôt de sédiments terrestres 41
5.2.4 Simulation 4 : vers le futur quai 42
6. Les impacts visuels 45
6.1 Les impacts par point de vue 45
6.2 Synthèse des impacts potentiels 45
6.3 Mesures d'atténuation 45
6.4 Impacts résiduels 47
6.4.1 Le site Q1 47
6.4.2 Le site de dépôt de sédiments 48
7. Conclusion 51
8. Bibliographie 53
8.1 Sites Internet consultés 53

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1 Caractérisation des unités de paysage de la baie Déception, projet Nunavik Nickel 21

Tableau 2 Résistance des unités de paysage 27

Tableau 3 Champs visuels et impacts 46

LISTE DES PHOTOS

Page

Photo 1 Baie Déception, vers le nord-ouest (18 juillet 2012) 6

Photo 2 La route principale vers le sud-est (18 juillet 2012) 9

Photo 3 Campement inuit permanent (19 juillet 2012) 10

Photo 4 Campement temporaire de Canadian Royalties Inc. (21 juillet 2012) 11

Photo 5 Dépôt pétrolier existant (18 juillet 2012) 11

Photo 6 Site archéologique KaFh-1, vers le nord-ouest (19 juillet 2012) 12

Photo 7 Baie Kangirsugaarjuk, vers le sud-ouest (20 juillet 2012) 13

Photo 8 L'île Artic, vers le nord-ouest (19 juillet 2012) 14

Photo 9 Plaine humide, vers le sud (17 juillet 2012) 14

Photo 10 Ancien terrain d'aviation, vers le nord-ouest (17 juillet 2012) 15

Photo 11 Vallée à l'extrémité de la Baie Kangirsugaarjuk, vers le sud (20 juillet 2012) 16

Photo 12 Site Q1, vers le sud-ouest (21 juillet 2012) 33

Photo 13 Champ visuel 1 (18 juillet 2012) 34

Photo 14 Champ visuel 2 (21 juillet 2012) 35

Photo 15 Champ visuel 3 (20 juillet 2012) 36

Photo 16 Champ visuel 4 (7 août 2012) 37

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1 Régions forestières du Canada 3
Figure 2 Les provinces naturelles du Québec, niveau 1 du CER 4
Figure 3 Zone d'étude en 3D 6
Figure 4 Identification des pentes de 30 % et plus. 16
Figure 5 Hypsométrie de la baie Déception 17
Figure 6 Simulation 1, vers le sud-ouest (le 20 juillet 2012) 38
Figure 7 Simulation 2, vers le nord-est (le 18 juillet 2012) 40
Figure 8 Simulation 3, vers l'ouest (le 18 juillet 2012) 41
Figure 9 Simulation 4, vers l'est (18 juillet 2012, 17 h 30, marée : 1,8 m) 42

LISTE DES CARTES

Page

Carte 1 7

1. INTRODUCTION

Ce document présente l'impact visuel de la construction d'infrastructures portuaires et d'un dépôt de sédiments terrestre, dans le cadre du projet Nunavik Nickel (PNNi), à la baie Déception au Nunavik (Québec). L'impact est présenté sous la forme de quatre simulations visuelles et d'un rapport écrit présentant les principales caractéristiques du paysage et ses unités de paysage dans la zone d'étude établie. Cette analyse permettra d'évaluer les impacts des futures installations et de proposer, si nécessaire, des mesures d'atténuation afin de conserver la beauté des paysages de ce secteur.

2. PAYSAGE DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.1 Territoire et province naturelle

Partie intégrante de la province naturelle[1] de la Péninsule d'Ungava (figure 2; ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP][2], 2012), cette classification écologique de référence (CER) s'inscrit dans la zone arctique, avec un paysage typique de la Toundra (figure 1) du Québec. La zone d'étude se situe plus précisément dans le domaine bioclimatique de la toundra arctique herbacée avec un climat si rigoureux que les quelques arbustes présents y sont de petite taille. Les plantes présentes sont essentiellement des mousses, des lichens, des graminées et des *Cypéracées,* dans un paysage où le roc et le sol minéral sont souvent dénudés. Le climat arctique et difficile du secteur offre de vastes étendues blanches l'hiver, et ce, durant une grande partie de l'année, accompagné de la noirceur quasi permanente durant cette période.

Figure 1 Régions forestières du Canada
(Ressources naturelles Canada, 2012).

[1] Les provinces naturelles sont identifiées d'après les caractéristiques permanentes du milieu (géologie, relief et dépôt de surface) et témoignent de l'écodiversité du territoire (MDDEP, 2012).

[2] Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) depuis septembre 2012.

Figure 2 Les provinces naturelles du Québec, niveau 1 du CER (MDDEP, 2012)

A – Les Appalaches
B – Basses terres du Saint-Laurent
C – Les Laurentides méridionales
D – Les Laurentides centrales
E – Plateau de la Basse-Côte-Nord
F – Basses-terres de l'Abitibi
G – Hautes-terres de Mistassini
H – Collines de la Grande Rivière
I – Plateau central du Nord-du-Québec
J – Péninsule d'Ungava
K – Bassin de la baie d'Ungava
L – Labrador septentrional
P – Basses terres de la baie James
U – Labrador central
X – Estuaire et golfe du Saint-Laurent

La péninsule d'Ungava, d'une superficie de 350 000 km^2, est entourée de la Baie d'Hudson (à l'ouest), du détroit d'Hudson (au nord) et de la Baie d'Ungava (à l'est). La péninsule, principalement habitée sur les côtes par les Inuits pendant des centaines d'années, est constituée en son centre de vastes plateaux ondulés. Cet espace central est inhabité et sans arbres, avec une altitude variant de 300 à 600 m. Le pergélisol continu est caractéristique de cette province naturelle. La péninsule est riche en gisement miniers (amiante, nickel, cuivre, uranium, fer). (Encyclopédie canadienne, 2012).

2.2 Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe plus précisément dans la sous-unité physiographique du Plateau de Salluit, dans la région naturelle du Plateau d'Ungava (figure 2), avec un paysage diversifié et ouvert. La carte 1 présente la zone d'étude du PNNi à la baie Déception, ainsi que les différents éléments visuels étudiés dans ce rapport sectoriel. C'est à l'intérieur d'une délimitation de 12 km de longueur par 4 km de largeur que la caractérisation paysagère a été réalisée et que le choix des points de vue pour des simulations visuelles des infrastructures portuaires et le dépôt de sédiments terrestres a été effectué.

2.3 Caractérisation du paysage

La baie Déception (figure 3 et photo 1) est un paysage côtier d'intérêt, un vaste milieu naturel avec très peu de végétation en hauteur, dont une moyenne de 5 à 15 cm pour les herbacées. L'eau occupe une partie importante de la zone d'étude, entourée d'une série de collines plissées de part et d'autre de la baie. Ceci créé un milieu plus enclavé avec un point de fuite vers l'eau et ses îles éloignées. Un couvert de lichen vient mettre en valeur les volumes des collines environnantes durant l'été, avec des affleurements rocheux à plusieurs endroits. D'un point de vue humain, c'est aussi un site d'intérêt pour la chasse et la pêche par les Inuits, avec différents plans d'eau. Des petits campements sont ainsi installés à divers endroits pour ce type d'activité (voir la carte paysage). Différents champs visuels s'offrent à l'observateur, que l'on soit situé près de l'eau, sur le sommet d'une colline avec une vue panoramique et surplombante sur le secteur, ou encore sur une île avec son paysage marin.

Plusieurs sites archéologiques sont présents dans la zone d'étude. Ces sites, reconnus par le ministère de la Culture et des Communications du Québec (MCC), comportent une identité culturelle, sans toutefois être classés monument historique. Aussi, ces sites archéologiques ne sont pas reconnus par l'Administration régionale Kativik (ARK, 1998) tels des territoires d'intérêt esthétique. Dans la zone d'étude, aucun élément d'intérêt esthétique reconnu n'est répertorié et protégé, néanmoins, quelques attraits visuels à caractère naturel, tels des parois rocheuses importantes et des points de vue, sont illustrés sur la carte 1.

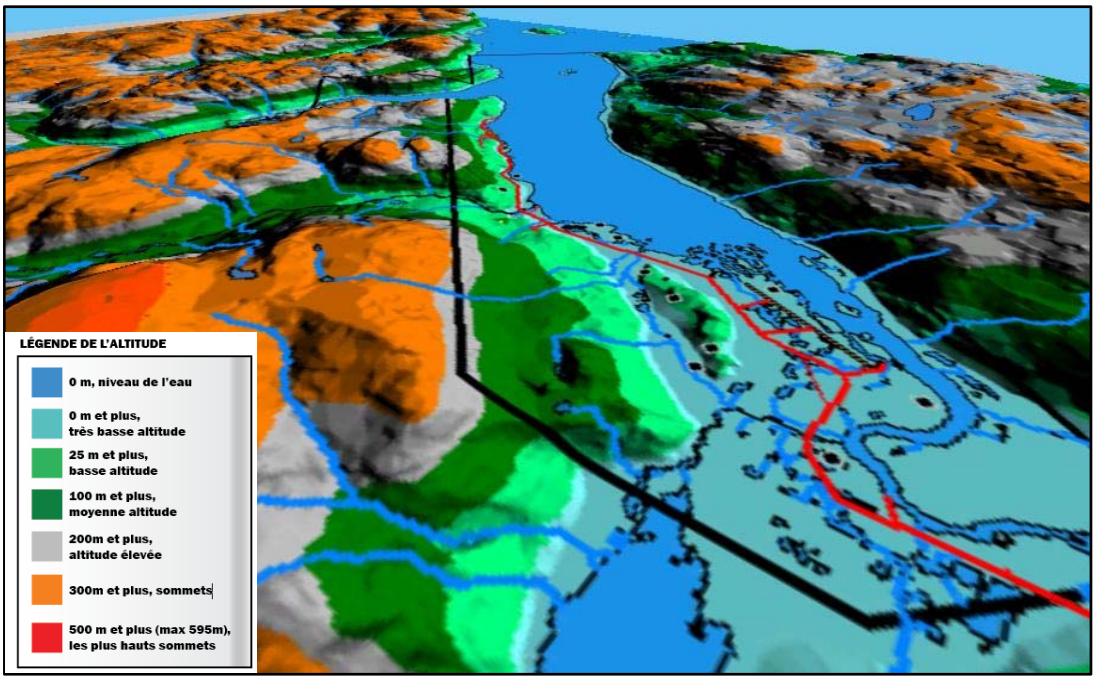
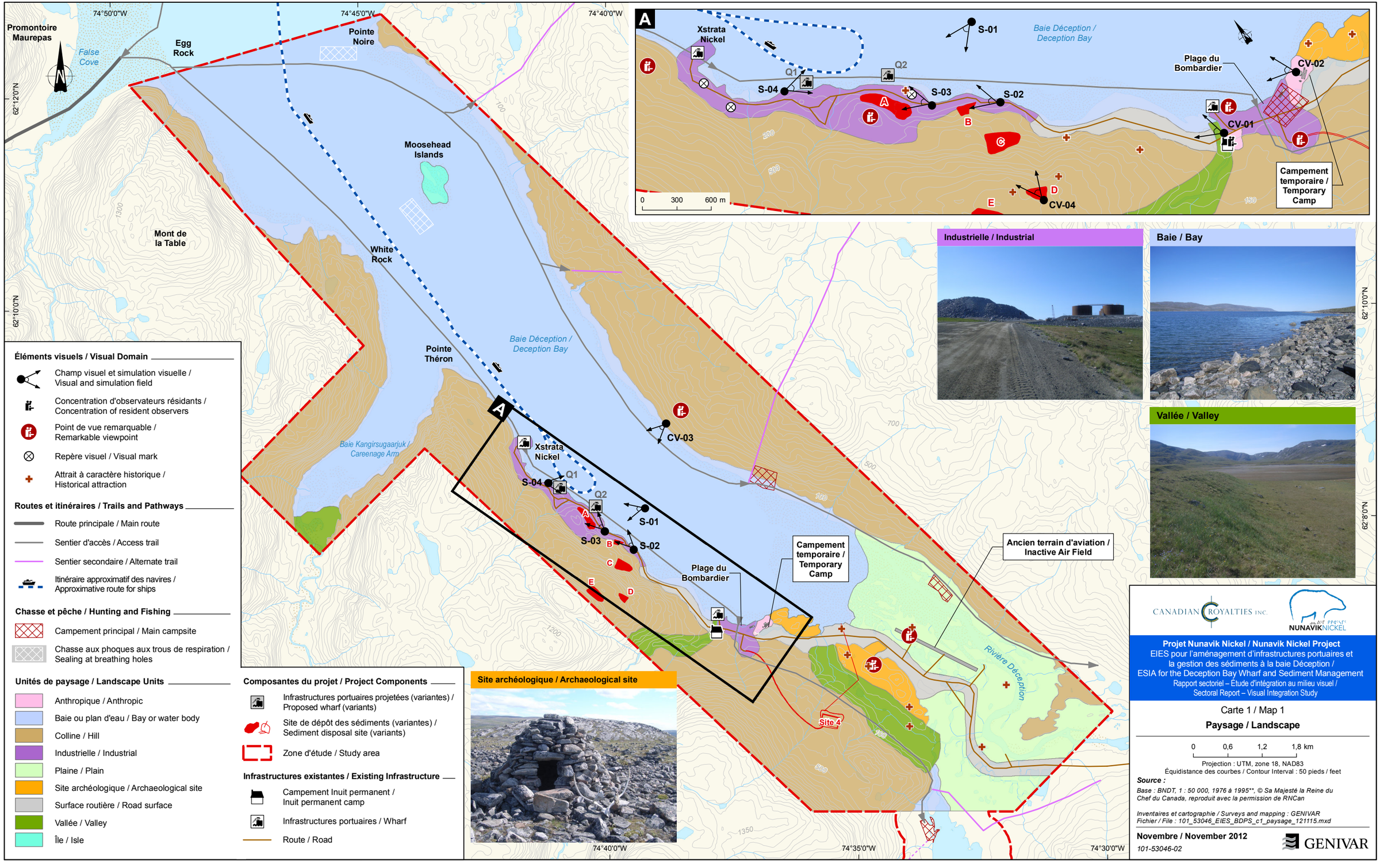


Figure 3 Zone d'étude en 3D

Photo 1 Baie Déception, vers le nord-ouest (18 juillet 2012)


74°50'0"W
74°45'0"W
74°40'0"W
74°35'0"W
74°30'0"W
62°12'0"N
62°10'0"N
N
Promontoire Maurepas
False Cove
Egg Rock
Pointe Noire
Moosehead Islands
Mont de la Table
White Rock
Pointe Théron
Baie Déception / Deception Bay
Baie Kangirsugaarjuk / Careenage Arm
Xstrata Nickel
S-01
S-02
S-03
S-04
Q1
Q2
A
B
C
D
E
CV-01
CV-02
CV-03
CV-04
Plage du Bombardier
Campement temporaire / Temporary Camp
Ancien terrain d'aviation / Inactive Air Field
Site 4
Rivière Déception
100
200
300
500
700
1200
1300
1350
150
0 300 600 m
Éléments visuels / Visual Domain
Champ visuel et simulation visuelle / Visual and simulation field
Concentration d'observateurs résidants / Concentration of resident observers
Point de vue remarquable / Remarkable viewpoint
Repère visuel / Visual mark
Attrait à caractère historique / Historical attraction
Routes et itinéraires / Trails and Pathways
Route principale / Main route
Sentier d'accès / Access trail
Sentier secondaire / Alternate trail
Itinéraire approximatif des navires / Approximative route for ships
Chasse et pêche / Hunting and Fishing
Campement principal / Main campsite
Chasse aux phoques aux trous de respiration / Sealing at breathing holes
Unités de paysage / Landscape Units
Anthropique / Anthropic
Baie ou plan d'eau / Bay or water body
Colline / Hill
Industrielle / Industrial
Plaine / Plain
Site archéologique / Archaeological site
Surface routière / Road surface
Vallée / Valley
Île / Isle
Composantes du projet / Project Components
Infrastructures portuaires projetées (variantes) / Proposed wharf (variants)
Site de dépôt des sédiments (variantes) / Sediment disposal site (variants)
Zone d'étude / Study area
Infrastructures existantes / Existing Infrastructure
Campement Inuit permanent / Inuit permanent camp
Infrastructures portuaires / Wharf
Route / Road
Site archéologique / Archaeological site
Industrielle / Industrial
Baie / Bay
Vallée / Valley
CANADIAN ROYALTIES INC.
NUNAVIK NICKEL
Projet Nunavik Nickel / Nunavik Nickel Project
EIES pour l'aménagement d'infrastructures portuaires et la gestion des sédiments à la baie Déception / ESIA for the Deception Bay Wharf and Sediment Management
Rapport sectoriel – Étude d'intégration au milieu visuel / Sectoral Report – Visual Integration Study
Carte 1 / Map 1
Paysage / Landscape
0 0,6 1,2 1,8 km
Projection : UTM, zone 18, NAD83
Équidistance des courbes / Contour Interval : 50 pieds / feet
Source :
Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995**, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Inventaires et cartographie / Surveys and mapping : GENIVAR
Fichier / File : 101_53046_EIES_BDPS_c1_paysage_121115.mxd
Novembre / November 2012
101-53046-02
GENIVAR

Le site de la baie Déception est accessible par une route de gravier (photo 2) qui relie le complexe minier Expo, où se situe l'usine de concentrés, et les infrastructures portuaires de Canadian Royalties inc. (CRI), situées à environ 130 km au sud de la zone d'étude. Cette route traverse l'ensemble du secteur étudié, du sud-est vers le nord-ouest, pour longer la baie jusqu'aux infrastructures portuaires d'Xstrata. Cette route offre un paysage panoramique avec des ouvertures visuelles sur les espaces limitrophes à la baie et ses collines en arrière-plan.

Photo 2 La route principale vers le sud-est (18 juillet 2012)

Les milieux habités sont peu présents dans la zone d'étude et dans l'ensemble de la région. Ces milieux anthropiques sont constitués des regroupements de petits bâtiments entourés d'antennes, de cabanons et de conteneurs. L'unité de paysage anthropique est la seule unité de paysage avec une concentration d'observateurs fixes (carte 1). Le campement inuit permanent (photo 3), situé au sud-ouest de la zone d'étude est peu dense, mais est situé dans un lieu stratégique pour la pêche et la chasse, près de la baie Déception, près d'un cours d'eau et sur un plateau un peu plus surélevé près de la route. Ce milieu est habité par les Inuits durant les périodes de chasse et de pêche. À l'arrière de ce plateau, l'espace se referme et devient un

Photo 3 Campement inuit permanent (19 juillet 2012)

peu plus encaissé entre les versants des collines environnantes qui viennent former une vallée. La photo 4 présente le campement temporaire des travailleurs de CRI. Celui-ci consiste en un ensemble de roulottes, d'un groupe électrogène, d'aires de stockage et de travail. Ce campement temporaire doit être déplacé à proximité de Q1, mais l'importance de ce secteur anthropique demeure par la présence de la plage du Bombardier.

Les installations industrielles existantes (photo 4) viennent contraster dans le paysage naturel de la baie, avec des aires d'accumulation, des lieux d'entreposage, des camions et des grues. On peut aussi observer le dépôt pétrolier incluant d'énormes réservoirs aux couleurs contrastantes qui deviennent des points de repère dans le paysage (voir carte paysage).

Photo 4 Campement temporaire de Canadian Royalties Inc. (21 juillet 2012)

Photo 5 Dépôt pétrolier existant (18 juillet 2012)

Les attraits à caractère historique de la baie Déception (carte 1) sont des sites archéologiques des Inuits reconnus par le MCC. On y retrouve des vestiges inuits formés d'accumulations de pierres formant des structures telles des caches, des trappes à renard (photo 6), ou des cercles de tente. Aussi, quelques *Inuksuit* sont observés dans la zone d'étude. Ces constructions de pierres, signifiant en inuktituk « agir à titre d'être humain » du mot *inuk* (être humain), donnent une identité forte aux paysages, tout en ayant des fonctions précises : repère et orientation pour les déplacements et la chasse, dont la localisation de caches à nourritures.

Photo 6 Site archéologique KaFh-1, vers le nord-ouest (19 juillet 2012)

Bien que la baie Déception occupe une place importante dans la zone d'étude, d'autres plans d'eau y sont situés. Le lac Duquet et la baie Kangirsugaarjuk (photo 7) sont deux plans d'eau qui offrent des champs visuels refermés par des collines. L'altitude de ces dernières passe rapidement du niveau de l'eau jusqu'à environ 400 m. On y observe des escarpements rocheux importants formant des attraits visuels à caractère naturel. Ces espaces aquatiques se terminent ensuite en vallées enclavées, avec la présence d'une rivière et d'une végétation un peu plus luxuriante en fond de vallée, dont la présence de quelques arbustes bas.

Photo 7 Baie Kangirsugaarjuk, vers le sud-ouest (20 juillet 2012)

Difficiles à percevoir depuis la côte, les différentes îles (Mooshead, Artic, Neptune) sont des paysages qui composent une unité de paysage distincte de la baie. Cependant, seules les îles Moosehead sont situées dans la zone d'étude. Peu accessibles, ces petits territoires enrochés et couverts d'une mince couverture de lichen sont fréquentés par des oiseaux. Ce sont essentiellement les observateurs mobiles (Inuits et travailleurs) en bateau qui peuvent apprécier ces paysages. Durant l'hiver, avec la neige et la glace, ces espaces se fondent dans le paysage, uniformisé par le brouillard. L'une d'entre elles, l'île Arctic (photo 8), possède un repère pour la navigation.

Un paysage ouvert (photos 9 et 10), nommé unité de paysage plaine, est observé aux environs de l'ancien terrain d'aviation. Situé au sud-est de la zone d'étude, ce secteur forme également un estuaire par la rencontre de la baie et de la rivière Déception. C'est le secteur le plus bas de la zone d'étude, à l'exception de la baie. Il est composé de gravier, de roches dispersées, de terres inondables, d'herbacés et de plusieurs petits bassins d'eau. C'est également un secteur reconnu pour ses vestiges archéologiques. Plusieurs oiseaux sont entendus et observés près de la rivière Déception, qui est incluse dans cette unité de paysage. À proximité, au sud-est, on retrouve également des bâtiments délabrés d'une ancienne pourvoirie (camp Kanguq).

Photo 8 L'île Artic, vers le nord-ouest (19 juillet 2012)

Photo 9 Plaine humide, vers le sud (17 juillet 2012)

Photo 10 Ancien terrain d'aviation, vers le nord-ouest (17 juillet 2012)

Quelques paysages de vallée sont situés dans la zone d'étude (photo 11). Dans la majorité des cas, on les retrouve à la fin des plans d'eau qui se poursuivent en vallées encaissées. On peut généralement y observer un cours d'eau en fond de vallée et une végétation légèrement plus luxuriante.

La carte des pentes de 30 % et plus (figure 4) nous permet de constater une concentration de pentes abruptes autour des plans d'eau, notamment dans la partie sud et sud-ouest de la zone d'étude. Des escarpements importants (pentes de 80 %) sont observés à certains endroits. Les plus hauts sommets, 500 m et plus (zones orangées à l'extérieur de la zone d'étude), ne comportent pas de pentes abruptes. Aussi, l'extrémité des plans d'eau est formée d'escarpements venant créer des vallées enclavées.

L'hypsométrie de la figure 5 présente la topographie du territoire. L'altitude en bordure de la baie monte rapidement de 0 m à 300 m et plus. Les plus hauts sommets s'élevant à 595 m sont observés à l'extérieur de la zone d'étude, ainsi qu'un secteur avec de vastes plateaux de 300 m et plus et de nombreux cours d'eau.

Photo 11 Vallée à l'extrémité de la Baie Kangirsugaarjuk, vers le sud (20 juillet 2012)

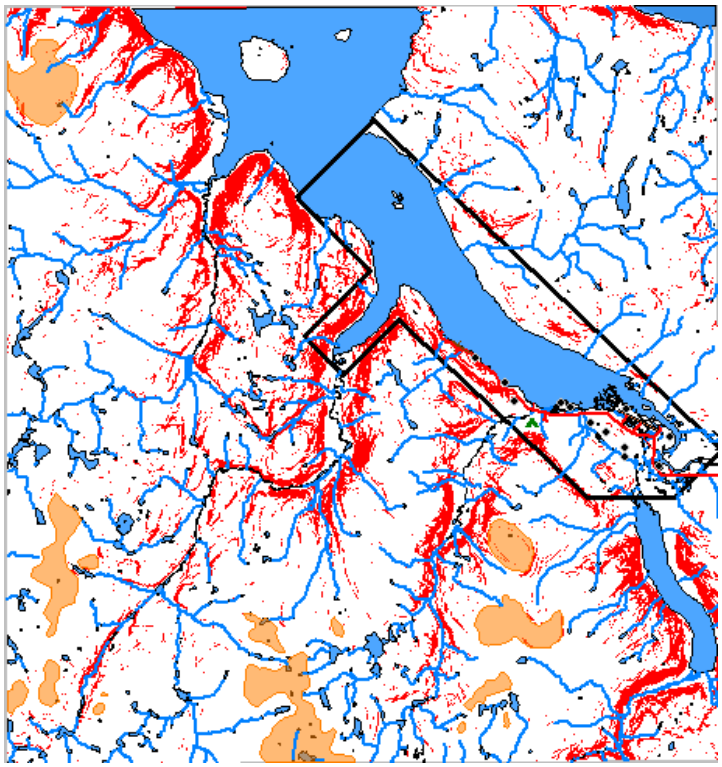


Figure 4 Identification des pentes de 30 % et plus.

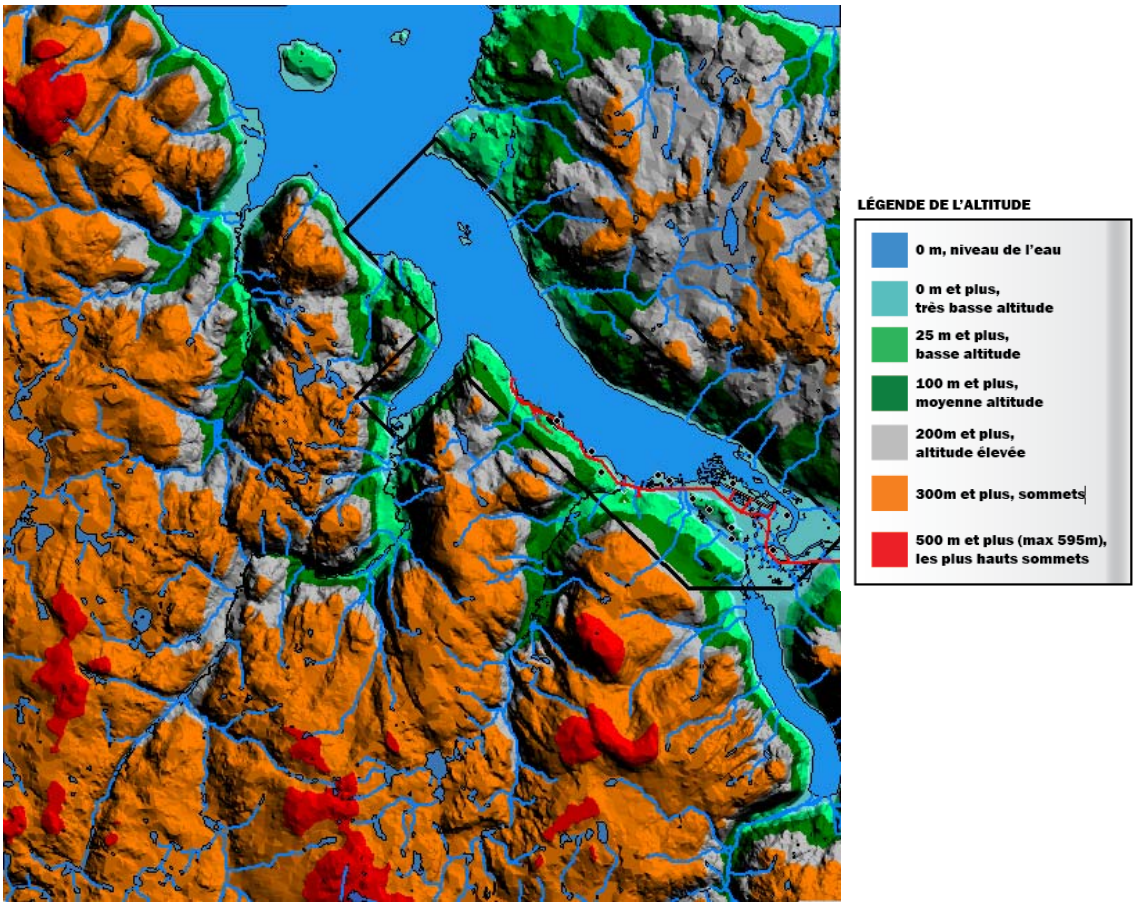


Figure 5 Hypsométrie de la baie Déception

3. MÉTHODOLOGIE

L'approche utilisée dans le cadre de l'étude du paysage est conforme aux méthodes classiques d'analyses visuelles élaborées dans le cadre des évaluations environnementales, tout en étant adaptée à la problématique particulière de la zone d'étude, de même qu'à la nature et à l'échelle du projet. L'étude du paysage commande la réalisation de trois étapes principales, à savoir :

- l'inventaire des composantes du paysage et ses observateurs;
- l'analyse des unités de paysage;
- l'analyse des impacts visuels.

3.1 Visite d'observation sur le site et photographies

La caractérisation du paysage a été effectuée suite à un inventaire de terrain réalisé en juillet 2012. Cette visite de terrain a permis de faire un état des lieux du paysage (topographie, pente, végétaux, occupation au sol) selon différents points de vue. C'est principalement par un travail photographique que cet inventaire a été réalisé. Durant six jours, plus de 600 photographies géoréférencées ont été prises, en prévision de l'écriture du rapport et la réalisation de photo-simulations. Toutes les photographies ont été réalisées avec une lentille de 50 mm, qui est l'objectif qui se rapproche le plus de la vision humaine, et ne provoquant pas de déformation de la perspective.

3.2 Inventaire du paysage

L'inventaire du paysage a été réalisé en utilisant les cartes topographiques détaillées (en format numérique) et les photographies aériennes du territoire, les données recueillies au cours de l'inventaire des milieux naturel et humain, ainsi que les documents publiés par ARK et du MCC. Ces documents permettent de relever une liste de lieux reconnus pour leur identité culturelle et/ou protégés. Plusieurs données ont aussi été recueillies à l'aide de sites Internet d'institutions reconnues au niveau fédéral et provincial.

3.3 Analyse 3D

La topographie étant une composante importante du paysage, un logiciel 3D et un modèle numérique de terrain ont été utilisés pour identifier les unités de paysage dans ce territoire. Ces outils permettent de déterminer certains éléments caractéristiques tels que les hauts sommets, les escarpements abrupts, les plateaux ondulés et les vallées encaissées. Plusieurs éléments d'inventaire géo-référencés sont intégrés au logiciel et au modèle numérique de terrain pour visualiser les principales caractéristiques des unités de paysage (ex. : hydrographie, végétation, occupation du sol).

3.4 Les unités de paysage

La typologie proposée dans cette étude ou division du territoire en unité de paysage (tableau 1) présente des regroupements d'éléments similaires permettant de faciliter l'analyse du paysage d'une région qui est une entité paysagère complexe. Une unité de paysage présente « *une portion distincte de l'espace à l'intérieur d'un bassin visuel se définissant en fonction du relief, de la végétation, de l'utilisation du sol et des types de vue, dont l'ambiance lui est propre* » (Ministère des Transports, Gouvernement du Québec, 1986).

Ces unités de paysage sont ensuite évaluées en considération de leur résistance, c'est-à-dire selon leur capacité à intégrer une nouvelle infrastructure. Un tableau des résistances des unités de paysage (tableau 2) présente les différents critères et caractéristiques permettant de classer et justifier le degré de sensibilité des unités de paysage. Le niveau de résistance des paysages est en fonction de l'impact appréhendé et de la valeur accordée. Le type d'observateur est également un élément important de cette évaluation. Une résistance forte demandera une attention particulière à l'étape des impacts.

- **L'impact appréhendé :** résulte de la capacité d'intégration (absorption et insertion) du milieu, avec une échelle du paysage pouvant bien recevoir la nouvelle installation. Dépend de la modification que peut subir le milieu suite à l'implantation d'équipement. Dimension locale. (Hydro-Québec, 1992).
- **Valeur accordée :** correspond au jugement global envers un lieu, sa valeur intrinsèque, sa reconnaissance populaire ou institutionnelle. Prend en compte la dimension locale et régionale, notamment la valeur culturelle et identitaire. (Hydro-Québec, 1992).

3.5 Les champs visuels

À partir de la sélection des unités de paysage comportant des résistances fortes et très fortes, des champs visuels ou points de vue sont sélectionnés afin de préciser les impacts visuels les plus importants et les mesures d'atténuation nécessaires. C'est la visibilité ou non des installations, depuis ces points de vue, ainsi que la valeur accordée (attrait et valorisation du territoire) par les observateurs (fixes ou mobiles) qui permet d'évaluer la sensibilité des champs visuels.

