



Environnement
Canada

Environment
Canada

Effets de la population grandissante des Petites Oies des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*) sur l'habitat de basses terres, les oiseaux de rivage nicheurs et les oiseaux chanteurs dans le Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks

J. E. Hines
P. B. Latour
C.S. Machtans

Publication hors série
Numéro 118
Service canadien de la faune



Canada 

Service canadien de la faune

Publication hors série

Les Publications hors série font état des résultats de recherches originales effectuées par les membres du personnel du Service canadien de la faune ou appuyées par le Service. Ces publications ont fait l'objet d'un examen par des pairs.

Directeur scientifique en chef du Conseil d'édition

A.J. Gaston
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

Conseil d'édition

R.G. Clark
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

A.W. Diamond
Atlantic Co-operative Wildlife Ecology Research Network
University of New Brunswick

R. Letcher
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

H. Meltofte
National Environmental Research Institute
Danish Ministry of the Environment

P. Mineau
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

E. Nol
Department of Biology
Trent University

G.J. Robertson
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

J.-P. Savard
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

R. Ydenberg
Centre for Wildlife Ecology
Simon Fraser University

Le rôle d'Environnement Canada en matière d'espèces sauvages

Environnement Canada est responsable des questions de compétence fédérale touchant les espèces sauvages. Il est ainsi notamment chargé de la protection et de la gestion des oiseaux migrateurs, des habitats canadiens d'importance nationale et des espèces en péril ainsi que d'autres questions fauniques d'importance nationale et internationale. Le Ministère effectue en outre des travaux de recherche dans nombre de champs d'activité de la biologie des espèces sauvages, et il met en œuvre divers programmes incitatifs visant les espèces sauvages et l'intendance des habitats.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur Environnement Canada, pour nous aviser d'un changement d'adresse ou pour nous demander d'ajouter votre nom à notre liste d'envoi ou d'enlever votre nom, prière de communiquer avec la section suivante :

Informathèque
Environnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0H3
Téléphone : 819-997-2800, ou 1-800-668-6767 (sans frais au Canada)
Télécopieur : 819-994-1412
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca
Site Web : www.ec.gc.ca

Les Publications hors série du Service canadien de la faune sont publiées par Environnement Canada. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les publications du Service canadien de la faune, prière de visiter le site Web www.cws-scf.ec.gc.ca/publications.

J. E. Hines¹
P. B. Latour²
C.S. Machtans²

**Effets de la population grandissante
des Petites Oies des neiges (*Chen
caerulescens caerulescens*) sur
l'habitat de basses terres, les oiseaux
de rivage nicheurs et les oiseaux
chanteurs dans le Refuge d'oiseaux
migrateurs n° 1 de l'île Banks**

**Publication hors série
Numéro 118
Service canadien de la faune
Octobre 2010**

Also available in English under the title
The effects on lowland habitat, breeding shorebirds and
songbirds in the Banks Island Migratory Bird Sanctuary
Number 1 by the growing colony of Lesser Snow Geese
(*Chen caerulescens caerulescens*)
Canadian Wildlife Service, Occasional Paper No. 118

¹ Box 312, Arcola, SK S0C 0G0

² Service canadien de la faune
Environnement Canada
rue 5019-52
Yellowknife (T.N.-O.)
X1A 2P7

N° de cat. CW69-1/118F
ISBN 978-1-100-95590-2

En ligne à l'adresse www.cws-scf.ec.gc.ca/publications
N° de cat. CW69-1/118F-PDF
ISBN 978-1-100-95591-9

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

Photos de la page couverture : © Gauche à droite : Dana Kellet, Jennie Rausch, Gustav Samelius

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement, 2010

Also available under the title: The effects on lowland habitat, breeding shorebirds and songbirds in the Banks Island Migratory Bird Sanctuary Number 1 by the growing colony of Lesser Snow Geese (*Chen caerulescens caerulescens*)

Remerciements

Cette étude a grandement bénéficié d'une assistance sur le terrain enthousiaste et compétente d'un certain nombre de personnes, notamment J. Bauer, R. Buck, B. Johnson, V. Johnston, M. Kudlak, L. McIvor, J. Rausch, et C. Smith. Les pilotes de Canadian Helicopters Ltd. et de Aklak Air Ltd. ont assuré un transport aérien fiable et sécuritaire. L'assistance logistique pour cette étude était fournie par le Programme du plateau continental polaire, et le support financier était fourni par le Service canadien de la faune. Les analyses et le manuscrit ont bénéficié des suggestions fournies par A. Gaston et P. Smith, ainsi que par deux critiques anonymes.

Table des matières

Introduction	7
Effets de la population grandissante des Petites Oies des neiges (<i>Chen caerulescens caerulescens</i>) sur l'habitat de basses terres dans le Refuge d'oiseaux migrants n° 1 de l'île Banks	8
1. Introduction	8
2. Région étudiée	9
3. Méthodes	11
3.1 Cartographie des habitats	11
3.2 Travaux sur le terrain	12
4. Résultats	14
4.1 Types de couvertures terrestres	14
4.2 Évaluation de la précision et de la cartographie des habitats	16
4.3 Indicateur de l'état des habitats	16
5. Discussion	18
5.1 Évaluation de la précision et de la cartographie des habitats	18
5.2 Effets du broutement des oies	19
Liste des figures	
Figure 1. Nombres de Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, 1976-2002, déterminés par les relevés des photographies aériennes	9
Figure 2. Emplacement de la région étudiée, Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, à l'ouest de l'Arctique canadien	10
Figure 3. Neuf catégories de couvertures terrestres à l'intérieur du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks cartographiées à partir des images de Landsat-5	13
Figure 4. Nombre de déjections des Petites Oies des neiges dénombrées au niveau de 834 parcelles circulaires de 1 m ² situées dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, 2000-2002	18
Figure 5. Densités des Petites Oies des neiges nicheuses en juin et des oies regroupées par couvées et troupes d'adultes en cours de mue en juillet	19

Liste des tableaux	
Tableau 1. Différentes catégories de pressions de broutement observées pendant les études de l'habitat des Petites Oies des neiges de l'île Banks, 1999-2002	14
Tableau 2. Caractéristiques des six vastes catégories de couvertures terrestres présentes dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks	15
Tableau 3. Superficie de différentes catégories de couvertures terrestres dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks déterminées à partir de la scène 60-09 (6 juillet 1990) et de la scène 61-08 (12 août 1995) de Landsat-5	16
Tableau 4. Matrice de confusion des pixels d'évaluation de la précision utilisés pour la classification dirigée de la couverture terrestre du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Les catégories et sous-catégories de couvertures terrestres sont décrites dans le tableau 3.	17
Tableau 5. Biomasse (poids sec en g/m ²) de graminées et de carex des basses terres à l'intérieur des exclos clôturés où les oies n'ont pas pu se nourrir et à 1 m au sud de l'exclos (à l'extérieur) où les oies ont pu se nourrir, juillet 2000-2002. Différence en pourcentage entre la biomasse moyenne à l'intérieur et à l'extérieur des exclos.	17
Tableau 6. Indices de pression de broutement relevés dans des parcelles de 1 m ² dans les régions des basses terres, Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, 2000-2002	17
Annexes	
Annexe 1. Plantes caractéristiques des six différents types de couvertures terrestres à l'intérieur du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks	22
Annexe 2. Composition des espèces de plantes de trois habitats localisés dont la surface était trop petite pour être cartographiée à l'aide des images du capteur TM de Landsat	25
Annexe 3. Espèces de plantes relevées dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks	27

Relations entre l'abondance d'oiseaux chanteurs et d'oiseaux de rivage nicheurs dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, et la population grandissante des Petites Oies des neiges (<i>Chen caerulescens caerulescens</i>)	29
1. Introduction	29
2. Région étudiée	30
3. Méthodes	31
3.1 Méthodes de relevé	31
3.2 Analyses des données	31
4. Résultats	33
4.1 Synthèse des dénombrements	33
4.2 Influence de la colonie d'Oies des neiges sur la densité d'oiseaux	33
4.3 Réponse des espèces individuelles par rapport à la colonie d'Oies des neiges	34
4.4 Diversité des espèces	34
5. Discussion	34

Liste des figures

Figure 1. Région étudiée et étendue spatiale des colonies de Petites Oies des neiges au sud-ouest de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest	30
Figure 2. Relation brute entre la densité d'oiseaux de rivage (par km ²) et la distance entre le transect et la colonie d'ois la plus proche, île Banks, Territoires du Nord-Ouest, à partir de données non remises à l'échelle	33
Figure 3. Densités moyennes remises à l'échelle des oiseaux de rivage sur les transects comparées à leur éloignement par rapport à la colonie d'ois avec correction pour mettre en évidence l'influence de l'éloignement par rapport à la côte	35
Figure 4. Réponse différentielle des nicheurs d'habitat sec et humide en fonction de l'éloignement par rapport aux colonies d'ois	35
Figure 5. Relation corrigée entre la densité relative d'oiseaux de rivage et l'éloignement du transect du relevé par rapport à la côte occidentale de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, sans influence de l'éloignement par rapport à la colonie d'ois	36
Figure 6. Relation entre la densité d'oiseaux chanteurs remise à l'échelle et l'éloignement par rapport à la bordure de la colonie d'Oies des neiges	36

Liste des tableaux

Tableau 1. Dénombrement d'oiseaux, par espèces, observés au niveau de 25 transects ayant fait l'objet de relevés en 2000 et en 2001 sur l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest	31
Tableau 2. Densité moyenne (oiseaux/km ²) pour les oiseaux observés au niveau des 25 transects ayant fait l'objet de prélèvements sur l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest.	34

Tableau 3. Résultats du critère d'information d'Akaike corrigé (AIC_c) pour les modèles de régression linéaire expliquant la variation de densité relative d'oiseaux de rivage résultant de l'éloignement par rapport à la bordure de la colonie d'Oies des neiges, de l'éloignement par rapport à l'océan (distocéan) ou de la valeur de l'habitat (valhab) des transects individuels

Conclusions et incidences en matière de gestion	39
Ouvrages cités	41

Introduction

Cette étude a été menée en raison des préoccupations soulevées dans d'autres régions de l'Arctique canadien où la population du milieu du continent de Petites Oies des neiges a augmenté de façon constante au cours des dernières décennies et a atteint des niveaux record (Abraham *et al.*, 1997; Comité sur la sauvagine du Service canadien de la faune, 2003; Kerbes *et al.*, 2005). En raison de cette croissance sans précédent, certains habitats essentiels pour la nidification et la halte migratoire des Petites Oies des neiges sont gravement dégradés (Kerbes *et al.*, 1990; Abraham et Jefferies, 1997). Plus précisément, des problèmes ont été observés dans les marais salés le long de la côte occidentale de la baie d'Hudson où la recherche intense de nourriture a détérioré de façon importante la composition et la productivité des espèces végétales, et la salinité des sols (Kerbes *et al.*, 1990; Kotanen et Jefferies, 1997; Jefferies et Rockwell, 2002). Les dommages à long terme et irréversibles causés à l'habitat pourraient avoir des répercussions non seulement sur les Oies des neiges mais également sur la faune partageant cet habitat (Gratto-Trevor, 1994; Gratto-Trevor, et Vacek, 2001; Rockwell *et al.*, 2003; Milakovic et Jefferies, 2003).

La population d'Oies des neiges du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks rassemble plus de 95 % de la population de l'Arctique de l'Ouest qui migre le printemps et l'automne dans les Prairies canadiennes, et l'hiver dans la voie migratoire du Pacifique et à l'ouest de la voie migratoire du Centre. Cette population est géographiquement distincte et représente seulement environ un dixième de la taille de la population du milieu du continent (570 500 en 2002). En dépit de la séparation géographique et de la différence de taille des deux populations, les taux de croissance (environ 5 % par an) sont similaires (Kerbes *et al.*, 1999; Boyd, 2000), ce qui nous permet d'émettre l'hypothèse que les dommages causés à l'habitat pourraient également survenir sur l'île Banks.

Pour garantir une gestion et une conservation efficaces des oiseaux migrateurs de l'ouest de l'Arctique canadien, nous avons évalué les effets potentiels de la population grandissante des Petites Oies des neiges sur les habitats de basses terres et les oiseaux nicheurs (principalement les oiseaux de rivage et les passereaux) à l'intérieur et à proximité de la colonie d'Oies des neiges du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Les résultats de ces études sont consignés ici dans deux chapitres principaux. Le

premier chapitre décrit les caractéristiques et l'abondance des vastes types d'habitats présents dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, et évalue l'état actuel de ces habitats. Le deuxième chapitre examine la relation entre la population d'Oies des neiges dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks et l'abondance d'oiseaux nicheurs dans les habitats de basses terres à l'intérieur et à proximité de la colonie. Les incidences des travaux en matière de gestion sont également abordées et les besoins supplémentaires en matière de connaissances sont décrits.

Effets de la population grandissante des Petites Oies des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*) sur l'habitat de basses terres dans le Refuge d'oiseaux migrants n° 1 de l'île Banks

J. E. Hines¹, P. B. Latour², C. Squires-Taylor³ et S. Moore⁴

¹ Box 312, Arcola, SK, S0C 0G0

² Service canadien de la faune, Environnement Canada, rue 5019-52, Yellowknife (T.N.-O.) X1A 2P7

³ 53 Calder Crescent, Yellowknife, NT X1A 1X6

⁴ #24, 46 Con Road, Yellowknife, NT X1A 3A9

Résumé

Cette étude a pour but d'évaluer les relations entre l'état actuel des habitats de basses terres dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, et le broutement excessif potentiel de la végétation par la population grandissante de Petites Oies des neiges. À l'aide des images du capteur TM de Landsat-5, nous avons cartographié les habitats du refuge d'une superficie de 20 517 km². Au total, six catégories et cinq sous-catégories de couvertures terrestres ont été cartographiées. Nous avons décrit la végétation et les conditions environnementales dominantes de chacune des catégories d'habitats. Deux catégories dominantes, les basses terres détrempées à humides dominées par des graminées et des carex (l'habitat privilégié par les oies) et les toundras d'arbustes nains et de plantes herbacées, représentaient 80 % de la couverture terrestre de la région étudiée. La précision de la classification déterminée à partir d'un échantillon de données indépendantes de vérification au sol était comprise entre 65 et 99 % pour les six catégories terrestres et était équivalente au total à 94 %. Si les sous-catégories de couvertures terrestres étaient incluses dans l'évaluation de la précision, la valeur totale correspondait seulement à 88 % et les valeurs des catégories et des sous-catégories étaient comprises entre 32 et 99 %. La reconnaissance générale de l'état des habitats au sein du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, menée entre 1992 et 2005, indiquait que les habitats broutés de façon excessive ou dégradés étaient principalement limités aux secteurs situés à l'intérieur et autour de la principale colonie d'oies de la rivière Egg et à proximité des rives de la plupart des étangs et des lacs du refuge. À l'aide de deux approches différentes, nous avons estimé qu'entre 0,8 et 5,6 % des basses terres dominées par des graminoides étaient broutées de façon excessive par les oies. Les indices d'intensité de broutement des oies ont été collectés à l'intérieur d'exclus de broutement (pourcentage de végétation sur pied broutée) et de parcelles de 1 m² (pourcentage de parcelles déracinées, pourcentage de tiges broutées, hauteur des graminées et des carex, nombre de déjections). Ces indices semblaient indiquer que les effets des Oies des neiges sur les écosystèmes de l'île Banks sont moins importants que ceux observés dans certaines régions de l'Arctique oriental et du Bas-Arctique. Néanmoins, le nombre d'Oies des neiges nicheuses de l'île Banks a augmenté à un rythme identique à celui consigné pour la population du milieu du continent. Ainsi, nous sommes d'accord avec les

recommandations antérieures relatives à la stabilisation de la population à ses niveaux actuels. Les connaissances nécessaires pour réussir à gérer les Oies des neiges et leur habitat sur l'île Banks ont été définies.

1. Introduction

La plupart des populations des Petites Oies des neiges d'Amérique du Nord ont augmenté de façon importante au cours des dernières décennies et ont atteint ou quasiment atteint leur nombre le plus élevé jamais enregistré (Abraham *et al.*, 1997; Comité sur la sauvagine du Service canadien de la faune, 2007; Kerbes *et al.*, 2005). Leur nombre a tellement augmenté que les communautés végétales de certaines basses terres côtières des régions arctiques et subarctiques ont été détruites ou gravement dégradées par leur comportement alimentaire (Kerbes *et al.*, 1990; Ganter *et al.*, 1996; Abraham et Jefferies, 1997; Kotanen et Jefferies, 1997). La perte continue d'habitat de basses terres pourrait mettre en péril les populations d'oies et d'autres espèces d'oiseaux dépendant des terres humides.

La population croissante de Petites Oies des neiges représente un des problèmes les plus importants et les plus controversés auxquels les organismes d'Amérique du Nord chargés de la protection de la faune sont confrontés (Ankney, 1996; Miller, 2000). Jusqu'à présent, les efforts en matière de recherche et de gestion liés à cette « surpopulation » ont été principalement axés sur les colonies grandissantes de Petites Oies des neiges dans le centre et l'est de l'Arctique canadien (désignées collectivement par l'expression « population du milieu du continent »). La croissance des populations et l'augmentation de la dégradation des habitats dans certaines aires de reproduction et de halte migratoire des basses terres près de la baie d'Hudson et de la baie James ont été bien documentées (Kerbes *et al.*, 1990; Ganter *et al.*, 1996; Abraham et Jefferies, 1997; Kotanen et Jefferies, 1997). De plus, les recommandations relatives aux prises visant à diminuer la taille de la population du milieu du continent ont été mises en œuvre (Rockwell *et al.*, 1997; Boyd, 2000; Comité sur la sauvagine du service canadien de la faune, 2007).

Les Petites Oies des neiges qui migrent chaque printemps vers la région désignée des Inuvialuits à l'ouest de l'Arctique canadien constituent une population relativement distincte qui est beaucoup plus petite que le groupe d'oies du milieu du continent (Kerbes *et al.*, 1999). Même si aucune

destruction étendue des habitats n'a été observée dans l'ouest de l'Arctique canadien, le nombre d'Oies des neiges nicheuses des principales colonies de l'île Banks est passé de 165 000 individus en 1976 à 570 500 individus en 2002 (figure 1). Dans l'ensemble, la population a augmenté à un rythme aussi rapide (environ 5 % par an) que la population du milieu du continent qui soulève des préoccupations. Ce rythme de croissance continue de la population entraînera inévitablement des dommages considérables au niveau de la toundra des basses terres dont dépendent les Oies des neiges et de nombreuses autres espèces sauvages. Les dommages causés à l'écosystème de la toundra pourraient entraîner des déclin importants des populations d'Oies des neiges et de bœufs musqués (*Ovibos moschatus*). Cela pourrait avoir des répercussions socioéconomiques majeures pour les Inuvialuits de Sachs Harbour, Territoires du Nord-Ouest, ainsi que pour les autres collectivités d'Inuvialuits qui capturent un nombre important d'Oies des neiges chaque printemps (auteur anonyme, 2003). La perte d'habitat pourrait également entraîner des problèmes en matière de conservation des autres espèces d'oiseaux migrateurs (Latour *et al.*, 2010).

La dégradation des habitats causée par les Petites Oies des neiges à l'est et au centre de l'Arctique est principalement concentrée au niveau des basses terres côtières. Le broutement des graminées et des carex par les oies a entraîné une augmentation de l'évaporation, un assèchement de secteurs qui sont désormais couverts d'une végétation clairsemée, et une salinisation des sols. La plupart des arbustes et des graminoides ont des difficultés à survivre ou à se reproduire en raison du taux élevé de salinité. Cependant, quelques espèces tolérant la teneur en sel (dont certaines ne sont pas broutées par les Oies des neiges) se sont

développées (Abraham et Jefferies, 1997). Sur l'île Banks, la salinisation ne devrait pas être un problème puisque l'étendue de l'habitat de marais salés côtiers est très limitée (Porsild, 1955). La plupart des Oies des neiges nichent à plus de 25 km des côtes à l'intérieur des terres (Kerbes *et al.*, 1999) à la confluence des rivières Egg et Big et en juillet, les nichées et les troupes d'oies qui ne se reproduisent pas ou n'y parviennent pas se dispersent au niveau d'une vaste étendue de toundra de basses terres près des lacs et des étangs d'eau douce. Par conséquent, les effets du broutement intensif des oies sur les communautés végétales de l'île Banks pourraient être assez différents des effets observés au niveau des marais côtiers de la baie d'Hudson.

En raison de la croissance de la population d'Oies des neiges à l'ouest de l'Arctique canadien et des préoccupations relatives aux effets des Oies des neiges sur les écosystèmes des autres régions du nord du Canada, il est urgent d'évaluer l'état de l'habitat de basses terres de l'île Banks. En 1999, nous avons lancé une étude dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks dont les objectifs étaient les suivants : (1) cartographier les principaux types d'habitat présents dans le refuge, (2) mesurer la disponibilité de l'habitat de basses terres pour les Oies des neiges et les autres espèces et (3) évaluer les vastes effets de la population grandissante d'oies sur la qualité de l'habitat. Nous décrivons dans le présent document les résultats de notre étude et présentons les incidences en matière de gestion de nos travaux.

2. Région étudiée

L'île Banks (60 165 km²) est située dans les Territoires du Nord-Ouest, à l'extrémité sud-ouest de l'archipel arctique canadien (figure 2). Le climat de l'île

Figure 1

Nombres de Petites Oies des neiges nichant sur l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, 1976-2002, déterminés par les relevés des photographies aériennes (Kerbes *et al.*, 1999; Caswell et Meeres, données non publiées)