Tableau 1 Caractérisation des unités de paysage de la baie Déception, projet Nunavik Nickel

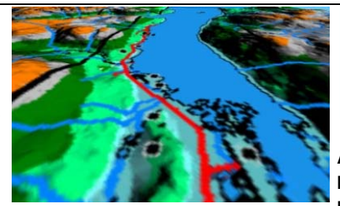
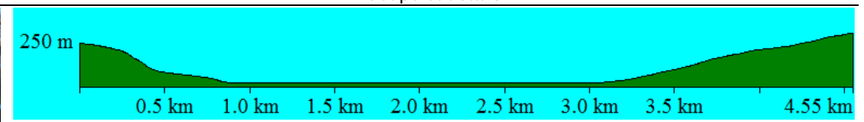
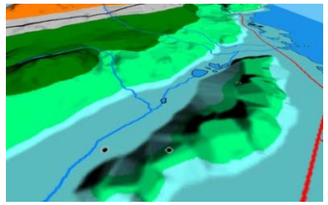
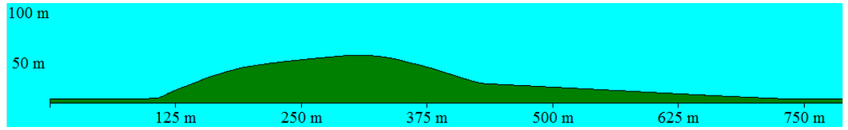
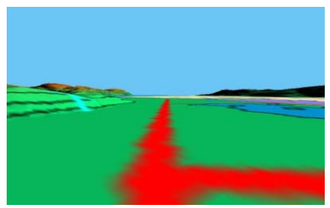
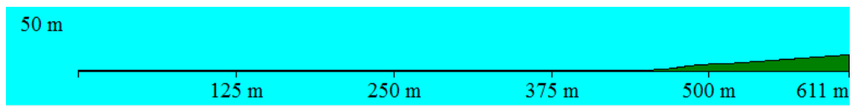
Les unités de paysage	Point de vue	Descriptif	3D	Coupe et détails
Baie, plan d'eau		Grands plans d'eau d'une largeur moyenne de 700 m à 2 km et variant de 3 à 13 km de longueur dans la zone d'étude. Avec des berges enrochées ou du sable et des collines environnantes venant refermer l'espace autour des plans d'eau. Les berges sont modifiées selon la marée et les heures de la journée.		 **Altitude :** nulle **Pente :** bord de l'eau avec sable et roches, marée qui modifie les berges **Hydrographie :** la largeur des berges est de 700 m à 2 km, et de 3 à 13 km de longueur dans la zone d'étude **Végétation :** algues **Occupation au sol :** Navigation, pêche et chasse
Site archéologique (Inuit)		Constitués de vestiges anciens avec des accumulations de roches formant différents éléments (cache, trappe à renard ou cercle de tente). Vestiges principalement situés en bordure de la baie Déception. Altitude de 15 m à 61 m, et avec peu de pente.		 **Altitude :** 15 à 61 m **Pente :** 5 à 30 % maximum **Hydrographie :** peu d'éléments hydrographiques à proximité **Végétation :** lichens et herbacées **Occupation au sol :** sites préhistoriques des Inuits, répertoriés au MCC
Surface routière		Surface de graviers traversant l'espace ouvert dans les zones les plus planes du secteur à l'étude puis un peu plus sinueux et vallonné à l'extrémité nord-ouest de la zone d'étude, jusqu'à environ 30 m d'altitude. Route sinueuse ponctuée de petits drapeaux.		 **Altitude :** 0 à 15 m **Pente :** généralement plat, de 0 à 20 % maximum **Hydrographie :** traversée de quelques cours d'eau **Végétation :** toundra herbacée en bordure de route **Occupation au sol :** transport routier

Tableau 1 Caractérisation des unités de paysage de la baie Déception, projet Nunavik Nickel (suite)

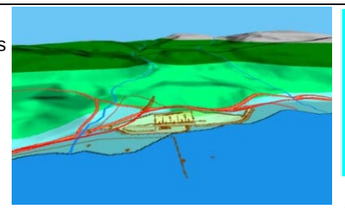
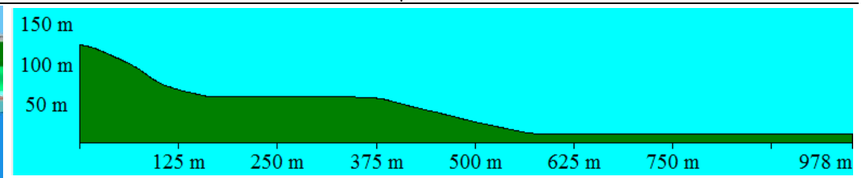
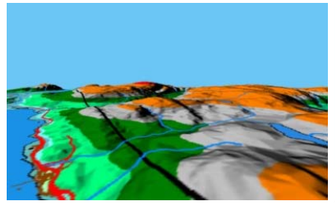
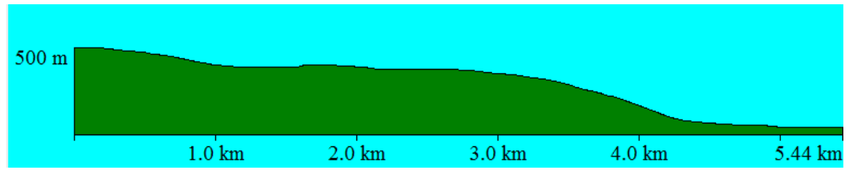
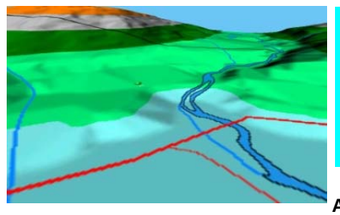
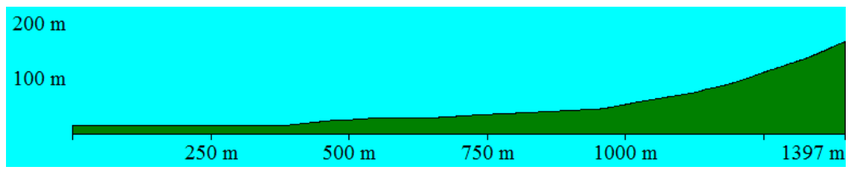
Les unités de paysage	Point de vue	Descriptif	3D	Coupe et détails
Secteur industriel		Espaces comportant des installations permanentes, du stockage temporaire avec des matériaux, des buttes de graviers. Pentes et altitudes variant de 5 m jusqu'à 30 m.		 **Altitude :** 0 a 30 m **Pente :** 5 à 10 % **Hydrographie :** à proximité de cours d'eau et de la baie Déception **Végétation :** peu de végétation, lichen et herbacées **Occupation au sol :** industrielle, transport routier et maritime
Colline		Reliefs dont l'altitude change rapidement de 0 m à 300 m en bordure de la baie, avec des escarpements importants (30 à 90 % par endroits et de 40 % en moyenne), avec plusieurs cours d'eau. Les plateaux arrière (à l'extérieur de la zone d'étude) sont moins escarpés, mais possèdent des sommets de 595 m.		 **Altitude :** 0 à 300 m **Pente :** moyenne de 40 %, pouvant atteindre jusqu'à 90 % **Hydrographie :** plusieurs cours d'eau **Végétation :** lichens et herbacées **Occupation au sol :** chasse
Milieu anthropique		Situé dans des espaces ouverts, de type plateau, avec de petits bâtiments venant créer un noyau près de la baie, les montagnes et la route. Une concentration d'usagers de la baie Déception réside dans le campement inuit et le campement « temporaire » des travailleurs. De 5 à 40 m d'altitude selon le lieu, généralement plat. Le campement temporaire de CRI sera démantelé, mais la plage du Bombardier où il est situé demeure un milieu anthropique.		 **Altitude :** 0 à 15 m **Pente :** 0 à 10 % **Hydrographie :** à proximité de cours d'eau et de la baie Déception **Végétation :** herbacées **Occupation au sol :** habitations et industrielle, plage

Tableau 1 Caractérisation des unités de paysage de la baie Déception, projet Nunavik Nickel (suite)

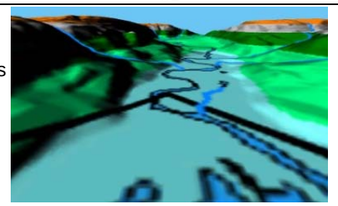
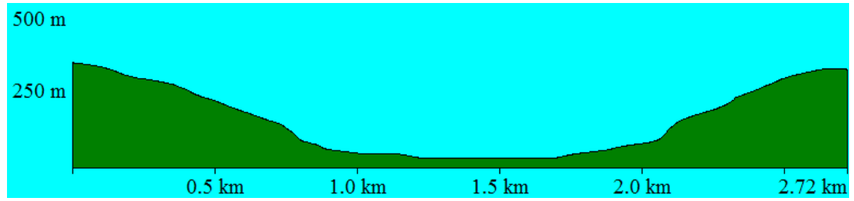
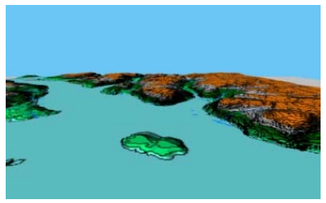
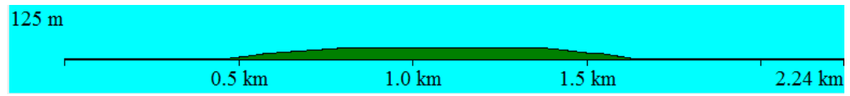
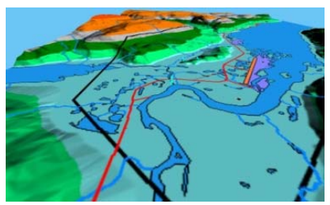
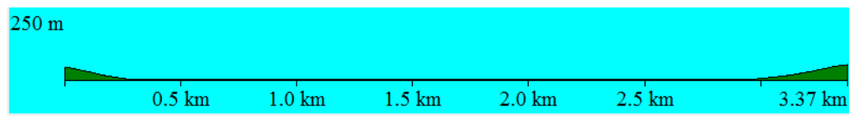
Les unités de paysage	Point de vue	Descriptif	3D	Coupe et détails
Vallée		Les vallées forment de longs couloirs allongés et encadrés de collines aux pentes parfois abruptes (jusqu'à 90 %) et au centre desquelles coule généralement une rivière en fond de vallée. Végétation plus luxuriante, type prairie, avec petits arbustes.		 **Altitude :** 15 m à 137 m pour les versants **Pente :** 0 à 30 %, et jusqu'à 90 % à l'extérieur de la zone d'étude **Hydrographie :** cours d'eau en fond de vallée **Végétation :** herbacées et petits arbustes **Occupation au sol :** pêche et chasse
Île		Relief de roches qui émergent de l'eau, à l'horizon de la baie, et qui est un territoire utilisé par les oiseaux. Avec recouvrement de lichens ou affleurements rocheux.		 **Altitude :** 0 à 15 m environ **Pente :** aux environs de 20 % à 30 % **Hydrographie :** baie Déception **Végétation :** lichens **occupation au sol :** Chasse
Plaine		Terrain plat constitué de roches dispersées, de terre, d'herbacées, de quelques bassins d'eau et de graviers de l'ancienne piste d'atterrissage. La rivière Déception est présente dans l'unité, ainsi qu'une ancienne pourvoirie. L'altitude varie de 5 à 15 m maximum. Plusieurs sites archéologiques sont situés à proximité.		 **Altitude :** 0 à 5 m **Pente :** Nulle ou très faible 5 %, marée dans l'estuaire qui modifie les berges **Hydrographie :** estuaire avec marée, petits bassins d'eau et rivière Déception **Végétation :** lichen et petites herbacées **Occupation au sol :** pêche, chasse et transport routier, ancienne pourvoirie et piste d'atterissage

Tableau 2 Résistance des unités de paysage

+	Type d'observateurs	Capacité d'intégration (absorption, insertion)	Impact appréhendé	Qualité intrinsèque des lieux	Intérêt selon la vocation du milieu	Valeur accordée	Résistance
Baie, plan d'eau	Mobiles (navigateurs et Inuits pour la pêche et la chasse)	**Faible à moyen** Espace ouvert, ceinturé par une série de collines escarpées. Certains espaces plus refermés.	**Moyen à fort** Milieu perturbé par l'implantation d'un équipement.	**Grande** Plans d'eau avec belles perspectives ouvertes pour la baie Déception et semi-fermés pour les autres plans d'eau.	**Moyen à grand** Paysage reconnu pour son potentiel touristique, mais non protégé. Lieu de pêche et de chasse des Inuits avec campements temporaires.	**Moyenne à forte** Non protégé et peu d'observateurs.	**Moyenne à très forte**
Site archéologique (Inuit)	Très peu de visiteurs ponctuels	**Faible** Espaces semi-ouverts avec vue lointaine	**Fort** Milieu perturbé par l'implantation d'un équipement.	**Moyenne à grande** Plusieurs sites à valoriser, mais peu visibles.	**Grand** Sites reconnus comme éléments d'identité culturelle et de patrimoine inuit, mais pas pour l'esthétique des paysages.	**Moyenne à forte** Éléments reconnus par le MCC, très peu de visiteurs.	**Forte à très forte**
Surface routière	Mobiles (plusieurs travailleurs en transit)	**Moyenne** Espace ouvert, plusieurs points de vue sur l'ensemble du secteur à l'étude.	**Moyen** Milieu peu perturbé par l'implantation d'un équipement. Certains points de vue peuvent être sensibles.	**Faible** Surface de graviers offrant peu de qualité esthétique.	**Faible** Peu de valorisation de la route.	**Faible**	**Faible**
Secteur industriel	Permanents et mobiles (Plusieurs travailleurs)	**Forte** Espace semi-ouvert avec parois rocheuses dynamitées à proximité, plusieurs installations.	**Faible** Milieu peu perturbé par l'implantation d'un équipement.	**Faible** Plusieurs éléments industriels sur le site, passage de la route.	**Faible** Peu de valorisation de ce type d'activité pour le paysage.	**Faible**	**Faible**
Colline	Très peu, mobiles (randonneurs ou chasseurs)	**Faible à moyenne** Espace ouvert surplombant la baie. Certains espaces en plateau moins visibles.	**Moyen à fort** Milieu perturbé avec l'implantation d'un équipement.	**Moyenne à grande** Reliefs autour de la baie avec certains escarpements, avec quelques plateaux.	**Moyen** Paysage reconnu pour la beauté des collines et de la baie Déception, mais non protégé. Lieu de chasse.	**Moyenne**	**Moyenne à forte**
Milieu anthropique	Les seuls observateurs fixes de la zone d'étude (Inuits) observateurs ponctuels à la plage du Bombardier	**Faible à moyenne** Espaces ouverts avec observateurs	**Moyen à fort** Milieu fortement perturbé par l'implantation d'un équipement, notamment pour les Inuits. Moyen pour la plage du Bombardier.	**Moyenne à grande** Espaces situés près de la baie Déception avec plans d'eau et collines environnantes. Plage du Bombardier situé face à la baie.	**Moyen à grand** Milieux habités dont le campement inuit (intérêt fort), la plage du Bombardier : Intérêt moyen.	**Moyenne à forte** Plus grande concentration d'observateurs fixes	**Moyenne à très forte**
Vallée	Très peu, ponctuels (chasse et pêche)	**Moyenne** Espaces semi-fermés avec peu de points de vue extérieurs	**Moyen** Milieux peu visibles, mais avec qualités, donc moyennement perturbés par l'implantation d'un équipement.	**Grande** Espace enclavé avec différents points de vue et perspectives	**Moyen** Lieu de chasse (ponctuel)	**Moyenne**	**Moyenne**
Île	Pas d'observateurs ou ponctuels (chasse)	**Moyenne** Espace ouvert, avec visibilité, mais éloigné des berges.	**Moyen** Milieu peu visible, mais avec qualités paysagères donc perturbé par l'implantation d'un équipement.	**Grande** Lieu d'intérêt pour observer les oiseaux, paysage important depuis l'eau	**Grand** Lieu de chasse (Inuits) Présence de plusieurs oiseaux	**Forte**	**Forte**
Plaine	Observateurs mobiles et ponctuels (chasse, pêche)	**Faible** Lieu ouvert à 360 degrés	**Fort** Milieu perturbé par l'implantation d'un équipement.	**Grande** Espace avec points de vue intéressants, paysages diversifiés près de la rivière	**Moyen** Lieu de chasse et de pêche, quelques lieux abandonnés (pourvoirie et piste d'atterrissage)	**Moyenne**	**Forte**

3.6 Les simulations visuelles

Afin d'avoir un aperçu réaliste de l'intégration d'une infrastructure dans le paysage, des photo-montages ont été réalisés selon différents points de vue. Le photo-montage consiste à prendre une photo géoréférencée d'un environnement existant et d'y ajouter les éléments projetés à l'aide de différents logiciels de modélisation 3D et de retouches photographiques. Il s'agit essentiellement d'un outil qui permet d'offrir une projection des nouvelles infrastructures à l'endroit prévu et d'un outil de discussion pour la présentation du projet. Le photo-montage est une étape qui demande la collaboration de plusieurs spécialistes et doit être effectuée avec rigueur et précision afin que la simulation soit conforme à l'aménagement projeté.

3.7 Analyse des impacts visuels

Les critères utilisés pour qualifier l'impact visuel sont définis de faible à fort. C'est par la compréhension des résistances des unités de paysage et de la sélection de certains champs visuels sensibles, que l'impact des nouvelles infrastructures sera déterminé. À cette analyse s'ajoute une évaluation globale qui considère l'impact résiduel d'un milieu, après l'application de mesures d'atténuation visuelle (si possible pour diminuer l'impact).

- **Fort :** l'impact entraîne la perte ou la modification de l'ensemble ou des principales caractéristiques propres de la composante affectée de sorte que son intégrité environnementale est remise en cause.
- **Moyen :** l'impact entraîne la perte ou la modification de certaines caractéristiques propres de la composante affectée ou de son utilisation sans pour autant compromettre son intégrité.
- **Faible :** l'impact ne modifie pas significativement les caractéristiques propres de la composante de sorte qu'elle conservera son intégrité.

L'évaluation de l'impact résiduel : cette évaluation s'appuie sur l'intégration de trois critères distincts, soit l'*intensité*, l'*étendue* et la *durée* de l'impact. Elle tient également compte des mesures d'atténuation courantes et particulières, si nécessaire. La combinaison des trois critères permet de porter un jugement global sur l'importance de l'impact résiduel, qui peut être majeure, moyenne ou mineure :

- **Intensité :** c'est le degré de perturbation que doit subir un milieu (biologique et/ou humain). La visibilité ou non et l'intégration dans le milieu est ici importante. L'intensité peut être Forte, moyenne ou faible.

- **Étendue :** est une indication du degré de perception de l'équipement par un groupe d'observateur. Trois paramètres donnent cette indication d'étendue : le degré d'exposition visuelle (champs visuels) et la distance séparant les observateurs des installations, la sensibilité de l'observateur (fixe ou mobile, temporaire ou permanent et le nombre d'observateurs touchés. L'étendue est régionale, locale, ponctuelle.
- **Durée :** c'est la période durant laquelle les observateurs peuvent ressentir l'effet de l'impact. Cette durée peut être courte, moyenne et longue.

4. LES UNITÉS DE PAYSAGE

La carte 1 présente les unités de paysage de la zone d'étude ainsi que des éléments visuels particuliers.

4.1 Les unités de paysage

À l'intérieur de la zone d'étude, neuf unités de paysage ont été identifiées en fonction des différents types d'éléments naturels et topographique, et au regard de l'occupation humaine. Les activités des Inuits de la région sont ainsi importantes à situer au regard d'une occupation du territoire qui leur est propre (pêche et chasse) et de la symbolique de certains éléments, tels que les sites archéologiques. Dans ce cadre, c'est la portion identitaire et culturelle du paysage qui prédomine.

Les unités de paysage du territoire à l'étude :

- Unité de paysage baie et plan d'eau
- Unité de paysage site archéologique
- Unité de paysage surface routière
- Unité de paysage secteur industriel
- Unité de paysage colline
- Unité de paysage milieu anthropique
- Unité de paysage vallée
- Unité de paysage Île
- Unité de paysage de plaine

Dans le tableau 1, chaque unité de paysage est représentée par une photographie qui offre un point de vue typique de l'unité de paysage, mis en parallèle avec le modèle 3D de terrain. De façon générale, il est possible de dire que la végétation ne joue pas un très grand rôle dans la lecture des paysages et modifie peu la perception des lieux, notamment l'ouverture et la fermeture visuelle. L'altitude a plus d'importance puisque c'est le facteur qui vient le plus modifier les points de vue et les perspectives sur les paysages de la zone d'étude. L'unité de paysages anthropique, en relation avec les campements Inuit et temporaire des travailleurs de CRI, ainsi que l'unité site archéologique, comportent une approche plus sociale et culturelle du territoire. Des champs visuels ont été proposés en fonction de certaines unités de paysage plus sensible, ceci permettant de comprendre l'importance des impacts visuels possibles pour certains types d'observateurs.

4.2 La résistance des unités de paysage

Le tableau 2 présente l'évaluation de la résistance des unités de paysage qui varie de faible à très forte. Cette résistance est en lien avec la capacité d'intégration de nouvelle infrastructure. C'est à la fois les qualités intrinsèques des lieux (topographie, hydrologie, pentes, végétation), en lien avec l'absorption et l'insertion possible des infrastructures, ainsi que l'aspect plus social et la valeur accordée au territoire qui sont évalués dans la résistance des paysages. Cette analyse de la résistance démontre une sensibilité plus élevée (moyenne à très forte) des unités de paysage suivantes :

- Anthropique (campements inuits et plage du Bombardier)
- Baie et plan d'eau
- Sites archéologiques
- Plaine
- Colline
- Île

L'unité de paysage anthropique est la seule unité comportant des observateurs fixes. C'est une unité de paysage qui comporte une résistance moyenne à très forte, notamment pour le campement inuit. Aussi, l'unité de paysage des sites archéologiques présente des paysages identitaires importants pour les Inuits, bien que peu d'observateurs ou touristes soient présents dans la région. Le potentiel touristique de ces sites n'est cependant pas à négliger pour le futur. Les autres secteurs avec une évaluation moyenne à très forte sont des espaces pour lesquels les caractéristiques topographiques viennent principalement les distinguer. Le peu de végétation en hauteur du secteur à l'étude, élément qui vient habituellement créer des capacités d'intégration (d'absorption et d'insertion) différente d'une unité de paysage à l'autre, est ici peu déterminant dans les qualités intrinsèques des lieux de la baie Déception et leur capacité à intégrer les infrastructures à venir.

La capacité d'intégration est faible à moyenne pour la majorité des unités de paysage, avec des ouvertures visuelles importantes sur l'ensemble du secteur à l'étude. La résistance de l'unité de paysage industrielle, dans laquelle on trouve les infrastructures de Xstrata et de CRI, est évaluée à faible puisque ce type de milieu a une bonne capacité d'insertion pour de futures installations et possède moins de qualités visuelles avec ses dépôts pétroliers et aires d'accumulation. C'est aussi la vocation du milieu et la valeur accordée qui vient distinguer certaines unités de paysage à résistance plus forte (baie, colline, plaine, île), notamment pour les activités de chasse et de pêche des Inuits. La résistance de l'unité de paysage surface routière est similaire à celle de l'unité industrielle, mais la route est implantée dans plusieurs paysages, offrant ainsi des points de vue ouverts et plus sensibles.

5. L'ANALYSE VISUELLE

La carte 1 présente la localisation des champs visuels et des simulations visuelles.

5.1 Champs visuels et sensibilité

Les infrastructures portuaires projetées s'insèreront dans l'unité de paysage industrielle, à la base des collines (photo 12). Cette unité de paysage comporte une résistance faible et est l'un des meilleurs cadres d'implantation visuelle des installations dans la zone d'étude, avec quelques observateurs mobiles et permanents (travailleurs). Même si ce choix n'occasionnera pas de résistance, l'implantation demeure à évaluer selon certains champs visuels extérieurs.

Photo 12 Site Q1, vers le sud-ouest (21 juillet 2012)

Pour les unités de paysage à forte résistance (anthropique, baie et colline), un champ visuel représentatif de chaque unité a été analysé pour évaluer la sensibilité des points de vue des observateurs, en direction des futures infrastructures. L'unité de paysage île a été mise de côté dans l'évaluation des champs visuels, puisque trop éloignée du site Q1 et du dépôt de sédiments terrestre, et ne comporte pas ou

peu d'observateurs (chasseurs inuits). L'évaluation des champs visuels des sites archéologiques ainsi que celui de la plaine, situés au sud-est de la zone d'étude, ne sera pas d'une sensibilité plus importante que le champ visuel anthropique de la plage du Bombardier, car situés en arrière-plan. Ainsi, il ne sera pas nécessaire de faire une évaluation supplémentaire de ces champs visuels qui sont similaires à celui de la plage du Bombardier et du campement temporaire de CRI.

5.1.1 Champ visuel 1 : Depuis le campement inuit

Le champ visuel 1 (photo 13), qui est orienté dans la direction des futures infrastructures, est refermé par le relief des collines. Le point de vue est situé tout près du campement inuit, à proximité de la baie Déception, d'une rivière et d'un pont. **L'impact visuel est mineur.** Ce sont davantage les mouvements des camions à proximité qui viennent perturber le champ visuel de ces observateurs fixes.

Photo 13 Champ visuel 1 (18 juillet 2012)

5.1.2 Champ visuel 2 : Depuis la plage du Bombardier

Depuis le campement temporaire de CRI (photo 14) et la plage du Bombardier, le paysage est ouvert en direction des installations industrielles actuelles. Le point de vue se trouve à environ 3 km du futur site du dépôt terrestre et à 4 km du quai. Cette distance n'occasionnera pas ou peu d'impacts visuels avec l'angle de vue et l'éloignement. Les futures infrastructures (site Q1 et dépôt terrestre) viendront se fondre davantage au paysage que les installations industrielles et portuaires actuelles (réservoirs et hall de stockage d'Xstrata), que l'on peut voir en arrière-plan du champ visuel. **Un impact visuel mineur** est évalué pour ce champ visuel, dû à l'éloignement et le type d'observateur (travailleurs) non permanents et cycliques, un degré d'exposition moyen, un nombre d'observateurs peu élevé, notamment avec le démantèlement du campement temporaire de CRI.

Photo 14 Champ visuel 2 (21 juillet 2012)

5.1.3 Champ visuel 3 : Depuis le rivage nord-est de la baie Déception

Ce point de vue peut être associé aux Inuits durant la pêche et la chasse. Il a été considéré pour l'unité de paysage baie, ainsi que pour le rivage opposé aux futures infrastructures industrielles. Depuis la baie, les observateurs mobiles auront un impact visuel plus important que depuis le rivage opposé. Néanmoins, le site Q1 et le dépôt terrestre viendront s'intégrer au reste du site industriel existant, que l'on peut percevoir au pied des collines (photo 15). **Un impact visuel moyen** est à considérer pour ce type d'observateur qui est ponctuel et peu fréquent. Cependant, l'impact visuel sera plus important sur l'eau, lorsque l'observateur mobile se rapprochera du site Q1.

Photo 15 Champ visuel 3 (20 juillet 2012)

5.1.4 Champ visuel 4 : Depuis les collines

Les collines environnantes de baie Déception offrent des points de vue exceptionnels sur les paysages de la zone d'étude. Le secteur du site Q1 sera plus ou moins visible depuis les hauteurs (photo 16), puisque refermé sur le bord de l'eau avec sa paroi rocheuse située près de la route. Cette future infrastructure occasionnera un impact visuel moyen pour les rares observateurs se promenant en altitude dans les reliefs des collines, notamment depuis les petits plateaux (photo 16). Cependant, les zones les plus rapprochées dans les collines offriront des points de vue surplombants le site Q1.

Photo 16 Champ visuel 4 (7 août 2012)

Aussi, l'implantation du dépôt de sédiments terrestres (site A) occasionnera très peu d'impacts visuels pour les quelques observateurs mobiles (chasseurs et marcheurs) qui pourraient se promener dans ces espaces vallonnés et qui auront peu de points de vue vers le secteur A. Ce dernier sera situé près d'un relief escarpé qui viendra masquer la majorité des points de vue. **L'impact visuel est qualifié de moyen à mineur,** puisque l'intégrité du paysage est préservée, avec un nombre très faible d'observateurs mobiles.

5.2 Les simulations visuelles

La sélection des simulations visuelles a été effectuée afin de présenter des points de vue des principaux observateurs de la baie, ainsi que des vues d'ensemble sur les futures infrastructures. Des simulations qui intègrent des points de vue plus rapprochés ont été privilégiées, puisque le secteur avec des observateurs fixes (campements inuit) est relié à un champ visuel avec peu d'impacts visuels.

Lorsque les futures infrastructures sont masquées par d'autres éléments dans le champ visuel, une ligne contour bleue a été dessinée pour indiquer que les infrastructures (quai ou site de dépôt de sédiments) seront implantées en arrière-plan des éléments visibles. Ainsi, l'évaluation de l'impact visuel est moindre.

Les simulations 1, 2 et 3 (figures 6, 7 et 8) présentent des points de vue vers le futur dépôt de sédiments terrestres (site A). La simulation 1 présente le point de vue des Inuits durant la pêche et des travailleurs sur l'eau (observateurs mobiles) et les simulations 2 et 3 proposent des points de vue d'observateurs mobiles depuis la route. La simulation 4 propose le point de vue d'un travailleur depuis le rivage de la baie, en direction du futur quai.

5.2.1 Simulation 1 : vers le dépôt de sédiments terrestres

Figure 6 Simulation 1, vers le sud-ouest (le 20 juillet 2012)

Location (Lat/Lon)	N 62° 08.117' W 074° 39.255'
Location (UTM)	18 N 0518029 6889298
Datum	WGS 84
Élévation	4 m
Direction	297°
Time	07/20/2012 9:23:06 AM
Time Zone	(GMT-04:00) Eastern Daylight Time
Camera Make	RICOH
Camera Model	Caplio 500SE
Camera Software	2.40 Rev 0
Original File	RIMG0021.JPG

Ce point de vue (figure 6) a été sélectionné afin de visualiser l'impact visuel du site de dépôt des sédiments depuis la baie Déception, un lieu à partir duquel la résistance est importante. La simulation 1 propose la vue d'un Inuit durant la pêche, d'un travailleur en bateau ou d'un futur touriste, si ce type d'activité se développait dans le futur.

, ou en l'élargissant légèrement. On peut lire cette nouvelle infrastructure dans le paysage comme une continuité des installations existantes, avec des textures et des hauteurs similaires. Avec la simulation 1, on peut observer un **impact visuel mineur du dépôt terrestre** qui sera masqué par les infrastructures actuelles du dépôt pétrolier.

Bien que le site Q1 ne soit pas visible sur la simulation 1, nous constatons que ce dernier aura un impact visuel plus important avec ses installations, lesquelles seront visibles pour les quelques observateurs mobiles de la baie. Cependant, le futur **quai aura un impact visuel moyen,** car il sera implanté dans un secteur industriel, en ne détruisant pas la nature du paysage observé.

5.2.2 Simulation 2 : vers le site de dépôt de sédiments

Figure 7 Simulation 2, vers le nord-est (le 18 juillet 2012)

Location (Lat/Lon)	N 62° 07.729' W 074° 39.487'
Location (UTM)	18 N 0517831 6888578
Datum	WGS 84
Élévation	6 m
Direction	305°
Time	07/18/2012 4:29:48 PM
Time Zone	(GMT-04:00) Eastern Daylight Time
Camera Make	RICOH
Camera Model	Caplio 500SE
Camera Software	2.40 Rev 0
Original File	RIMG0086.JPG

La simulation 2 (figure 7) représente le point de vue d'un observateur mobile depuis la route principale, vers le nord-est. Depuis cet angle de vue, situé à environ 1 km du site de dépôt de sédiments, la future infrastructure ne sera pas visible; la topographie des collines qui s'avance vers la route viendra la masquer. Ainsi, l'**impact visuel est mineur** pour ces observateurs mobiles

5.2.3 Simulation 3 : vers le dépôt de sédiments terrestres

Figure 8 Simulation 3, vers l'ouest (le 18 juillet 2012)

Location (Lat/Lon)	N 62° 07.903' W 074° 40.068'
Location (UTM)	18 N 0517325 6888898
Datum	WGS 84
Élévation	3 m
Direction	317°
Time	07/18/2012 4:57:46 PM
Time Zone	(GMT-04:00) Eastern Daylight Time
Camera Make	RICOH
Camera Model	Caplio 500SE
Camera Software	2.40 Rev 0
Original File	RIMG0105.JPG

La simulation 3 (figure 8) présente une seconde simulation visuelle (photo-montage) depuis la route, pour des observateurs mobiles, notamment des travailleurs. Ce point de vue a été privilégié puisqu'il offre un point de vue global vers la future infrastructure. C'est l'un des seuls points de vue qui permet de voir le site de dépôt de sédiments dans son ensemble. Masqué dans la majorité des champs visuels, le site se situe, avec la simulation 3, à 0,3 km du point de vue. Il s'implantera très bien avec la topographie existante, avec des textures similaires, tout en se situant dans un site industriel. L'importance de l'**impact visuel est mineure**, puisque l'infrastructure ne vient pas modifier l'intégrité du paysage.

5.2.4 Simulation 4 : vers le futur quai

Figure 9 Simulation 4, vers l'est (18 juillet 2012, 17 h 30, marée : 1,8 m)

Location (Lat/Lon)	N 62° 08.359' W 074° 41.199'
Location (UTM)	18 N 0516337 6889739
Datum	WGS 84
Élévation	12 m
Direction	3°
Time	07/18/2012 5:59:26 PM
Time Zone	(GMT-04:00) Eastern Daylight Time
Camera Make	RICOH
Camera Model	Caplio 500SE
Camera Software	2.40 Rev 0
Original File	RIMG0248.JPG

La simulation 4 (figure 9) présente le concept d'aménagement d'un quai flottant avec deux cellules circulaires, un pont et ses rampes d'accès, une barge flottante, ainsi que l'enrochement de protection derrière la cellule sud-est. Ces infrastructures seront aménagées pour recevoir les navires qui viendront s'accoster à la barge. Lors des travaux de sautage du roc réalisés à l'été 2011, la topographie a subi une forte transformation. Cependant, le site Q1 s'implante dans un secteur qui a déjà une

affectation industrielle, avec les installations portuaires de la compagnie Xstrata à proximité. Le futur quai s'intégrera donc à un secteur déjà affecté pour ce type d'activité et les observateurs qui seront affectés sont les Inuits durant la pêche et la chasse sur la baie, les travailleurs ou les observateurs mobiles depuis la route. L'**impact visuel de ce point de vue est mineur,** dû à une implantation dans une unité de paysage industrielle qui occasionne peu d'altération de la nature des lieux, ainsi qu'à peu d'observateurs potentiellement présents.