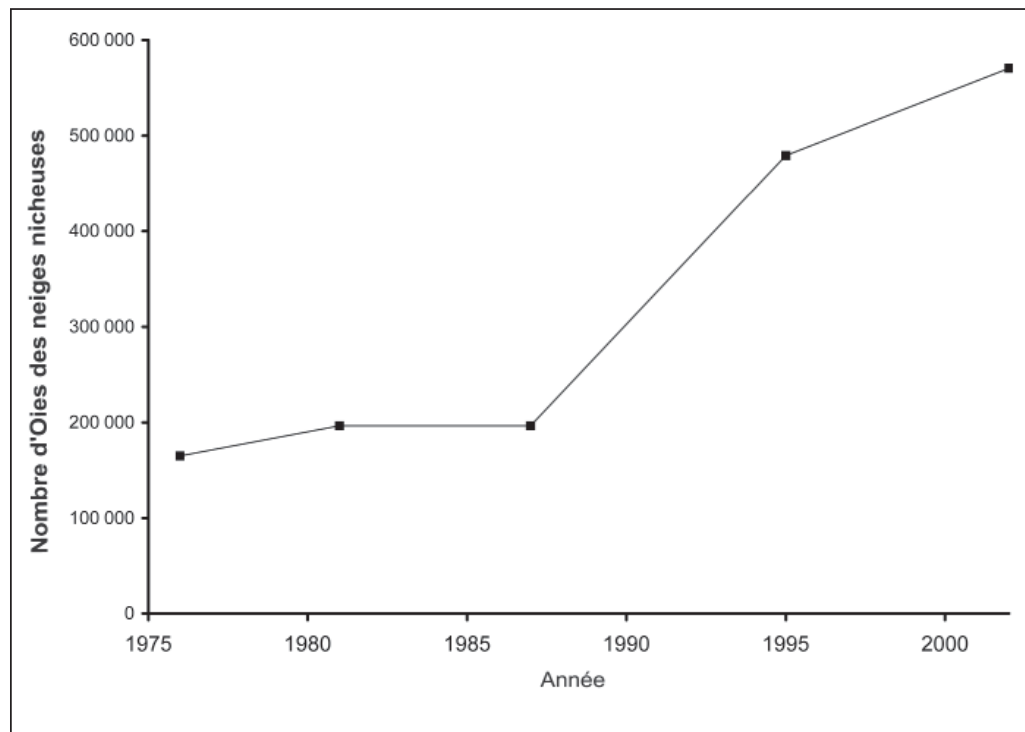
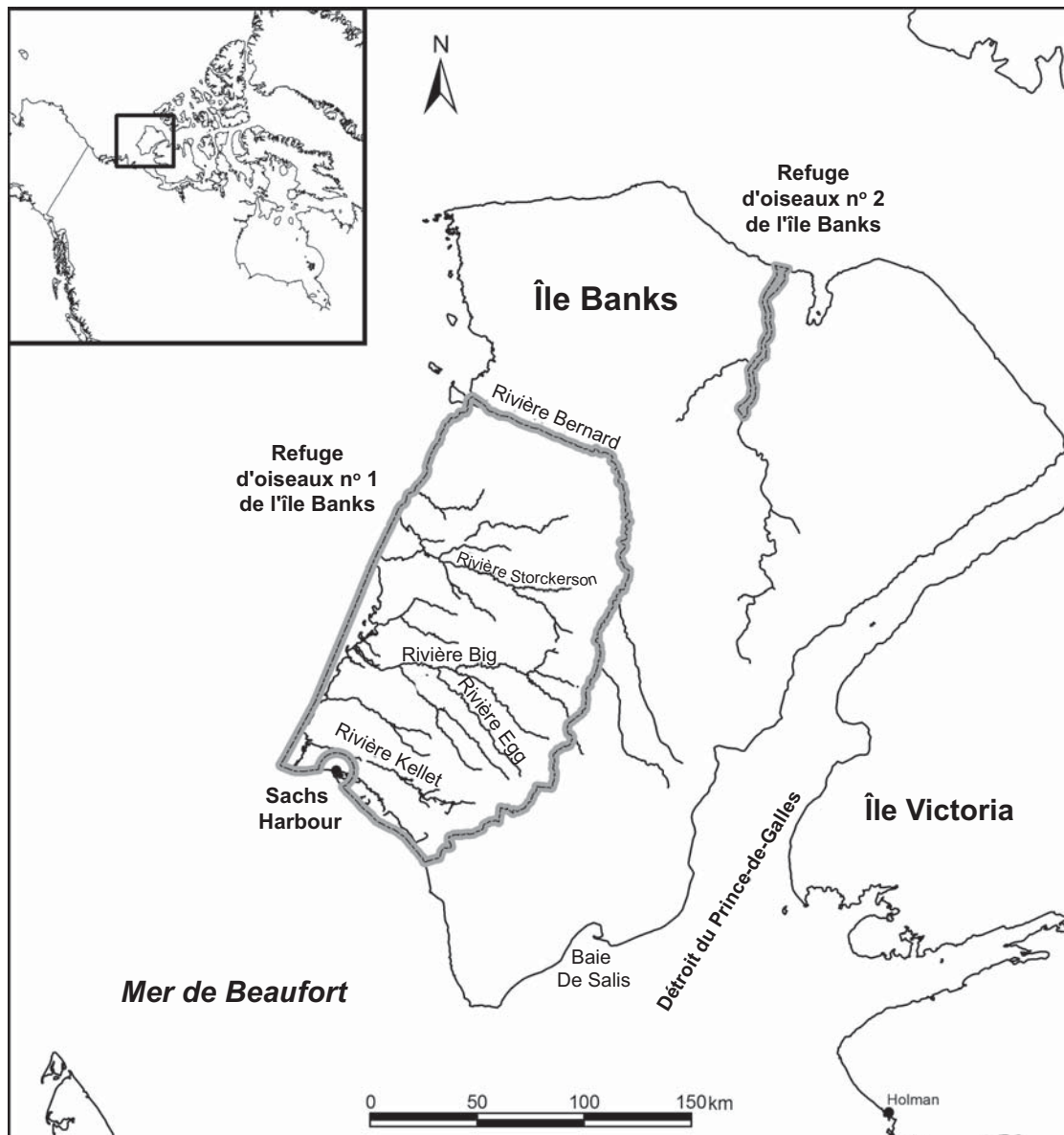


Figure 2

Emplacement de la région étudiée, Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, à l'ouest de l'Arctique canadien



est froid et sec. Par exemple, dans la collectivité de Sachs Harbour, les précipitations annuelles moyennes entre 1955 à 1990 étaient de 127 mm et la température moyenne quotidienne de janvier et de juillet était respectivement de -30°C et 6°C (Environnement Canada, 2003).

La superficie du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks où nous avons mené nos travaux est de 20 517 km². Ce refuge a été créé en 1961 pour protéger la colonie de Petites Oies des neiges et les nombreux oiseaux migrateurs qui séjournent l'été sur l'île Banks (Service canadien de la faune, 1992). Le refuge est principalement concentré au niveau des basses terres centrales de l'île Banks, une plaine à basse altitude (généralement à moins de 150 m au-dessus du niveau de la mer) caractérisée par des collines onduleuses, des vallées peu encaissées et des battures alluviales (Fyles, 1962). Les basses terres centrales peuvent être divisées en une région intérieure et une région côtière, cette dernière comprenant les bassins versants d'un grand

nombre de petites rivières ainsi que le cours inférieur de quatre grands réseaux hydrographiques, soit celui des rivières Kellet, Big, Storkerson et Bernard (figure 2). Ces rivières occupent de larges vallées peu encaissées et se ramifient considérablement à l'approche de la mer de Beaufort. Les fonds de vallée humides se caractérisent par de grands polygones de toundra, des étangs et des lacs peu profonds de forme arrondie (Fyles, 1962). L'intérieur des basses terres centrales s'élève à 250 m au-dessus du niveau de la mer et la topographie est dominée par un plateau de collines onduleuses bien drainées que traverse un réseau de vallées riveraines larges et peu encaissées, et de ravines (Fyles, 1962).

L'histoire géologique complexe de l'île Banks (Vincent, 1982) a entraîné l'accumulation de vastes quantités de sable, de limon et d'argile associées à la présence de pergélisol continu qui constituent des obstacles à l'écoulement de l'eau dans les régions des basses terres.

Ces facteurs, ainsi que le relief d'altitude peu élevée à moyenne, ont entraîné le développement d'une couverture végétale quasiment continue dans de nombreuses parties de l'île. Ainsi, l'île Banks est l'une des îles les plus recouvertes de végétation de l'archipel arctique canadien (Porsild, 1955; équipe de cartographie de la végétation de l'Arctique circumpolaire (Circumpolar Arctic Vegetation Mapping Team), 2003). De nombreuses populations d'animaux brouteurs sont présentes sur l'île, y compris des bœufs musqués (Larter et Nagy, 2001) qui sont présents toute l'année et des Petites Oies des neiges (Kerbes *et al.*, 1999) qui sont présentes à partir de la fin du mois de mai jusqu'au début du mois de septembre.

3. Méthodes

Notre étude comprenait deux phases principales :

(1) la cartographie des types d'habitat du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks et (2) une évaluation générale de l'état des habitats du refuge.

3.1 Cartographie des habitats

La cartographie de la couverture terrestre a été menée à l'aide d'une analyse par télédétection de données numériques collectées par le capteur TM de Landsat-5. La procédure standard de cartographie des habitats était la suivante : (1) préparation des images satellitaires exploitées par ordinateur de la région étudiée; (2) travaux sur le terrain pour évaluer les types de couvertures présents et leurs correspondances par rapport aux tons des images satellitaires; (3) création d'une classification numérique des couvertures terrestre à l'aide d'une combinaison de techniques de classification numérique dirigée et non dirigée; et (4) évaluation de la précision de la classification pour déterminer la fiabilité des résultats.

Le traitement des images a été effectué à l'aide du logiciel d'analyse d'images PCI Geomatica au Centre Geomatics de Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest. Deux scènes du capteur TM de Landsat-5 de 185 x 172 km (taille de pixels de 25 x 25 m) ont été acquises pour cartographier le refuge. Les deux tiers correspondant à la partie méridionale du refuge ont été couverts par la scène 60-09 (6 juillet 1990) tandis que le tiers correspondant à la partie septentrionale du refuge a été couvert par la scène 61-08 (12 août 1995). Une petite partie située à la bordure centre-est, représentant 0,1 % du refuge, n'a pas été couverte par l'imagerie. Les ortho-images de Landsat-7 ont permis de géoréférencer l'imagerie satellitaire, procédure qui a été effectuée au Centre d'information topographique de Sherbrooke, Québec.

Le prélèvement sur le terrain des renseignements sur la couverture terrestre a été mené en juillet 1999 et 2002. Les iconocartes satellitaires géoréférencées, obtenues à l'aide des bandes de Landsat 5 (infrarouge de courte longueur d'onde), 4 (proche infrarouge) et 2 (verte) à une échelle 1/75 000, ont été utilisées pour sélectionner des zones de ton relativement homogène pour les sites sur le terrain. Nous avons visité 883 sites par hélicoptère et à pied, et consigné le type général de couverture terrestre de chaque emplacement. Des renseignements plus détaillés sur les reliefs, la topographie et l'humidité du sol de 148 emplacements ont été consignés.

À partir des données de terrain, nous avons pu distinguer six types principaux de couvertures terrestres. De plus, nous avons distingué trois sous-catégories au sein d'un type principal de couverture (toundra détrempée à humide) et deux sous-catégories au sein d'un autre type de couverture (toundra sèche à mésique).

Les analyses par télédétection reposaient sur l'hypothèse suivante : chaque type de couverture dispose d'une signature spectrale unique (flux radiatif émis par la surface) détectable par satellite. Une classification non dirigée a été utilisée pour cartographier les types de couvertures dénudées qui pouvaient être détectés sans données de terrain. Les catégories ont été automatiquement générées à partir de groupes spectraux naturels des données Landsat. Les catégories détectées suivantes, l'eau, la neige, la glace, les rivières avec une végétation clairsemée et les sédiments deltaïques, les nuages ou les ombres, ont été étiquetées et supprimées des analyses plus approfondies. Les sites sur le terrain de types de couvertures terrestres connus ont été utilisés comme « zones d'entraînement » sur les images pour calculer les signatures spectrales de chaque type de couverture à partir des bandes Landsat 2, 3, 4, 5 et 7. À l'aide de ces signatures spectrales générées à partir des sites sur le terrain, une classification dirigée a permis d'associer les pixels restants aux catégories de couvertures terrestres. Des pixels n'ont pas pu être classés dans un petit nombre de cas. Nos deux images satellitaires ont été traitées indépendamment à l'aide de la combinaison des techniques de classification d'images dirigée et non dirigée. Les résultats de la classification des couvertures terrestres des images de la partie méridionale et de la partie septentrionale ont été finalement regroupés en une image générale.

Conformément aux méthodes générales recommandées par Congalton (1991), nous avons construit des matrices de confusion pour les données de référence et les données classifiées. Nous avons ensuite effectué une évaluation de la précision de la classification. Dans cette évaluation, la « précision du producteur » correspondait au degré de précision de la classification des données de référence (obtenues sur le terrain). Cette technique consistait à mesurer quelle était la qualité de la classification d'un certain type de zone du point de vue d'un producteur de carte. Inversement, la « précision de l'utilisateur » a permis d'évaluer le degré de précision de la carte classée par rapport à l'état des habitats étudiés, le cas échéant, sur le terrain. La précision du producteur et la précision de l'utilisateur correspondent à des types particuliers de couvertures terrestres. La « précision globale » correspond à la précision générale de la classification et est calculée en additionnant les pixels correctement classés pour toutes les catégories et en divisant ensuite le nombre total de pixels dans la matrice de confusion (Congalton, 1991). Pour déterminer la fiabilité des cartes de couverture terrestre à différents niveaux de complexité de la classification, nous avons mené des évaluations de la précision pour les six catégories terrestres à grande échelle et les trois sous-catégories de toundra détrempée à humide. Les données de 6 415 pixels ont été enregistrées à partir de l'évaluation sur le terrain des types de couvertures pour mesurer la précision de la classification (Congalton, 1991).

3.2 Travaux sur le terrain

Les pressions relatives exercées au niveau de plusieurs zones en raison de la présence et du broutement des oies ont été évaluées à l'aide des différentes méthodes suivantes :

(a) établissement d'exclos de broutement pour calculer la quantité de graminoides consommées; (b) dénombrement des déjections d'oies; (c) évaluation du degré de broutement et de déracinement des plantes au niveau de plusieurs sites; (d) étude des renseignements existants sur la répartition et l'abondance d'oies dans le refuge; et (e) vaste reconnaissance de l'état des habitats dans le refuge.