6. LES IMPACTS VISUELS

6.1 Les impacts par point de vue

Voir tableau 3 à la page suivante.

6.2 Synthèse des impacts potentiels

À partir de l'analyse des champs visuels et des simulations visuelles, **des impacts visuels moyens à mineurs** sont à considérer. Bien que les nouvelles infrastructures viennent modifier le paysage, elles ne seront visibles que pour très peu d'observateurs (travailleurs à proximité, Inuits et travailleurs de la baie Déception et sur les berges opposées pour la pêche et la chasse). Les observateurs fixes actuels (campement inuit) sont assez éloignés pour que l'impact soit considéré mineur, en plus de la topographie qui vient masquer les champs visuels vers les infrastructures. C'est principalement depuis la route et les sites industriels actuels que ces installations seront les plus visibles ou depuis la baie. Ainsi, les impacts visuels les plus importants sont considérés pour les observateurs mobiles de la baie, notamment les Inuits durant la pêche et la chasse. Cependant, les futures infrastructures sont situées dans une unité de paysage industrielle qui est moins valorisée, ce qui implique un impact visuel mineur pour les observateurs de la route ou du site industriel. Néanmoins, le développement du tourisme pourrait apporter un plus grand nombre d'observateurs mobiles sur l'eau et un réaménagement des installations pour recevoir des touristes serait à considérer.

6.3 Mesures d'atténuation

Pour plusieurs projets, la plantation de massif de végétaux vient souvent créer un écran visuel à de nouvelles installations et masquer les points de vue vers les éléments industriels. Cependant, le climat rigoureux du secteur à l'étude ne permet pas d'obtenir suffisamment de hauteur pour créer un écran visuel conséquent. La conversion du dépôt de sédiments en plate-forme d'observation pourrait créer un lieu propice à l'observation des paysages.

Tableau 3 Champs visuels et impacts

Champ visuel ou simulation	N° de figure ou photo	Paysage (unité)	Observateurs	Installations visibles	Impact	Mesures d'atténuation	Impact résiduel
Campement inuit	Champ visuel 1, Photo 14	Anthropique, campements	Fixes permanents (Inuits)	Non, collines en premier plan	Mineur	Non	Mineur
Plage du Bombardier	Champ visuel 2, Photo 15	Anthropique	Ponctuels (Inuits ou travailleurs)	Très peu, à environ 3 km du dépôt terrestre situé à l'arrière des réservoirs de propane. Le quai pourra être perceptible.	Mineur	Non	Mineur
Rivage nord-est Baie Déception	Champ visuel 3, Photo 16	Colline	Très peu d'observateurs mobiles (Inuits pour la chasse et la pêche)	Le quai sera visible à environ 2,5 km du point de vue, et dépôt terrestre sera faiblement perceptible.	Moyen	Non	Moyen
Collines au sud-ouest	Champ visuel 4, Photo 17	Colline	Très peu d'observateurs mobiles (Inuits pour la chasse ou marcheurs)	variables, perceptibles à certains endroits et à proximité des infrastructures.	Moyen à mineur	Non	Moyen à mineur
Depuis la baie	Simulation 1, figure 6	Baie, plan d'eau	Observateurs mobiles ponctuels (travailleurs en bateau et Inuits pour la pêche)	Oui, plus l'observateur mobile (sur l'eau) se rapproche du quai	Moyen (puisque situé dans un secteur industriel)	Aménagement du dépôt terrestre en belvédère ou plate-forme touristique, a la fin des activités industrielles	Moyen
Depuis la route	Simulation 2, figure 7	Surface routière	Observateurs mobiles	Non, masqué par la topographie	Mineur	Non	Mineur
Depuis le rivage de la baie et le site industriel	Simulation 4, figure 9	Industrielle	Observateurs ponctuels (travailleurs et Inuits) depuis la route et le site industriel	Oui, depuis la route et le site industriel.	Mineur	Non	Mineur

6.4 Impacts résiduels

6.4.1 Le site Q1

Construction

Intensité de l'impact : **Moyenne** (perceptible et moyennement absorbé, insertion dans le secteur industriel, modification de la topographie)

Étendue : **Locale** (champs visuels faible à fort, pour peu d'observateurs fixes, quelques observateurs mobiles ou temporaires, notamment travailleurs et Inuits sur la baie pour la pêche)

Durée : **Courte**

Probabilité d'occurrence : **Élevée**

Par la présence du chantier, de camions et de grues, présence d'aires d'entreposage d'accumulation de matériaux à l'extérieur du secteur du quai, dégradation visuelle du paysage et de la topographie.

Mesures d'atténuation : Compte tenu que les travaux sont temporaires, aucune mesure d'atténuation particulière n'est prévue. Cependant, les zones de travaux seront limitées au secteur industriel afin de préserver la topographie naturelle du paysage.

Importance de l'impact à la construction: Moyenne

Exploitation

Intensité de l'impact : **Moyenne** (perceptible et moyennement absorbé, mais bien intégré au secteur industriel, modification de la topographie)

Étendue : **Locale** (degré d'exposition faible à fort, pour peu d'observateurs fixes, quelques observateurs mobiles (Inuits et travailleurs) ou temporaires (campement travailleurs). Sensibilité moyenne.

Durée : **Longue**

Probabilité d'occurrence : **Élevée**

Importance de l'impact à l'exploitation : Moyenne

Mesures d'atténuation : Respecter la topographie naturelle du paysage sans entreposer des matériaux à l'extérieur du secteur industriel.

Importance de l'impact résiduel : Moyenne

6.4.2 Le site de dépôt de sédiments

Construction

Intensité de l'impact : **Faible** (chantier faiblement visible et très bonne intégration dans le secteur industriel)

Étendue : **Ponctuelle** (degré de perception faible, très peu d'observateurs fixes et quelques observateurs mobiles, des champs visuels faibles)

Durée : **Courte**

Probabilité d'occurrence : **Élevée**

Très peu de modification du paysage actuel et de la topographie et secteur industriel déjà investi donc peu d'impacts visuels supplémentaires.

Mesures d'atténuation : Compte tenu que les travaux sont temporaires, aucune mesure d'atténuation particulière n'est prévue, mais les zones de travaux seront limitées au minimum afin de respecter la topographie naturelle du paysage.
Importance de l'impact à la construction : Mineure

Exploitation

Intensité de l'impact : **Faible** (très peu visible et bonne intégration au secteur industriel)

Étendue : **Ponctuelle** (degré de perception faible pour des observateurs mobiles (champs visuels faible et moyen)

Durée : **Longue**

Probabilité d'occurrence : Élevée

Mesures d'atténuation : Compte tenu que les travaux de construction occuperont plus d'espaces avec machineries et matériaux, à l'exploitation, le site de dépôt de sédiments s'intégrera davantage au secteur industriel actuel, en perturbant peu les champs visuels. Aucune mesure d'atténuation particulière n'est prévue durant l'exploitation, mais la zone d'occupation sera limitée au minimum afin de respecter la topographie naturelle du paysage dans les collines plus élevées. La conversion du site de dépôt de sédiments en plate-forme d'observation est recommandée, à la fin des années d'exploitation.

Importance de l'impact résiduel : Mineure

7. CONCLUSION

En conclusion, les futures infrastructures du PNNi occasionneront peu d'impacts visuels supplémentaires pour les observateurs de la baie Déception. L'importance de l'impact résiduel global du site Q1 et du site de gestion de sédiments est évaluée de mineure (dépôt terrestre) à moyenne (quai), à la construction et à l'exploitation.

Pour les observateurs fixes de la zone d'étude, notamment les Inuits situés au campement permanent durant les périodes de chasse et de pêche, les collines environnantes viennent masquer les champs visuels vers les infrastructures portuaires. Depuis la baie Déception, la route, la plage du Bombardier et les collines, quelques observateurs mobiles et ponctuels (Inuits durant la pêche et la chasse et travailleurs) auront des champs visuels variables (faible à fort) vers les deux sites, mais un nombre restreint d'observateurs vient créer une étendue visuelle ponctuelle à locale. Aussi, le futur quai et le site de dépôt de sédiments seront bien intégrés dans le secteur industriel actuel, ce qui occasionne une intensité de l'impact moyenne (Q1) à faible (dépôt terrestre), par une compatibilité des futures infrastructures dans le paysage actuel.

Les simulations 1, 2, 3 permettent de constater l'impact mineur du site de dépôt de sédiments qui s'intègre très bien à la topographie existante et au site industriel actuel. Avec la simulation 4, un impact visuel plus important est observé depuis les berges ou la baie. Mais tel que mentionné, ces futures infrastructures portuaires seront intégrées à une unité de paysage industrielle, ce qui ne brisera pas l'intégrité du paysage actuel. Ainsi, un impact résiduel moyen est considéré pour le site Q1.

8. BIBLIOGRAPHIE

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1986) Guide d'intégration à l'environnement; L'aménagement paysager, Volet 2, Méthode d'analyse visuelle, service de l'Environnement, Québec

ADMINISTRATION RÉGIONALE KATIVIK, Plan directeur d'aménagement des terres de la région de Kativik, Les grandes orientations d'aménagement et les affectations du territoire (Règlement no97-01 modifié par le Règlement no 98-01), septembre 1998

8.1 Sites Internet consultés

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET PARCS DU QUÉBEC (MDDEP), http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/cadre-ecologique/index.htm, consulté le 19 septembre 2012

RESSOURCES NATURELLES QUÉBEC,

http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-inventaire-zones-carte.jsp#toundraArctiqueHerb, consulté le 19 septembre 2012

ENCYCLOPÉDIE CANADIENNE, J.T. Gray,

http://www.thecanadianencyclopedia.com/articles/fr/peninsule-d-ungava, consulté le 24 septembre 2012

ANNEXE 22

Étude sur la navigation maritime dans la baie Déception - Rapport sectoriel

GENIVAR

CANADIAN ROYALTIES INC.

Projet Nunavik Nickel

Nunavik Nickel Project

NUNAVIKNICKEL

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social

Rapport sectoriel final

Étude sur la navigation maritime dans la baie Déception

Impacts sur les mammifères marins et les activités traditionnelles Inuites

Octobre 2007 October

SOMMAIRE

Auteur(s) et titre (pour fins de citation) :

GENIVAR. 2007. *Projet Nunavik Nickel – Étude sur la navigation maritime dans la baie Déception - Impacts sur les mammifères marins et les activités traditionnelles Inuites.* Rapport sectoriel – Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport de GENIVAR pour Canadian Royalties inc.

Résumé :

Canadian Royalties Inc. (CRI) projette la construction d'un complexe minier au Nunavik, à 20 km au sud de la mine Raglan actuellement exploitée par Xstrata Nickel. Comme il n'est pas possible de partager les infrastructures portuaires de cette dernière dans la baie Déception, CRI doit construire ses propres infrastructures, dans le contexte du Projet Nunavik Nickel, pour l'acheminement de ses concentrés de métaux par voie maritime et pour l'approvisionnement de son complexe minier.

Le présent rapport identifie et détaille les implications environnementales et humaines du transport maritime dans la baie Déception de manière à mettre en place des mesures d'atténuation efficaces pour minimiser les impacts. Les principaux enjeux sont le maintien des activités traditionnelles Inuites, particulièrement la chasse, et la protection des ressources fauniques, principalement les mammifères marins.

Dans la baie Déception, le trafic maritime moyen est actuellement d'environ 12 bateaux par année et il passera à 15 avec l'augmentation de production annoncée par Xstrata Nickel (850 000 à 1 300 000 t).

Des navires similaires à ceux desservant la mine Raglan sont envisagés par CRI; les bateaux auront une longueur de l'ordre de 220 m, pourront résister à des contacts avec de la glace de 2^{e} année (brise-glaces de type Arctic Classe 3) et auront une capacité de chargement de 25 000 t ou moins. Pour exporter ses concentrés de métaux, environ 10 voyages durant les neuf mois de navigation convenue avec les Inuits seront nécessaires, soit d'un à trois bateaux par mois dans la baie Déception de juin à décembre. À ce nombre, s'ajoutent cinq bateaux pour le transport de carburant (2) et de matériel (3), ce qui porte la densité annuelle du trafic à environ 15 cargos pour le Projet Nunavik Nickel et à 30 bateaux pour l'ensemble des transporteurs dans la baie Déception. Les navires de CRI emprunteront le même parcours que ceux de Xstrata, avec la même limite de vitesse (7 nœuds) et adopteront un tracé sinueux, guidés par des amers placés à terre pour identifier la voie de navigation sécuritaire.

Plusieurs espèces de mammifères marins se retrouvent dans la baie Déception, telles que le béluga, le petit rorqual, le phoque annelé, le phoque du Groenland et, plus rarement, la baleine boréale. Pour la chasse traditionnelle Inuite, les bélugas et le phoque annelé revêtent une importance particulière. Les bélugas vont surtout utiliser la baie Déception durant la saison estivale alors que les phoques annelés y sont principalement concentrés durant la période de mise bas au printemps (mai). Les phoques dépendent de la banquise pour se reproduire, muer et se reposer.

Parmi les impacts du transport maritime sur les mammifères marins, les bruits sous-marins et les collisions sont les plus préoccupants. Les collisions vont surtout survenir à grande vitesse et lorsque les mammifères marins sont moins alertes, comme lorsqu'ils dorment ou se reposent à la surface, mangent, allaitent leur petit ou se reproduisent. Les bruits sous-marins vont surtout affecter l'écholocation et la communication entre les individus. Les navires empruntant la baie Déception

réduisent leur vitesse (7 nœuds ou moins), ce qui minimise les risques de collision avec un mammifère marin et le niveau de bruit sous-marin.

Comme les navires empruntent toujours la même voie de navigation, n'affectant ainsi qu'une très faible proportion de la banquise de la baie Déception, il est très peu probable que la modification du couvert de glace affecte significativement l'habitat de mise bas des phoques. De plus, la suspension du transport maritime entre la mi-mars et la mi-juin (voir mesures d'atténuation proposées ci-après) coïncide avec la période durant laquelle les phoques sont concentrés sur la banquise pour la mise bas. Ainsi, cette période critique de leur cycle vital pourra se dérouler sans perturbation.

Chez les poissons, le comportement de fuite leur permettrait d'éviter les zones à proximité des sources sonores qui causeraient d'éventuels dommages physiques.

À la lumière des connaissances sur le milieu et de l'expérience acquise, les mesures d'atténuation suivantes sont proposées pour minimiser les impacts sur les mammifères marins et sur les activités traditionnelles Inuites:

- La navigation maritime dans la baie Déception sera évitée entre la mi-mars et la mi-juin, ce qui permet de protéger la période de mise bas des phoques et leur chasse par les Inuits ainsi que celle pendant laquelle le couvert de glace prend plus de temps à se reformer après le passage d'un bateau.
- Les bateaux de CRI emprunteront le parcours de navigation actuellement utilisé par ceux de Xstrata.
- CRI verra à informer les résidants et les utilisateurs du secteur de l'arrivée ou du départ d'un navire.
- Un seul pont de glace est actuellement entretenu par Xstrata à la hauteur de ses infrastructures portuaires. Plusieurs Inuits sont ainsi contraints d'effectuer un long détour pour traverser à cet endroit. Pour limiter les détours des chasseurs Inuits en hiver, CRI pourrait, à la demande des utilisateurs, construire et entretenir un deuxième pont de glace plus au large, à la hauteur de Pointe Noire. Ce pont sera entretenu par un personnel Inuit qualifié. Des panneaux de signalisation seront mis en place pour identifier la zone avant et après le pont de glace.
- La vitesse maximale de déplacement dans la baie Déception ne devra pas excéder 7 nœuds, afin de réduire le niveau de bruit, de limiter les risques de collisions et de ne pas élargir le sillon crée par le navire, et ainsi accélérer le fractionnement des glaces.
- CRI s'engage aussi à maximiser le tonnage des bateaux afin de réduire leur nombre et ainsi réduire l'impact du transport maritime.
- CRI mettra en place un programme de suivi environnemental sur l'utilisation et la fréquentation de la baie Déception.
- CRI s'assurera, dans la mesure du possible et de la disponibilité des bateaux, que ceux qui desserviront son complexe minier soient munis d'hélices conçues pour réduire la cavitation, afin de minimiser les bulles d'air qui attirent les mammifères marins et le bruit produit lors des déplacements.

Enfin, un dernier chapitre résume les opérations courantes pouvant générer des sources de pollution ainsi que le plan d'urgence qui sera mis en place par CRI pour réagir efficacement en cas d'accident.

SUMMARY

Author(s) and title (for reference):

GENIVAR. 2007. *Projet Nunavik Nickel – Study on maritime navigation in Deception Bay – Impact on marine mammals and traditional Inuit activity..* Final Complementary Study – Environmental and Social Impact Assessment. Report from GENIVAR for Canadian Royalties inc.

Abstract:

Canadian Royalties Inc. (CRI) is proposing the development of mining facilities in Nunavik, 20 km south of the Raglan mine, currently operated by Xstrata Nickel. Since it is not possible to share Xstrata Nickel's Deception Bay port infrastructures, CRI will have to construct its own, in order to ship its metal concentrates by seaway and supply the Nunavik Nickel Project's mining facilities.

This report identifies and describes the environmental and human implications of marine transport in Deception Bay, in order to implement efficient mitigation measures to minimize the impact. The main issues are preserving the Inuit's traditional activities, especially hunting, and conserving wildlife resources, such as marine mammals. This report does not address cargo transfer or any impact on water quality that could be caused by the same.

In Deception Bay, the current mean marine traffic is approximately 12 vessels per year, increasing to 15 with the expansion of production announced by Xstrata Nickel (850 000 to 1 300 000 t).

CRI's vessels will be similar to those serving the Raglan mine. They will be approximately 220 m long, be resistant to contact with 2nd year ice (Arctic Class 3 ice-breaker), and have a loading capacity of 25 000 t or less. Exporting the metal concentrates will necessitate about 10 trips during the nine-month navigation period agreed upon with the Inuit, resulting in a maximum of approximately 1 to 3 vessels using Deception Bay per month, from June to December. Five additional boats will be necessary for fuel (2) and supply (3) transport, raising the annual density of the traffic to about 15 cargo vessels for the Nunavik Nickel Project, and to 30 vessels for all the transporters in the Deception Bay. CRI's vessels will use the same navigation channel as that used by Xstrata's ships, and the same speed limit (7 knots), on a sinuous path guided by landmarks installed to identify the safe navigation channel.

Many marine mammal species are present in Deception Bay, such as belugas, minke whales, ringed seals, harp seals, and occasionally, bowhead whales. For traditional Inuit hunting, the belugas and ringed seals are particularly important. The belugas are generally present in Deception Bay during summer, whereas the ringed seals are concentrated in the bay in spring, during calving (May). The seals depend on the ice field for breeding, moulting and resting.

Among the effects of marine transport on marine mammals, the underwater noise and collisions are the most noteworthy. The collisions are likely to happen mainly at high speed and when marine mammals are less alert, such as when they are sleeping or resting at the surface, feeding, nursing or breeding. The underwater noises especially affect echolocation and communication between individuals. The

vessels in the Deception Bay reduce their speed (7 knots or less), minimizing the risk of collision with a marine mammal, as well as the level of underwater noise.

Since the vessels will always use the same navigation channel, affecting only a small proportion of the ice field in Deception Bay, it is unlikely that the modification of the ice cover will significantly affect the calving habitat of seals. In addition, the interruption of marine navigation between mid-March and mid-June (see mitigation measures proposed hereafter) coincides with the period where the seals are concentrated on the ice field for calving. Therefore, this critical period of their life cycle will take place without any disturbance.

Escape behaviour of fishes will allow them to avoid the areas near the sources of noise which could eventually cause physical damage.

In light of available environmental knowledge and acquired experience, the following mitigation measures are proposed to minimize the impact on marine mammals and traditional Inuit activities:

- Marine navigation in Deception Bay will be avoided between mid-March and mid-June, in consideration of both the seal calving season and the Inuit seal hunt which follows, as well as the period during which the ice field takes more time to recover from a vessel's passage.

- CRI's vessels will use the same navigation channel employed by Xstrata.

- CRI will inform the residents of the arrival and the departure of vessels.

- Only one ice bridge is maintained by Xstrata near its port infrastructures, forcing many Inuit to make a long detour to cross at this place. To reduce the incidence of detours by Inuit hunters during winter, CRI could, if requested, build and maintain a second ice bridge downstream, near Pointe Noire. This bridge would be maintained by a qualified Inuit staff. Traffic signs would be installed to identify the area before and after the ice bridge.

- The maximum speed within Deception Bay will not exceed 7 knots, in order to reduce noise levels, limit collisions and prevent widening the channel created in the ice field by a vessel.

- CRI will also commit itself to maximizing the tonnage of its ships, thereby reducing their number and the total impact of marine transport.

- CRI will institute an environmental program monitoring the use of Deception Bay.

- CRI will do its best to ensure that the vessels serving its mining facilities are equipped with propellers designed to reduce cavitation, in order to minimize both air bubble production, which attracts marine mammals, and the noise produced during navigation.

Finally, the last chapter summarizes the regular operations that could generate sources of pollution and the emergency plan which will be implemented by CRI to respond efficiently in case of an accident.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Canadian Royalties inc.

Responsable de l'étude	:	Martin Boucher, directeur environnement

GENIVAR Société en commandite

Directeur de projet	:	Donald Blanchet, ing. MBA
Chargé de projet	:	Yanick Plourde, biol. M. Sc.
Chargé d'activité	:	Jean Therrien, biol.
Rédaction	:	Anissa Amri, biol. M. Sc.
		Jean Therrien, biol.
		Bernard Aubé-Maurice, biol. M. Sc.
		Yanick Plourde, biol. M. Sc.
Cartographie	:	Maude Boulanger, cartographe
Secrétariat	:	Patricia Castonguay

TABLE DES MATIÈRES

Page

SOMMAIRE....i
SUMMARY....iii

Équipe de réalisation....v
Table des matières....vii
Liste des tableaux....xi
Liste des figures....xi
Liste des cartes....xi
Liste des annexes....xi

1. INTRODUCTION....1
2. CONTEXTE....3
3. TRAFIC MARITIME....7
   - 3.1 ACTUEL....7
   - 3.2 PROJETÉ....7
   - 3.3 TRAJET UTILISÉ....8
   - 3.4 EXEMPLE DE TRAFIC MARITIME....9
     - 3.4.1 Ports nordiques....9
     - 3.4.2 Entrée du Fjord du Saguenay....9
4. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT....11
   - 4.1 MILIEU PHYSIQUE....11
     - 4.1.1 Climat....11
       - 4.1.1.1 Température....11
       - 4.1.1.2 Précipitations....11
       - 4.1.1.3 Vent....12
       - 4.1.1.4 Visibilité et brouillard....13
     - 4.1.2 Résumé des conditions météorologiques....14
     - 4.1.3 Topographie, bathymétrie et substrat....14
     - 4.1.4 Hydrographie....15
     - 4.1.5 Régime des glaces....17
   - 4.2 MAMMIFÈRES MARINS....18
     - 4.2.1 Généralités....18
     - 4.2.2 Bélugas....22
     - 4.2.3 Petit rorqual....23
     - 4.2.4 La baleine boréale....24
     - 4.2.5 Phoques....25
       - 4.2.5.1 Le phoque annelé....26
       - 4.2.5.2 Le phoque du Groenland....27
       - 4.2.5.3 Le phoque barbu....27

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Page

4.3 POISSONS 28

4.4 MILIEU HUMAIN 29
4.4.1 Chasse au phoque 30
4.4.2 Chasse à la baleine 30
4.4.2.1 Béluga 30
4.4.2.2 Baleine boréale 31
4.4.3 Autre chasse 31
4.4.4 Pêche 31
4.4.5 Cueillette 31

5 IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION 33

5.1 MAMMIFÈRES MARINS 33
5.1.1 Impacts acoustiques 33
5.1.1.1 Particularités des sons aériens et sous-marins 33
5.1.1.2 Généralités 34
5.1.1.3 Impact sur le béluga 36
5.1.1.4 Impact sur la baleine boréale 37
5.1.1.5 Impact sur les phoques 37
5.1.1.6 Mesures d'atténuation 38
5.1.1.7 Valeur globale des impacts acoustiques sur les mammifères marins 38
5.1.2 Impacts physiques 39
5.1.2.1 Mesures d'atténuation 40
5.1.2.2 Valeur globale des impacts physiques sur les mammifères marins 41
5.1.3 Impacts sur le maintien de la banquise 41
5.1.3.1 Mesures d'atténuation 41
5.1.3.2 Valeur globale des impacts sur le maintien de la banquise pour les mammifères marins 42
5.1.4 Impacts cumulatifs 43

5.2 POISSONS 45

5.3 IMPACTS SUR LES ACTIVITÉS TRADITIONNELLES INUITES 46
5.3.1 Mesures d'atténuation 46
5.3.2 Valeur globale des impacts sur les activités traditionnelles Inuites 47

6 OPÉRATIONS COURANTES ET PLAN D'URGENCE 49

6.1 SOURCE DE POLLUTION PAR LES OPÉRATIONS COURANTES 49
6.1.1 Infrastructures terrestres 49
6.1.2 Infrastructures maritimes (quai) 50
6.1.3 Infrastructures maritimes (bateaux) 50
6.1.4 Systèmes de sécurité 51

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Page

6.2 FACTEURS PARTICULIERS DE RISQUE À LA BAIE DÉCEPTION....51

6.3 PRINCIPAUX RISQUES D'ACCIDENT....52
6.3.1 Déversement de produits pétroliers....52
6.3.1.1 Facteurs causals....52
6.3.1.2 Mesures préventives et de contrôle....54
6.3.1.3 Conséquences environnementales....55
6.3.1.4 Mesures d'urgence....56
6.3.2 Déversement de concentrés de cuivre et de nickel....57
6.3.2.1 Facteurs causaux....57
6.3.2.2 Mesures préventives et de contrôle....57
6.3.2.3 Conséquences environnementales....58
6.3.2.4 Mesures d'urgence....58

6.4 PLAN D'URGENCE....59
6.4.1 Organisation et responsabilités....59
6.4.1.1 Équipes internes de gestion des mesures d'urgence....59
6.4.1.2 Ressources externes....61
6.4.2 Planification des urgences....62
6.4.2.1 Intervention d'urgence....63
6.4.2.2 Exercices en intervention d'urgence....63

7. CONCLUSION....65

8. RÉFÉRENCES....67

8.1 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES....67

8.2 COMMUNICATIONS PERSONNELLES....75

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1 Températures moyennes mensuelles et annuelles de la baie Déception de 1963 à 1973..... 11

Tableau 2 Précipitations moyennes à la baie Déception de 1963 à 1973..... 12

Tableau 3 Prévalence du brouillard à Salluit d'après des observations diurnes réalisées près de Salluit en 2006..... 13

Tableau 4 Caractéristiques de la marée de la baie Déception..... 16

Tableau 5 Statistiques descriptives de la vitesse des courants à différentes profondeurs à la baie Déception en septembre 2006..... 17

Tableau 6 Mammifères marins susceptibles d'utiliser la baie Déception..... 19

Tableau 7 Caractéristiques des principaux mammifères marins susceptibles de fréquenter la baie Déception..... 20

Tableau 8 Équipe de gestion des mesures d'urgence..... 60

Tableau 9 Équipes internes d'intervention d'urgence..... 61

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1 Programme de liaison des services d'urgence..... 64

LISTE DES CARTES

Page

Carte 1 Utilisation de la baie Déception par les Inuits de Salluit et parcours des navires..... 5

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Répertoire photographique

Annexe 2 Informations additionnelles sur le bruit sous-marin

1. INTRODUCTION

Le présent document se veut un complément à l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social du Projet Nunavik Nickel (PNN) (GENIVAR, 2007) et répond à une demande de la Corporation Makivik à Canadian Royalties Inc. (CRI). Les objectifs sont de cerner et comprendre les impacts possibles, mais aussi de mieux planifier les mesures d'atténuation et ainsi réduire au minimum les implications environnementales et humaines associées au transport maritime dans la baie Déception. Cette étude ne traite cependant pas des activités de transbordement ni des impacts sur la qualité de l'eau pouvant survenir.

CRI envisage de mener des activités d'exploitation minière, à l'extrême nord de la province de Québec, dans la région de Cape Smith, au Nunavik. Le site est situé à 20 km au sud de la mine Raglan, actuellement exploitée par Xstrata Nickel. Cette compagnie possède des infrastructures portuaires dans la baie Déception, lui permettant d'acheminer ses concentrés vers le port de Québec. La construction d'infrastructures portuaires va permettre à CRI d'acheminer ses concentrés de métaux par voie maritime, ce qui augmentera le trafic maritime dans la baie Déception. La présente étude cible en particulier l'évaluation des impacts potentiels de l'augmentation du trafic maritime sur les principaux enjeux à la baie Déception, soit les mammifères marins qui l'utilisent à un moment ou l'autre dans l'année ainsi que sur les activités traditionnelles des Inuits.

Le présent document est en quelque sorte une mise à jour de l'étude de Roche et Canarctic (1993) pour le transport maritime de la mine Raglan. Sa structure est donc similaire au rapport précédent et il est cité lorsque peu d'information nouvelle est disponible. L'essentiel de l'information est toutefois récente ou tirée de l'étude d'impact du Projet Nunavik Nickel réalisée par GENIVAR pour Canadian Royalties et déposée en avril 2007. Soulignons que les informations des suivis environnementaux effectués par Xstrata, et plus spécifiquement concernant les impacts du transport maritime, n'ont pu être obtenues même si une demande d'accès à l'information a été présentée au ministère de l'Environnement, du Développement durable et des Parcs (MDDEP).

Ce document présente d'abord le contexte ainsi que le trafic maritime actuel et projeté dans la baie Déception. Ensuite, il décrit les aspects de l'environnement touchés par le transport maritime, avec une emphase particulière sur les mammifères marins (mode de vie, fréquentation de la baie Déception, types de nuisances associées à la circulation des navires, notamment les brise-glaces, cumul du trafic maritime avec le réchauffement climatique dans la modification des habitats des mammifères marins). Les impacts de l'augmentation de la circulation maritime sont ensuite identifiés et détaillés, suivis des mesures d'atténuation proposées afin de prévenir les accidents et de minimiser ces impacts. Enfin, les opérations courantes pouvant générer de la pollution et un plan d'urgence sont présentés.

2. CONTEXTE

L'important potentiel minéral du Nunavik et l'augmentation de la demande mondiale ont entraîné une augmentation des activités d'exploration et d'exploitation minières au cours des dernières années. Cette exploitation est généralement associée à du transport maritime de concentrés de métaux. Bien que la principale cause de diminution des populations de cétacés soit la chasse, elle est suivie d'autres activités anthropiques telles l'observation des mammifères, l'exploration pétrolière (exploration sismique) et la navigation commerciale (OSL, 2005a).

Le développement des infrastructures portuaires et du trafic maritime en général ont fait l'objet d'études d'impacts dans le Nord du continent nord-américain, notamment en Alaska, dans la baie d'Hudson ou encore dans la mer de Beaufort (Mike Hammill, MPO, comm. pers., 2007). L'augmentation de ce trafic peut affecter l'écologie des mammifères marins en causant la perturbation, la dégradation ou voire la disparition d'habitats (OSL, 2005a), par exemple, les échoueries fréquentées par les phoques ou les aires d'alimentation des bélugas. Le trafic maritime commercial est également associé à des niveaux de bruit élevés et il est tenu responsable d'une grande partie de la pollution sonore présentement mesurée dans les océans du monde entier (OSL, 2005a).

C'est pourquoi plusieurs intervenants ont insisté pour que l'intensification des activités minières, généralement associées à une augmentation du trafic maritime, soit conforme aux principes du développement durable dans l'écosystème nordique. En effet, la disparition progressive du couvert de glace arctique, qui accompagne le réchauffement climatique, fait sentir ses effets sur l'écosystème marin et sur les espèces animales qui en dépendent. Selon les chercheurs de l'ACIA[1], des conséquences négatives sont probablement à prévoir dans les dix prochaines années pour la faune marine arctique, qui dépend fortement de la banquise pour se reproduire et s'alimenter (ACIA, 2005), si la fonte des glaces est aussi dramatique et étendue qu'ils le prédisent. Le phoque annelé, par exemple, a besoin de la banquise pour mettre bas et élever ses petits.

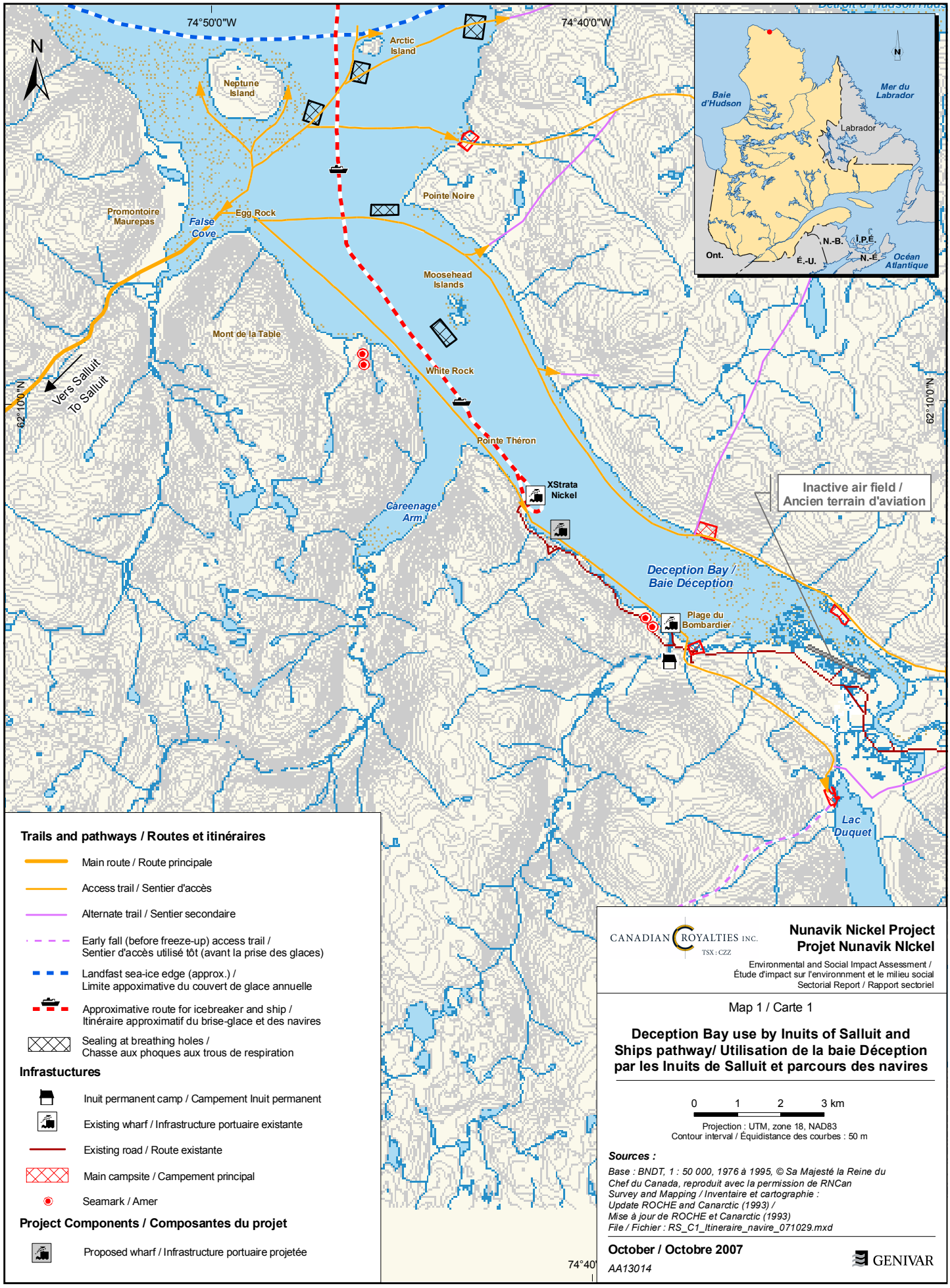
Dans ce contexte, il est primordial d'évaluer les impacts potentiels de la circulation maritime dans la baie Déception afin d'identifier les mesures d'atténuation assurant la protection des organismes marins et la perpétuation des activités traditionnelles Inuites qui y sont associées.

La baie Déception se situe au nord-est du secteur de chasse et de pêche du village de Salluit. Elle est surtout utilisée pour la pêche, la chasse aux phoques et aux bélugas et pour la cueillette des moules bleues (GENIVAR, 2007). La baie Déception

1 Arctic Climate Impact Assessment.

fait environ 20 km de longueur, soit une section large (5 à 10 km) de 4,8 km et une section étroite (1,6 à 5 km) de 15,2 km. C'est dans cette dernière zone que les installations portuaires de CRI seront construites. Elles seront situées au sud de la baie, à environ 1 km au sud-est de celles de Xstrata Nickel (carte 1).

Six espèces de mammifères marins côtoient les eaux de la baie Déception pour subvenir à leurs besoins, alors que quatre autres ont une aire de répartition qui englobe la baie (GENIVAR, 2007). Certaines espèces, comme le béluga, utilisent cette zone pour se reposer au cours de leur migration de la baie au détroit d'Hudson en automne et inversement en été (McDonald *et al.,* 1997).



CANADIAN ROYALTIES INC. TSX : CZZ

Nunavik Nickel Project
Projet Nunavik Nickel

Environmental and Social Impact Assessment / Étude d'impact sur l'environnment et le milieu social
Sectorial Report / Rapport sectoriel

Map 1 / Carte 1

Deception Bay use by Inuits of Salluit and Ships pathway/ Utilisation de la baie Déception par les Inuits de Salluit et parcours des navires

0 1 2 3 km

Projection : UTM, zone 18, NAD83
Contour interval / Équidistance des courbes : 50 m

Sources :

Base : BNDT, 1 : 50 000, 1976 à 1995, © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, reproduit avec la permission de RNCan
Survey and Mapping / Inventaire et cartographie :
Update ROCHE and Canarctic (1993) /
Mise à jour de ROCHE et Canarctic (1993)
File / Fichier : RS_C1_Itineraire_navire_071029.mxd

October / Octobre 2007

AA13014

GENIVAR

3. TRAFIC MARITIME

Le trafic maritime décrit dans ce chapitre traite du nombre de voyages, où chaque voyage correspond à un aller et retour.

3.1 Actuel

Xstrata Nickel possède actuellement des infrastructures portuaires dans la baie Déception, à 2 km au sud-est de la pointe Théron (carte 1). Les minéraliers utilisés sont fournis par la compagnie Fednav. Leur trafic maritime moyen est actuellement d'environ 12 bateaux par année, pour transporter leurs concentrés de métaux ainsi que les marchandises de ravitaillement (carburant, matériel, etc.), soit environ 3 à 6 voyages. Ces 12 voyages passeront à environ 15 à partir de 2008 ou 2009, avec l'augmentation de production récemment acceptée, laquelle passera d'environ 850 000 à 1 300 000 t de minerais par an.

3.2 Projeté

Le choix de la période de navigation dans la baie Déception et les autres caractéristiques du trafic (vitesse des navires, tracé du parcours) détermineront l'ampleur de l'impact sur l'écologie des organismes marins fréquentant la zone. CRI devra s'adapter aux conditions de transport déjà établies par les communautés Inuites et Xstrata, notamment en évitant la période de la mi-mars à la mi-juin qui correspond, notamment, à la période de chasse intensive des Inuits dans la baie et à celle de mise bas des phoques, puis en effectuant seulement 2 voyages durant la période de glace (décembre à juin).

Au cours de la construction, une partie des matériaux et du carburant seront acheminés par la mer, autant que possible avant la formation du couvert de glace (entre juin et décembre). Des navires similaires à ceux de la compagnie Fednav seront utilisés en été; les bateaux ont une longueur de 220 m et une capacité de transport de 25 000 t ou moins. Pour le transport hivernal, des brise-glaces de type AC3[2] d'une capacité maximale de 25 000 t seront utilisés. Ces bateaux peuvent résister à des contacts avec de la glace de 2e année (photo 1, annexe 1).

Au début de l'exploitation, soit les trois premières années alors que la production sera maximale (GENIVAR, 2007), CRI prévoit transporter 185 000 t de concentrés en utilisant des navires d'une capacité d'environ 25 000 t selon leur disponibilité. Les minéraliers devraient ainsi effectuer environ 10 voyages durant les neuf mois de

2 Arctic Classe 3.

navigation convenus avec les Inuits. À cela, s'ajoutent cinq bateaux pour le transport de carburant (2) et de matériel (3), ce qui porte la densité annuelle du trafic à environ 15 cargos pour CRI.

Par conséquent, le nombre annuel de voyages passerait de 12-15 en 2008-2009 à environ 22-30 pour l'ensemble des transporteurs dans la baie Déception à partir de 2010.

3.3 Trajet utilisé

Actuellement, les navires qui desservent le complexe minier Raglan doivent éviter de passer à certains endroits et à certaines périodes de l'année (MTQ, 2005). L'expérience acquise du MV Arctic dans la baie Déception sert de référence en matière d'expédition arctique pour déterminer le patron de navigation des bateaux de CRI. La photo 2 (annexe 1) illustre le navire alors qu'il abordait le couvert de glace dans la baie Déception, lors d'un de ses voyages en mars 1991. « L'entrée dans la baie Déception consistait alors en une zone de cisaillement glacée fortement crêtée de 500 m de large, créée par l'action des glaces mouvantes du détroit d'Hudson se laminant sur le couvert annuel durant les mois d'hiver ». « Malgré le fait qu'il parvienne à maintenir des vitesses de 7 à 10 nœuds (13 à 18,5 km/h) durant la traversée de la baie Déception, le MV Arctic doit recourir à l'éperonnage[3] dans la zone de cisaillement pour pénétrer dans les glaces de 140 cm d'épaisseur » (Roche et Canarctic, 1993).

Des amers placés à terre guident les cargos sur une voie de navigation (carte 1) divisée en deux parties, afin de respecter la géomorphologie de la baie :

- la 1re partie permet d'engager le bateau dans l'embouchure de la baie Déception; le passage se faisant par le chenal principal, lequel passe entre les îles Neptune et Arctique, pour ensuite parcourir le premier tiers de la baie sur environ 6,5 km;

- la 2e partie permet de diriger le bateau vers le port, situé environ aux deux tiers de la baie, soit une distance supplémentaire d'environ 7,5 km.

En circulation libre de glace, les navires prennent environ deux heures pour faire le trajet de l'embouchure de la baie Déception jusqu'au quai; en présence de glace, il faut compter jusqu'à une journée, soit environ huit heures, pour effectuer le même trajet.

3 Le navire fonce de l'avant dans la glace jusqu'à ce qu'il ne puisse plus progresser et recule pour recommencer à nouveau.

3.4 Exemple de trafic maritime

Afin de mettre en perspective le trafic maritime dans la baie Déception avec l'ajout des activités de CRI, celui de divers ports nordiques et celui dans le fjord du Saguenay sont présentés à titre de référence, en considérant que ce sont des sites où des populations de mammifères marins se maintiennent.

3.4.1 Ports nordiques

L'évaluation précise du trafic maritime dans les ports nordiques est difficile puisque les déclarations sont généralement effectuées sur une base volontaire (Consulting and Audit Canada, 1997 *in* VBNC, 1998). En effet, les données de Statistique Canada indiquent, par exemple, que le trafic à Voisey's Bay a été de 5 navires en 2004 alors qu'il a atteint près de 80 seulement pour les activités de la compagnie minière. De même, il aurait été inexistant à Nain en 1996 alors qu'en réalité le nombre de bateaux y transitant aurait été de 363 (VNBC, 1998).

Selon VNBC (1998), le trafic maritime au Labrador en 1996 a atteint environ 2 700 voyages dont la majorité a été effectuée dans les ports de Nain, Mary's Harbour, Goose Bay et Cartwright.

Selon Statistique Canada, le trafic pour les ports de la région de la baie Déception (baie Déception, Iqualuit, Salluit, Kangiqsujuaq) aurait été, globalement, de l'ordre de 59 navires en 2004. Pour Salluit, cela représente 10 navires, ce qui serait un ordre de grandeur réaliste pour les gros cargos, mais n'inclurait pas les navires plus petits (pétonclier par exemple), lesquels sont susceptibles d'être plus nombreux.

L'augmentation du nombre de navires à environ 30 vers 2012 dans la baie Déception en fera un des sites les plus achalandés par les gros transporteurs pour la région. Toutefois, en incluant les autres types d'embarcation, à l'exclusion des plus petites comme les chaloupes de moins de 8 m, il demeurera un site peu utilisé. Le niveau d'utilisation devient marginal, de l'ordre de 3 %, lorsqu'il est comparé à celui des ports du Labrador.

3.4.2 Entrée du Fjord du Saguenay

L'entrée du Fjord du Saguenay est reconnue comme un site exceptionnel d'observation de baleines. Plusieurs compagnies offrent des excursions à cet effet. Cette industrie se maintient malgré l'achalandage des navires transitant dans ce secteur, soit les navires qui ont pour destination le Saguenay, les traversiers de Tadoussac-Baie-Sainte-Catherine et les navires qui servent à l'observation des baleines.

La navigation dans le fjord du Saguenay est composée de minéraliers et de bateaux-citernes qui vont aux installations portuaires d'Alcan dans la baie des Ha! Ha! ou de Saguenay (port de Grande-Anse), des bateaux de Croisière Marjolaine (activités écotouristiques) et de bateaux de plaisance. Une portion de cette navigation s'exerce en hiver, car un brise-glaces circule pour entretenir la voie navigable jusqu'au port de Grande-Anse et aux installations portuaires d'Alcan.

Plus de 640 bateaux commerciaux non reliés aux activités écotouristiques ont été recensés dans la région entre 1996 et 2004 (M-C. Martel, Pars Canada, comm. pers., 2007). Dans le Port du Saguenay, 54 cargos (cumulant une cargaison de 324 000 t) ont accosté au quai Marcel-Dionne en 2006, soit 10 % de plus qu'en 2005.

Pour sa part, le trafic maritime des traversiers reliant Tadoussac à Baie-Sainte-Catherine a atteint environ 9 000 voyages en 2007 selon l'horaire annuel qui varie selon les saisons. Il faut ajouter à cela les bateaux d'observation touristique et les navires de plaisance, en période estivale, dont le nombre de voyages est indéterminé. En effet, le nombre de voyages d'observation touristique dans le Parc marin du Saguenay Saint-Laurent peut atteindre 40 000 voyages par année, mais une portion de ceux-ci ne passe pas par l'entrée du Fjord.

Le trafic maritime à l'entrée du Fjord du Saguenay serait donc d'un minimum de 10 000 voyages en considérant les cargos commerciaux (50/an), les traversiers (9 000/an) et l'observation touristique (proportion indéterminée de 40 000 voyages/an).

4. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

4.1 Milieu physique

Cette section dresse un portait des éléments physiques les plus susceptibles d'avoir une influence sur le transport maritime dans la baie Déception. Le contenu de ce texte est principalement tiré de la section 7.2 de l'étude d'impact (GENIVAR, 2007).

4.1.1 Climat

4.1.1.1 Température

Les températures moyennes de l'air mensuelles et annuelles de la station de la baie Déception sont livrées au tableau 1. La température moyenne annuelle est de -6,6 °C, alors que le minimum et le maximum moyens s'établissent respectivement à -9,7 °C et -3,4 °C. Le mois le plus froid est février (-25,1 °C) et le plus chaud est juillet (8,7 °C). La période sans gel est d'environ 20 jours, en moyenne, même si la moyenne des températures minimales laisse présumer qu'elle s'étend sur 4 mois (Therrien *et al.*, 2007).

Tableau 1 Températures moyennes mensuelles et annuelles de la baie Déception de 1963 à 1973.

Mois	Température de l'air (°C)		
	Minimum	Moyenne	Maximum
Janvier	-26,6	-23,3	-19,9
Février	-28,5	-25,1	-21,7
Mars	-24,1	-19,9	-15,7
Avril	-14,3	-10,6	-6,9
Mai	-5,5	-2,4	0,7
Juin	0,5	3,2	5,9
Juillet	4,6	8,7	12,7
Août	4,5	8	11,5
Septembre	0,8	3,4	5,9
Octobre	-4,2	-2,1	0
Novembre	-11,3	-8,7	-6
Décembre	-20,5	-17,5	-14,5
Annuel	**-9,7**	**-6,6**	**-3,4**

4.1.1.2 Précipitations

Les moyennes des précipitations mensuelles et annuelles à la station météorologique de la baie Déception sont résumées au tableau 2. Les pluies

significatives (> 10 mm/mois) ont lieu entre juin et septembre, alors que les mois de juillet et d'août sont les plus pluvieux. La pluviométrie totale est d'environ 129 mm par année. Les chutes de neige significatives (> 10 cm/mois) ont lieu durant les mois de septembre à juin, soit presque à chaque mois à l'exception de juillet et août. Les chutes de neige les plus abondantes surviennent en avril (28,4 cm) et elles cumulent environ 219 cm par année, soit une moyenne d'un peu plus de 18 cm par mois. L'ensemble des précipitations apporte en moyenne 348,5 mm par année. Les précipitations totales pourraient augmenter d'environ 10 % durant le présent siècle en fonction des changements climatiques anticipés (Therrien *et al.*, 2007).

Tableau 2 Précipitations moyennes à la baie Déception de 1963 à 1973.

Mois	Pluie (mm)	Neige (cm)	**Précipitations totales liquides (mm)**
Janvier	0	15,5	**15,5**
Février	0	13,7	**13,7**
Mars	0	18,4	**18,4**
Avril	0	28,4	**28,4**
Mai	2,7	14,4	**17,1**
Juin	17,6	17,1	**34,7**
Juillet	39,8	0	**39,8**
Août	38,9	0,9	**39,8**
Septembre	22,9	13,7	**36,6**
Octobre	6,7	32,2	**38,9**
Novembre	0,5	39,6	**40,1**
Décembre	0	25,5	**25,5**
Annuel	**129,1**	**219,4**	**348,5**

4.1.1.3 Vent

L'analyse statistique des données de vent horaires a permis d'élaborer la rose des vents à Salluit en période diurne. Les vents dominants proviennent du sud-ouest avec une fréquence d'environ 34 %, soit le cumul de fréquences d'environ 17 % pour les directions ouest/sud-ouest et sud/sud-ouest. Ils sont suivis des vents provenant du nord/nord-est avec une fréquence d'environ 13 %. La composante sud/sud-ouest dominante correspond à ce qui a été évalué pour la baie Déception par Roche (1992a). Toutefois, les composantes nord-ouest et sud-est sont plus marquées dans la baie Déception, vraisemblablement en raison de l'orientation de la baie qui est dans ce sens, contrairement à celle de Salluit qui est plutôt nord-est/sud-ouest.

La description plus détaillée du vent est faite à partir des données enregistrées à la station de Salluit puisqu'elles ne sont plus disponibles pour la baie Déception. La vitesse moyenne du vent est de 18,7 km/h, alors que la vitesse dominante est située entre 20,5 et 31,7 km/h (28,4 % des cas) et que les vents sont supérieurs à 20,5 km/h dans une proportion d'environ 42 %. Les vents les plus forts proviennent du sud-ouest, alors qu'ils représentent 45 % des vents de force supérieure à 20,5 km/h.

4.1.1.4 Visibilité et brouillard

Le tableau 3 est tiré d'observations réalisées à Salluit pendant l'année 2006. Les observations menées près de ce village Inuit, situé en bordure d'une autre baie, à peine une cinquantaine de kilomètres plus à l'ouest, devraient être assez représentatives de la situation prévalant à la baie Déception.

Tableau 3 Prévalence du brouillard à Salluit d'après des observations diurnes réalisées près de Salluit en 2006.

Mois	Nombre de jours d'observation	Nombre de jours avec brouillard	(%)	Nombre d'heures d'observation	Nombre d'heures avec brouillard	(%)
Janvier	29	1	**3,4**	279	2	**0,7**
Février	24	7	**29,2**	230	51	**22,2**
Mars	25	10	**40,0**	246	67	**27,2**
Avril	28	7	**25,0**	249	34	**13,7**
Mai	29	12	**41,4**	272	56	**20,6**
Juin	27	8	**29,6**	254	49	**19,3**
Juillet	15	3	**20,0**	127	14	**11,0**
Août	27	12	**44,4**	257	67	**26,1**
Septembre	20	10	**50,0**	177	57	**32,2**
Octobre	25	3	**12,0**	240	11	**4,6**
Novembre	29	2	**6,9**	284	4	**1,4**
Décembre	27	1	**3,7**	242	2	**0,8**
Total annuel	**305**	**76**	**24,9**	**2857**	**414**	**14,5**

À la lumière de ce qui a été observé en 2006, il semble que le brouillard soit rare entre novembre et janvier et plus fréquent en mars, mai août et septembre. La fréquence maximale survient en septembre avec une journée sur deux et environ le tiers des heures d'observation. Il importe de souligner que ces observations ont été faites seulement pour quelques heures de la journée (en moyenne 9 h 15 par jour, pour les jours où il y a eu des observations), généralement en avant-midi et en début d'après-midi. On doit donc interpréter ces données avec réserve et considérer qu'une plus grande proportion des jours a été caractérisée par au moins un épisode de brouillard. L'évolution de la prévalence du brouillard au cours de l'année est cependant révélatrice (du moins pour les conditions diurnes).

Par ailleurs, il y a une augmentation de la fréquence du brouillard en période d'eau libre dans cette région, ce qui se reflète notamment dans les délais et les annulations de vols aériens à Salluit; les mêmes conditions prévalent à la baie Déception (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers. 2007).

4.1.2 Résumé des conditions météorologiques

Dans l'ensemble, le climat de la zone d'étude se caractérise comme suit :

- une température moyenne annuelle de l'ordre de -6,6 °C, les mois le plus chaud et le plus froid étant juillet et février avec des moyennes mensuelles de 8,7 °C et de -25,1 °C, respectivement;
- une période sans gel de seulement 20 jours en moyenne;
- des précipitations de l'ordre de 350 mm par année, dont environ 60 % tombent sous forme nivale;
- en regard des changements climatiques, les précipitations totales pourraient augmenter d'environ 10 % durant le présent siècle;
- des vents soufflant à une moyenne annuelle de près de 20 km/h et provenant principalement du sud-ouest et ils sont supérieurs à 20,5 km/h plus de 40 % du temps;
- une durée du jour atteignant un maximum de 20 heures en été et un minimum de 5 heures en hiver (GENIVAR, 2007);
- une humidité relative moyenne annuelle de 78,7 % le matin (6 h 00) et de 72,0 % l'après-midi (15 h 00), avec un maximum en septembre (86,5 % le matin) (GENIVAR, 2007);
- les épisodes de brouillard sont plus fréquents en mars, mai, août et septembre, avec un maximum d'environ le tiers des heures d'observation en septembre.

4.1.3 Topographie, bathymétrie et substrat

Les informations présentées dans cette section proviennent principalement de l'étude sectorielle réalisée sur la baie Déception (Therrien *et al.*, 2007).

La baie Déception est aussi située dans la région physiographique de James dans la vaste région naturelle du Plateau de l'Ungava, dans la sous-unité physiographique du Plateau de Salluit. Dans ce secteur, le relief est généralement accidenté et l'altitude varie entre 0 et 675 m. De petits estrans, en marge des principales baies, laissent rapidement place à des crêtes rocheuses, dont les pentes des versants sont très fortes, soit supérieures à 10 %. Ces crêtes, généralement dénudées de végétation, sont constituées de roc ou d'un till discontinu. Dans la zone d'implantation des infrastructures portuaires, la baie est enclavée entre deux massifs relativement escarpés.

La bathymétrie générale montre une pente relativement forte entre le zéro marégraphique et l'isobathe de 30 m. Cette pente varie entre 1 : 5 et 1 : 10. Les isobathes sont généralement parallèles à la côte. Les profondeurs maximales sont de l'ordre de 60 à 73 m dans le bassin central situé à environ 1 100 m de la côte sud-ouest et 750 m de la côte nord-est. La largeur moyenne de la baie, au sud de l'embranchement de Careenage Arm, est de 2 000 m (carte 1). La zone intertidale a une largeur de 50 à 100 m.

Dans la zone intertidale, le fond est principalement recouvert de sable et de blocs glaciels, avec parfois des pochettes de gravier. Ces matériaux reposent directement sur le roc ou sur les dépôts argileux de la mer postglaciaire d'Iberville qui le recouvrent. À partir de la zone subtidale, plus profonde que le zéro marégraphique et correspondant aux basses mers inférieures des grandes marées, les sédiments sont plus fins et comprennent principalement du sable fin, des silts et des argiles (vases). Les blocs glaciels sont toujours présents sur le fond marin, mais épars et moins nombreux.

La végétation aquatique est présente dans la zone littorale. Près de la rive, elle couvre environ 80 % du substrat et elle est dominée par diverses espèces de fucus. À partir de la première rupture de pente, les espèces dominantes sont l'agar criblé et le laminaire saccharide, la couverture passant alors à environ 70 %. À plus de 10 m de profondeur, la végétation est surtout composée de laminaire à long stipe et elle cesse à environ 15 m et plus.

4.1.4 Hydrographie

Les marées, les vagues et le courant dans la baie Déception ont fait l'objet de relevés en août et septembre 2006. Le texte qui suit présente leurs principales caractéristiques (Therrien *et al.*, 2007).

Marée

La marée dans la baie Déception est de type semi-diurne, c'est-à-dire qu'elle présente deux oscillations complètes par jour, soit deux pleines mers (marée haute) et deux basses mers (marée basse). Chaque oscillation s'étend sur une période moyenne de 12 heures et 25 minutes (Pêches et Océans, 1997). L'amplitude des marées est relativement élevée puisqu'elle est de 3,77 m en marée moyenne et de 5,44 m en grande marée selon les données du gouvernement fédéral (tableau 4).

Ces valeurs pourraient être légèrement sous-estimées puisque le marnage maximal enregistré entre une pleine et une basse mer (non successive) en septembre 2006 fut de 5,8 m, ce qui est supérieur à l'amplitude de marée prédite par le Service hydrographique du Canada.

Tableau 4 Caractéristiques de la marée de la baie Déception.

Niveau moyen de l'eau (m)	2,6
Amplitude de marée (m) :	
Marée moyenne	3,77
Grande marée	5,44
Niveaux d'eau des grandes marées (m) :	
Bas	0,15
Haut	5,59

Note : Données fournies en fonction du zéro marégraphique. Station de la baie Déception : 62°09' de latitude Nord et 74°45' de longitude Ouest.
Source : Bernard Labrecque, Service hydrographique du Canada, comm. pers., 2006.

Vagues

En ce qui concerne les vagues, les mesures de 2006 montrent que leur hauteur significative (H_s) n'a jamais dépassé 0,8 m. En appliquant un facteur de conversion de 1,87 pour H_{max}/H_s (Komar, 1998), la hauteur maximale des vagues pendant la période de mesure était de 1,5 m.

Ces valeurs correspondent à une période de vents violents provenant du sud-ouest qui ont balayé la baie au début de septembre. Ces vents semblent avoir été constants sur la côte de la péninsule d'Ungava, car des données similaires ont été enregistrées à Salluit. Cela signifie que malgré des vents généralement supérieurs à 50 km/h, les vagues ont été inférieures à 2 m. Des vents d'intensité supérieure à 40 km/h surviennent environ 7 % du temps à la baie Déception.

La période des vagues est généralement inférieure à 7 s et seulement quelques rares séquences ont montré des vagues de périodes supérieures à 8 s. Ce sont des périodes plus courtes que celles des vagues en haute mer, typiques de milieux côtiers.

Courant

Le tableau 5 présente des données de vitesse du courant mesurées entre le 5 et le 29 septembre 2006 à une station située à une profondeur d'environ 11 m, près du site proposé d'implantation des infrastructures portuaires de Canadian Royalties. Les vitesses sont rapportées pour trois profondeurs soit 10,5, 6,8 et 3 m.

Les vitesses moyennes du courant sont faibles (< 100 mm/s), et ce, à toutes les profondeurs. Les vitesses maximales enregistrées sont généralement inférieures à 250 mm/s, sauf au jusant (marée descendante), alors que les courants de surface peuvent occasionnellement atteindre des vitesses supérieures à 500 mm/s. Les vitesses les plus grandes sont associées aux eaux de surface, bien qu'à une occasion, au début de septembre, la vitesse du courant au milieu de la colonne d'eau ait dépassé 250 mm/s.

Tableau 5 Statistiques descriptives de la vitesse des courants à différentes profondeurs à la baie Déception en septembre 2006.

Distance du fond (m)	Vitesse moyenne (mm/s)	Écart-type (mm/s)	Vitesse maximale (mm/s)
10,5	97	74	853
6,8	54	36	318
3	43	27	253

Note : Station 1200 entre le 5 et le 29 septembre 2006; appareils : RD Workhorse ADCP 1 200 kHz (courant et marée) et RD Workhorse ADCP 600 kHz (courant, marée et houle).

4.1.5 Régime des glaces

Cette section résume les informations principalement tirées de Roche et Canarctic (1993).

Dans le détroit d'Hudson, la période avec couvert de glace débute vers fin octobre - début novembre pour se terminer fin juillet - début août. L'englacement débute dans la portion nord-ouest du détroit et s'étend vers l'est, pour atteindre le détroit de Davis en quelques semaines. Entre janvier et avril, la glace recouvre environ 90 % de la surface du détroit, les étendues d'eau libre étant générées par les courants de marée et les vents.

Dans la baie Déception, le début de la formation de la glace est similaire, fin octobre – début décembre, mais selon le savoir traditionnel des chasseurs, elle semble être systématiquement en décembre depuis quelques années et, surtout, elle s'épaissit plus lentement (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers. 2007). Ce phénomène est également perceptible à Salluit où des festivités sont traditionnellement tenues sur la glace à la fin de chaque année et elles ont dû être retardées ou annulées au cours des dernières années (*Op. cit.*). Dans la baie déception, la formation de la glace s'amorce généralement au centre de la baie pour ensuite progresser vers le sud-est, en direction de la rivière Déception, puis vers le nord-ouest en direction du détroit d'Hudson.

L'épaisseur maximale de la glace, atteinte vers la fin mai, est de l'ordre 1,7 à 2 m. En juin, la fonte de la glace est d'abord perceptible par la formation d'étangs sur le couvert de glace, puis des zones d'eaux libres apparaissent à l'embouchure des affluents d'eau douce de la baie, dont la rivière Déception (photos 3 et 4, annexe 1). Avant la fin de juin, la zone d'eaux libres s'étend du fond de la baie Déception jusqu'à sa partie médiane, aux environs de la Pointe Théron, et, aux endroits où la banquise subsiste, son épaisseur réduite ne permet plus de déplacements sécuritaires sur celle-ci. À la fin de juin ou au plus tard début juillet, des vents du sud-est peuvent débarrasser complètement la baie de sa glace en une seule

journée, alors que des vents opposés peuvent au contraire entraîner dans la baie des *floes*[4]. Comme pour la formation de glace, le réchauffement climatique semble modifier la période de dégel qui tend à être plus hâtive récemment (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers. 2007).

Le départ des glaces à baie Déception en juin 1991 a été décrit (Roche, 1992b). Vers la mi-juin, la baie était toujours recouverte de glace avec des éclaircies présentes aux embouchures de la rivière Déception et des autres tributaires. La limite du couvert formait une ligne reliant la pointe Rouge, les îles Arctic et Neptune et le promontoire Maurepas. Le couvert de glace présentait des fractures parallèles à la côte, à la limite des zones peu profondes ainsi que près du quai en raison des mouvements de va-et-vient occasionnés par les marées. Le 22 juin, le couvert de glace ne persistait que sur la moitié de la baie comprise entre le quai et les îles Neptune et Arctic. Le couvert s'est finalement démantelé à l'entrée de la baie le 27 juin.

En juin 1991, l'épaisseur de la glace avait également été mesurée à plusieurs reprises. Elle se situait entre 1,55 et 1,60 m le 12 juin pour descendre entre 1,15 et 1,35 m le 15 juin, puis 1,00 à 1,25 m le lendemain. La dernière mesure datait du 20 juin et affichait une épaisseur de glace variant de 85 cm à 1,20 m. Ces épaisseurs seraient en nette diminution depuis le début des années 2000 selon le savoir traditionnel des chasseurs de Salluit (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers. 2007).

4.2 Mammifères marins

4.2.1 Généralités

Environ une dizaine d'espèces de mammifères marins peuvent se retrouver dans la baie Déception selon leurs aires de répartition (GENIVAR, 2007). Le tableau 6 en dresse la liste et résume les informations recueillies auprès des Inuits. Parmi ces espèces, six sont particulièrement d'intérêt en raison de leur abondance, de leur statut et surtout de leur utilisation par les Inuits. Leur biologie est résumée dans les sections suivantes et dans le tableau 7. Il s'agit du béluga, du petit rorqual, du phoque annelé, du phoque du Groenland, du phoque barbu et de la baleine boréale.

Les mammifères marins se définissent sous deux grands groupes : les baleines et les pinnipèdes. Les baleines passent toute leur vie dans l'eau alors que les pinnipèdes peuvent partager leur cycle de vie entre la terre et la mer.

4 Fragment de glace relativement plat pouvant avoir 20 à 2 000 m d'extension horizontale.

Tableau 6 Mammifères marins susceptibles d'utiliser la baie Déception.

Nom français	Nom anglais	Nom latin	Abondance relative[2]	Remarque
Béluga[1]	White whale	*Delphinapterus leucas*	Moyenne	Le béluga est chassé dans la baie Déception par les Inuits de Salluit.
Narval[1]	Narwhal	*Monodon monoceros*	Rare	Plus souvent observé dans le passé.
Épaulard	Killer whale	*Orcinus orca*	Faible	Plus souvent observé dans la baie Déception depuis les dernières années. Présence variable d'une année à l'autre. L'épaulard n'est pas chassé par les Inuits.
Petit rorqual	Minke whale	*Balaenoptera acutorostrata*	Moyenne	Souvent observé dans la baie Déception.
Baleine boréale[1]	Bowhead whale	*Balaena mysticetus*	Rare	Fréquente occasionnellement la baie Déception. Quelques individus y sont observés à chaque année.
Morse	Walrus	*Odobenus rosmarus*	Rare ou absent	Pas observé dans la baie Déception.
Phoque annelé	Ringed seal	*Phoca hispida*	Élevée	Espèce la plus chassée par les Inuits et présente à l'année le long des côtes.
Phoque du Groenland	Harp seal	*Pagophilus groenlandicus*	Inconnue	Espèce chassée par les Inuits, surtout à l'automne.
Phoque barbu	Bearded seal	*Erignathus barbatus*	Inconnue	Population stable selon les Inuits interviewés. Espèce chassée par les Inuits.
Phoque commun	Harbour seal	*Phoca vitulina*	Rare ou absent	Espèce non signalée par les Inuits interviewés.