(a) Exclos de broutement

Entre 1999 et 2001, nous avons construit 63 exclos au niveau de 36 sites au sein de la vaste région des basses terres utilisées pour les périodes de nidification, de mue et d'élevage des couvées. En raison des contraintes logistiques et financières liées au soutien aéronautique, les exclos ont été construits à moins de 65 km de la principale aire de nidification des oies à la confluence des rivières Egg et Big (figure 3). Les sites ont été placés de façon aléatoire au sein de cette zone échantillonnée et semblaient être représentatifs, dans le cadre de notre étude, des autres habitats de basses terres du refuge.

Chaque exclos en forme de dôme de 30 cm de hauteur couvrait moins de 0,5 m². Ils ont été délimités par une clôture grillagée d'épaisseur 14 (1,6 mm de diamètre) et fixée au sol à l'aide de pieux métalliques. Plusieurs structures ont été piétinées par des bœufs musqués ou détruites par des inondations. Nous n'avons pas retrouvé certaines d'entre elles en raison de l'inexactitude des positions du système mondial de localisation. Les données de 50 exclos sur 63 ont été collectées.

Les exclos ont été installés à la mi-juillet d'une année et nous y sommes retournés à la même période l'année suivante. Lors de la visite de contrôle, des prélèvements de graminées et de carex ont été effectués à l'intérieur et à l'extérieur de l'exclos. Ces échantillons de biomasse étaient composés d'une motte en forme de carotte (9,4 cm de diamètre) collectée dans chaque exclos et d'un échantillon identique collecté à 1 m au sud de la structure. Ces deux échantillons ont été désignés respectivement échantillon « non brouté » (pendant l'année précédente) et échantillon « brouté ». Les jeunes pousses de graminées et de carex de chaque motte ont été taillées au niveau du sol, séchées dans un four jusqu'à masse constante et pesées à l'aide d'une balance électronique.

(b) Dénombrements des déjections d'oies

Nous avons dénombré les « nouvelles » déjections (de l'année en cours) et les « anciennes » déjections (de l'année précédente) dans 384 parcelles circulaires de 1 m² pour évaluer l'utilisation des différentes zones par les oies (Kerbes *et al.*, 1990; Jefferies et Abraham, 1994). Les dénombrements ont été effectués par intervalles de 500 m le long des transects des relevés d'oiseaux (Latour *et al.*, 2009) et par intervalles de 100 m au niveau de 39 autres transects établis dans les habitats de basses terres (c'est-à-dire, le complexe d'étangs de basses terres, la toundra détrempée à

humide). Chaque fragment fécal de longueur supérieure à 2,5 cm a été considéré comme une déjection. Même si les transects n'ont pas pu être placés de façon aléatoire dans le refuge en raison des contraintes logistiques et financières, les parcelles ont été réparties de manière à obtenir des échantillons représentatifs de l'utilisation de la zone par les oies (figure 3).

(c) Évaluation du broutement et du déracinement des plantes

Un sous-échantillon (210) des parcelles de basses terres mentionnées ci-dessus a été utilisé pour évaluer le degré de broutement et de déracinement des plantes en déterminant le pourcentage de parcelles de 1 m² qui ont été récemment déracinées, le pourcentage de tiges de graminoides qui ont été broutées et la hauteur des graminoides.

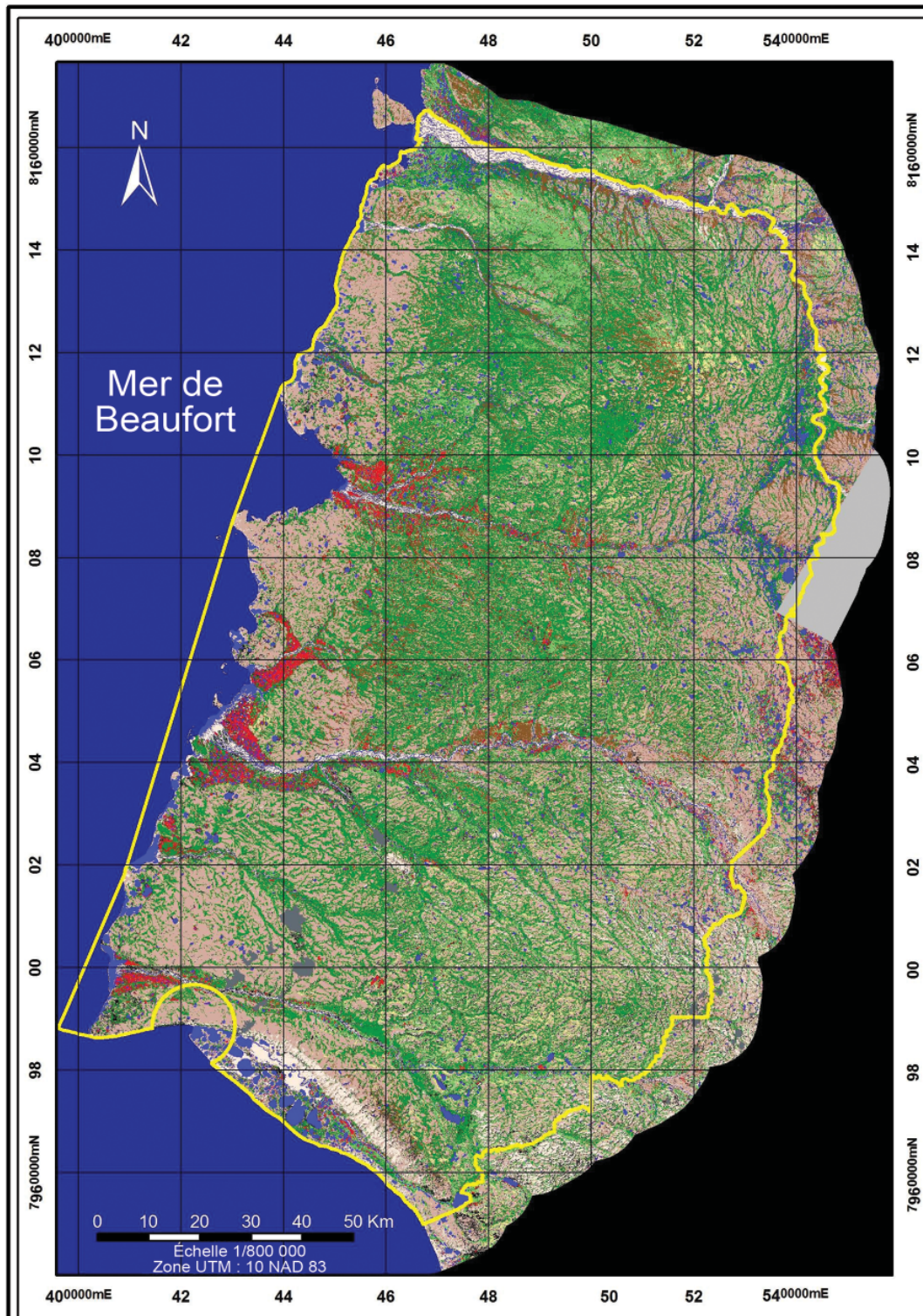
(d) Relevés antérieurs sur la répartition et l'abondance des oies

Les relevés des photographies aériennes des colonies d'Oies des neiges nicheuses prises au milieu du mois de juin constituent un indice de qualité relatif à l'utilisation des différentes parties du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks par les oies au cours des années précédentes (Kerbes *et al.*, 1999; Caswell et Meeres, données non publiées). Les relevés aériens de la répartition des nichées et des troupes d'adultes en cours de mue entre le milieu et la fin du mois de juillet constituent également un indice de qualité (Samelius *et al.*, 2008). À partir des données des relevés, nous avons calculé les densités moyennes d'oies dans chacune des zones générales suivantes dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks : (1) colonie d'oies nicheuses près de la rivière Egg et colonie satellite plus petite près du ruisseau Rotten; (2) rivière Kellet; (3) rivière Lennie; (4) basses terres des rivières Big et Sea Otter; (5) rivière Storkerson; (6) rivière Satchik; (7) delta de la rivière Bernard; (8) vallée de la rivière Bernard (à l'exclusion du delta); et (9) le reste du Refuge d'oiseaux de l'île Banks. Cette dernière zone, désignée par l'expression « les hautes terres » par Samelius *et al.*, (2008), incluait des parcelles abondantes mais moins grandes d'habitats de terres humides et de la végétation de hautes terres plus sèche. La zone de la rivière Egg est utilisée pendant les périodes de nidification et d'élevage des couvées (Samelius *et al.*, 2008) tandis que les autres zones sont principalement utilisées après les nichées de début juillet.

(e) Reconnaissance de l'état des habitats dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks

Au cours des travaux sur le terrain menés depuis 1992 dans le cadre du projet actuel et des projets connexes (Kerbes *et al.*, 1999; Cotter et Hines, 2001, 2005; Samelius *et al.*, 2008; Latour *et al.*, 2009), nous avons eu la possibilité d'observer l'état général des habitats de basses terres de nombreux sites au sein du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Les habitats de basses terres de ces zones ont été regroupés dans plusieurs catégories à partir des critères présentés dans le tableau 1 : (a) habitats broutés de façon excessive/dégradés, (b) habitats broutés de façon intensive, (c) habitats broutés de façon normale ou (d) habitats broutés de façon modérée.

Figure 3
 Neuf catégories de couvertures terrestres à l'intérieur du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks cartographiées à partir des images de Landsat-5



**Classification de la couverture terrestre
 Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks**

- | | |
|---|--|
| ■ 1. Complexe d'étangs de basses terres | ■ 6. Terrains dénudés ou à végétation clairsemée |
| ■ 2(a) Prairie humide | ■ 7. Eau douce |
| ■ 2(b) Prairie détrempée | ■ 8. Eau de mer |
| ■ 2(c) Basses terres (mousses) broutées de façon excessive ou dégradées | ■ 9. Divers |
| ■ 3. Toundra sèche à mésique | ■ 10. Non classifié |
| ■ 4. Toundra bosselée | ■ 11. Images extérieures |
| ■ 5. Arbustes nains et plantes herbacées | ■ Refuge d'oiseaux migrateurs n° 1 de l'île Banks |

Tableau 1

Différentes catégories de pressions de broutement observées pendant les études de l'habitat des Petites Oies des neiges de l'île Banks, 1999-2002

Catégories de broutement	Caractéristiques générales
Habitat brouté de façon excessive/dégradé	Faible couverture végétale de graminées ou de carex et présence d'une faible quantité de graminées taillées quasiment à hauteur du sol; couverture de mousse abondante, recouvrant parfois 100 % de la surface; nombreuses espèces témoins d'un broutement excessif (<i>Senecio congestus</i> et <i>Petasites frigidus</i>); présence de quelques saules morts; nombreuses déjections d'oies (en général, plusieurs déjections par m ²).
Habitat brouté de façon intense	Couverture végétale partielle de graminées et de carex; la plupart ou toutes les pousses ont été broutées et leur hauteur est variable; preuves d'un déracinement important des plantes; couverture de mousse abondante mais bien inférieure à 100 %; présence de <i>Senecio congestus</i> et de <i>Petasites frigidus</i> ; présence de déjections d'oies.
Habitat brouté de façon normale	Couverture végétale abondante de graminées et de carex; quelques pousses broutées mais hauteur variable des plantes; couverture de mousse bien inférieure à 100 %; présence de <i>Senecio congestus</i> et de <i>Petasites frigidus</i> ; déjections d'oies non abondantes.
Habitat brouté de façon modérée	Couverture végétale abondante de graminées et de carex; très peu de pousses broutées; absence de couverture de mousse; peu ou pas de déracinement de plantes; présence de <i>Senecio congestus</i> et de <i>Petasites frigidus</i> ; présence de quelques déjections d'oies.

4. Résultats

4.1 Types de couvertures terrestres

Neuf catégories de couvertures terrestres (y compris cinq sous-catégories) ont été détectées sur le terrain et cartographiées à partir des images Landsat (figure 3). Une brève description de chaque type de couverture est fournie ci-dessous et des renseignements détaillés relatifs aux plantes dominantes et aux conditions environnementales les plus fréquentes de chaque couverture sont présentés dans le tableau 2. Une liste des plantes vasculaires des différentes catégories de couvertures est présentée à l'annexe 1.