1 Espèce à statut précaire.
2 Selon les témoignages des Inuits interviewés (GENIVAR, 2007).

Les baleines se répartissent en deux sous-ordres :

- les Odontocètes ou baleines à dents tels que le béluga et l'épaulard;
- les Mysticètes ou baleines à fanons, tels que le petit rorqual ou la baleine boréale.

Les pinnipèdes se répartissent directement en plusieurs familles telles que :

- les Phocidés regroupant les phoques;
- et les Odobénidés regroupant les morses.

Tableau 7 Caractéristiques des principaux mammifères marins susceptibles de fréquenter la baie Déception.

Espèce	Population	Statut particulier	Période de fréquentation de la Baie Déception	Période de reproduction	Habitat préférentiel	Sensibilité particulière	Acoustique	Chasse par les Inuits
Béluga	Indéterminée, mais vraisemblablement un très faible pourcentage des populations de l'Hudson (est et ouest) et de l'Ungava, qui totalisent environ 25 000 individus.	En voie de disparition (COSEPAC, mai 2004).	Été : alimentation, mue, repos des jeunes. Hiver : incursion jusque dans la baie selon les chasseurs (Don Cameron, comm. pers., 2007)	Accouplement : fin de l'hiver, début printemps (COSEPAC, 2004). Mise bas : une fois tous les 3 ans, entre avril et juin (Environnement Canada, 2004).	En été : baies, estuaires et eaux peu profondes, récifs et îles, fonds sableux de gravier et de boues. En hiver : chenaux et polynies, détroit d'Hudson (Environnement Canada, 2004).	Effet de masque par les sons de basse fréquence sur les sons de haute fréquence utilisés pour la communication et l'écholocalisation.	Écholocalisation : de 30 à 130k Hz et plus. Communication : Fréquence de 1 à 20 kHz; intensité de 100 à 180 dB (re 1µPa à 1m).	Oui; menace principale d'extinction, (Environnement Canada, 2004).
Petit rorqual	6 000 à l'ouest du Groenland (population de l'Atlantique Nord) (COSEPAC, 2002)		En eau libre.	Accouplement : décembre à mai Mise bas : novembre à mars	Zones côtières	Baleine curieuse qui s'approche facilement des bateaux	Communication : fréquence de 80 Hz à 20 kHz.	Non
Baleine boréale	11 000		En eau libre.		Baies, détroits et estuaires; près des glaces flottantes.	Se déplace lentement (7 km/h) et est plus susceptible d'entrer en collision avec les bateaux	Communication : 0,02 – 0,.9 kHz (WDCS, 2004).	Fait l'objet d'une chasse de subsistance de faible envergure et très bien gérée.

Tableau 7 (suite) Caractéristiques des principaux mammifères marins susceptibles de fréquenter la baie Déception.

Espèce	Population	Statut particulier	Période de fréquentation de la Baie Déception	Période de reproduction	Habitat préférentiel	Sensibilité particulière	Acoustique	Chasse par les Inuits
Phoque annelé	Indéterminé.	Espèce prioritaire (Groupe 2) COSEPAC	Reproduction : mue et repos sur la banquise en mai. Alimentation : en juillet et en août, près du rivage. Migration : septembre à octobre. Sites d'hivernage : le long des côtes.	En été : baies et près des rivages. En hiver : polynies, floes, banquise côtière.	Mise bas : de mi-mars à mi-avril sur la banquise.		Sensibilité auditive < 1 kHz. Système auditif adapté à l'air et à l'eau. Gammes de communication : 100 Hz à 15 kHz. Cris, aboiements, sifflements	~ 2 000 captures/année dans la région du Labrador. De loin le mammifère marin le plus chassé et le plus important au plan alimentaire et économique pour les Inuits de la Baie Déception.
Phoque du Groenland	Population de l'Atlantique Nord ouest (de Terre-Neuve).	Espèce de priorité inférieure (Groupe 3) COSEPAC	Mars à avril : mise bas, repos et sevrage des petits. Été : alimentation, repos et mue.	Fin mars à début avril : banquise dérivante.	Accouplement : du milieu à la fin mars sur la banquise. Mise bas : fin février et début mars sur la banquise.			Peu.
Phoque barbu	Population peu étudiée, minime		Été : alimentation, repos et mue. Automne : courants forts à la sortie de la baie.	En été : s'alimente dans les rivières à marée haute.	Accouplement : en avril et mai sur glaces dérivantes.			En automne près des côtes et à l'intérieur des baies.

4.2.2 Bélugas

Les populations de bélugas vivent principalement dans la région du Grand Arctique, entre les latitudes 50° et 80° N (Perrin *et al.,* 2002). Ils évoluent dans les eaux glacées, notamment au sein des polynies et des chemins présents dans le couvert de glace qu'ils utilisent pour respirer. Le béluga a une distribution irrégulière autour du cercle polaire (Rice, 1998). Cette espèce migre de façon saisonnière en fonction des limites de la banquise, selon son retrait au nord ou son expansion au sud.

Les populations de bélugas susceptibles d'utiliser la baie Déception sont celles de l'ouest et de l'est de la baie d'Hudson ainsi que celle de la baie d'Ungava et les deux dernières sont désignées en voie de disparition.

La population de la baie d'Ungava n'a jamais compté un grand effectif (1 000 bélugas en 1870; Beaulieu, 1992 *in* GENIVAR, 2007). Décimée par l'exploitation commerciale et par la chasse de subsistance, il est aujourd'hui estimé que son abondance est de moins de 100 individus (Environnement Canada, 2004). La population de l'est de la baie d'Hudson se concentre surtout dans les estuaires des rivières Nastapoka et de la Petite rivière de la Baleine durant l'été. Cette population compte environ 2 000 à 3 000 bélugas, mais serait en régression marquée (COSEPAC[5], 2004a). En effet, cette population est passée d'environ 4 200 individus en 1985 à 3 100 en 2004 (Hammill et Stenson, 2005). La population de l'ouest de la baie d'Hudson, pour sa part, compte environ 22 000 à 23 000 individus (COSEPAC, 2004a). Les bélugas de ces trois populations migrent à l'automne dans le détroit d'Hudson où ils passeront l'hiver. Une portion de ces bélugas est susceptible d'utiliser la baie Déception, ce qui est confirmé par les chasseurs Inuits (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers., 2007), mais leur nombre est indéterminé et vraisemblablement très faible puisque ces trois populations font une migration hivernale dans le détroit d'Hudson et qu'il s'agirait d'individus qui passeraient l'été dans la baie au lieu de retourner dans leur lieu de provenance respectif.

Au moment de la reproduction (accouplement), les bélugas gagnent leur territoire estival : baies, estuaires et autres eaux peu profondes. Les bélugas femelles mettent bas dès la mi-mars, à l'ouest du Groenland, jusqu'à la fin août dans la baie d'Hudson, après une période de gestation de 12 à 14 mois. Les femelles se reproduisent tous les deux ou trois ans. (Lentifer, 1988).

Les femelles et leurs petits préfèrent les eaux calmes et peu profondes le long de bordures de récifs et près d'îles et de grandes baies. L'eau en surface est plus chaude à ces endroits, libres de glace en été, ce qui réduit les pertes de chaleur

5 Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

chez les jeunes et favorise la mue. Les adultes et les jeunes sevrés favorisent plutôt les endroits où la profondeur varie et où l'eau de surface se maintient à une température froide. Les fonds sableux, de gravier ou de boue, sont riches en mollusques, crustacés et poissons démersaux dont les bélugas se nourrissent (MPO[6], 2007a).

Avant que les glaces d'hiver ne se forment, les bélugas amorcent leur migration automnale, longeant les zones côtières des baies, pour aller vers le large. La plupart avancent ensuite au fur et à mesure de la progression de la banquise, pour se retrouver dans les chenaux et les polynies. Les déplacements sont alors déterminés par la présence de glace et la quantité de poissons. Selon une étude de télémétrie par satellite menée par Pierre Richard (MPO, 2007b), les bélugas migrent sur des distances beaucoup plus grandes que ce que l'on croyait. Plutôt que de rester près des côtes dans des zones d'eau libre et de glaces détachées, les bélugas parcourent souvent des centaines de kilomètres sous la banquise. Ainsi, certains groupes restent sous la glace survivant grâce aux endroits de la banquise non gelés qui leur permettent de respirer, ou grâce aux poches d'air emprisonnées sous la glace. Les bélugas sont ainsi capables de trouver par *écholocation* des zones où la glace est si fine qu'il leur est possible de la briser pour respirer en surface alors que plus de 95 % de la banquise est trop épaisse pour le permettre.

Les bélugas sont des baleines à dent, à l'ouïe très bien développée. Ils sont capables d'écholocaliser, c'est-à-dire d'émettre une série de sons ressemblant à un clic, qui rebondissent sur les poissons et sur d'autres objets immergés, leur permettant de reconstituer une image exacte de leur entourage. (MPO, 2007a). Ce type d'émission sonore s'effectue entre 30 et 130 kHz ou plus (Richardson *et al.*, 1995). Les sons servant de moyen de communication dans un groupe sont majoritairement émis à des fréquences de 1 à 20 kHz et à des intensités de 100 à 180 dB (re : 1µPa à 1 m, voir section 5.1.1.1). Ces sons s'associent souvent à un comportement particulier (MPO, 2007a). Ce sonar naturel est essentiel à une espèce qui vit une bonne partie de sa vie dans les eaux sombres de l'océan. En effet, les bélugas font de fréquents plongeons de plusieurs centaines de mètres à des profondeurs où il n'y a pas de lumière. Cette faible visibilité peut être similaire à certaines conditions en eaux moins profondes, notamment par le ruissellement de la vase dans les estuaires des rivières ou par la couverture glacière et les courtes journées de l'hiver polaire.

4.2.3 Petit rorqual

Le petit rorqual se retrouve dans tous les océans du monde, depuis les tropiques jusqu'aux mers polaires, dans les eaux côtières et extracôtières. La population de

6 Ministère des Pêches et des Océans.

petits rorquals fréquentant la baie Déception appartient à celle de l'Atlantique nord (COSEPAC, 2002). La population totale serait de l'ordre de 15 000 individus dont 6 000 dans l'ouest du Groenland, 1 000 dans le golfe du Saint-Laurent, 3 000 sur le plateau néo-écossais et probablement au moins 5 000 à Terre-Neuve et au Labrador. La mortalité attribuable aux activités humaines, principalement la chasse, ne dépasse pas actuellement le seuil de remplacement de la population (COSEPAC, 2006).

Le petit rorqual est une espèce plutôt côtière, vivant dans la plupart des mers, qui se nourrissant de krill et de petits poissons. C'est une baleine à fanons qui n'a pas besoin d'écholocaliser, puisqu'elle se nourrit de petits organismes qui évoluent partout dans l'eau. Toutefois, ce rorqual peut produire des sons très variés allant de 80 Hz à plus de 20 kHz, similaires à des « grognements » en basse fréquence. C'est une baleine curieuse qui s'approche facilement des bateaux. L'accouplement a lieu entre décembre et mai; les femelles ont généralement un petit par année ou tous les deux ans; elles mettent bas de novembre à mars et s'occupent de leur petit pendant quatre à cinq mois (Sergeant, 1963 et Stewart et Leatherwood, 1985 *in* Biorex Inc., 1999).

On ne connaît que très peu de détails sur les déplacements saisonniers du petit rorqual (MPO, 1999), mais plusieurs individus ont été observés dans la baie Déception ces dernières années par les Inuits (GENIVAR, 2007).

4.2.4 La baleine boréale

Les baleines boréales se retrouvent à l'ouest et à l'est de l'Arctique. La population est estimée à environ 11 000 individus. Selon de récentes informations provenant des Inuits et de relevés aériens, la population des baleines boréales serait en augmentation et elles fréquenteraient occasionnellement la baie Déception (GENIVAR, 2007).

Durant l'été, la population de l'Ouest se retrouve dans la mer de Beaufort et dans l'océan Arctique. Entre l'automne et le printemps, les baleines boréales migrent vers l'Alaska. Les groupes migrent vers le nord et le sud suivant le mouvement des glaces. Les baleines boréales préfèrent les baies, les détroits et les estuaires et ne se tiennent généralement pas très loin des plaques de glace flottante.

Les baleines boréales sont bien adaptées au climat arctique et sont parmi les plus bruyantes de leur catégorie. Au cours de leur migration, elles peuvent se déplacer en groupe d'une quinzaine d'individus et sont capables de communiquer sur une superficie de 25 à 50 km^2 pour garder contact les unes avec les autres. Leurs capacités acoustiques leur permettent également d'utiliser les réverbérations de

leurs appels pour aider à évaluer l'épaisseur des plaques de glace flottante (Environnement Canada, 2004). Elles sont capables de briser d'épaisses couches de glace arctique pour se créer des trous pour respirer.

Il se pratique de nos jours une chasse de subsistance de faible envergure et bien gérée qui ne pose aucun risque pour cette population. Par le passé, la population arctique de la baleine boréale a été décimée par la surpêche commerciale. En 1915, le Canada a interdit la chasse à grande échelle à la baleine et l'espèce avait été désignée *en voie de disparition* par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) au début des années 1980. En 1991, on évaluait la population des baleines boréales de l'Arctique de l'est à moins de 1 000 individus. Environ 350 baleines demeurent dans le secteur de l'île de Baffin, un déclin marqué par rapport aux 11 000 individus que l'on recensait dans les années 1800. Selon de récentes informations provenant des Inuits et de relevés aériens, la population des baleines boréales augmenterait depuis les dernières années.

Aujourd'hui, c'est le trafic maritime accru qui menace cette espèce, car elle est source de collisions avec les baleines qui se déplacent lentement (7 km/h). La pollution par le bruit chasse également les baleines effrayées loin de leur aire d'alimentation (Environnement Canada, 2004).

Les baleines boréales occupent une niche relativement étroite dans les latitudes élevées de l'extrême Arctique et elles peuvent être perturbées par certains facteurs anthropiques, tel le bruit sous-marin, et par les changements climatiques susceptibles de faire fondre la banquise, réduisant d'autant les refuges contre la prédation par les épaulards (COSEPAC, 2005).

4.2.5 Phoques

Les trois espèces de pinnipèdes qui utilisent la baie Déception pour l'une ou l'autre des phases de leur cycle de vie et dont l'abondance incite les Inuits à en faire la chasse sont le phoque annelé, le phoque du Groenland et le phoque barbu.

Les phoques vivant dans la région arctique sont particulièrement vulnérables aux changements des caractéristiques de ce milieu, car ils dépendent en majeure partie de la banquise pour s'alimenter, se reproduire, muer et se reposer (ACIA, 2005). Les phoques utilisent principalement la baie Déception durant la période estivale pour s'alimenter le long des côtes (GENIVAR, 2007). Certaines espèces, comme le phoque barbu, remontent les rivières à marée haute pour rechercher des poissons (GENIVAR, 2007). En hiver, les phoques se déplacent et recherchent leur nourriture dans l'eau, mais doivent revenir sur une plate-forme solide pour s'y reproduire. Ils se servent alors de deux types de glace : la banquise côtière, normalement rattachée à la terre et qui demeure en place tout l'hiver; et la banquise dérivante, qui se forme dans les zones de pleine mer ou encore le long des terres avant de s'en séparer.

Les deux espèces les plus fréquemment observées et chassées dans la baie Déception sont le phoque annelé et le phoque du Groenland. Elles appartiennent à la liste des espèces candidates au statut d'espèce menacée ou vulnérable défini par le COSEPAC (14 juin 2007) et elles sont respectivement classées parmi les espèces de priorité intermédiaire (groupe 2) et de priorité inférieure (groupe3) (COSEPAC, 2006).

4.2.5.1 Le phoque annelé

Le phoque annelé est le principal mammifère marin fréquentant la baie Déception (photo 5, annexe 1). Il représente, de loin, l'espèce la plus abondante en Arctique. Bien qu'aucune estimation de la taille de la population des phoques annelés au Canada n'ait été établie, la densité de cette espèce semble demeurer stable malgré des fluctuations de l'intensité de la chasse et l'accroissement de l'activité industrielle. Depuis quelques années, 2 000 individus ou moins ont été récoltés annuellement par la chasse dans la région du Labrador (COSEPAC, 2002).

Ces phoques se nourrissent essentiellement d'amphipodes et de poissons (ACIA, 2005). Ils sont très bien adaptés à l'Arctique, puisqu'ils sont capables de maintenir des trous dans l'épaisse couche de glace pour respirer. De ce fait, les phoques annelés peuvent occuper des zones inaccessibles à la plupart des autres espèces.

En mai, le phoque annelé utilise exclusivement la banquise pour se reproduire, muer et se reposer. En juillet et en août, les groupes se dispersent dans les baies pour se nourrir près du rivage, puis ils se regroupent en septembre et en octobre, se dirigeant en direction des sites d'hivernage le long des côtes (Roche, 1992c).

Les polynies, les floes et les rebords de la banquise fournissent alors de précieux habitats aux phoques. Malgré leur petite taille, les phoques annelés survivent aux conditions thermiques extrêmes en édifiant des tanières dans la neige, directement sur la banquise. Ils ont besoin d'une glace modérément rugueuse, qui crée des amoncellements de neige assez importants pour que les femelles y aménagent une tanière (ACIA, 2005). Elles y donnent naissance entre la mi-mars et la mi-avril. Comme le seul accès est sous-marin, cette niche sert de refuge aux nouveaux nés contre les intempéries et les prédateurs (GENIVAR, 2007). D'après certains auteurs (Smith et Hammill, 1980; 1981), le couvert de glace est partagé de façon à ce que les individus soient associés à un petit nombre de tanières et de trous d'air, sous le niveau de la neige, et que l'étendue de leurs déplacements soit restreinte par l'établissement de leur territoire respectif.

Les phoques annelés sont, par leur nombre, leur qualité nutritionnelle et leur intérêt économique, l'espèce de mammifères marins la plus importante pour les communautés Inuites chassant dans la baie Déception.

4.2.5.2 Le phoque du Groenland

Le phoque du Groenland est une espèce très grégaire et migratrice. La population globale atteint 7 millions d'individus (Lavigne, 2002 *in* ACIA, 2005). L'espèce se repartit en trois populations distinctes, dont une qui se reproduit près de Terre-Neuve (Atlantique nord-ouest). Une partie de cette population se reproduit sur le couvert de glace dérivant vers le sud, au large du Labrador méridional.

Les adultes se nourrissent principalement de petits poissons tels que le capelan, le hareng ou la morue, mais également de krill et d'amphipodes. Les phoques du Groenland sont présents en grand nombre sur les voies de navigation en été. Dans chaque région, les groupes se concentrent généralement sur la banquise dans deux aires de mise bas mesurant de 20 à 200 km et comptant jusqu'à 2 000 femelles adultes au km (photo 6, annexe 1). Les phoques du Groenland se reproduisent toujours sur la banquise. Vers la fin février ou au début mars, les femelles y mettent bas, puis elles y allaitent leurs petits et elles s'y accouplent du milieu à la fin mars (photo 7, annexe 1). Après la naissance, les petits croissent rapidement et leur masse passe d'environ 10 kg à la naissance à 30 kg après 12 à 14 jours (Bowen, 2006).

La survie des nouveau-nés dépend de la stabilité de l'habitat pendant leurs deux premières semaines d'existence. Dans la région de la baie Déception, cette stabilité est assurée jusqu'à la fin mars ou le début avril par le maintien des glaces arctiques. Les femelles profitent de ces zones stables où elles peuvent allaiter leurs petits et où ceux-ci peuvent se reposer après le sevrage, avant de commencer à nager (CEMAM[7], 2006). Cette stabilité peut être également retrouvée sur la banquise dérivante où les phoques du Groenland sont généralement regroupés.

4.2.5.3 Le phoque barbu

Le phoque barbu a une répartition circumpolaire. Il n'existe aucune estimation fiable des populations de phoques barbus de l'Arctique (GENIVAR, 2007). Ils sont cependant beaucoup moins abondants que les phoques annelés et du Groenland.

Le phoque barbu sait également garder des trous de respirations dans la banquise. Il se reproduit (accouplement) en avril et en mai sur les glaces dérivant le long des côtes, mais peut venir occasionnellement à terre au cours de l'été. Aucun endroit spécifique ne peut donc être identifié pour sa reproduction.

7 Centre d'expertise sur les mammifères marins.

En juillet et en août, les phoques barbus entrent principalement à marée haute dans des rivières telles que la rivière Wakeham et le bras sud-est du havre Douglas (Roche, 1992c) pour se nourrir majoritairement d'ombles chevaliers, mais aussi de mollusques et d'autres invertébrés vivant en eaux peu profondes (ACIA, 2005).

Les groupes se déplacent au large ou dans les baies, tout au long de l'été, selon l'état des glaces. Les baies telles que la baie Déception ou la baie Whitley constituent ainsi une aire particulière de concentration pour les phoques, qui s'y reposent et y muent (Roche, 1992c).

Les phoques barbus se regroupent en automne dans des secteurs où les courants marins sont forts (Roche, 1992c), comme à la sortie de la baie Déception. Les migrations reprennent et les phoques se reposent sur les glaces nouvellement formées dans le détroit d'Hudson (photo 8, annexe 1). La chasse a lieu à cette période, près des côtes, à l'intérieur des baies.

4.3 Poissons

Les principales espèces de poisson fréquentant la baie Déception sont surtout l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), l'ogac (*Gadus ogac*), la morue arctique (ou saïda franc - *Boreogadus saida*), les chaboisseaux (Chaboisseau à quatre cornes (*Myoxocephalus quadricornis*) et Chaboisseau à épines courtes (*Myoxocephalus scorpius*)) et les épinoches (épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) et épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*)), selon les informations obtenues des pêcheurs sportifs fréquentant la baie, l'identification des épinoches et des chaboisseaux ayant été complétée par l'échantillonnage effectué en septembre 2007. Parmi celles-ci, l'omble chevalier, les épinoches et les chaboisseaux sont plus susceptibles d'utiliser la zone littorale. L'omble chevalier est également associé à la zone pélagique, près de la surface. La morue arctique et l'ogac sont surtout associés aux zones pélagiques de plus grandes profondeurs.

D'autres espèces ont été capturées lors des pêches effectuées en zone profonde en septembre 2007, soit la lycode *arctique (Lycodes reticulatus*) et la plie canadienne (*Hippoglossoides platessoides*) associées uniquement aux zones profondes, et la lompénie tachetée (*Lumpenus maculatus*) et le crapaud de mer nain (*Myoxocephalus aenaeus*) qui sont susceptibles de fréquenter la zone littorale.

L'omble chevalier est sans doute l'espèce la plus prisée dans la baie Déception. Cette forme anadrome a un cycle de migration assez complexe. Les seules observations de migration réalisées dans la baie Déception datent des années 1980 (Johnson, 1980 et Lavoie, 1981 *in* Roche et Canarctic, 1993). De façon générale, les ombles dévalent de fin mai à début juin. Les jeunes sont généralement les derniers à quitter la rivière. Les alevins effectuent leur dévalaison jusqu'à l'embouchure de la

rivière Déception alors que les juvéniles et les adultes vont généralement prolonger leur migration en mer pour s'y nourrir. Ils reviennent ensuite se reproduire sur les frayères et passer l'hiver dans leur lieu d'origine (Johnson, 1980).

Chez les principaux mammifères marins fréquentant la baie Déception, la principale et l'unique proie, parmi les espèces de poissons présentes, est la morue (morue arctique et ogac). En effet, il n'y a pas d'autres proies préférentielles parmi les espèces présentes dans la baie.

4.4 Milieu humain

Le mode de vie, la culture et l'économie des communautés sont axés sur la chasse et la pêche (ARK[8], 1998). Ces activités de subsistance ont longtemps fourni la nourriture et largement contribué au modelage de la culture. Ainsi, la survie de la pratique des activités de subsistance met en jeu l'identité des communautés (ARK, 1998). La zone la plus fréquentée par les Inuits pour les activités de subsistance est la zone littorale et la baie Déception constitue un des principaux sites utilisés par les Inuits de Salluit (ARK, 1998). Ils dépendent en grande partie de la chasse et de la pêche pour leur alimentation. Ils chassent surtout le phoque, le béluga et plus rarement le morse.

La chasse aux mammifères marins constitue la plus importante source d'alimentation pour les peuples Inuits du Nunavik. Par exemple, le muktuk, constitué de la peau et du gras des bélugas, demeure encore aujourd'hui une source de nourriture convoitée par les Inuits (GENIVAR, 2007).

L'épaisse couche de graisse de la baleine boréale était non seulement une excellente nourriture, mais elle représentait la meilleure source d'huile pour éclairer et chauffer. Les côtes et les os de la mâchoire étaient utilisés comme supports pour le toit des habitations et les vertèbres comme des blocs pour couper et hacher. D'autres os servaient d'instruments ou de patins pour les traîneaux. Les fanons de la baleine servaient à retenir ensemble les traîneaux et les armatures de kayak.

L'ingestion de graisses provenant de mammifères marins et de certains poissons est une source essentielle en acides gras insaturés, comme les oméga-3, et contribue à la prévention des maladies cardio-vasculaires. De plus, la peau de l'omble chevalier est particulièrement riche en calcium et constitue une des rares sources de calcium retrouvées dans la nourriture traditionnelle. La viande de phoque est riche en fer et les sous-produits provenant du phoque sont recommandés par les Inuits pour traiter certaines maladies ou pour les prévenir (Borré, 1994).

8 Administration régionale Kativik.

4.4.1 Chasse au phoque

Les Inuits chassent le phoque depuis plusieurs siècles pour se nourrir, se vêtir et se procurer du combustible. La chasse se déroule habituellement à la fin du printemps (de la mi-mars à la mi-juin), à l'été ainsi qu'à l'hiver. Les phoques ne peuvent être chassés qu'à partir d'embarcations de moins de 20 mètres, à motoneige ou à pied. En plus des phoques du Groenland, les phoques annelés, les phoques barbus et, parfois, les phoques communs (*Phoca vitulina*), sont tués en petits nombres par la chasse de subsistance (GENIVAR, 2007). Les principaux secteurs de chasse sur la glace et les divers sentiers préférentiels, décrits en 1993 (Roche et Canarctic, 1993) et toujours utilisés (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers. 2007), sont illustrés à la carte 1.

4.4.2 Chasse à la baleine

4.4.2.1 Béluga

En raison de leurs patrons de migration prévisibles et de leur formation en groupes, les bélugas ont été chassés des siècles durant par les habitants de l'Arctique.

Le béluga est le seul cétacé faisant l'objet d'une chasse de subsistance par les Inuits des villages de Salluit et de Kangiqsujuaq. C'est au printemps et à l'automne que les Inuits chassent les bélugas lorsqu'ils entrent ou qu'ils sortent du détroit d'Hudson (Lesage *et al.*, 2001 *in* GENIVAR, 2007). L'utilisation des baies le long de la côte s'effectuerait principalement lors de leur migration automnale (Roche, 1992c). Le béluga est une source de nourriture de prédilection pour les Inuits de certaines collectivités. La viande de cet animal est extrêmement nutritive et très prisée comme ressource de subsistance partout dans l'Arctique (McGhee, 1974; Reeves et Mitchell, 1987; Byers et Roberts, 1995).

La chasse au béluga est encore autorisée de nos jours dans certaines zones et par certaines populations, bien que les quotas ne soient pas respectés et que le béluga appartienne à la liste des espèces en péril depuis 1994 (COSEPAC, 2006). La chasse est certainement la principale cause de cette chute chez la population de bélugas.

Le plan de gestion de 2006-2010 établi par le MPO prévoit fixer le quota de chasse annuellement (Environnement Canada, 2004). Au cours des prochaines années, ce quota pourra être révisé à la hausse ou à la baisse selon l'état du couvert de glace, la mortalité naturelle des phoques, les prises accidentelles et les conditions sur le marché. MPO a établi des parts distinctes pour les différentes régions, dont une allocation de 70 % à l'ouest de Terre-Neuve. Les chasseurs pourront également fixer les dates d'ouverture de la chasse convenant à leur région.

Un quota fixé à 15 individus a été octroyé aux chasseurs de Salluit (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers., 2007). Une partie de ce quota peut être capturée dans la baie Déception selon les années. Récemment, les captures ont toutes été faites près de Salluit (*Op. cit.*).

4.4.2.2 Baleine boréale

Bien que parfois présente dans la baie Déception, cette baleine n'y est pas chassée.

4.4.3 Autre chasse

Les morses occupent une niche étroite et leur répartition saisonnière est restreinte, ce qui les rend faciles à localiser pour les chasseurs et vulnérables aux changements environnementaux. À l'heure actuelle, la chasse est le principal facteur limitatif et la menace la plus réelle pour les morses de l'Atlantique au Canada. En comparaison, l'absorption de contaminants, le développement industriel, le bruit et le changement climatique représentent des menaces secondaires (COSEPAC, 2006). En raison de sa présence extrêmement rare dans la baie Déception, cette espèce n'y est pas chassée.

4.4.4 Pêche

La pêche a toujours constitué une activité permettant aux Inuits de survivre sous les latitudes nordiques. Selon les personnes rencontrées dans les villages de Salluit et Kangiqsujuaq lors des consultations publiques, réalisées en juillet et en août 2006, les principales espèces de poissons qui sont pêchés sont les suivantes :

- l'omble chevalier anadrome (rivière Déception) et cantonné en eau douce;
- le touladi (*Salvelinus namaycush*), présent uniquement en lac.

En fonction des masses consommées, l'omble chevalier se situe en second rang après le caribou, lorsque les populations sont abondantes. La pêche a principalement lieu au printemps, à l'été et au début de l'automne. Elle est pratiquée en eau douce, à la faveur des migrations de l'espèce ou pendant sa période d'alimentation estivale. Les Inuits pêcheraient également dans la baie Déception durant l'hiver (Locke, 1999 *in* GENIVAR, 2007).

4.4.5 Cueillette

Les mollusques, tels que le pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*) et la moule bleue (*Mytilus edulis*), sont récoltés près de Salluit, dans la baie Déception ainsi que près de Kangiqsujuaq pendant toute l'année. La récolte est toutefois plus importante durant l'automne et l'hiver, car les mollusques sont alors plus gros.

5 IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION

Ce chapitre porte sur la description des impacts associés au transport maritime sur les mammifères marins et les poissons ainsi que sur les activités traditionnelles Inuites. Les autres aspects sont couverts dans l'étude d'impact du Projet Nunavik Nickel (GENIVAR, 2007). Ce chapitre passe en revue les impacts acoustiques, physiques et cumulatifs du transport maritime sur les mammifères marins ainsi que les mesures d'atténuation proposées. Il se veut un complément d'information au chapitre 8.7.3.2 de l'étude d'impact du Projet Nunavik Nickel (GENIVAR, 2007). L'importance des impacts est revue à la lumière des informations nouvelles pour chacun des types d'impact à la fin des sous-sections respectives. Précisons que ce sont les impacts résiduels, après l'application des mesures d'atténuation, qui sont évalués en considérant une longue durée et une étendue régionale.

5.1 Mammifères marins

5.1.1 Impacts acoustiques

Pour simplifier la notation, toutes les mentions de sons sous-marins qui, normalement, doivent être notées en dB re 1 μPa @ 1 m seront simplifiées en dB uniquement. La section suivante explique cette notation.

5.1.1.1 Particularités des sons aériens et sous-marins

Cette section résume un article publié en 1998 qui faisait une mise au point sur le sujet (Chapman et Ellis, 1998). La mesure des sons aériens et sous-marins n'a pas la même base de référence même si, à première vue, elle utilise la même unité, soit le décibel (dB). Soulignons que le décibel est une échelle numérique logarithmique utilisée pour comparer des puissances et des intensités. Par exemple, 20 dB est un bruit dont l'intensité est 10 fois plus élevée que 10 dB, alors que 30 dB est 100 fois plus élevé que 10 dB.

Les principales différences dans les mesures des sons sont les suivantes : 1) les sons aériens sont mesurés à la réception et les sons sous-marins à l'émission; 2) la base de référence est différente, soit 20 μPa (micro Pascal) dans l'air et 1 μPa dans l'eau; 3) la distance de mesure est différente, soit une distance variable dans l'air et 1 m dans l'eau; 4) la mesure dans l'air est ajustée en fonction de sa perception par l'oreille humaine et exprimée en dB(A); 5) les signaux sous-marins (ex. : sonar) sont à bandes étroites et ils peuvent être inaudibles si cette fréquence n'est pas captée, ou par contre devenir particulièrement dérangeants si cette fréquence est captée par un animal, alors que les signaux aériens sont à larges bandes et elle passe par un filtre correspondant approximativement à la sensibilité de l'oreille humaine.

Enfin, si une comparaison veut être faite entre les deux types de sons, il faut les ramener à une échelle de mesure similaire. Par exemple, si un avion émet des sons à 120 dB, il faut apporter une correction par rapport à la distance (environ 500 m vs 1 m, soit environ 54 dB) et par rapport à la référence (20 μPa vs 1 μPa, soit 26 dB). Ainsi, un son de 120 dB dans l'air correspond à environ 200 dB dans l'eau.

Des exemples d'intensité de bruits sous-marins sont fournis à l'annexe 2. Soulignons que le bruit de fond en pleine mer est d'environ 120 dB et que les sons les plus intenses peuvent atteindre près de 300 dB (éruption volcanique). La même annexe présente également la distance d'exposition aux sons en fonction de la perte de propagation. Cette distance varie en fonction de la fréquence d'émission. Ainsi, les sons émis à hautes fréquences sont propagés beaucoup moins loin que ceux de basses fréquences. Ainsi, un son de 260 dB émis à 1000 Hz sera perçu à 180 dB à une distance de 100 m environ et, le même son émis à 1 Hz, sera perçu à 180 dB à une distance de 10 km.

5.1.1.2 Généralités

Avec l'intensification des activités humaines en mer depuis l'aire industrielle, les océans sont devenus très bruyants et le niveau de bruit ne cesse d'augmenter. Le transport maritime, l'exploration pétrolière « offshore », les activités militaires, la thermométrie acoustique et les pêcheries contribuent à l'augmentation du niveau sonore dans les océans. Les pétroliers, remorqueurs, cargos ou brise-glaces émettent des sons dans une bande de fréquences autour de 500 Hz (ACIA, 2005).

Les fréquences utilisées par les mammifères marins se retrouvent dans un large spectre. Ainsi, les baleines sont capables d'émettre de forts signaux à des fréquences aussi basses que 20 Hz (ACIA, 2005*)* et de réagir à de faibles fréquences d'échosondeurs par des comportements d'évitement marqués (Richardson *et al.,* 1995; Nachtigall *et al*., 1998 *in* WDCS Revue, 2004).

Les effets de la pollution sonore sur les mammifères marins inquiètent puisqu'ils dépendent des sons pour se diriger, s'alimenter, se reproduire et socialiser.

Lors de l'évaluation des impacts des bruits sous-marins associés à la navigation maritime de méthaniers dans le port de Gros Cacouna dans l'estuaire du St-Laurent (Carr *et al*., 2006), un niveau sonore de large bande égal ou supérieur à 180 dB a été déterminé comme niveau A de harcèlement, soit celui comportant un potentiel de blessure chez les cétacés. Chez les pinnipèdes, le niveau A de harcèlement a été établi à 190 dB considérant leur moins grande sensibilité au bruit. Un harcèlement de niveau B, établi à 160 dB, se définit comme celui pouvant provoquer une dégradation des modèles comportementaux (migration, allaitement, alimentation, reproduction, etc.), sans toutefois poser de risque de blessures. Ces niveaux de

« harcèlement » sont surtout associés aux bruits d'impact de forte intensité. Les navires constituent une source de bruits continue et autant les cétacés que les pinnipèdes commenceraient à être perturbés à des niveaux dépassant 120 dB. Il semblerait toutefois que les cétacés à dents comme les bélugas sont peu susceptibles de quitter le secteur affecté si le niveau sonore global est inférieur à 140 dB, et ce, même si la source de bruit est prolongée ou répétée (Richardson *et al.*, 1995). D'ailleurs, dans son rapport d'analyse du projet d'implantation du terminal méthanier Énergie Cacouna, le BAPE (2006) retient un niveau de 120 dB pour évaluer les comportements possibles d'évitement et d'interférence avec la communication chez les mammifères marins et des seuils de 140 et 180 dB pour des risques de dommages à l'audition pour des expositions prolongées et de courte durée, respectivement.

Les principales sources de bruit en provenance d'un navire proviennent du mouvement des hélices et des machines de propulsion. Les navires à fort tonnage émettent des bruits à basses fréquences (< 1000 Hz), en raison de la faible vitesse de leurs hélices, dans une gamme sonore de 170 à 190 dB. Le bruit de cavitation des hélices et d'écoulement peut toutefois atteindre plusieurs kilohertz. Les bruits à hautes fréquences voyagent cependant moins loin dans l'eau. En effet, plus la fréquence des sons émis est basse (comme celle des navires), plus la distance de propagation des sons est grande, quelle que soit l'intensité (en dB) de la source sonore.

En se basant sur le modèle proposé dans l'étude de l'IFREMER (2007, voir annexe 2), il est possible d'évaluer sommairement la distance maximale d'exposition des mammifères marins en fonction de la perte de propagation du son émis par les navires. Par exemple, la distance à laquelle un cétacé perçoit les signaux émis par une source sonore de 10 kHz à 190 dB à des niveaux compris entre 160 et 180 dB est de 30 m ou moins. Autrement dit, un cétacé subirait un « harcèlement » de niveaux A ou B seulement s'il est situé à moins de 30 m du brise-glaces.

À un seuil récepteur de 120 dB, un cétacé se trouvant à une distance de l'ordre de 2 km et moins d'un brise-glaces pourrait néanmoins être affecté par le bruit. À un tel niveau de bruit, les mammifères marins n'auront cependant pas tendance à quitter la baie Déception, et ce, d'autant plus qu'un passage dans la baie durant la période libre de glace ne nécessite qu'environ 2 heures.

5.1.1.3 Impact sur le béluga

Les bélugas utilisent les hautes fréquences (2 à 6 kHz) pour communiquer et ont une sensibilité auditive à 130 dB[9] à 100 Hz (Richardson *et al.,* 1995; Simmonds *et al.,* 2003 *in* UQCN,[10] 2003). Même s'ils sont majoritairement de basses fréquences, les bruits sous-marins anthropiques peuvent néanmoins provoquer un effet de masque pouvant nuire à l'écholocation et à la communication entre les bélugas.

Un signal à la source de 214 dB à 10 kHz et plus, émis par les sonars militaires et lors des études sismiques, peut être entendu par un béluga jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres (Richardson *et al.,* 1995; Scheifele, 1998). À cette intensité sonore, la sensibilité auditive de ces cétacés est accrue (Au *et al.* 1997; Kastelein *et al.* 1997; Ridgeway *et al.* 1997, *in* WDCS Revue, 2004). Une étude menée depuis 2000 par le Centre de recherche du Nunavik dans la baie d'Hudson révèle également que les bélugas entendent les navires à plus de 1 500 m (Société Makivik, 2001, *in* CEMAM[11], 2006). Ils sont particulièrement sensibles au bruit du trafic maritime impliquant des gros navires. Ce trafic serait très intense dans la zone fermée de la passe *Nastapoka* sur la côte est de la baie d'Hudson. Cet endroit concentrerait le bruit des navires, amplifiant ainsi l'effet de perturbation. Les bélugas modifieraient alors significativement leurs comportements en réaction au bruit des bateaux en changeant leur trajectoire par rapport à la source sonore au cours de leur migration (CEMAM, 2006).

Le comportement vocal des bélugas peut être significativement altéré lorsque ceux-ci sont exposés au bruit des brise-glaces et des gros navires (Findley *et al.,* 1990) car les niveaux sonores qu'ils émettent, à une distance de 45 à 60 km, sont de 94 - 105 dB, sur une large bande de fréquences (entre 20 Hz à 1 kHz).

Les répercussions observées par Findley *et al.* (1990) se résument alors ainsi :

- les mammifères émettent des cris d'alarme lorsque les bateaux sont à 80 km;
- ils adoptent un comportement d'évitement lorsque les bateaux sont à 55 km de distance en moyenne et peuvent rester éloignés pendant au moins 2 jours;
- l'intégrité du groupe est modifiée; les individus changent leur comportement de remontée en surface et de plongée.

9 La sensibilité auditive correspond au niveau sonore optimal de communication et d'écoute des bélugas alors que le seuil auditif est l'intensité minimale à laquelle le béluga perçoit le son, soit 40 dB pour le béluga.
10 Union québécoise pour la conservation de la nature.
11 Centre d'Expertise sur les Mammifères Marins.

La modification du comportement vocal de ces animaux pour contourner la pollution sonore du trafic maritime tend à diminuer leurs capacités à trouver de la nourriture, à s'orienter et à communiquer avec leurs congénères. La transformation des chants serait en fait une tactique pour réduire la dégradation du signal par le trafic maritime et augmenter la probabilité de sa réception entre individus du même groupe. Certaines espèces de cétacés cessent ainsi de vocaliser pendant quelques heures, voire quelques jours, quand ils sont exposés à des sons répétés de basses fréquences produits par le trafic maritime (Findley *et al.*, 1990; Lesage *et al.*, 1999). De telles perturbations ne s'observent généralement qu'à l'intérieur de zones où le trafic maritime est intense comme dans les ports de Nain, Mary's Harbour, Goose Bay ou Cartwright[12] (VBNC, 1997). Ces régions, situées le long de la côte du Labrador, offrent un milieu aquatique très productif recherché par les bélugas, les phoques annelés et du Groenland (CEMAM, 2006).

5.1.1.4 Impact sur la baleine boréale

Des changements de comportement ont également été observés sur des baleines boréales qui s'étaient éloignées de plus de 30 km d'une source sonore d'intensité comprise entre 107 et 126 dB (Richardson 1999). Les impacts potentiels impliquent surtout la communication entre les individus, mais aussi la détection des proies, l'évitement des prédateurs et le maintien du lien entre les femelles et leur nouveau-né. Ce lien mère-petit constitue l'une des interactions sociales les plus importantes chez les mammifères marins. Un petit peut rester près de sa mère pendant plus de 10 ans. Durant cette période, les jeunes apprennent les éléments essentiels à leur survie, tels que chasser et socialiser, communiquer pour rester en cohésion avec le groupe et pour se reproduire (WDCS, 2004).

5.1.1.5 Impact sur les phoques

Des études ont été menées par la VBNC[13] (ACÉE, 1998), dans la région de Landscape au Labrador sur les aires de mise bas des phoques situées à proximité des voies de navigation, dans les baies intérieures et sur les îles situées à proximité des infrastructures portuaires. Ces études indiquent que les phoques annelés sont capables de détecter le bruit dans l'eau à une distance de plusieurs dizaines de kilomètres de la source. À une distance de 500 à 700 m du navire, ils adoptent un comportement d'évitement. À moins de 100 m d'un navire se déplaçant dans les glaces, les individus peuvent éprouver une diminution temporaire de la sensibilité auditive. Chez ces pinnipèdes, la sensibilité auditive est maximale à des fréquences inférieures à 1 000 Hz (UQCN, 2003).

12 En 1996, 2 700 navires ont transité dans les 14 ports du Labrador.
13 Voisey's Bay Nickel Company

Plusieurs études s'accordent sur l'effet des pulsations sonores supérieures à 190 dB émis lors de fonçage de palplanches. Des changements de comportement à court terme des phoques annelés en réponse à ces perturbations sonores comprennent une réaction temporaire de déplacement et une réception amoindrie des signaux en raison de l'effet de masque (Harris *et al.,* 2001; Moulton *et al.,* 2002 *in* Blackwell *et al.,* 2004).

Blackwell *et al*. (2004) ont montré que ces activités de construction n'exposaient pas les phoques annelés de l'île de Northstar (Alaska) à une nuisance sonore de plus de 190 dB, limite définie par le NMFS[14] (2000). Les individus de cette zone étaient cependant « habitués » aux activités industrielles.

Par ailleurs, il est important de préciser que la longévité des individus, le faible taux de reproduction et l'importance des grandes migrations des phoques annelés rendent difficile l'étude à long terme des impacts sonores d'origine anthropique.

5.1.1.6 Mesures d'atténuation

Les principales mesures d'atténuation proposées pour réduire le bruit de la circulation maritime dans la baie Déception sont les suivantes :

- CRI s'assurera, dans la mesure du possible et de la disponibilité des bateaux, que ceux qui desserviront son complexe minier soient munis d'hélices conçues pour réduire la cavitation, afin de minimiser les bulles d'air qui attirent les mammifères marins et le bruit produit lors des déplacements;

- la vitesse maximale de déplacement ne devra pas excéder 7 nœuds. Cette limitation réduira la puissance requise par les moteurs du bateau et, par conséquent, le niveau de bruit;

- il n'y aura que deux voyages effectués en période de glace, à moins d'ententes négociées avec la communauté de Salluit, ce qui réduira le niveau de bruit qui est plus élevé lorsque le passage du bateau doit se faire en brisant la glace.

5.1.1.7 Valeur globale des impacts acoustiques sur les mammifères marins

Tel que discuté précédemment, le bruit associé au trafic maritime intense représente une source réelle de dérangement pour les mammifères marins. L'augmentation du trafic maritime dans la baie Déception augmentera la fréquence des perturbations sur la communication des mammifères marins et sur leurs activités quotidiennes.

14 National Marine Fisheries Service, USA.

Cependant, en considérant que la circulation maritime actuelle (une quinzaine de voyages par année) et projetée (une trentaine de voyages par année) dans la baie Déception ne représentera pas d'ici 2012 plus de 3 %[15] du trafic observé au Labrador en 1996, l'augmentation du trafic ne présente pas de réelles menaces sur les mammifères marins comparativement aux zones portuaires intensément utilisées.

Considérant le faible nombre de navires qui emprunteront la baie Déception et la limitation de leur vitesse, la fréquence et l'intensité du niveau de bruit seront atténuées. D'ailleurs, les Inuits qui fréquentent la baie Déception depuis plusieurs années n'ont pas remarqué de modification perceptible de comportement chez les mammifères marins depuis la reprise des activités portuaires au début des années 1990. L'augmentation du trafic maritime avec le Projet Nunavik Nickel contribuera certes à amplifier le niveau de perturbation sonore dans la baie Déception, mais il demeurera bien en deçà des niveaux présents dans de nombreux corridors maritimes où cohabitent des populations de mammifères marins. Par conséquent, l'impact des bruits sous-marins associés au transport maritime dans la baie Déception sera de faible importance même avec l'augmentation anticipée du trafic maritime.

5.1.2 Impacts physiques

Il existe un risque de collisions entre les navires et les mammifères marins. Certes, le trafic dans la baie Déception est très minime, comparativement aux 2700 déplacements de bateaux recensés en 1996 dans les ports du Labrador (VBNC, 1997). Par ailleurs, les navires empruntant la baie Déception ne se déplacent pas à plus de 7 nœuds durant la période libre de glaces, ce qui réduit considérablement les risques de collision avec un mammifère marin.

La plupart du temps, les mammifères marins frappés par des bateaux ne sont pas vus avant la collision ou ne sont aperçus qu'au dernier moment. Les stratégies d'évitement peuvent donc s'avérer inefficaces pour les grands navires qui sont peu manœuvrables. La plupart des blessures graves ou mortelles sont causées par des navires d'une longueur d'au moins 80 m et par d'autres se déplaçant à au moins 14 nœuds (Laist *et al.*, 2001).

Les mammifères marins sont pourtant capables de réagir rapidement au danger, mais dans certaines situations ils sont moins alertes, comme lorsqu'ils dorment ou se reposent à la surface, mangent, allaitent leur petit ou se reproduisent. S'ils sont surpris par un navire, ils n'ont pas toujours le temps de réagir ou de se déplacer, particulièrement les espèces les plus lentes comme les petits rorquals. Ces derniers,

15 Données calculées à partir d'information du Projet Voisey's Bay (VBNC, 1997, Section 1.1).

lorsqu'ils s'alimentent en surface, peuvent être facilement approchés et ne pas se rendre compte de la présence du bateau (Horwood, 1981). En effet, le niveau sonore du milieu marin est atténué près de la surface comparativement aux grandes profondeurs. Comme le rappelle Hammill *et al*. (2001), ce phénomène est dû à la réverbération des ondes sonores par la surface de l'eau et le fond marin (effet miroir *Lloyd*). Ainsi, lorsque les mammifères marins sont en surface, en alimentation ou en phase de repos, les navires en approche ne sont pas nécessairement détectés (Terhune et Verboom, 1999), ce qui peut augmenter les risques de collision.

Ce sont généralement les espèces de mammifères marins les plus élancés, tels que les rorquals, qui se font parfois prendre par l'étrave d'un navire. Ils se font alors transporter sur une certaine distance jusqu'à ce que l'équipage se rende compte de la situation ou que le navire ralentisse, généralement à l'arrivée au port.

La faible proportion de bélugas provenant des stocks des baies d'Hudson et d'Ungava qui vient s'alimenter en été dans la baie peut aussi se trouver exposée à de tels impacts physiques.

En ce qui concerne les phoques, les collisions sont plus susceptibles de survenir lors de la mise bas et de l'allaitement. À cet égard, ce sont les phoques annelés qui sont les plus à risque puisqu'ils préfèrent aménager leur tanière dans les zones de glace plus accidentées. Ce type d'habitat se retrouve surtout à l'entrée de la baie. Les brise-glaces passent sur ces aires de mise bas et d'allaitement. Toutefois, le taux d'animaux touchés est vraisemblablement très bas par rapport à la densité de la population présente dans la région en considérant toute la superficie disponible. De plus, aucune mention d'une telle occurrence n'a été rapportée par les chasseurs (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers., 2007). Cependant, comme les individus touchés sont surtout des femelles ou des petits, les probabilités d'affecter le succès reproducteur à long terme sont plus grandes.

5.1.2.1 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation proposées pour réduire l'impact physique sur les mammifères marins par la circulation maritime dans la baie Déception sont les suivantes :

- la vitesse maximale de déplacement ne devra pas excéder 7 nœuds. À cette vitesse, les mammifères marins ont plus de temps pour réagir à l'approche d'un navire;

- il n'y aura que 2 voyages effectués en période de glace, à moins d'ententes négociées avec la communauté de Salluit, ce qui réduira la fréquence de perturbation de la glace;

- la suspension du transport maritime entre la mi-mars et la mi-juin, qui englobe la période durant laquelle les phoques sont concentrés sur la banquise pour la mise bas et l'allaitement des jeunes;

- les navires emprunteront toujours le même parcours, à l'aller et au retour, soit celui utilisé par les bateaux naviguant pour Xstrata (carte 1). Ce parcours longe la rive de la baie dans sa portion plus étroite, ce qui permet de maintenir une grande superficie de banquise intacte.

5.1.2.2 Valeur globale des impacts physiques sur les mammifères marins

Il est difficile d'appréhender l'importance et les répercussions des collisions sur les populations en absence d'évaluation précise de leur abondance. Toutefois, l'expérience du MV Arctic montre qu'une limitation de la vitesse de passage des navires dans la baie Déception à 7 nœuds est une mesure efficace et facilement applicable. D'ailleurs, aucune collision n'a été répertoriée jusqu'à présent dans la baie Déception après une quinzaine d'années d'exploitation de la mine de Raglan.

La faible fréquence projetée des navires de CRI qui emprunteront la baie Déception (environ deux voyages par mois) et la réduction de la vitesse à 7 nœuds contribueront à limiter les risques de collision avec les mammifères marins. Cet évènement pourrait se produire, mais demeurerait une source de mortalité négligeable très peu susceptible d'affecter la dynamique des populations. L'impact du transport maritime au niveau des collisions avec les mammifères marins est donc de faible importance.

5.1.3 Impacts sur le maintien de la banquise

Le passage des navires en période de couvert de glace perturbe la banquise de la baie Déception, en la morcelant, principalement au printemps lorsque la reprise de la glace est plus lente. Le maintien du couvert de glace est essentiel pour les diverses espèces de phoque qui l'utilise comme habitat de mise bas et d'allaitement des nouveau-nés.

5.1.3.1 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation proposées pour réduire l'impact du passage des bateaux sur le maintien de la banquise dans la baie Déception sont les suivantes :

- il n'y aura que 2 voyages effectués en période de glace, à moins d'ententes négociées avec la communauté de Salluit, ce qui réduira la fréquence de perturbation de la glace;

- la suspension du transport maritime entre la mi-mars et la mi-juin, qui couvre la période durant laquelle les phoques sont concentrés sur la banquise pour la mise bas et l'allaitement des jeunes;

- la vitesse maximale de déplacement ne devra pas excéder 7 nœuds. À cette vitesse, le sillon derrière le bateau est minimal;

- les navires emprunteront toujours le même parcours, à l'aller et au retour, soit celui utilisé par les bateaux naviguant pour Xstrata (carte 1). Ce parcours longe la rive de la baie dans sa portion plus étroite, ce qui permet de maintenir une grande superficie de banquise intacte;

- les navires feront un tracé en forme de « s », comme les bateaux naviguant pour Xstrata, ce qui limite le fractionnement de la glace lors des passages (Roche et Canarctic, 1993).

En effet, en empruntant un virage en 1991, nécessaire en raison des eaux peu profondes vis-à-vis de Pointe Noire (carte 1), le MV Arctic a permis de créer un fractionnement efficace, emboitant les morceaux de glace en « casse-tête » et évitant de morceler prématurément la banquise (Roche et Canarctic, 1993). Ainsi, le virage naturel emprunté en parcourant dans la baie un « S » (photo 9, annexe 1) avait permis de ne pas altérer de façon significative ni la forme ni la chronologie du fractionnement de la banquise dans la baie Déception.

L'étendue réduite de la baie Déception, la fonte des glaces *in situ* (Lapp *et al.,* 1991) et l'absence de courants forts pouvant faciliter le détachement de la banquise côtière (Roche, 1992b) sont des conditions océanographiques favorables au choix de ce type de parcours. L'expérience acquise permet de mettre à profit l'utilisation de ce parcours naturel de navigation.

Par ailleurs, en adoptant une vitesse maximale de déplacement de 7 nœuds (13 km/h) lors de son passage, le navire a créé un sillon étroit.

5.1.3.2 Valeur globale des impacts sur le maintien de la banquise pour les mammifères marins

Considérant que les mesures d'atténuation pratiquées par Xstrata seront systématiquement appliquées par CRI, elles permettront de réduire au minimum les impacts du passage des bateaux en période de couvert de glace comme il a été observé en 1991 (Roche et Canarctic, 1993). L'impact du passage supplémentaire de navires sur le couvert de glace est donc de faible importance.

5.1.4 Impacts cumulatifs

Les changements climatiques risquent d'affecter les populations de mammifères marins en modifiant leur habitat et leur accès aux ressources alimentaires.

Les mammifères marins utilisent une vaste gamme de stratégies de survie et ont des exigences particulières en matière d'habitat, afin de s'alimenter, d'hiverner, de se reproduire, d'éviter la prédation et de faciliter leur migration (CEMAM, 2006). Les régions côtières et les habitats estuariens et d'eau douce, utilisés par les espèces marines, vont probablement subir des augmentations marquées de température dans les années à venir (ACIA, 2005). Les changements liés à la répartition de la banquise, à la qualité des habitats et à la dynamique proie-prédateurs pourraient créer des modifications significatives sur le mode de vie des mammifères marins, leurs périodes et leurs routes migratoires actuelles. À l'heure actuelle, l'altération des lieux de reproduction et d'accès à la nourriture sont certainement les principaux éléments conduisant aux changements des schémas de migration.

Les mammifères marins sont certes très bien adaptés aux fluctuations extrêmes du climat et en dépendent pour certaines espèces (Friedlaender *et al.,* 2007). Leurs réponses aux changements climatiques sont cependant souvent spécifiques, et varient d'une espèce à l'autre. Dans ce contexte, il apparaît essentiel de considérer les effets du trafic maritime. Bien que très peu développé pour le moment au sein de la baie Déception, le transport maritime sur les glaces de mer peut accentuer la transformation de ces habitats en modifiant la surface de glace ou en créant des chenaux temporaires. C'est l'habitat du phoque annelé dans les glaces de rive qui risque le plus d'être affecté (SENES, 2005) puisque cette espèce dépend de la surface de banquise disponible pour mettre bas et élever ses petits (Johnston *et al.,* 2005; Lavigne, 2006; Friedlaender *et al.,* 2007).

Cependant, comme les cargos empruntent toujours la même voie de navigation (carte 1), n'affectant ainsi qu'une très faible proportion de la banquise de la baie Déception, il est très peu probable que la modification du couvert de glace affecte significativement l'habitat de mise bas et d'allaitement des nouveau-nés, et ce, d'autant plus qu'il ne faut que quelques heures pour que la glace ne se reforme après le passage d'un navire durant l'hiver. De plus, la suspension du transport maritime entre la mi-mars et la mi-juin coïncide couvre la période durant laquelle les phoques sont concentrés sur la banquise pour la mise bas. Ainsi, cette période critique de leur cycle vital pourra se dérouler sans plus de perturbation.

Les scientifiques observent que la réduction de la banquise s'intensifie depuis quelques années. Il a été montré que cette réduction diminue le succès de reproduction des phoques adultes, augmente la mortalité des petits et entraîne des changements dans la disponibilité des ressources pour les petits sevrés

(Friedlaender, et *al.,* 2007). La modification de l'habitat à long terme risque de changer la distribution des mammifères marins, particulièrement des phoques vivant sur la glace. Les changements de leurs habitats pourront soit réduire leur effectif ou les forcer à s'étendre plus au nord, là où l'océan est moins productif.

Par ailleurs, les réponses apportées à court terme, telles que le départ instantané des aires de reproduction et d'alimentation, suggèrent que la répétition du bruit, comme celui émis par une hélice de bateau, pourrait avoir des effets cumulatifs et négatifs sur les mammifères marins (Richardson *et al*., 1991, in WDCS Revue). Les interférences acoustiques occasionnées par la circulation maritime modifient significativement les comportements de socialisation et de reproduction (Richardson *et al.,* 1995, Popper *et al*., 2000). Une telle modification sonore de l'environnement peut causer des mouvements de fuite et entraîner la séparation des mères et de leurs petits. Si les femelles accompagnées de leurs petits sont amenées à quitter de façon récurrente les aires de reproduction, les nouveau-nés deviennent vulnérables à l'épuisement et à la prédation (McCauley *et al.,* 2000a,b).

Dans la baie Déception, les Inuits n'ont pas remarqué de modification du comportement lors du passage des vaisseaux, à l'exception d'un regroupement temporaire dans le sillage remarqué par les chasseurs (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers., 2007). Une étude a d'ailleurs montré que la densité de trous d'air de phoques est plus élevée dans le sillon regelé d'un brise-glaces que dans le couvert de glace environnant (Alliston, 1980 *in* Mansfield, 1983). L'effet de l'augmentation de la fréquence de ces passages est toutefois indéterminé.

En somme, les zones fréquentées par les mammifères marins seraient altérées par :

- les changements liés à moyen et long terme au réchauffement climatique;
- les risques de collision avec les bateaux;
- le bruit produit par le trafic maritime;
- les niveaux croissants du bruit de fond océanique, du moins à court terme (Gregr *et al*, 2006).

La somme des trois types de nuisance (acoustique, physique et climatique) associés au trafic maritime est donc susceptible d'affecter à long terme l'écologie des mammifères marins fréquentant la baie Déception. Les voies de navigation doivent donc être surveillées afin de savoir si le trafic maritime, en modifiant ne serait-ce que temporairement la banquise, peut altérer à long terme les sites de reproduction du phoque annelé. Rappelons toutefois que la circulation maritime sera évitée autant que possible entre la mi-mars et la mi-juin.

Dans la baie Déception, l'impact cumulatif à court terme concerne d'abord l'augmentation du trafic maritime associé au ravitaillement et à l'exportation des concentrés de métaux du Projet Nunavik Nickel. En phase d'exploitation, la navigation maritime doublera passant d'une quinzaine de voyages à un peu moins d'une trentaine annuellement. Malgré cette augmentation, la fréquence des voyages sera seulement de l'ordre de quatre bateaux par mois durant la période libre de glaces. Avec un si faible trafic, il y aura plusieurs périodes où les mammifères marins ne seront pas dérangés étant donné qu'un passage dans la baie ne demande que 2 à 8 heures (sans *vs* avec glace). Le caractère intermittent de la navigation et la réduction de la vitesse des navires (diminution de l'intensité du bruit) n'affecteront pas significativement les conditions propices au maintien des populations de mammifères marins qui fréquentent la baie Déception. Par conséquent, l'impact cumulatif du transport maritime sur les mammifères marins fréquentant la baie Déception est jugé de faible importance.

5.2 Poissons

Contrairement aux mammifères marins, les poissons ne sont pas soumis à un risque de collision. La principale source d'impact concerne donc le dérangement des poissons par l'effet des bruits sous-marins. Le comportement de fuite adopté par les poissons semble leur permettre d'éviter les zones à proximité des sources sonores qui causeraient d'éventuels dommages physiques (BAPE[16], 2004). Les effets les plus susceptibles de se produire sont des changements dans le comportement de nage (vitesse et direction), dans la distribution verticale ou dans la répartition horizontale.

Le bruit et le dérangement occasionnent une augmentation de l'activité des glandes qui produisent les hormones du stress (Welch and Welch 1970, *in* WDCS Revue, 2004). Les augmentations de ces taux d'hormones sont habituellement associées aux changements comportementaux tels que la modification subite et intense de la respiration ou la modification du comportement social. Cependant, les bruits stressants peuvent être présents sans occasionner nécessairement des changements évidents de comportement (Thomas *et al.* 1990, *in* WDCS Revue, 2004).

À des niveaux sonores compris entre 160 et 180 dB, seuls des comportements d'évitement sont généralement observés (BAPE, 2004). À des niveaux supérieurs à 180 dB, certains poissons exposés pendant une longue période peuvent ressentir des effets physiologiques. La réduction de la vitesse des bateaux dans la baie Déception contribuera certainement à réduire le niveau d'intensité sonore à des niveaux peu susceptibles d'affecter la physiologie des poissons.

16 Bureau d'audiences publiques sur l'environnement.

Les poissons sont sans contredit moins sensibles aux bruits sous-marins que les mammifères marins. La réduction de la vitesse des navires dans la baie Déception contribuera à limiter l'intensité et la propagation des sons dans le milieu aquatique, de sorte que les effets se limiteront à une perturbation temporaire de leurs activités. Considérant que le trafic maritime demeurera occasionnel (environ 4 voyages par mois), aucun changement dans l'abondance et dans la distribution des populations de poissons de la baie Déception n'est à prévoir. L'impact du transport maritime sur les poissons est donc considéré de faible importance.

5.3 Impacts sur les activités traditionnelles Inuites

Le secteur de la baie Déception représente une source importante de nourriture pour les Inuits du village de Salluit. Or, le passage d'un bateau en période de glace compromet temporairement l'accessibilité de certains lieux au printemps puisqu'un sillon est creusé diagonalement de l'embouchure de la baie jusqu'au quai, coupant ainsi la route empruntée par les motoneigistes venant de Salluit. Dans ce cas, l'unique route alternative pour accéder à la rive est de la baie Déception implique un détour d'environ 40 km (Don Cameron, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers., 2007).

De plus, le passage du brise-glaces peut modifier le système naturel de fractionnement des glaces, causant une débâcle prématurée du couvert de glace annuel.

En dehors de la période avec couvert de glaces, les impacts sur les activités traditionnelles Inuites se limitent aux bruits et à une perturbation temporaire de la faune.

5.3.1 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation proposées pour réduire l'impact du passage des bateaux sur les activités traditionnelles Inuites dans la baie Déception sont les suivantes :

- il n'y aura que 2 voyages effectués en période de glace, à moins d'ententes négociées avec la communauté de Salluit, ce qui réduira la fréquence de perturbation de la glace;

- la suspension du transport maritime entre la mi-mars et la mi-juin, qui couvre la période durant laquelle les phoques sont concentrés sur la banquise et chassés par les Inuits;

- la vitesse maximale de déplacement ne devra pas excéder 7 nœuds. À cette vitesse, le sillon derrière le bateau est minimal et la reprise de la glace accélérée;

- les navires feront un tracé en forme de « s », comme les bateaux naviguant pour Xstrata, ce qui permet d'éviter une amplification du fractionnement de la glace lors des passages afin de maintenir le couvert de glace;

- les navires emprunteront toujours le même parcours, à l'aller et au retour, soit celui utilisé par les bateaux naviguant pour Xstrata (carte 1). Ce parcours longe la rive de la baie dans sa portion plus étroite, ce qui permet de maintenir une grande superficie de banquise intacte et augmente la sécurité car les Inuits sont informés de ce parcours;

- informer la communauté afin de prévenir les risques liés à l'ouverture du couvert de glace et de minimiser les conséquences potentielles sur les activités de chasse et de pêche. Ce programme est à détailler, mais il comprendra des moyens de communication instantanée (téléphones satellites), un calendrier de navigation et l'accès à un site internet regroupant l'information;

- entretenir au besoin un deuxième pont de glace plus en aval, à la hauteur de Pointe Noire, ce qui réduira grandement le détour pour les motoneigistes. Ce pont sera entretenu par un personnel Inuit qualifié. Des panneaux de signalisation seront mis en place pour identifier la zone avant et après le pont de glace. Des exemples sont fournis à l'annexe 1 (photos 10 à 12).

Il est nécessaire de maintenir une étroite collaboration entre Xstrata et CRI afin d'harmoniser la circulation maritime dans la baie Déception. Ils devront fournir leur calendrier respectif afin d'éviter les risques inutiles de collision et de s'assurer qu'il n'y ait pas de conflit dans l'utilisation du chenal préférentiel en période de glace (ex. : rencontre de deux navires circulant en direction opposée). Cette collaboration pourrait s'étendre à l'entretien des ponts de glace (partage des ressources Inuites).

5.3.2 Valeur globale des impacts sur les activités traditionnelles Inuites

Considérant que les activités traditionnelles pourront continuer de se dérouler même avec l'augmentation anticipée du trafic maritime dans la baie Déception, que la principale nuisance est associée à une coupure temporaire de l'accès à la baie en motoneige entre décembre et la mi-mars et compte tenu des mesures d'atténuation qui seront mises en place, l'impact du transport maritime sur les activités traditionnelles Inuites est jugé de faible importance.

Enfin, il importe de rappeler que les nuisances des activités maritimes sur les activités de chasse et de pêche Inuites seront, de plus, compensées par le partage des retombées du Projet Nunavik Nickel qui sera inclus dans un « Impact Benefit Agreement ».

6 OPÉRATIONS COURANTES ET PLAN D'URGENCE

Le présent chapitre résume les opérations courantes pouvant générer des sources de pollution, détaille les risques associés au transport maritime dans la baie Déception et les scénarios de dommage accidentel, puis présente les mesures qui seront prises pour nettoyer en cas d'accidents, les équipements et ressources prévus sur les lieux ainsi qu'un plan d'urgence.

6.1 Source de pollution par les opérations courantes

Les opérations courantes pouvant générer des sources de pollution sont principalement celles associées à la manutention du concentré, des produits pétroliers, du cargo et des eaux de ballast.

Plusieurs des risques de pollution associés aux opérations courantes sont traités dans la section 4.12 de l'étude d'impact (GENIVAR, 2007) qui décrit les infrastructures portuaires du projet. La présente section est donc tirée de cette section de l'étude bien que des ajouts aient été faits pour couvrir certains risques non traités dans l'étude d'impact, à savoir les risques associés aux opérations courantes des bateaux (6.1.3).