(1) Le complexe d'étangs de basses terres (catégorie 1 dans la figure 3) correspond à un type de couverture variable situé dans les zones humides de faible altitude comprenant de nombreux étangs et petits lacs. Cette communauté est dominante dans les vallées des principales rivières de l'ouest de l'île Banks, en particulier au niveau des deltas. Même si le relief est peu élevé, le paysage est varié et comprend des polygones de toundra à centre concave, des ventres de bœuf et d'autres formes de terrain. Ces caractéristiques sont difficiles à cartographier individuellement ou même à détecter à l'aide d'images du capteur TM de Landsat. L'humidité du sol est typique de tous les types de couvertures terrestres et, en général, la végétation est similaire à celle de la toundra mésique à humide décrite ci-dessous. Dans de nombreux secteurs, les

communautés de graminées et de carex qui se trouvaient auparavant à proximité de nombreux étangs et lacs ont été fortement dégradées par le broutement des oies et sont devenues des tapis de mousse.

- (2) La toundra détrempeée à humide (2, figure 3) est l'un des types de couvertures terrestres les plus répandus. Les graminées et les carex sont les espèces dominantes, en particulier dans les zones les plus humides, mais les arbustes nains sont également abondants dans les sites un peu mieux drainés. La couverture végétale est continue (100 %) ou quasiment continue. Trois sous-types distincts de cette couverture végétale ont été observés : 2a (figure 3), les prairies humides dominées par des graminées et des carex; 2b, les communautés des prairies détrempeées présentes au niveau des sites mieux drainés ou plus drainés et comprenant également des arbustes nains et des graminées; et 2c, les basses terres de mousse broutées de façon excessive dans lesquelles la plupart des graminées et des carex ont été broutés par les oies, ce qui a entraîné la formation d'une vaste couverture de mousse. Les habitats composés principalement de mousse se trouvent généralement à proximité des rives des étangs et des lacs dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks et dans les zones de basses terres au sein de l'aire de nidification principale de la colonie d'oies de la rivière Egg. Au niveau de l'ensemble de la toundra détrempeée à humide, le carex aquatique (*Carex aquatilis* var. *stans*) est dominant dans les sites les plus humides. Toutefois, les linaigrettes (*Eriophorum triste* et *E. scheuzeri*) et les graminées (*Dupontia Fisheri* et *Arctagrostis latifolia*) sont également répandues. Les arbustes nains les plus répandus sont la dryade intégrifoliée (*Dryas integrifolia*) et le saule de l'arctique (*Salix arctica*). Deux espèces (*Senecio congestus* et *Petasites frigidus*) sont fréquentes au niveau des sites dégradés et leur abondance, ainsi que la couverture graminéide extrêmement réduite et l'existence d'un tapis de mousse, ont été considérées collectivement comme des indices d'habitat brouté de façon excessive.
- (3) La toundra sèche à mésique (3a, figure 3) est située dans les zones des hautes terres au niveau des sols mieux drainés et dans les zones composées de buttes de tourbe sèche et de polygones de toundra à centre convexe. La couverture végétale, généralement inférieure à 75 %, est plus clairsemée que dans la toundra détrempeée à humide. Les plantes dominantes sont la dryade intégrifoliée (*Dryas integrifolia*), le saule de l'arctique (*Salix arctica*), les graminéides (en particulier le carex des rochers (*Carex rupestris*)) et différentes plantes herbacées. Ce type d'habitat est dégradé localement à proximité de la rivière Egg au centre de l'aire de nidification de la colonie d'oies. Cette sous-catégorie broutée de façon excessive, les « buttes de tourbe exposées » (3b), est caractérisée par une couche superficielle

Tableau 2

Caractéristiques des six vastes catégories de couvertures terrestres présentes dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks

Catégorie de couverture terrestre	État du sol et niveau d'humidité	Position topographique	Couverture de végétation (%)	Plantes dominantes ou abondantes
Complexe d'étangs de basses terres	Mousse et tourbe saturées et abondantes	Basses terres	75-100	<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i> , différentes variétés de graminées et de carex, mousses, <i>Salix arctica</i> , <i>Senecio congestus</i> , <i>Petasites frigidus</i> , <i>Dryas integrifolia</i>
Toundra détrempée à humide (y compris les sous-catégories détrempées, humides et broutées de façon excessive)	Mousse et tourbe saturées ou abondantes et mal drainées	Basses terres; polygones à centre concave; pentes relativement douces à modérées et moins prononcées; terrasses alluviales; lacs et cours d'eau à proximité; sous les bancs de neige	100	<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i> , <i>Eriophorum triste</i> , <i>Eriophorum scheuchzeri</i> , <i>Dupontia fisheri</i> , <i>Arctagrostis latifolia</i> , <i>Dryas integrifolia</i> , <i>Salix arctica</i> , <i>Senecio congestus</i> , <i>Petasites frigidus</i> , mousses
Toundra sèche à mésique (y compris la sous-catégorie broutée de façon excessive, les « buttes de tourbe exposées », présente dans l'aire de nidification)	Mousse et tourbe sèches à mésiques (principalement sur des polygones élevés)	Hautes terres; pentes et sommets de collines; polygones à centre convexe; terrasses alluviales bien au-dessus du niveau de la mer	50-75	<i>Dryas integrifolia</i> , <i>Salix arctica</i> , différentes graminées et carex (y compris <i>Carex membranacea</i>), différentes plantes herbacées
Toundra bosselée	Gradient sec à détrempé, mousses abondantes entre les buttes	Pentes à inclinaison moyenne à raide	~50	<i>Dryas integrifolia</i> , <i>Salix arctica</i> , <i>Cassiope tetragona</i> , différentes plantes herbacées (y compris <i>Parrya arctica</i> et <i>Polygonum viviparum</i>)
Arbustes nains et plantes herbacées	Sec à mésique	Parties supérieures des pentes; sommets des collines, crêtes et plateaux, autres sites bien drainés	25-50	<i>Dryas integrifolia</i> , <i>Oxytropis arctica</i> , <i>Saxifraga oppositifolia</i> , <i>Carex membranacea</i> , différentes plantes herbacées
Terrains dénudés ou à végétation clairsemée	Variable	Dépôts fluviaux, zones érodées, plateaux, crêtes	< 10	Quelques plantes

sèche de tourbe foncée, des saules morts et une couverture végétale clairsemée.

- (4) La *toundra bosselée* (4, figure 3) pousse généralement au pied des pentes à inclinaison moyenne à raide dont le sol ne contient pas de roches (Ferguson, 1991). Ce type de couverture est caractérisé par des massifs arrondis atteignant jusqu'à 45 cm de diamètre qui ont été formés par le gel (Pielou, 1994). La végétation dominante est composée d'arbustes nains (principalement la dryade intégrifoliée (*Dryas integrifolia*), le saule de l'arctique (*Salix arctica*) et la cassiope tétragone (*Cassiope tetragona*)) et une variété de plantes herbacées, de mousses et de lichens.
- (5) Les *toundras d'arbustes nains et de plantes herbacées* (5, figure 3) prédominent en haut des collines, dans les pentes bien drainées et au niveau d'autres sites secs à mésiques dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Les dryades intégrifoliée (*Dryas integrifolia*) sont les plantes dominantes de ces zones. Les autres espèces répandues sont les saules (principalement le saule de l'arctique (*Salix arctica*)), les carex (en particulier le carex membraneux (*Carex membranacea*)), les plantes en forme de tapis végétal ou en coussinet (*Saxifraga oppositifolia*, *Silene acaulis*) et les nombreuses autres plantes à fleurs (Ferguson, 1991, annexe 1). De plus petites parcelles de graminées et de carex hygrophiles poussent dans les dépressions plus humides des vastes paysages dominés par les dryades (*Dryas*). Les

lichens sont abondants dans les toundras d'arbustes nains et de plantes herbacées mais la couverture de mousse est beaucoup moins répandue que dans les types de couvertures terrestres plus humides décrits précédemment. La couverture végétale globale est généralement inférieure à 50 %.

- (6) Les *terrains dénudés ou à végétation clairsemée* (6, figure 3), caractérisés par une couverture végétale inférieure à 10 %, sont présents dans une grande variété de conditions d'humidité, de positions topographiques et de types de reliefs (Ferguson, 1991). Ce type de couverture terrestre comprend des dépôts de sable et de gravier à proximité des rivières et le long des rivages exposés, des sédiments récemment exposés d'anciens fonds de lac, des zones érodées et des terres hautes sèches et graveleuses.
- (7) L'*eau douce* est présente dans les lacs, les étangs et les rivières. Cette catégorie comprend les plans d'eau couverts par la glace au moment de la collecte des images.
- (8) Les zones *marines* délimitent le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, le long de la côte occidentale du refuge.
- (9) Les types de couvertures désignés par *Autres*, y compris les nuages, les ombres et les bancs de neige, correspondent à une proportion relativement faible de la zone cartographiée.

(10) Les zones non classées n'ont pas pu être incluses dans une catégorie de couverture terrestre par l'algorithme de calcul et correspondent à une petite proportion de l'image.

(11) Une petite zone du refuge, désignée par l'expression *Images extérieures* dans le tableau 3, était située à l'extérieur des deux images Landsat et n'a pas pu être classée.

4.2 Évaluation de la précision et de la cartographie des habitats

La répartition des types de couvertures dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks est illustrée dans la figure 3 et l'étendue des zones de chaque type de couverture est consignée dans le tableau 3. Les toundras d'arbustes nains et de plantes herbacées et la toundra détrempeée à humide étaient les types d'habitats terrestres les plus grands, couvrant chacun environ 38 % du refuge. Les autres types de couvertures ne recouvraient pas plus de 6 % du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. L'ensemble des types d'habitats de basses terres essentiels pour les oies (complexe d'étangs de basses terres et toundra détrempeée à humide) correspondait à environ 40 % de la couverture terrestre. Nous avons estimé que les habitats de basses terres dégradés par les oies à la recherche de nourriture couvraient 61 km² (0,3 % du refuge et 0,8 % des habitats de basses terres de l'île). L'autre type de couverture correspondant d'après nos estimations à un habitat dégradé (buttes de tourbe exposées présentes uniquement dans la colonie d'oies nicheuses) couvrait 1,9 km² ou moins de 0,1 % du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks.

Les matrices indiquant la précision de la cartographie des types d'habitats terrestres sont présentées dans le

tableau 4. La précision globale moyenne était de 94 % pour les six principales catégories de couvertures terrestres et de 88 % si la classification terrestre était étudiée de façon plus approfondie en prenant en compte la précision des sous-catégories. À des fins de gestion, la précision de l'utilisateur est particulièrement pertinente concernant les cartes. Les valeurs minimales, maximales et moyennes de précision des principales catégories d'habitats terrestres étaient respectivement de 65 %, 99 % et 86 % lorsque les résultats des échantillons de vérification au sol étaient raisonnables (> 100 pixels contigus). Lorsque les sous-catégories de couvertures terrestres étaient prises en compte, la précision de l'utilisateur était toujours raisonnablement élevée (83 %). La précision de la catégorie toundra détrempeée à humide, considérée comme l'un des types d'habitats les plus importants pour les oiseaux et les autres espèces sauvages, présente un intérêt particulier. La précision de l'utilisateur pour les sous-catégories prairies humides et prairies détrempeées était relativement bonne, 80 % et 87 %, respectivement. La précision de l'utilisateur pour la sous-catégorie (mousse) de basses terres broutées de façon excessive ou dégradées était médiocre avec une valeur de 44 %. La matrice de confusion indiquait que la plupart des erreurs de cartographie des sous-catégories de prairies détrempeées individuelles étaient dues à une confusion avec les autres sous-catégories de prairies détrempeées et la catégorie complexe d'étangs de basses terres (tableau 4).