6.1.1 Infrastructures terrestres

Entrepôt des concentrés de métaux

Lors du transfert du concentré de l'entrepôt au navire, il sera récupéré par une chargeuse et un premier convoyeur mobile. Des échantillons de concentrés seront prélevés à même le convoyeur. Par la suite, le concentré sera transféré de ce convoyeur sur un autre convoyeur de même capacité. Ce transfert se fera à l'intérieur de l'entrepôt dans une galerie tubulaire supportée par une structure arquée en acier et muni d'un dépoussiéreur. Une balance avec une chaîne de calibrage et une structure de support sera installée sur ce convoyeur. Ce dernier acheminera le concentré au dernier convoyeur alimentant le bateau. Un autre dépoussiéreur est prévu à la jonction des convoyeurs. Tous les convoyeurs extérieurs seront recouverts de toile et équipés d'un système de protection contre les incendies.

Entreposage et distribution de carburants

À partir du pétrolier, le diesel sera acheminé aux réservoirs au moyen d'une conduite longeant le quai et reliée au système de transbordement du quai. Le système sera constitué d'équipements standards et flexibles pouvant se raccorder au pétrolier et pouvant suivre le mouvement des marées et du roulis du bateau. Le bras de déchargement sera aussi équipé d'un système de déconnexion automatique appelé PERC (*Powered emergency release coupling*). Ce système permet d'isoler le navire

des bras de déchargement et de découpler ceux-ci automatiquement en cas d'allongement excessif du bras de déchargement. Une alarme de position est alors déclenchée pour prévenir le personnel que le navire s'est déplacé au-delà d'une certaine limite. Avec un tel scénario, le déversement de produits pétroliers serait alors limité à un maximum de 35 litres.

6.1.2 Infrastructures maritimes (quai)

Le convoyeur installé sur le quai et alimentant le minéralier se terminera par un bras rétractable aménagé à une hauteur de 13 m. Ce bras permettra de déverser le concentré dans la cale du navire au moyen d'une chute recouverte et rétractable. Il sera muni d'un système de pesée et d'échantillonnage des concentrés. Sa capacité est de 1 000 t/h quoique les mouvements du navire (vagues, vents) ne devraient permettre qu'un rendement moyen de 500 t/h.

Les conteneurs transbordés du navire au quai seront manipulés avec les équipements du navire et avec une grue mobile de 200 t. Ensuite, des chariots élévateurs à fourche prendront le relais pour acheminer le chargement dans les camions ou l'entrepôt.

6.1.3 Infrastructures maritimes (bateaux)

La gestion des eaux de ballast n'a pas été traitée dans l'étude d'impact. Or, l'utilisation de ces eaux de ballast est essentielle aux opérations des navires et il faut s'attendre à ce que ceux-ci les déversent en mer près du quai de Baie Déception. Il est reconnu que cette opération peut occasionner divers types de pollution, surtout si les navires proviennent d'outre-mer, ce qui est susceptible de se produire pour la flotte utilisée par CRI. La source de pollution la plus préoccupante pouvant potentiellement accompagner la décharge des eaux de ballast consiste en des organismes, des bactéries et divers effluents présents dans le ballast avant qu'il ne soit pris à bord par le bateau. Il est possible de réduire considérablement cette source potentielle de pollution en s'assurant que tous les navires devant décharger leur ballast à baie Déception l'ait préalablement rempli dans un site où l'eau est propre et dépourvue d'organismes qui pourraient être nuisibles. Une règlementation existe à cet égard (Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast – DORS/2006-129) issue de la *Loi sur la Marine marchande au Canada* et CRI s'y conformera.

Un autre point n'ayant pas été traité dans l'étude d'impact concerne les risques de pollution par les opérations courantes se déroulant à bord des navires. Ainsi, bien que les eaux usées puissent être rejetées d'un navire, cette pratique ne devrait pas être mise de l'avant lorsqu'un navire est dans un espace d'eau clos. Les navires accostant à baie Déception devront donc être équipés d'installations de traitement ou de stockage des eaux usées fonctionnelles.

De plus, mentionnons que les opérations de transfert de carburant entre les différentes soutes d'un navire ne devront pas se faire lorsque les navires sont dans la baie. De cette manière, il sera possible de réduire les risques associés à un déversement accidentel pouvant survenir lors de cette manœuvre.

6.1.4 Systèmes de sécurité

Un système d'incendie avec pompes sera installé au quai pour éteindre d'éventuels feux pouvant survenir dans l'entrepôt des concentrés et les réservoirs de carburant. De plus un système de mousse sera installé dans le bâtiment de matières dangereuses. Les pompes devront fonctionner par temps très froid et avec de l'eau salée. Un équipement de protection contre le feu sera aussi ajouté autour des réservoirs de carburant. Des équipements de récupération de carburant en mer (estacades absorbantes, bateaux pneumatiques et moteurs, etc.) seront aussi disponibles.

6.2 Facteurs particuliers de risque à la baie Déception

Il est à noter que les risques identifiés ne menacent pas la sécurité des Inuits ou des infrastructures publiques puisque le port de la baie Déception, qui sera utilisé pour le projet, se situe à près de 49 km de Salluit – le village le plus proche.

Par ailleurs, la baie Déception présente peu de caractéristiques pouvant favoriser des accidents en mer (absence de haut-fond, faible trafic maritime, etc.). De plus, la bonne connaissance du trajet à emprunter (couloir identifié sur carte marine et amers indiquant les axes en rive, voir section 3.3) ainsi que la rareté des obstacles à la navigation dans la baie devraient cependant limiter grandement les risques d'accidents. Les risques occasionnés par le climat seront grandement atténués puisque des conditions climatiques similaires sont fréquemment rencontrés dans le fleuve Saint-Laurent ainsi que sur la côte Est canadienne, des endroits où les navires ont l'habitude de circuler. Toutefois, une coordination devra être réalisée entre les deux compagnies minières (Xstrata et CRI) afin de prévoir quand une rencontre est possible, laquelle nécessiterait une attention spéciale de nuit ou en conditions de brume, et d'éviter la rencontre des navires dans la baie lorsque le couvert de glace est présent.

Si un accident devait survenir, l'isolement géographique de la baie serait un facteur susceptible d'aggraver la situation en raison des ressources limitées sur place. Ceci accroît l'importance de produire un plan d'urgence adéquat, tenant compte des différents accidents susceptibles de survenir à baie Déception, et de prévoir des mesures d'urgence particulières aux accidents qui pourraient avoir lieu. De plus, l'équipage des navires devra être hautement qualifié et avoir les connaissances requises pour minimiser le risque ou pour faire face aux incidents potentiels.

6.3 Principaux risques d'accident

Sept différents scénarios d'accidents dans le contexte du projet sont décrits dans la section 11.3 de l'étude d'impact (GENIVAR, 2007). Ceux, liés au transport maritime, qui pourraient survenir dans la baie Déception sont rapportés dans les paragraphes suivants.

CRI préconise la réduction des risques à la source par une prise en compte des risques en phase de conception des différentes infrastructures, par l'utilisation de technologies éprouvées sur le plan de la sécurité et de la planification de même que par la mise en œuvre de mesures de sécurité adaptées tenant compte des principaux risques associés à la construction et à l'exploitation du Projet Nunavik Nickel. L'analyse des risques associés au Projet Nunavik Nickel identifie différents dangers. Les principaux risques d'accident associés au transport maritime pendant la construction et l'exploitation du Projet Nunavik Nickel sont les suivants :

- déversement de produits pétroliers;
- déversement de matières dangereuses;
- déversement de concentrés de cuivre et de nickel;
- incendie;
- explosion.

Les risques associés aux déversements de produits pétroliers et de concentrés de cuivre et de nickel sont ceux qui sont le plus susceptibles de survenir à baie Déception.

6.3.1 Déversement de produits pétroliers

6.3.1.1 Facteurs causals

L'approvisionnement en carburant se fera par transport maritime jusqu'à la baie Déception puis par voie terrestre par camions-citernes jusqu'au complexe industriel Expo et aux autres installations satellites (ex. aéroport, puits d'extraction Ivakkak, Mequillon et Mesamax, camp d'exploration, etc.).

Les facteurs susceptibles de causer un déversement accidentel de produits pétroliers sont :

- une brèche dans la coque d'un navire dans la baie Déception ou pendant le trajet dans le Détroit d'Hudson et la mer du Labrador;

- un problème lors du déchargement du carburant à la baie Déception;
- le débordement de contenants;
- la fuite d'une valve ou d'un raccordement;
- un bris de la machinerie.

Bris de la coque du navire

Lors du voyage des minéraliers et des navires de ravitaillement (carburant, vivres, etc.) qui emprunteront la mer du Labrador, le Détroit d'Hudson puis la baie Déception, le transport maritime représente un certain risque de déversement d'hydrocarbures, particulièrement lors du transport de carburant. Toutefois, le carburant diesel ne sera livré au port de la baie Déception qu'une à deux fois par année. Plusieurs causes peuvent être à l'origine d'une marée noire, comme une méconnaissance du trajet (hauts fonds, marées, secteurs au relief accidenté ou aux courants inhabituels), une erreur de navigation, une collision avec un autre navire, l'échouement à la suite d'une perte de propulsion et des conditions climatiques défavorables (ex. brouillard). Précisons, d'abord, que le trajet que devront emprunter les différents navires (minéraliers, pétroliers, cargo, etc.) est connu. Ainsi, les mêmes couloirs de navigations et les mêmes amers (repères de navigation) seront utilisés pour naviguer jusqu'à proximité du quai de Xstrata Nickel, à partir duquel il ne reste qu'environ 1,1 km à parcourir. Par ailleurs, la baie Déception comporte peu d'obstacles à la navigation, les bateaux y navigueront à vitesses réduites (ce qui réduit le risque de perforation de la coque et des cuves) et elle n'est utilisée que par Xstrata Nickel pour le transport de son concentré de métaux et pour le ravitaillement de la mine Raglan (seulement 15 navires empruntent cette baie annuellement). Enfin, le navire qui transportera le concentré du Projet Nunavik Nickel sera muni des mesures de protection les plus sécuritaires (ex. double coque, système de navigation, etc.). Somme toute, les risques de déversement de produits pétroliers seront très faibles.

Fuite au déchargement du carburant

Une fois à quai, le déchargement du carburant à partir du pétrolier aux installations portuaires de la baie Déception est aussi à risque. Les scénarios pouvant entraîner un déversement de produits pétroliers dans la baie ou sur la côte comprennent :

- une défaillance du raccord de branchement d'un bras de déchargement;
- une défaillance de l'amarrage provoquant un mouvement excessif du pétrolier et l'arrachage d'un bras de déchargement.

Ces situations seront contrôlées de deux façons. D'abord, il y aura toujours une surveillance et un contrôle manuel des pompes du bateau lors du déchargement des carburants. Ensuite, le bateau sera muni de technologies de pointe, comme un système de déconnexion automatique appelé PERC (détail à la section 6.3.1.2).

Aussi, à la fin du pompage, la vidange de la ligne pleine de carburant peut représenter un risque de déversement puisque le point bas, situé au quai, subit une pression hydrostatique importante.

Débordements, fuites et bris de machinerie

Les principales causes de déversements accidentels de produits pétroliers sont les défectuosités d'équipements (fuite de valves ou de conduites, débordement de réservoirs ou d'autres contenants lors du remplissage) ainsi que les erreurs humaines. Ces constats, recensés pour le secteur minier (Environnement Canada, 1998), peuvent s'appliquer aux infrastructures portuaires.

6.3.1.2 Mesures préventives et de contrôle

Pour minimiser les risques de déversements de produits pétroliers, les infrastructures d'emmagasinement (réservoir) et de distribution ont été conçues selon les normes de l'American Petroleum Institute (API) et du Nunavut (« Design Rationale for Fuel Storage and Distribution Facilities »).

Le pétrolier qui servira à alimenter la mine au port de la baie Déception sera adapté à la navigation en présence de glace et de basse température (ex. coque renforcée) sans toutefois être de type brise-glace. Il respectera les recommandations de Transport Canada (TP14335) pour la navigation hivernale. Dans la baie, les limites de vitesses seront adaptées aux conditions de visibilité, de vagues et de glaces.

Enfin, seulement deux navires emprunteront la baie Déception entre décembre et juin, au moment où le couvert de glace est présent, à moins que la situation ne l'oblige et qu'une entente soit conclue avec les Inuits.

Pour le transbordement, le système sera constitué d'équipements standards, mais flexibles pour se raccorder au pétrolier et suivre le mouvement des marées et le roulis du bateau. Les bras de déchargement seront équipés d'un système de déconnexion automatique appelé PERC (*Powered emergency release coupling*). Ce système permet d'isoler le navire des bras de déchargement et de découpler ceux-ci automatiquement en cas d'allongement excessif du bras de déchargement. Une alarme de position est alors déclenchée pour prévenir le personnel que le navire s'est déplacé au-delà d'une certaine limite. Avec un tel scénario, le déversement de produits pétroliers serait alors limité à un maximum de 35 litres.

CRI s'engage à ce qu'aucun produit pétrolier ne soit rejeté volontairement dans l'environnement et prendra des moyens pour s'assurer que cette règle soit respectée par tous ses employés.

6.3.1.3 Conséquences environnementales

Outre les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, les produits pétroliers renferment du chlore, du soufre, du phosphore et plusieurs métaux (ex. zinc, plomb, magnésium, etc.). Lors d'un déversement, ces substances vont contaminer les sols et parfois les eaux souterraines et de surface.

Les conséquences environnementales d'un déversement accidentel de produits pétroliers dépendent entre autres de la nature et de la quantité de produits déversés, de la rapidité d'intervention ainsi que de la présence et de la disponibilité des équipements nécessaires pour mettre en œuvre les mesures d'urgence.

Milieu marin

En milieu marin, les conditions climatiques, les conditions hydrodynamiques et la présence ou l'absence de glace vont influencer la récupération de la nappe de produits pétroliers déversés. Par exemple, la présence d'une couverture de glace peut faciliter le confinement de la nappe et permettre le brûlage des hydrocarbures dans des conditions sécuritaires.

Lors du déversement accidentel d'hydrocarbures qui a eu lieu dans la baie Déception en juin 1970, les conséquences environnementales suivantes ont été observées sur la faune (Ramseier *et al*., 1973 cités dans Roche, 1993) :

- près de 50 % des bivalves habitant la zone intertidale affectée par le déversement ont probablement été détruits;
- certaines espèces intertidales, comme *Fucus* et *Mytilus*, ont été sévèrement affectées par les hydrocarbures ainsi que par le brûlage de ces derniers;
- le plancton de même que la flore terrestre n'ont été que temporairement affectés par les hydrocarbures;
- plusieurs oiseaux, dont le plumage était couvert d'hydrocarbures, ont été retrouvés morts;
- la faune ichtyenne a été moins atteinte par le déversement, car les poissons se sont déplacés afin d'éviter la zone affectée.

Selon Roche (1993), les oiseaux sont généralement attirés par la présence d'une nappe d'huile croyant qu'il s'agit d'une zone d'eau calme. Or, les hydrocarbures amoindrissent considérablement la capacité hydrofuge du plumage, affectant ainsi la flottaison, le vol et la régulation thermique.

Quand à la faune ichtyenne, bien qu'elle puisse se déplacer vers des zones qui ne sont pas affectées, le contact à long terme avec un milieu contenant des hydrocarbures peut entraîner le développement d'anomalies physiologiques. Les ombles chevaliers anadromes de la rivière Déception effectuent deux migrations annuelles entre la baie Déception et la rivière de même nom, ce qui peut les contraindre à traverser une zone de contamination aux hydrocarbures en cas de déversement.

Milieu terrestre

En milieu terrestre, les causes susceptibles d'occasionner des déversements impliquent une plus petite quantité de produits pétroliers. De plus, la nature des sols, la quasi-absence de végétation et la présence de pergélisol contribuent à minimiser les conséquences sur le milieu. Ainsi, les déversements accidentels de produits pétroliers en milieu terrestre nordique entraînent généralement des conséquences environnementales moins significatives qu'en milieu marin.

Étant donné l'application des mesures d'atténuation, tant en milieu marin que terrestre, les risques d'un déversement majeur de produits pétroliers seront très faibles. De plus, en cas de déversement, le plan d'urgence sera rapidement appliqué (sections 6.3.1.4 et 6.4), contribuant ainsi à réduire l'étendue de la contamination.

6.3.1.4 Mesures d'urgence

Des procédures d'urgence seront mises en place advenant un déversement accidentel de produits pétroliers, notamment lors du remplissage des réservoirs. Toute fuite devra être rapportée au répartiteur (centre de contrôle) en fournissant les détails concernant l'endroit, le type et la quantité de produit déversé, ainsi que les besoins, s'ils sont connus.

Des procédures seront établies et communiquées au personnel de CRI et aux services contractuels externes sur la façon de récupérer tout déversement accidentel d'hydrocarbures.

Tout déversement accidentel devra être rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence du Projet Nunavik Nickel.

Des trousses de récupération seront placées à des endroits stratégiques sur le site et ces trousses seront vérifiées périodiquement. Dans l'ensemble, les actions posées dans le cadre du plan d'intervention seront de :

- contrôler et circonscrire la fuite;
- évaluer les risques et sécuriser le périmètre (ex. arrêter la machinerie et les autres sources d'ignition);
- confiner le produit déversé s'il ne présente aucun risque pour la sécurité des employés;
- aviser les responsables de CRI, du MDDEP (1-866-694-5454) ou le réseau d'alerte d'Environnement Canada (1-866-283-2333);
- récupérer les contaminants au moyen de matières absorbantes ou de pompes et restaurer le site. La restauration du site pourrait nécessiter la récupération des sols et leur traitement en pile avec membranes de fond et de recouvrement jusqu'à leur traitement. Dans un tel scénario, un traitement par biopiles serait confié à une firme spécialisée dans le traitement des sols contaminés.

Une embarcation sera maintenue en permanence près des infrastructures portuaires dans la baie Déception. Advenant un déversement lors du transfert de carburants, cette embarcation pourra être mobilisée rapidement pour confiner les hydrocarbures au moyen de boudins.

Dans le cas d'un déversement mineur de produits pétroliers (< 50 litres), seule l'équipe interne de gestion des mesures d'urgence sera mise à contribution. Dans le cas d'un déversement de plus grande envergure (> 50 litres), la Garde côtière canadienne, Environnement Canada (déversement maritime) et/ou le MDDEP (déversement terrestre) seront informés et mis à contribution.

6.3.2 Déversement de concentrés de cuivre et de nickel

6.3.2.1 Facteurs causaux

Les risques d'un déversement de concentrés de cuivre et de nickel sont principalement reliés à un bris du système de manutention ou à une perte lors du transport ou du transbordement du concentré.

6.3.2.2 Mesures préventives et de contrôle

Afin de réduire au maximum tout risque de déversement de concentrés, des inspections périodiques seront effectuées sur les équipements de manutention et de

chargement du concentré. Étant donné que le concentré transbordé représente une grande valeur économique, il en va de l'intérêt de CRI d'éviter les pertes, si minimes soient-elles.

Des fiches signalétiques sur les concentrés seront produites et les employés seront informés de leur contenu et des procédures associées à leur manipulation sécuritaire.

À la baie Déception, le convoyeur extérieur sur le quai sera complètement recouvert, ce qui réduit considérablement les risques de déversements de concentrés dans la baie Déception.

6.3.2.3 Conséquences environnementales

Advenant un déversement de concentré sur le site, malgré les mesures préventives et de contrôle en place, il sera possible de récupérer aisément les quantités déversées en mobilisant les équipements lourds requis. En effet, lorsqu'un déversement se produit sur la terre ferme, l'entière récupération du concentré est facilitée par le fait qu'il soit solide. Un déversement de petites quantités sera récupéré au moyen d'une pelle. Les produits récupérés seront recyclés.

Malgré la récupération, les traces résiduelles de concentrés, chargés en nickel, en cuivre et en sulfure de fer, seront lessivées par les eaux de pluie et acheminées vers les cours d'eau. Les faibles quantités des produits impliquées ainsi que la rareté de tels évènements font en sorte qu'il est très peu probable qu'un milieu donné soit contaminé par les métaux.

6.3.2.4 Mesures d'urgence

Comme dans les cas de déversements de produits pétroliers ou de matières dangereuses, tout déversement de concentrés de nickel ou de cuivre devra être rapporté au répartiteur (centre de contrôle) en donnant les détails concernant l'endroit, le type et la quantité des produits déversés, ainsi que les besoins, s'ils sont connus.

Lors d'un déversement de concentré, le port d'équipements de protection individuelle sera obligatoire en raison du caractère cancérigène probable des composés du nickel. Ces équipements comprennent des lunettes de sécurité ou des lunettes étanches pour se protéger contre les particules de poussière, des gants résistants (néoprène, butylcaoutchouc, caoutchouc ou cuir) ainsi que des vêtements de protection. L'utilisation d'un appareil respiratoire approuvé par le NIOSH sera également requise afin de réduire l'exposition aux poussières.

En cas d'irritation de la peau ou des voies respiratoires, il est recommandé de rincer immédiatement à grande eau pendant 15 minutes dans le premier cas et de respirer de l'air frais dans le second. Si les symptômes persistent, l'employé sera transporté vers le centre médical le plus près.

6.4 Plan d'urgence

La présente section provient essentiellement de la section 11.4 de l'étude d'impact du Projet Nunavik Nickel (GENIVAR, 2007) et détaille le plan d'urgence.

Un plan préliminaire des mesures d'urgence est proposé afin d'assurer la sécurité des personnes et la protection des biens sur le site de la mine. Tous les accidents seront documentés et analysés de manière à procurer l'information pertinente permettant de prévenir des accidents similaires et d'adapter le plan d'urgence au besoin.

Le principal objectif du plan des mesures d'urgence est de gérer les risques qui ne peuvent être éliminés par la mise en œuvre des mesures de prévention présentées précédemment et de planifier les interventions d'urgence lorsqu'un incident se produit. L'intention de ce plan est de définir les mesures d'intervention à prendre selon le type d'urgence susceptible de survenir comme identifié dans les sections précédentes.

6.4.1 Organisation et responsabilités

Le plan préliminaire des mesures d'urgence identifie les équipes, les organisations et les agences qui pourraient être sollicitées advenant une situation d'urgence. Leurs rôles et responsabilités sont également définis.

6.4.1.1 Équipes internes de gestion des mesures d'urgence

L'équipe de gestion des mesures d'urgence ainsi que les rôles et responsabilités de chaque membre sont présentés au tableau 8.

Tableau 8 Équipe de gestion des mesures d'urgence.

Fonction	Rôle et responsabilité
Répartiteur (centre de contrôle)	• Recevoir l'appel d'urgence et transmettre les informations au coordonnateur des mesures d'urgence ou à son remplaçant.
Coordonnateur des mesures d'urgence	• Communiquer avec la direction générale (état, prise de décision, résolution des problèmes). • Déclarer l'urgence et prévenir les équipes d'urgence internes et externes. • Coordonner les activités de l'équipe de gestion des mesures d'urgence.
Directeur des opérations	• Coordonner les activités de la mine en lien avec les opérations d'urgence. • Arrêter en tout ou en partie les activités de la mine lorsque la situation d'urgence le justifie. • Communiquer les directives aux chefs d'équipe du plan de reprise des activités ainsi qu'au coordonnateur des mesures d'urgence. • Coordonner toutes les activités de l'équipe du plan de reprise des activités.
Directeur de la planification	• Développer et suivre le plan d'action de l'équipe de gestion des mesures d'urgence. • Suivre la progression de l'état du plan de reprise des activités. • Résumer les rapports d'état du plan de reprise des activités afin de les soumettre à la direction générale. • Avertir l'équipe de gestion des mesures d'urgence de conflits, d'incongruités, etc. au regard du plan de reprise des activités.
Directeur de la logistique	• Acquérir/entretenir les installations physiques. • Transport/logement. • Autoriser l'approvisionnement d'urgence (matériel et services de soutien). • Acquérir les services extérieurs. • Sites de réparation technique.
Directeur des communications	• Communications externes et médias. • Communications internes. • Communication avec les parties intéressées.

Chaque membre aura un substitut désigné qui pourra le remplacer en cas d'absence. Le coordonnateur des mesures d'urgence pourra être rejoint de jour comme de nuit et sera contacté dans le cas d'une urgence. Ce même coordonnateur mobilisera alors les employés sous sa responsabilité pour intervenir dans les plus brefs délais.

L'équipe de gestion des mesures d'urgence s'appuie sur des équipes d'intervention qui agiront lors d'une situation d'urgence (tableau 9). En plus des équipements spécialisés mentionné dans ce tableau, d'autres permettant la récupération du carburant en mer seront également à la disposition du personnel. Enfin, une embarcation de type Zodiac sera maintenue en permanence sur place de manière à mettre en place les équipements permettant le confinement de produits pétroliers en cas de déversement en milieu marin.

Tableau 9 Équipes internes d'intervention d'urgence.

Fonction	Rôle et responsabilité	Équipement
Personnel du centre de répartition	• Surveiller les alarmes et autres indicateurs d'urgence. • Activer les systèmes d'arrêt d'urgence au besoin. • Prévenir les équipes d'intervention d'urgence requises (internes et externes). • Prévenir l'équipe de gestion des mesures d'urgence.	S/O
Équipe d'urgence	• Lutter contre l'incendie, effectuer des recherches et des sauvetages et récupérer un déversement accidentel. • Donner les premiers secours.	• Extincteurs d'incendie portatifs. • Moniteurs de surveillance d'incendie portatifs. • Générateurs à mousse chimique portatifs. • Camions de lutte contre l'incendie.
Équipe médicale	• Donner les premiers secours.	• Équipement médical nécessaire qui sera conservé dans la salle d'infirmerie.

6.4.1.2 Ressources externes

Des ressources externes peuvent être requises lors d'une situation d'urgence. Chaque intervenant externe devra être consulté pour s'assurer que la planification d'urgence s'harmonise avec les plans, les exigences et les ressources disponibles. Ces ressources externes sont principalement le service de police de Salluit et la garde côtière canadienne.

Différentes agences ont également un rôle à jouer en cas d'urgence. Il s'agit principalement des agences suivantes :

- Le MDDEP : Urgence-Environnement garantit que toutes les mesures adéquates sont suivies afin de protéger l'environnement.

- Environnement Canada : il a la responsabilité de fournir des conseils techniques et scientifiques ainsi que de soutenir les premiers intervenants dans une situation d'urgence. Environnement Canada doit être avisé si une fuite se produisait conformément aux exigences du *Règlement fédéral sur les urgences environnementales*. L'implication d'Environnement Canada serait surtout requise en cas d'urgence environnementale à la baie Déception.

- La Sécurité civile : lors d'une urgence environnementale, l'intervention du gouvernement québécois est coordonnée par la Direction générale de la sécurité civile du Québec en vertu de la *Loi sur la sécurité civile*. Un sinistre majeur se définit comme un phénomène naturel, une défaillance technologique ou un accident découlant ou non de l'intervention humaine causant de graves préjudices aux personnes ou d'importants dommages aux biens et qui exige des mesures d'intervention inhabituelles. Dans un tel cas d'urgence nationale, la prise en charge de la situation d'urgence sera sous la responsabilité de la Sécurité Civile.

- Le Centre canadien d'urgence de transport (CANUTEC) de Transports Canada : les scientifiques de CANUTEC peuvent fournir des conseils immédiats et recommander des actions à suivre ou à éviter lors d'urgences liées à des matières dangereuses. Prenant en considération les caractéristiques des matières dangereuses en cause et les conditions particulières sur le site de l'urgence, CANUTEC peut fournir des conseils immédiats sur :
  - les propriétés chimiques, physiques et toxicologiques des matières dangereuses ainsi que leurs incompatibilités;
  - les dangers liés à la santé et les premiers soins;
  - les dangers liés à un incendie, à une explosion, à un déversement ou à une fuite;
  - les mesures correctives pour la protection de la vie, des biens et de l'environnement;
  - les distances d'évacuation;
  - les vêtements de protection personnelle et la décontamination.

6.4.2 Planification des urgences

Le processus de planification des urgences est constitué des éléments suivants :

- identification des scénarios d'urgence;
- établissement des actions requises et des objectifs à atteindre vis-à-vis de la planification des urgences (exigences de performance);
- identification des mesures et des interventions correspondant aux exigences.

La planification des urgences prévoit, pour chacun des scénarios d'urgence, les étapes suivantes :

- alerte et mobilisation des ressources pertinentes;
- limitation du danger, mise en œuvre des mesures de protection pour éviter une aggravation;

- sauvetage, premiers secours aux blessés;
- évacuation;
- hospitalisation des blessés, réparation des dommages et reprise des opérations.

6.4.2.1 Intervention d'urgence

Des organigrammes de diffusion de l'alerte seront développés pour chaque situation d'urgence. Les procédures devront comprendre les étapes suivantes :

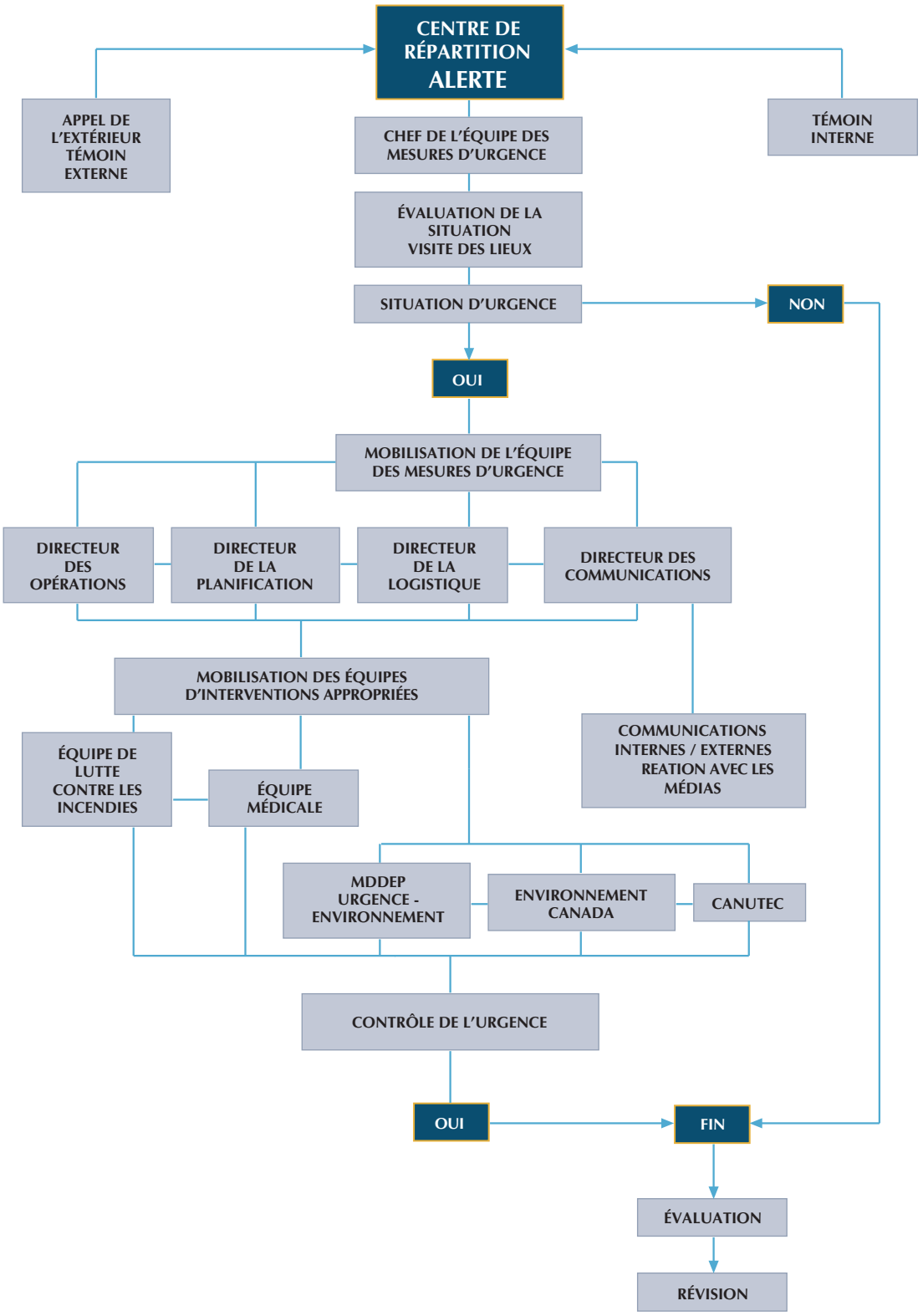
- détection automatique ou humaine de la situation d'urgence;
- alarme ou appel au centre de répartition;
- évaluation de la situation;
- selon les besoins, prévenir les équipes d'intervention appropriées.

Un exemple de procédure d'alerte est présenté à la figure 1.

Un coordonnateur sera responsable du développement et de la gestion du programme de liaison des services d'urgence. Ce coordonnateur consultera les organismes externes afin d'intégrer les ressources disponibles et de faire approuver le plan final de mesures d'urgence du Projet Nunavik Nickel. Advenant le déclenchement d'une situation d'urgence, ce plan pourra être revu afin d'améliorer l'efficacité des interventions.

6.4.2.2 Exercices en intervention d'urgence

Une programmation d'exercices en intervention d'urgence, comprenant des exercices réguliers et planifiés, sera mise en œuvre afin de s'assurer des capacités d'intervention d'urgence et du niveau de préparation des différentes ressources. Des exercices administratifs, composés de simulations sur maquette, et opérationnels seront également effectués.



CANADIAN ROYALTIES INC. GENIVAR

AA10314

Figure 1 Programme de liaison des services d'urgence.