4.3 Indicateur de l'état des habitats

(a) *Exclos de broutement*

Une analyse de la variance à deux facteurs mixtes pour des échantillons couplés (procédure PROC MIXED

Tableau 3

Superficie de différentes catégories de couvertures terrestres dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks déterminées à partir de la scène 60-09 (6 juillet 1990) et de la scène 61-08 (12 août 1995) de Landsat-5

N° de catégorie	Catégorie ou sous-catégorie	Nombre de pixels	Superficie (km ²)	% du refuge ^a	% de surface classée ^b
1	Complexe d'étangs de basses terres	1 060 873	663,0	3,3	3,4
2	Toundra détrempeée à humide				
	2 (a) Prairie humide	2 043 040	1276,9	6,3	6,5
	2 (b) Prairie détrempeée	9 622 134	6013,8	29,9	30,7
	2 (c) Basses terres (mousses) broutées de façon excessive ou dégradées	102 268	63,9	0,3	0,3
3	Toundra sèche à mésique				
	3 (a) Toundra sèche à mésique	1 351 511	844,7	4,2	4,3
	3 (b) Buttes de tourbe exposées	3004	1,9	< 0,1	< 0,1
4	Toundra bosselée	752 484	470,3	2,3	2,4
5	Toundra d'arbustes nains et de plantes herbacées	11 916 365	7447,7	37,0	38,0
6	Terrains dénudés ou à végétation clairsemée	1 433 875	896,2	4,5	4,6
7	Eau douce	1 781 457	1113,4	5,5	5,7
8	Eau de mer	1 293 592	808,5	4,0	4,1
9	Autres ^c	162 875	101,8	0,5	-
10	Zones non classées ^d	653 223	408,3	2,0	-
11	Images extérieures ^e	33 994	21,2	0,1	-
	Total	32 210 695	20 131,7	100,0	100,0

^a Inclut des zones de couvertures terrestres inconnues (catégories 9-11)

^b N'inclut pas les zones de couvertures terrestres inconnues (catégories 9-11)

^c Nuages, ombres et bancs de neige

^d Pixels qui n'ont pas pu être associés à une catégorie de couverture terrestre

^e Zone du refuge non couverte par les images Landsat

Tableau 4

Matrice de confusion des pixels d'évaluation de la précision utilisés pour la classification dirigée de la couverture terrestre du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Les catégories et sous-catégories de couvertures terrestres sont décrites dans le tableau 3.

Type de couverture terrestre	1	2a	2b	2c	3a	4	5	6	Nombre total de pixels	Précision de l'utilisateur
1. Complexe d'étangs de basses terres	104	23	16	17	0	0	1	0	161	64,6
2. (a) Prairie humide	9	461	92	12	0	0	0	0	574	80,3
2. (b) Prairie détrempe	1	214	1 846	1	41	0	9	1	2 113	87,4
2. (c) Basses terres (mousses) broutées de façon excessive ou dégradées	4	12	2	14	0	0	0	0	32	43,8
3. Toundra sèche à mésique	0	0	15	0	355	0	100	0	470	75,5
4. Toundra bosselée	0	0	5	0	0	76	0	0	81	93,8
5. Toundra d'arbustes nains et de plantes herbacées	0	1	20	0	28	110	2403	3	2 565	93,7
6. Terrains dénudés ou à végétation clairsemée	0	0	0	0	0	0	4	415	419	99,0
Nombre de pixels d'évaluation de la précision	118	711	1 996	44	424	186	2517	419	6 415	
Précision du producteur (%)	88,1	64,8	92,5	31,8	83,7	40,9	95,5	99,0		

du logiciel statistique SAS, Littell *et al.*, 1996), à l'aide des facteurs type de traitement (à l'intérieur ou à l'extérieur de l'exclos) et année, indiquait que les quantités de graminées et de carex sur pied des aires d'élevage des couvées variaient d'une année sur l'autre et entre les échantillons broutés et non broutés ($P < 0,01$ pour les deux tests; tableau 5). Dans l'ensemble, la biomasse végétale moyenne à l'extérieur des exclos ($6,8 \pm \text{ETE } 1,1 \text{ g/m}^2$) était 39 % inférieure à la biomasse à l'intérieur des exclos ($11,2 \pm \text{ETE } 2,0 \text{ g/m}^2$).

(b) Dénombrements des déjections d'oies

Les quantités totales de déjections dénombrées étaient comprises entre 0 et 115 par parcelle de 1 m^2 et la moyenne générale était de $3,9/\text{m}^2$ (tableau 6). La moyenne des « nouvelles » déjections dénombrées pour l'année en cours était de $1,6/\text{m}^2$ tandis que la moyenne des « anciennes » déjections dénombrées était de $2,3/\text{m}^2$. La plupart des parcelles ne contenaient aucune déjection ou un faible nombre de nouvelles ou d'anciennes déjections. Quelques parcelles incluaient un nombre relativement élevé de déjections (figure 4).

(c) Mesures du broutement et du déracinement des plantes par les oies

Seulement 25 % des parcelles ont montré des signes de plantes déracinées et 54 % ont montré des signes de broutement de la végétation par les oies. En moyenne, moins de 1,9 % de la superficie des parcelles a été déracinée et moins de 17 % des tiges de graminoides ont été broutées (tableau 6). Les valeurs médianes de la zone déracinée (0 %) et la proportion des tiges broutées (1 %) étaient même encore plus faibles, mais sont potentiellement des meilleurs indicateurs des pressions exercées par le broutement des oies en raison de la nature biaisée des données (tableau 6).

(d) Relevés antérieurs sur la répartition et l'abondance des oies

Comme cela a été déterminé à l'aide des relevés des photographies aériennes (Kerbes *et al.*, 1999; Caswell et Meeres, données non publiées), les densités des principales

Tableau 5

Biomasse (poids sec en g/m^2) de graminées et de carex des basses terres à l'intérieur des exclos clôturés où les oies n'ont pas pu se nourrir et à 1 m au sud de l'exclos (à l'extérieur) où les oies ont pu se nourrir, juillet 2000-2002. Différence en pourcentage entre la biomasse moyenne à l'intérieur et à l'extérieur des exclos.

Année	N ^a	Biomasse (g/m^2) à l'intérieur des exclos		Biomasse (g/m^2) à l'extérieur des exclos		Écart en %
		SE		SE		
2000	13	19,3	5,7	12,6	3,4	34
2001	29	6,1	1,0	3,2	0,5	47
2002	8	16,5	5,3	10,5	2,3	36
Overall	50	11,2	2,0	6,8	1,1	39

^a Nombre d'exclos

Tableau 6

Indices de pression de broutement relevés dans des parcelles de 1 m^2 dans les régions des basses terres, Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, 2000-2002

Variable	n	Moyenne	SE	Médiane	Fourchette
Anciennes déjections	834	2,4	0,2	1	0-115
Nouvelles déjections	834	1,6	0,1	0	0-58
Nombre total de déjections	834	3,9	0,2	2	0-115
Hauteur des graminoides (cm)	164	3,8	0,1	3,5	0-10
Surface de parcelles déracinées (%)	210 ^a	1,9	0,7	0	0-100
Tiges broutées (%) ^c	164 ^b	16,9	2,5	1	0-100

^a 53 parcelles sur 210 ont été déracinées (25,2 %)

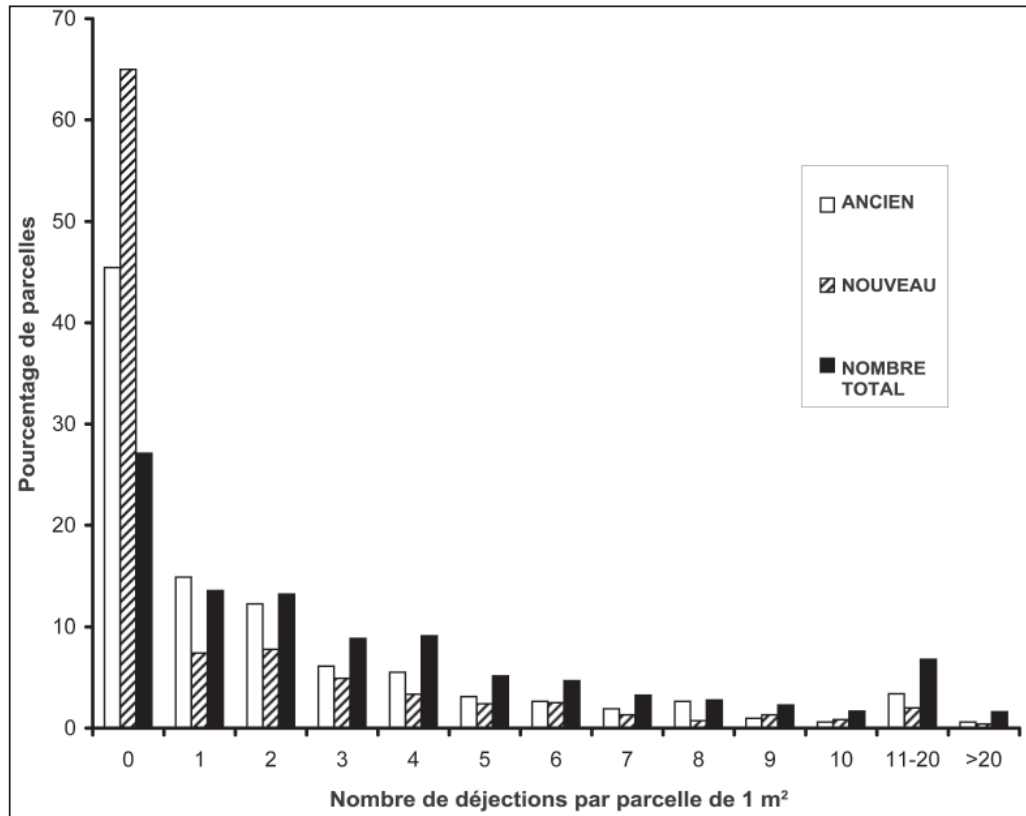
^b 75 parcelles sur 164 ont été broutées (45,7 %)

^c Quantité à l'état de traces de broutement équivalente à 1 %

colonies d'oies nicheuses de la rivière Egg et des plus petites colonies satellites près du ruisseau Rotten et de la rivière Lennie étaient comprises entre 1 800 et 4 280 oies/ km^2 entre 1987 et 2002. Entre 1995 et 1998, Samelius *et al.* (2008) ont découvert que les densités dans les différentes aires de mue et d'élevage des couvées étaient comprises entre 35 et 169 oies/ km^2 et que la densité moyenne globale était d'environ 40 oies/ km^2 (figure 5). Les densités des aires de nidification étaient 45 à 107 fois plus élevées que celles des aires de mue et d'élevage des couvées.

Figure 4

Nombre de déjections des Petites Oies des neiges dénombrées au niveau de 834 parcelles circulaires de 1 m² situées dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, 2000-2002



(e) Reconnaissance de l'état des habitats dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks

Nous avons visité de nombreux sites au sud-ouest de l'île Banks au cours de cette étude et d'autres études sur le terrain entre 1992 et 2005 et nous avons pu évaluer l'état général des habitats dans une grande partie du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks (tableau 1). Les observations générales suivantes relatives à l'état des habitats ont été obtenues pour les zones les plus importantes occupées par les oies : (a) la végétation de la colonie principale à proximité de la confluence des rivières Egg et Big et de la colonie satellite près du ruisseau Rotten est broutée de façon excessive; (b) la végétation des basses terres de la vallée de la rivière Big entre la rivière Egg et la côte, une aire principale de mue et d'élevage des couvées des Oies des neiges, est broutée de façon intensive un peu partout et de façon excessive près des terres humides; (c) la végétation de la zone à proximité de l'embouchure de la rivière Lennie, une aire d'élevage des couvées importante, est broutée de façon intensive un peu partout et de façon excessive près des terres humides; (d) la végétation des basses terres des rivières Storkerson et Bernard est broutée de façon modérée à normale un peu partout, de façon intensive au niveau de certains sites et de façon excessive à proximité de la plupart des étangs et des lacs; (e) sauf peut-être au nord-est du refuge où nous avons observé des densités d'oies relativement faibles, la végétation de l'habitat de basses terres humides à moins de 20 m de la plupart des étangs et des lacs du Refuge d'oiseaux n° 1 de

l'île Banks a été broutée de façon intense ou excessive. De plus, un tapis de mousse visible était présent à moins de 5 m de la plupart des plans d'eau.

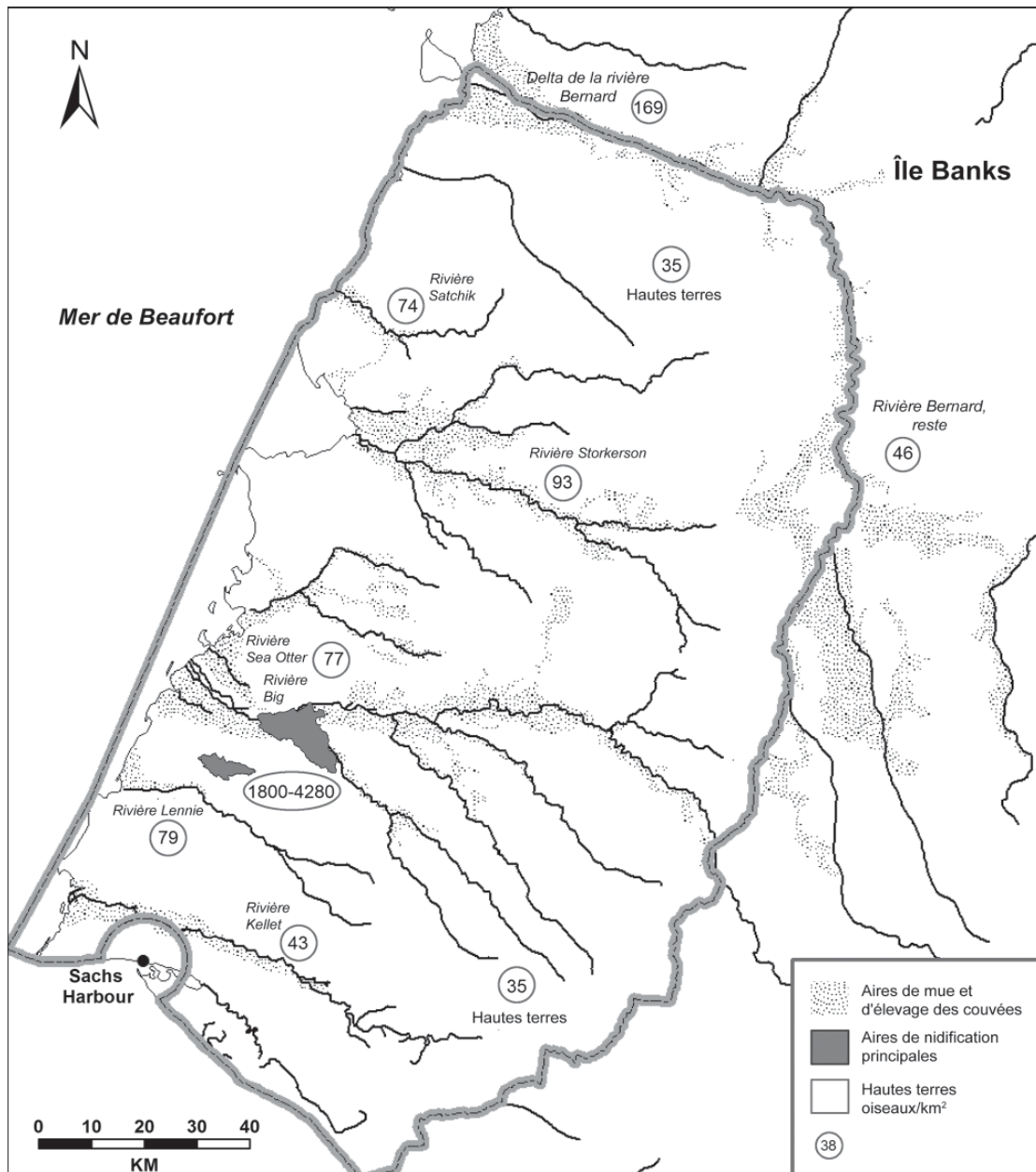
5. Discussion

5.1 Évaluation de la précision et de la cartographie des habitats

Plusieurs raisons pouvaient probablement expliquer la plus faible précision de la cartographie de certaines parties de la couverture terrestre. Le nombre de catégories et de sous-catégories dont la précision de la classification était plus faible n'était pas très élevé et le faible nombre de pixels généralement disponibles n'était pas adapté pour les zones d'entraînement et les échantillons d'évaluation de la précision. Par conséquent, le manque de précision apparente de la classification pourrait être lié en partie à la petite taille des échantillons. Concernant les sites broutés de façon excessive, dégradés et composés principalement de mousse, les sites d'entraînement étaient généralement petits et situés à proximité du rivage. Le pixel Landsat était composé d'une partie terrestre et d'une partie aquatique. Il n'est pas surprenant que ces pixels puissent être classés en tant que prairie humide ou en tant que complexe d'étangs de basses terres. En outre, la petite taille des parcelles d'habitat (nombre d'entre elles correspondaient à un pixel de taille inférieure à 25 x 25 m) limitait de toute évidence leur détection sur les images Landsat et diminuait ainsi la

Figure 5

Densités des Petites Oies des neiges nicheuses en juin et des oies regroupées par couvées et troupes d'adultes en cours de mue en juillet



précision des classifications. Les catégories de couvertures ne sont pas complètement distinctes et une catégorie, le complexe d'étangs de basses terres, était composée en partie des trois sous-catégories de toundra détrempee à humide. Lors de l'évaluation de la précision (tableau 4), si ces trois sous-catégories et la catégorie complexe d'étangs de basses terres sont regroupées, la précision de l'utilisateur est supérieure à 99 % alors que cette valeur est de 65 % lorsque la catégorie complexe d'étangs de basses terres est traitée séparément. Une valeur plus réaliste de l'évaluation de la précision de la classification de ce groupe devrait être comprise entre ces deux extrêmes, 65 % et 99 %.

L'ensemble des habitats de basses terres a été assez bien détecté, mais il a été plus difficile de distinguer les différents types de terres humides. D'après les résultats de

la classification, il est difficile de détecter sur les images Landsat les basses terres broutées de façon excessive ou dégradées au niveau actuel de dégradation (petites parcelles, proximité du rivage). En dépit des limites décrites ci-dessus, nous estimons que la classification globale de la couverture terrestre est suffisamment pointue pour effectuer l'évaluation à l'avenir des relations entre l'état des habitats du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, le broutement des oies et les mesures ultérieures en matière de gestion.

5.2 Effets du broutement des oies

La plupart des espèces d'oiseaux nicheurs de l'Arctique dépendent des habitats aquatiques ou des terres humides (Snyder, 1957). Par conséquent, la disparition

potentielle des communautés de plantes des basses terres à l'ouest de l'île Banks en raison du broutement excessif des Oies des neiges est une préoccupation majeure. L'évaluation des effets sur la végétation de la présence des oies était un objectif important de notre étude. Toutefois, les basses terres dégradées faisaient partie des types d'habitats dont la précision cartographique était faible (44 %, tableau 4). Pour évaluer de façon indépendante la proportion des habitats dégradés par les oies, nous avons utilisé un système d'information géographique (SIG) (Environmental Systems Research Institute, 1996) et notre carte de couvertures classifiées pour mesurer la superficie des habitats de basses terres (catégories 1 et 2 de couvertures terrestres) située à moins de 20 m d'une source d'eau douce. Comme cela a été indiqué précédemment, à l'exception des colonies d'oies où la majorité de l'habitat de basses terres a été dégradé, les communautés de plantes broutées de façon excessive se trouvaient principalement au niveau d'une bande de 20 m délimitant les étangs et les lacs. L'analyse du SIG indiquait que l'habitat de basses terres du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, environ 361,2 km², était situé à moins de 20 m des étangs, des lacs et des cours d'eau (J. Leger, communication personnelle) et qu'il pourrait par conséquent être considéré comme brouté de façon excessive. En additionnant cette superficie à la superficie d'habitat de basses terres de la colonie d'oies (51,4 km², surface considérée comme dégradée), l'estimation de la superficie dégradée par le broutement des oies serait équivalente à 412,6 km². Cette valeur estimée est supérieure à la superficie d'habitat dégradé mesurée directement à partir de la carte de la couverture terrestre mais représente seulement 5,2 % des habitats de basses terres du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks.

Aucun des autres indices d'utilisation ou d'intensité de broutement relevés au sein du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks (densités des déjections d'oies, mesures de la biomasse à l'intérieur et à l'extérieur des exclos, fréquence de broutement et de déracinement des plantes, relevés précédents de la répartition et de l'abondance des oies ou reconnaissance générale de l'état des habitats) n'a apporté de preuves solides concernant un broutement excessif de vaste ampleur dans le Refuge ou un problème de surpopulation d'Oies des neiges. Par exemple, la densité moyenne des déjections fraîches d'oies (1,6/m², tableau 6) sur l'île Banks était beaucoup plus faible que celle des marais salés où leur présence est élevée dans la région de la baie d'Hudson. Les déjections s'y accumulent à un rythme de 40/m²/semaine (Jefferies et Abraham, 1994) et leur valeur moyenne est comprise entre 7 et 22/m²/semaine (Jefferies et Rockwell, 2002). Néanmoins, les densités estimées de déjections fraîches des autres aires de reproduction de l'Arctique sont similaires à celles de l'île Banks. Les données consignées par Kerbes *et al.* (1990) indiquaient que la valeur moyenne est de 1,5 déjection/m² dans la région de la rivière McConnell à l'ouest de la baie d'Hudson. De même, au niveau de l'aire de reproduction du Haut-Arctique des grandes Oies des neiges de l'île Bylot, la valeur moyenne des densités de déjections était d'environ 2/m² à la fin du mois de juillet (Giroux *et al.*, 1998). La population étudiée par Kerbes *et al.* (1990) avait apparemment dépassé la capacité de charge de l'habitat. Toutefois, d'après l'étude menée par Giroux *et al.* (1998), il a été estimé que la capacité de charge n'était pas dépassée.

D'après les résultats des exclos, nous avons estimé que les Oies des neiges avaient brouté à la mi-juillet entre 34 et 47 % (au maximum) des graminoides sur pied dans la plupart des aires de mue et d'élevage des couvées utilisées de façon intensive sur l'île Banks. Les autres brouteurs, tels que les bœufs musqués, n'ont pas été observés fréquemment dans l'aire de broutement des oies, mais pourraient être responsables d'une partie de la consommation de la végétation sur pied, ce qui signifie que les pourcentages mentionnés ci-dessus sont des estimations maximales. Comparativement, les Oies des neiges auraient, d'après les estimations, consommé environ 60 % de la biomasse des plantes fourragères dans les aires d'élevage des couvées de l'île Bylot (Giroux *et al.*, 1998) et 90 % de la biomasse aérienne dans les marais salés de la région de la baie d'Hudson et de la baie James (Cargill et Jefferies, 1984; Hik et Jefferies, 1990; R. Jefferies, communication personnelle; K. Abraham, communication personnelle). Nos estimations indiquant qu'entre 0 et 2 % des plantes de la surface des basses terres couverte par les parcelles d'étude ont été déracinées et qu'entre 1 et 17 % des tiges de graminoides des parcelles ont été broutées sont cohérentes avec les résultats indiquant que le rythme de consommation de la biomasse par les Oies des neiges de l'île Banks est comparativement plus faible.

Sur l'île Banks, les densités d'Oies des neiges sont les plus élevées et leur potentiel de dégradation locale des habitats est le plus important à partir de la fin du mois de mai jusqu'à la fin du mois de juin dans les aires de nidification de la vallée de la rivière Egg et dans les colonies satellites associées (4 280 oies/km²) (figure 5). Les densités de population sont beaucoup plus faibles à la fin de l'été lorsque les oies se regroupent par familles ou par troupes de non-reproducteurs ou de reproducteurs en échec qui étaient en mue (35–169 oies/km²). Après l'éclosion, les oisillons s'éloignent de la colonie et se déplacent généralement vers les vallées et les deltas en aval des principales rivières de l'ouest de l'île Banks et vers d'autres sites avec beaucoup de végétation au sein du refuge (Samelius *et al.*, 2008). Lors de notre relevé de reconnaissance, nous avons constaté que le broutement des oies a eu des effets majeurs sur la colonie et que les aires d'élevage des couvées environnantes telles que la vallée de la rivière Big ont été broutées de façon intense. Ces observations sont cohérentes avec nos connaissances relatives à la répartition estivale des oies dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks (figure 5).

Nous avons estimé qu'entre 0,8 et 5,2 % de la surface des basses terres du refuge a été broutée de façon excessive par les oies. La proportion d'habitats de basses terres disponibles et dégradés par le broutement était beaucoup plus faible que la surface observée à proximité de la région de la baie d'Hudson et James, où Abraham et Jefferies (1997) ont estimé qu'environ 35 % des marais salés ont été perdus, que 30 % ont été gravement dégradés et ne constituent plus une source de nourriture pour les oies, et que 35 % ont été broutés de façon intensive. Par conséquent, les Oies des neiges ont beaucoup moins dégradé les habitats de basses terres de l'île Banks que les régions de la baie d'Hudson et James.