7. CONCLUSION

Les impacts associés à la navigation maritime sont très peu documentés en milieu arctique. L'expérience acquise par la mine Raglan depuis le début de l'exploitation de ses infrastructures portuaires au milieu des années 90 renseigne néanmoins sur les effets de ses activités sur les mammifères marins et sur les activités traditionnelles Inuites. Il semble que les activités portuaires et maritimes dans la baie Déception n'aient pas affecté significativement le comportement des phoques et des cétacés. Le transport maritime est surtout susceptible d'affecter les activités traditionnelles Inuites durant l'hiver en bloquant temporairement l'accès à la baie aux motoneigistes ou en leur imposant un détour. Comme le transport maritime sera limité à deux voyages de décembre à la mi-mars et qu'il sera évité entre la mi-mars et la mi-juin, les nuisances sur les activités traditionnelles Inuites seront limitées.

Malgré l'augmentation anticipée du trafic maritime dans la baie Déception, celui-ci demeurera somme toute limité comparativement à plusieurs corridors maritimes où coexistent une navigation marchande et des populations de mammifères marins. Le principal impact sur les cétacés et les phoques concerne une perturbation temporaire des activités et une interférence occasionnelle au niveau des communications. Ces impacts sont toutefois sporadiques et ne sont pas susceptibles d'affecter l'effectif des populations fréquentant la baie Déception.

CRI s'engage à faire autant que Xstrata pour assurer la protection des mammifères marins et la perpétuation des activités traditionnelles Inuites dans la baie Déception. D'ailleurs, des pourparlers seront entrepris afin de coordonner et d'harmoniser les mesures d'atténuation qui seront mises en place par les deux sociétés minières afin de limiter au minimum les impacts de leurs activités portuaires et maritimes.

8. RÉFÉRENCES

8.1 Références bibliographiques

ACÉE, 1998. Rapport de la commission d'évaluation environnementale. *Projet Voisey's Bay*. http://www.ceaa.gc.ca/010/0001/0001/0011/0002/01_f.htm

ACIA, 2005. *Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge University Press, 1042pp. http://www.acia.uaf.edu, Chapter 8, 9, 18.

ALLISTON, W. G., 1980. *The distribution of ringed seals in relation to winter icebreaking activities near McKinley Bay, N.W.T., January - June 1980. -* Dome Petroleum Limited, Galgary, AL. 52 pp.

ARK, 1998. *Plan directeur d'aménagement des terres de la région Kativik. Les grandes orientations d'aménagement et les affectations du territoire*. Service de l'environnement et de l'aménagement du territoire. 67 p. (http://www.geoportal.krg.ca). Page consultée le 11-07-2006.

AU, W.W.L., NACHTIGALL, P.E., PAWLOSKI, J.L., 1997. Acoustic effects of the ATOC signal (75Hz; 195 dB) on dolphins and whales. *Journal of the Acoustical Society of America* 104: 2273-2275

BAPE, 2004. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. *Les enjeux liés aux levés sismiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent*. Gouvernement du Québec. Rapport 193.

BAPE, 2006. *Projet d'implantation du terminal méthanier Énergie Cacouna*. Rapport d'enquête et d'audience publique. Rapport 230. 237p.

BEAULIEU, H., 1992. *Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 107 p.

BIOREX Inc., 1999. *Caractérisation biophysique et des usages d'un secteur retenu pour la détermination d'une zone de protection marine dans l'estuaire du Saint-Laurent, volume 2.* Les mammifères marins et leurs principales ressources alimentaires.

BLACKWELL, S.B., LAWSON, J.W., WILLIAMS, M.T., 2004. Tolerance by ringed seals (Phoca hispida) to impact pile-driving and construction sounds at an oil production island. *Journal of the Acoustical Society of America.* 115(5):2346-2357.

BORRÉ, K., 1994. *The healing power of the seal: the meaning of Inuit health practice and belief*. Arctic Anthropology, 31(1) : 1-15.

BOWEN, W. D., 2006. Ministère des Pêches et des Océans Institut océanographique de Bedford.

BYERS, T., ROBERTS, L.W. 1995. *Harpoons and Ulus: Collective wisdom and traditions of Inuvialuit regarding the beluga (qilalugaq) in the Mackenzie River estuary.* Rapport inédit présenté au ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (Stratégie pour l'environnement arctique) et au Comité mixte de gestion de la pêche, Inuvik. 76 p.

CEMAM, 2006. *Recherche sur les mammifères marins, Un aperçu*. Rapport Pêches et océans Canada. 78p.

CHAPMAN, D.M.F., ELLIS, D.D. 1998. Le décibel insaisissable : réflexions sur les sonars et les mammifères marins. *Canadian Acoustics / Acoustique Canadienne* 26 (2) : 29-31. Note technique.

COSEPAC, 2002. http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/searchdetail_f.cfm.

COSEPAC, 2004a. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (Delphinapterus leucas) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 77 p.

COSEPAC, 2005. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la baleine boréale (Balaena mysticetus) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada*. Ottawa. viii + 57 p. (www.registrelep.gc.ca/status/status_f.cfm).

COSEPAC, 2006. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Morse de l'Atlantique Odobenus rosmarus rosmarus au Canada – Mise à jour.* Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. 72 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. 1998. *Rapport statistique sur les déversements survenus au Canada de 1984-1995.* Programme des urgences environnementales. (http://www.ec.gc.ca/ee-ue). Page consultée le 13-12-2006.

ENVIRONNEMENT CANADA, 2004. http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-speces/species/species_bowheadwhale_eastartic_f.asp

FINDLEY, K.J., MILLER, G.W., DAVIS, R.A., GREENE, C.R., 1990. Reactions of belugas, Delphinapterus leucas, and narwhals, Monodon monoceros, to ice-breaking ships in the Canadian high Arctic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 224: 97-117

FRIEDLAENDER, A.S., JOHNSTON, D.W., FINK, S.L., LAVIGNE, D.M. 2007. *Variation in ice Cover on the East Coast of Canada, February-march, 1969-2006: implications for harp and hooded seals*. IFAW Technical Report 2007-1.

GENIVAR. 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social*. 649p. et annexes.

GORDON, J., GILLESPIE, D., POTTER, J., FRANTZIS, A., SIMMONDS, M., SWIFT, R., 1998. *The effects of seismic surveys on marine mammals*. Chapitre 6 tiré de : Tasker, M.L. and C. Weir, 23-25 juin 1998. *Proceedings of the seismic and marine mammals workshop, London*

GREGR, E.J., CALAMBOKIDIS, J., CONVEY, L., FORD, J.K.B., PERRY, R.I., SPAVEN, L., ZACHARIAS, M., 2006. *Recovery Strategy for Blue, Fin, and Sei Whales (Balaenoptera musculus, B. physalus, and B. borealis) in Pacific Canadian Waters*. In Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Vancouver: Fisheries and Oceans Canada. vii + 53 pp.

HAMMILL, M.O., LESAGE, V., DUBÉ, Y., MEASURES, L.N., 2001. *Oil and gas exploration in the southeastern Gulf of St. Lawrence : a review of information on pinnipeds and cetaceans in the area*, document de recherche 2001-115, Maurice Lamontagne Institute, Secrétariat canadien de consultation scientifique (SSCS). http ://dfo-mpo.gc.ca/csas/

HAMMILL, M.O., STENSON, G., 2005. *Abundance of Northwest Atlantic harp seals (1960-2005)*. Fisheries and Oceans Canada. Canadian Science Advisory Secretariat. Document 2005/090. 15 p. + tableaux + figures.

HARRIS, R.E., MILLER, G.W., RICHARDSON, W.J., 2001. *Seal responses to airgun sounds during summer seismic surveys in the Alaskan Beaufort Sea*. Marine Mammal Sci. 17(4), 795-812.

HORWOOD, J.W., 1981*. Results from the IWC IDCR minke whale marking and sighting cruise 1979/80*. Report of the International Whaling Commission 31: 287–315.

JOHNSON, L., 1980. *The arctic charr (Salvelinus alpinus)*. p. 15-98. In : E.K. BALON (ed.). Charrs, salmonid fishes of the genus Salvelinus. Vol. 1. Dr. Junk BV Publishers, The Hague, The Netherlands. 930 p.

JOHNSTON, D.W., FRIEDLAENDER, A.S., TORRES, L.G., LAVIGNE, D.M., 2005. *Variation in sea ice cover o the east coast of Canada from 1969 to 2002 : climate variability and implications for harp and hooded seals*. Climate Research 29:209-222.

KASTELEIN, R.A., NIEUWSTRATEN, S.H., STALL, C., VAN LIGTENBERG, C.L., VERSTEEGH, D., 1997. *Low-frequency aerial hearing of a harbour porpoise (Phocoena phocoena)*. In The Biology of the Harbour Porpoise (ed. A.J. Read et al.). De Spil Publishing, Woerden, The Netherlands.

KOMAR, P. D., 1998. *Beach processes and Sedimentation*. Prentice-Hall publ. 544 pp.LAPP. D., D. Hagen, and D. Nazarenko.1991. Ice conditions in Hudson Strait and approaches to Douglas Harbour and Deception bay, northern Québec. Report of Canardic Shipping by Norland Science and Engineering Ltd.

LAIST, D. W., KNOWLTON, A. R., MEAD, J. G., COLLET, A. S., PODESTA, M., 2001. Collisions between ships and whales, *Marine Mammal Science*, vol. 17, no 1, pp. 35-75

LAVIGNE, D. M., 2002. *Harp seal*. In:W.F. Perrin, B.Wursig and J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*, pp. 560–562. Academic Press.

LAVIGNE, D. M., 2006. *Notes for a presentation to the Standing Committee on Fisheries and Oceans*, House of Commobns, Ottawa. Tuesday, 12 December 2006. International Fund for Animal Welfare, Guelph, Canada. 12 pp.

LENTIFER, J., 1988. *Selected Marine Mammals of Alaska: Species Accounts with Research and Management Recomendations*. Washington, D.C.: Marine Mammals Commission.

LESAGE, V., BARRETTE, C., KINGSLEY, M.C.S., SJARE, B., 1999. The affect of vessel noise on the vocal behavior of belugas in the St. Lawrence River estuary, Canada. *Marine Mammal Science* 15: 65-84.

LESAGE, V., DOIDGE, D.W., FIBICH, R., 2001. *Harvest statistics for beluga whales in Nunavik, 1974-2000*. Research document 2001/022. Canadian Science Advisory Secretariat. Fisheries and Oceans Canada. 36 p. (http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/).

LOCKE, B., 1999b. *Projet Raglan Project: Summary of all biological data collected from the Deception, Povirnutuk and Vachon watersheds 1991-1998*. Société Minière Raglan Ltée.

LURTON, X., ANTOINE, L., 2007. *Direction des Opérations – Centre de Brest Département Navires et Systèmes Embarqués* – DOP/CB/NSE/AS/07-07. 88p.

McCAULEY, R. D., FEWTRELL, J., DUNCAN, A. J. JENNER, C., JENNER, M-N., PENROSE, J.D., PRINCE, R.I.T., ADHITYA, A., MURDOCH, J. MCCABE, K., 2000a. *Marine seismic surveys: analysis and propagation of air-gun signals; and effects of air-gun exposure on humpback whales, sea turtles fishes and squid*. Curtin University of Technology, Project CMST 163, Report R99-15, 198 pages.

McCAULEY, R.D., FEWTRELL, J., DUNCAN, A.J. JENNER, C., JENNER, M-N., PENROSE, J.D., PRINCE, R.I.T., ADHITYA, A., MURDOCH, J., MCCABE, K., 2000b. Marine seismic surveys-a study of environmental implications. *APPEA Journal*, 40, 692-708.

McDONALD, M., ARRAGUTAINAQ, L., NOVALINGA, Z., 1997. *Voices from the Bay*. Canadian Arctic Resources Committee and Environmental Committee of the Municipality of Sanikiluaq, Ottawa, Canada. http://www.isuma.net/.

McGHEE, R., 1974. Beluga hunters. An archaeological reconstruction of the history and culture of the Mackenzie Delta Kittygaryumuit. Memorial University of Newfoundland, Newfoundland Social and Economic Studies 13: 116 p.

MTQ, 2005. *Plan de transport du nord du Québec. Dépôt légal – 1er trimestre 2005*. Bibliothèque nationale du Québec, ISBN 2-550-43888-4. Imprimé en février 2005.

MOULTON, V.D., LAWSON, J.W., 2002. Seals, 2001 in Marine Mammal and Acoustical Monitoring of WesternGeco's Open-water Seismic Program in the Alaskan Beaufort Sea, 2001 (edited by W.J. Richardson). Rep. by LGL Ltd., King City, Ont., and Greeneridge Sciences Inc., Santa Barbara, CA, for Western Geophysical, Houston, TX, and Nat. Mar. Fish. Serv., Anchorage, AK, and Silver Spring, MD!, LGL Report TA2564-3, pp. 3–1 to 3–48.

MPO, 1997. *Atlas des courants de marée – Estuaire du Saint-Laurent, du Cap de Bon-Désir à Trois-Rivières*. Ministère des Pêches et Océans. 108 p.

MPO, 1999. *Baleines, dauphins et marsouins de la Colombie britannique*. Ministère des Pêches et Océans. ISBN 0-662-24720-5 Cat. no Fs23-295/1996E.

MPO, 2004. *Évaluation des renseignements scientifiques sur les impacts des bruits sismiques sur les poissons, les invertébrés, les tortues et les mammifères marins*. Secr. can. de consult. sci. du Ministère des Pêches et Océans. Rapport sur l'état des habitats 2004/002.

MPO, 2007a. *Impacts de la construction d'un port méthanier à Gros-Cacouna sur les mammifères marins*. Secr. can. de consult. sci. du Ministère des Pêches et Océans. Rép. des Sci. 2007/010.

MPO, 2007b. *Sur la piste des bélugas de l'Arctique canadienne* - Ministère des Pêches et Océans. Commentaire de Pierre Richard. www.dfo-mpo.gc.ca/science/Stor/central_arctic/whales_f.htm

NACHTIGALL, P.E., AU, W.W.L., LEMONDS, D. ROITBLAT, H.L., 1998. *Hearing and noise in odontocetes*. In Abstracts of the world marine Mammal Conference, Monaco, 20-24 January 1998. p. 96. Society for Marine Mammalogy/European Cetacean Society, La Rochelle, France. 160 pp.

NAV CANADA., 2001*. Le temps au Nunavut et dans l'Arctique : Prévision de zone graphique 36 et 37*. 246 p.

PERRIN, W.F., Wursig, B., Thewissen, J.G.M., 2002. *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, 1414pp.

OSL, 2005a. Observatoire du Saint-Laurent - Pêches et Océans Canada. « *Impacts de l'homme sur les mammifères marins* » [En ligne : 14 juin 2005] http://www.osl.gc.ca/mm/fr/rech/impacts.html (Page web consultée le 10 octobre 2007).

OSL, 2005b. Observatoire du Saint-Laurent - Pêches et Océans Canada. « *Intérêts généraux - Photographies* » [En ligne : 14 juin 2005] http://www.osl.gc.ca/mm/fr/ (Page web consultée le 29 octobre 2007).

POPPER, A.N., DEFERRARI, H.A., DOLPHIN, W.F., EDDS-WALTON, P.L., GREVE, G.M., McFADDEN, D., RHINES, P.B., RIDGWAY, S.H., SEYFARTH, R.M., SMITH, S.L., TYACK, P.L., 2000. *Marine mammals and low-frequency noise: progress since 1994*. National Academy Press, Washington, D.C. (http:/www.nap.edu/openbook/030906886X/html).

POPPER, A.N., SMITH, M.E., COTT, P.A., HANNA, B.W., MACGILLIVRAY, A.O., AUSTIN, M.E., MANN, D.A., 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. *J. Acoust. Soc. Am*. 117 (6) : 3958-3971.

REEVES, R.R., Mitchell, E., 1987. *Distribution and migration, exploitation, and former abundance of white whales (Delphinapterus leucas) in Baffin Bay and adjacent waters.* Publication spéciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques 99. 34 p.

RICE, D.W., 1998. *Marine mammals of the world*. Systematics and distribution. Society for Marine Mammalogy. Spec. Pub. No. 4. 231 p.

RICHARDSON, W.J. (ed.), 1999. *Marine mammal and acoustical monitoring of Western Geophysical's open-water seismic program in the Alaskan Beaufort Sea, 1998*. LGL Rep. TA2230-3. Rep. From LGL Ltd., King City, Ont, and Greeneridge Sciences Inc., Santa Barbara, CA, for Western Geophysical, Houston, TX, and NMFS., Anchorage, AK, and Silver Spring, MD. 390 p.

RICHARDSON, W.J., GREENE, C.R. Jnr, MALME, C.I., THOMSON, D.H., with MOORE, S.E., WÜRSIG, B., 1991*. Effects of noise on marine mammals.* OCS Study MMS 90-0093. Report form LGL Ecological Research Associates Inc.,Bryan, Texas.

RICHARDSON, W.J., GREENE, C.R.Jr., MALME, C.I., THOMSON, D.H., 1995. *Marine mammals and noise*. Academic Press, San Diego, 576 pages.

RIDGWAY, S., CARDER, D., SMITH, R., KAMOLNICK, T., ELSBERRY, W., 1997. First audiogram for marine mammals in the open ocean and at depth: hearing and whistling by two white whales down to 30 atmospheres. *Journal of the Acoustical Society of America* 101: 3136.

ROCHE, 1992a. *Projet Raglan. Étude environnementale – Volume 5 – Installations portuaires de la Société Asbestos Ltée à Baie Déception : évaluation environnementale*. Présenté à Falconbridge. 51 p. et annexes.

ROCHE, 1992b. *Projet Raglan*. *Étude environnementale – Volume 2 – Étude des caractéristiques physico-chimiques et biologiques*. Présenté à Falconbridge, 572 p. et annexes.

ROCHE, 1992c. *Projet Raglan. Étude sur l'occupation et l'utilisation du territoire par les Inuit dans la région entre la baie Déception et le havre Douglas, Nunavik*. Vol 3, 107p.

ROCHE. 1993. *Projet Raglan - Étude d'impact sur l'environnement.* Étude de ROCHE déposée à Falconbridge pour le compte de la Commission de protection de l'environnement Kativik. Rapport principal et annexes.

ROCHE, CANARCTIC, 1993. *Projet Raglan. Évaluation des impacts et des risques associés au transport maritime à Baie Déception*. Présenté à Falconbridge. 100 p et annexes.

SCHEIFELE, P. M., 1998. *Résumés des projets de recherche scientifique produit par le parc marin du Saguenay-Saint-Laurent et WWF-Canada*, 1998. Université du Connecticut.

SENES, 2005. *Vérification environnementale des T.N.-O*. Rapport sur l'état de l'environnement Environnement marin. SENES Consultants Limited

SERGEANT, D.E., 1963. Minke Whales, Balaenoptera acutorostrata Lacépède, of the western North Atlantic. *J. Canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 20 : 1489-1504.

SIMARD, M., 2004. *Literature review of arctic charr (Salvelinus alpinus) in Deception Bay and surrounding tributaries*. Société de la faune et des parcs du Québec et Makivik Corporation, Nunavik Research Centre. Rapport no 12-2004-1. 29 p. et annexes.

SIMMONDS, M., DOLMAN, S., 2003. *Oceans of noise*: a WDCS Science report. Chippenham. 164 p. http://www.wdcs.org

SMITH, T.G., HAMMILL, M.O., 1981. *Ecology of the ringed seal, Phoca hispida, in its fast ice breeding habitat.* Can. J. Zool. 59: 966-981.

SMITH, T.G., HAMMILL, M.O., 1980. *A survey of the breeding habitat of ringed seals, Phoca hispida, and a study of their behaviour during the spring hauling-out period on southeastern Baffin Island*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1561. pp. 1-23.

STEWART, B. S., LEATHERWOOD, S., 1985. *Minke whale, Balaenoptera acutorostrata, Lacépède*, 1804. p. 91-136, dans S. H. Ridgway et S. R. Harrison (dir.). Handbook of marine mammals : The Sirenians and baleen whales. Academic Press, Londres.

TERHUNE, J.M., VERBOOM, W. C., 1999. *Right whales and ship noise*. Marine Mammal Science 15:256–258.

THERRIEN, J., PLOURDE, Y., TREMBLAY, B., PELLETIER, M., PARADIS, J., 2007. *Projet Nickélifère Raglan Sud – Inventaires complémentaires dans la baie Déception. Rapport sectoriel final – Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social.* Rapport de GENIVAR pour Canadian Royalties inc. 92 p. et annexes.

THOMAS, J.A., TURL, C.W., 1990. *Echolocation characteristics and range detection threshold of a false killer whale (Pseudorca crassidens). In Sensory Abilities of Cetaceans*. Laboratory and Field Evidence (ed. J.A. Thomas and R.A. Kastelein), pp. 321-334. Plenum Press, New York. 710pp.

UQCN, 2003. *Mémoire – Les impacts environnementaux de l'exploration pétrolière et gazière dans le golfe du Saint-Laurent – Phase II*, 69 p.).

VBNC, 1998. *Voisey's Bay Mine/Mill* - Project Environmental Impact Statement, Additional Information. Voisey's Bay Nickel Company Limited.

WDCS, 2004. *Whale and Dolphin Conservation Society Report*. Mark Simmonds, Sarah Dolman and Lindy Weilgart, Oceans of Noise. 168p.

WELCH, B.L., WELCH, A.S., 1970. *Physiological effects of noise*. Plenum Press, New York.

8.2 Communications personnelles

Marie Claude MARTEL – Garde Parc Marie-Claude Martel Garde de parc - Évaluation et gérance environnementales - Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent - Parcs Canada.

Téléphone : (418) 235-4703 - poste 233

Télécopieur : (418) 235-4192

marie-claude.martel@pc.gc.ca ; http://www.parcmarin.qc.ca

Don CAMERON, Nuvumiut Developments Inc., comm. pers., 2007.

Téléphone : (819) 255-8909

ANNEXE 1

Répertoire photographique

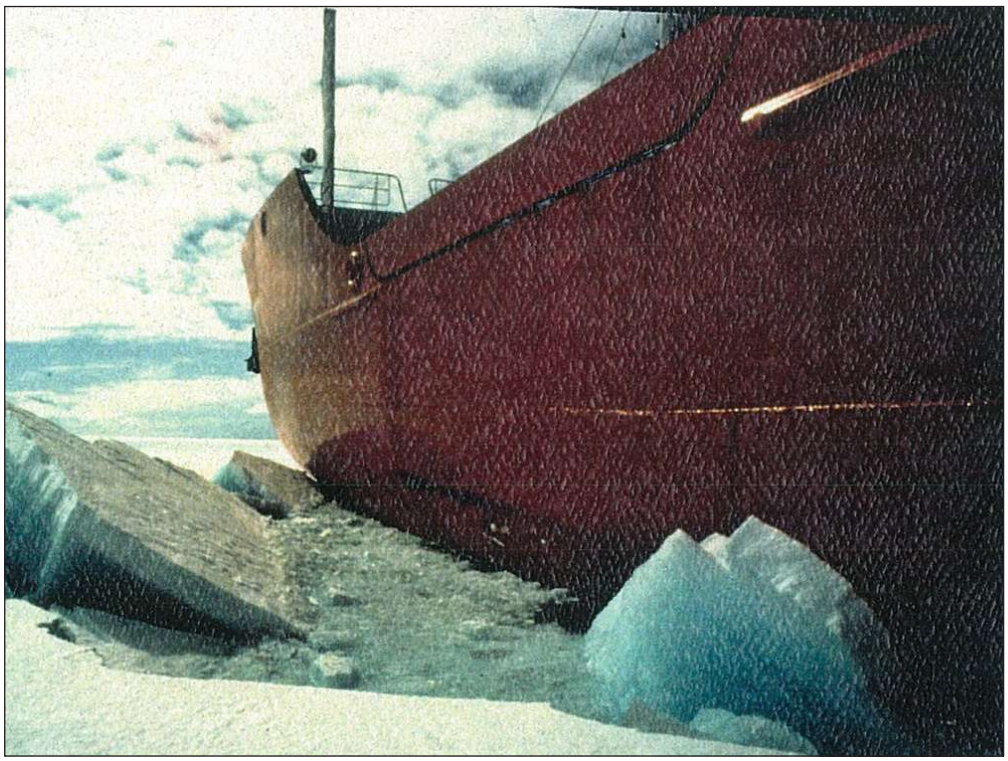


Photo 1 Processus de bris des glaces par l'étrave du MV Arctic. Noter comment l'étrave appuie sur la glace pour frayer un passage au navire (Tiré de Roche et Canartic, 1993).

Photo 2 Le MV Arctic à la limite des glaces de la baie Deception le 15 mars 1991 (Tiré de Roche et Canartic, 1993).

Photo 3 Zone d'eau libre à l'embouchure de la rivière Deception le 16 juin 1991 (Tiré de Roche et Canartic, 1993).

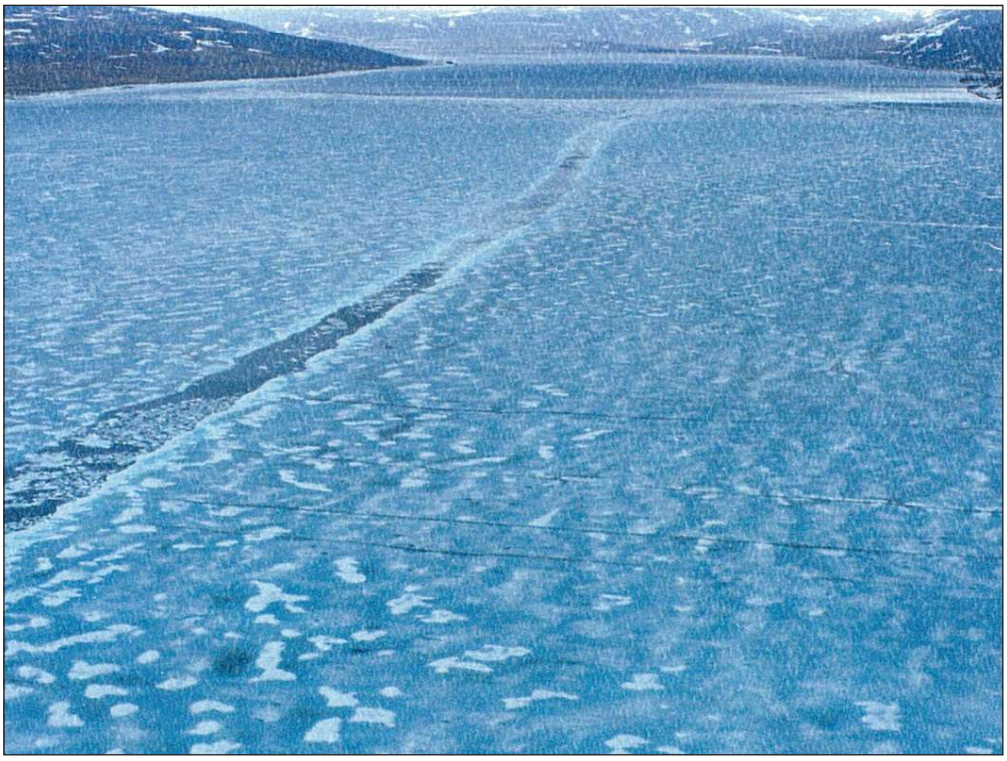


Photo 4 Zone d'eau libre dans la partie méridionale de la baie Deception, fin juin 1991 (Tiré de Roche et Canartic, 1993).

Photo 5 Un phoque annelé femelle et son petit
(Tiré de OSL, 2005b)

Photo 6 Les phoques du Groenland se regroupent sur la glace après le sevrage pour muer (MPO Terre-Neuve-et-Labrador, tiré de CEMAM, 2006).

Photo 7 Les phoques du Groenland ont besoin d'une plate-forme de glace stable pour se reproduire, mettre bas et allaiter les nouveau-nés (J-P. Sylvestre, tiré de CEMAM, 2006).

Photo 8 Phoque barbu sur un morceau de banquise dérivante (Tiré de OSL, 2005b)

Photo 9 Sillage du MV Arctic dans la baie Deception, juin 1991. Noter la configuration en ‘S’ du sillage (Tiré de Roche, 1993).

Photo 10 Aménagement d’un pont de glace à la hauteur de False Cove.

Photo 11 Pont de glace phase 1, vérification de la portance
(Tiré de Sikumiut - http://www.sikumiut.ca/projects/MVArtic2006-.pdf).

Photo 12 Pont de glace phase 2, préparation du pont
(Tiré de Sikumiut - http://www.sikumiut.ca/projects/MVArtic2006-.pdf).

Photo 13 Pont de glace phase 3, signalisation
(Tiré de Sikumiut - http://www.sikumiut.ca/projects/MVArtic2006-.pdf).

ANNEXE 2

Informations additionnelles sur le bruit sous-marin

ANNEXE 2 Informations additionnelles sur le bruit sous-marin.

TABLEAU 1.

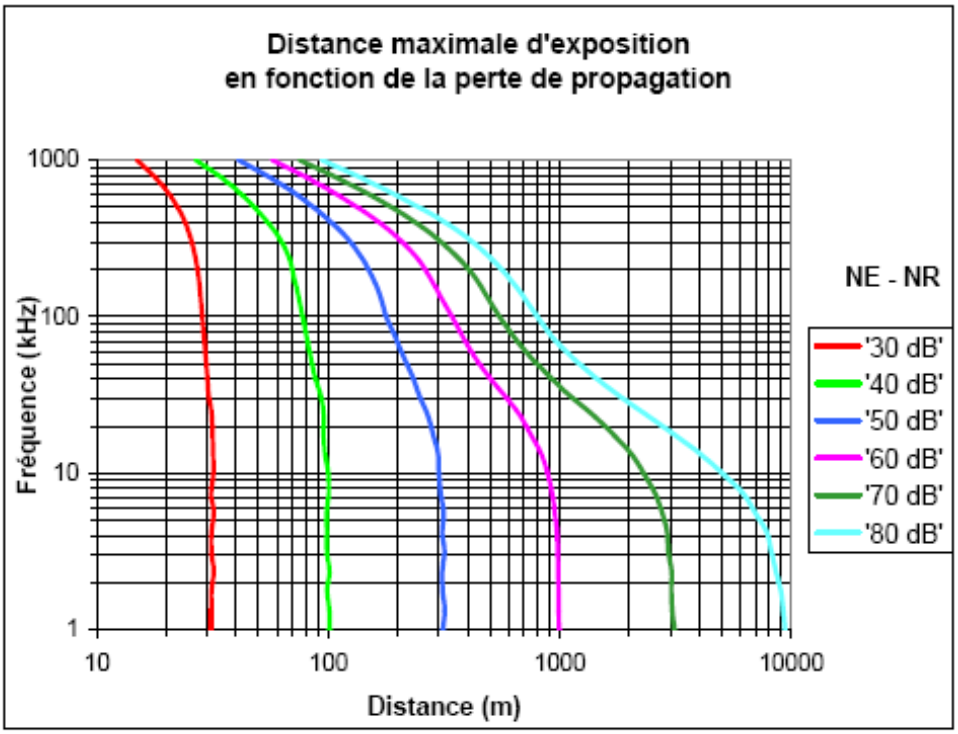
COMPARAISON DES SOURCES DE BRUITS SOUS-MARINS D'ORIGINE NATURELLE ET ANTHROPIQUE*

SOURCE DE BRUITS SOUS-MARINS	INTENSITÉ [DB RE 1µPA @ 1M]	REMARQUES
Éruption volcanique sur le plancher océanique	280	Fragmentation par la vapeur
Séisme sous-marin	272	Magnitude de 4,0 sur l'échelle de Richter
Dispositif de canon à air (relevés sismiques)	240-255	Fort à de nombreuses fréquences (bande large); signal de sortie variable selon la configuration
Sonar militaire AN/SQS-56	245	6,8 et 8,2 kHz dans la bande étroite
Sondeur acoustique à faisceaux multiples	230+	12-100 kHz dans la bande étroite
Sonar actif à basse fréquence	230+	Principalement à basse fréquence; signal de 2 minutes; très longues distances de propagation
Sonar militaire AN/SQS-53C	223	2,6 et 3,3 kHz dans la bande étroite
Cri du rorqual commun	200	Principalement à basse fréquence
Bris de glace	193	Bande large
Rorqual à bosse	190	Claquements de la queue et de la nageoire pectorale
Superpétrolier (350 m de longueur, 20 nœuds)	190	Bande large avec de basses fréquences
Cri de la baleine boréale et du rorqual bleu	188-189	Vocalisations de basse fréquence
Navire de forage en mer	185	Bruit à bande large
Navire porte-conteneurs (274 m de longueur, 23 nœuds)	181	Bande large avec de basses fréquences
Sonar sondeur	180	12-200 kHz
Chalutier (12 m de longueur, 7 nœuds)	158	Basse fréquence, continu
Canot pneumatique de 5 m	156	Davantage de contenu en haute fréquence
Dispositif de dissuasion acoustique (AquaMark 300)	132	Courte durée et haute fréquence
Motomarine	75-125	Bruit à bande large
Bruit ambiant en pleine mer	120	Conditions les plus bruyantes

* *Si l'on se fonde sur les études de mammifères terrestres, il faut soustraire 62 dB à l'intensité d'un son mesurée dans l'eau pour obtenir une valeur équivalente dans l'air. Cela pourrait ne pas s'appliquer directement aux mammifères marins, car la manière dont un bruit sous-marin cause un dommage aux oreilles pourrait être différente dans l'eau par rapport à l'air.*

Source : CENAM (2006)

ANNEXE 2 (suite) Informations additionnelles sur le bruit sous-marin.



Par exemple pour déterminer la distance à laquelle on perçoit à un niveau de 180 dB re 1 µPa les signaux émis par une source sonore de 10 kHz et 230 dB re 1 µPa@1m, on considère la courbe correspondant à $NE - NR = 230\text{-}180 = 50$ dB, donc bleu foncé ; la fréquence 10 kHz donne la distance R = 300 m.

On notera qu'en dessous de 1 kHz, la dépendance fréquentielle est négligeable pour les ordres de grandeur à considérer ici.

Source : Carr *et al.* (2007)