En dépit des effets apparemment minimes des oies, jusqu'à présent, sur leurs habitats de basses terres de l'île

Banks, nous estimons qu'il est préférable d'adopter une approche proactive en matière de gestion de cette population en croissance constante. Précédemment, Kerbes *et al.* (1999) ont recommandé de stabiliser la population à un nombre à peu près équivalent à sa population actuelle, soit environ 600 000 adultes. Cela constitue, d'après eux, un objectif adéquat en matière de gestion de la population de l'Arctique de l'Ouest. On pensait qu'une population de cette taille serait suffisamment importante pour maximiser les occasions de chasse de subsistance des Inuvialuits à l'ouest de l'Arctique canadien et pour les utilisateurs des ressources vivant dans certaines régions des prairies canadiennes, de l'ouest des États-Unis et du centre-nord du Mexique (où les Oies des neiges ne sont pas tout à fait aussi abondantes que dans la région du milieu du continent). L'augmentation de la population d'Oies des neiges de l'île Banks n'est pas souhaitable, en raison de l'absence de connaissances sur la capacité de charge des basses terres en présence de nombreux animaux brouteurs (c.-à-d., les Oies des neiges et les bœufs musqués) et des difficultés majeures pour réussir à appliquer des mesures de gestion des prises si la population d'oies devient trop importante. Il a également été constaté (Latour *et al.*, 2009) que la colonie d'Oies des neiges a des effets négatifs sur le nombre d'oiseaux de rivage nicheurs présents à moins de 10 km de la colonie. Par conséquent, un accroissement continu du nombre d'Oies des neiges de la colonie entraînerait vraisemblablement un agrandissement de la surface où les oiseaux nicheurs subissent ces effets dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks.

Annexes

Annexe 1

Plantes caractéristiques des six différents types de couvertures terrestres à l'intérieur du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks

1. Complexe d'étangs de basses terres

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i>	Carex aquatique	abondant (dominant)
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant (subdominant)
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	abondant (subdominant)
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	abondant
<i>Androsace chamaejasme</i>	Androsace petit-jasmin	commun
<i>Carex misandra</i>	Carex fuligineux	commun
<i>Draba alpina</i>	Drave alpine	commun
<i>Dupontia fisheri</i>	Herbe	commun
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Linaigrette de Scheuchzer	commun
<i>Eriophorum triste</i>	Linaigrette triste	commun
<i>Juncus biglumis</i>	Jonc à deux glumes	commun
<i>Melandrium apetalum</i>	Silène de l'Oural	commun
<i>Pedicularis capitata</i>	Pédiculaire capitée	commun
<i>Pedicularis lanata</i>	Pédiculaire laineuse	commun
<i>Phlox richardsonii</i>	Phlox de Richardson	commun
<i>Senecio atropurpureus</i>	Séneçon violet	fréquent
<i>Senecio congestus</i>	Séneçon des marais	fréquent
<i>Pleuropogon sabinei</i>	Herbe	occasionnel

2. Toundra mésique à détrempée

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i>	Carex aquatique	abondant (dominant)
<i>Eriophorum triste</i>	Linaigrette triste	abondant (subdominant)
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Linaigrette de Scheuchzer	abondant (subdominant)
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	abondant (subdominant)
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant (subdominant)
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	abondant
<i>Carex membranacea</i>	Carex membraneux	abondant
<i>Melandrium apetalum</i>	Silène de l'Oural	commun
<i>Pedicularis capitata</i>	Pédiculaire capitée	commun
<i>Draba alpina</i>	Drave alpine	commun
<i>Arctagrostis latifolia</i>	Herbe	commun
<i>Dupontia fisheri</i>	Herbe	commun
<i>Senecio congestus</i>	Séneçon des marais	fréquent
<i>Petasites frigidus</i>	Pétasite des régions froides	fréquent
<i>Hierochloa pauciflora</i>	Herbe	fréquent
<i>Erigeron humilis</i>	Petite vergerette	occasionnel

3. Toundra sèche à mésique

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant (dominant)
<i>Carex membranacea</i>	Carex membraneux	abondant (dominant)
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	commun (subdominant)
<i>Parrya arctica</i>	Giroflée	commun
<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin	commun
<i>Carex aquatilis</i>	Carex aquatique	commun
<i>Carex maritima</i>	Carex paléacé	commun
<i>Carex misandra</i>	Carex fuligineux	commun
<i>Cassiope tetragona</i>	Cassiope tétragone	commun

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Draba alpina</i>	Drave alpine	commun
<i>Dupontia fisheri</i>	Herbe	commun
<i>Eriophorum triste</i>	Linaigrette triste	commun
<i>Melandrium apetalum</i>	Silène de l'Oural	commun
<i>Pedicularis arctica</i>	Pédiculaire arctique	commun
<i>Pedicularis capitata</i>	Pédiculaire capitée	commun
<i>Pedicularis sudetica</i>	Pédiculaire des Sudètes	commun
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	commun
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	commun
<i>Hierochloe pauciflora</i>	Herbe	fréquent
<i>Senecio atropurpureus</i>	Séneçon violet	fréquent
<i>Armeria maritima</i>	Armérie maritime	occasionnel
<i>Crepis nana</i>	Crépis nain	occasionnel
<i>Draba cinerea</i>	Drave cendrée	occasionnel
<i>Erigeron humilis</i>	Petite vergerette	occasionnel
<i>Luzula confuse</i>	Luzule trompeuse	occasionnel
<i>Artemisia hyperborea</i>	Armoise	très rare
<i>Hierochloe alpina</i>	Herbe	très rare
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Airelle des marécages	très rare

4. Toundra bosselée

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	abondant (dominant)
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant (dominant)
<i>Cassiope tetragona</i>	Cassiope tétragone	abondant
<i>Parrya arctica</i>	Giroflée	abondant
<i>Polygonum viviparum</i>	Renouée vivipare	abondant
<i>Alopecurus alpinus</i>	Vulpin boréal	commun
<i>Androsace chamaejasme</i>	Androsace petit-jasmin	commun
<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin	commun
<i>Carex rupestris</i>	Carex des rochers	commun
<i>Draba alpina</i>	Drave alpine	commun
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Linaigrette de Scheuchzer	commun
<i>Festuca baffinensis</i>	Fétuque de Baffin	commun
<i>Juncus biglumis</i>	Jonc à deux glumes	commun
<i>Oxyria digyna</i>	Oxyrie de montagne	commun
<i>Pedicularis lanata</i>	Pédiculaire laineuse	commun
<i>Pedicularis sudetica</i>	Pédiculaire des Sudètes	commun
<i>Phlox richardsonii</i>	Phlox de Richardson	commun
<i>Poa glauca</i>	Pâturin glauque	commun
<i>Potentilla pulchella</i>	Potentille jolie	commun
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	commun
<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée	commun
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifrage à feuilles opposées	commun
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	commun
<i>Agropyron violaceum</i>	Agropyre violacé	fréquent
<i>Caltha palustris</i>	Populage des marais	fréquent
<i>Eutrema edwardsii</i>	Eutréma d'Edwards	fréquent
<i>Papaver radicatum</i>	Pavot arctique	fréquent
<i>Poa arctica</i>	Pâturin arctique	fréquent
<i>Polemonium boreale</i>	Polémoine boréale	fréquent
<i>Senecio atropurpureus</i>	Séneçon violet	fréquent
<i>Trisetum spicatum</i>	Herbe	fréquent
<i>Arnica alpinus</i>	Arnica à feuilles étroites	occasionnel
<i>Draba cinerea</i>	Drave cendrée	occasionnel
<i>Draba glabella</i>	Drave glabre	occasionnel
<i>Draba nivalis</i>	Drave des neiges	occasionnel
<i>Luzula confuse</i>	Luzule trompeuse	occasionnel
<i>Luzula nivalis</i>	Luzule arctique	occasionnel
<i>Melandrium affine</i>	Silène arctique	occasionnel
<i>Petasites frigidus</i>	Pétasite des régions froides	occasionnel
<i>Silene acaulis</i>	Silène acaule	occasionnel
<i>Potentilla hyparctica</i>	Potentille subarctique	très rare

5. Arbustes nains et plantes herbacées

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant (dominant)
<i>Oxytropis arctica</i>	Oxytropé	abondant (subdominant)
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifrage à feuilles opposées	abondant (subdominant)
<i>Carex membranacea</i>	Carex membraneux	abondant
<i>Alopecurus alpinus</i>	Vulpin boréal	commun
<i>Carex maritima</i>	Carex paléacé	commun
<i>Carex rupestris</i>	Carex des rochers	commun
<i>Cerastium beeringianum</i>	Céraiste du détroit de Béring	commun
<i>Draba alpina</i>	Drave alpine	commun
<i>Dupontia fisheri</i>	Herbe	commun

<i>Eriophorum triste</i>	Linaigrette triste	commun
<i>Festuca brachyphylla</i>	Fétuque à feuilles courtes	commun
<i>Melandrium apetalum</i>	Silène de l'Oural	commun
<i>Oxytropis borealis</i>	Oxytropis boréal	commun
<i>Papaver radicum</i>	Pavot arctique	commun
<i>Parrya arctica</i>	Giroflée	commun
<i>Pedicularis capitata</i>	Pédiculaire capitée	commun
<i>Pedicularis lanata</i>	Pédiculaire laineuse	commun
<i>Poa arctica</i>	Pâturin arctique	commun
<i>Potentilla rubricaulis</i>	Potentille	commun
<i>Cardamine digitata</i>	Cardamine à feuilles digitées	fréquent
<i>Hierochloe pauciflora</i>	Herbe	fréquent
<i>Pedicularis sudetica</i>	Pédiculaire des Sudètes	fréquent
<i>Phlox richardsonii</i>	Phlox de Richardson	fréquent
<i>Polemonium boreale</i>	Polémoine boréale	fréquent
<i>Potentilla pulchella</i>	Potentille jolie	fréquent
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	fréquent
<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée	fréquent
<i>Saxifraga hirculus</i>	Saxifrage œil-de-bouc	fréquent
<i>Artemisia richardsoniana</i>	Armoise des champs	occasionnel
<i>Draba corymbosa</i>	Drave en corymbe	occasionnel
<i>Draba glabella</i>	Drave glabre	occasionnel
<i>Draba oblongata</i>	Drave oblongue	occasionnel
<i>Draba subcapitata</i>	Drave subcapitée	occasionnel
<i>Erigeron eriocephalus</i>	Vergerette à une fleur	occasionnel
<i>Matricaria ambigua</i>	Matricaire à capitules brunâtres	occasionnel
<i>Melandrium affine</i>	Silène involucre	occasionnel
<i>Potentilla vahlana</i>	Potentille de Vahl	occasionnel
<i>Ranunculus gmelinii</i>	Renoncule de Gmelin	occasionnel
<i>Ranunculus pedatifidus</i>	Renoncule arctique	occasionnel
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	occasionnel
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	occasionnel
<i>Taraxacum pumilum</i>	Pissenlit	occasionnel
<i>Trisetum spicatum</i>	Herbe	occasionnel
<i>Artemisia hyperboreana</i>	Armoise	très rare
<i>Colpodium vahlianum</i>	Herbe	très rare
<i>Senecio atropurpureus</i>	Séneçon violet	très rare

6. Terrains dénudés ou à végétation clairsemée

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Artemisia richardsoniana</i>	Armoise des champs	occasionnel
<i>Draba lacteal</i>	Drave laiteuse	occasionnel
<i>Draba oblongata</i>	Drave oblongue	occasionnel
<i>Equisetum variegatum</i>	Prêle panachée	occasionnel
<i>Juncus biglumis</i>	Jonc à deux glumes	occasionnel
<i>Lesquerella arctica</i>	Lesquerelle arctique	occasionnel
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifrage à feuilles opposées	occasionnel
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	occasionnel
<i>Taraxacum pumilum</i>	Pissenlit	occasionnel
<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin	occasionnel
<i>Draba alpine</i>	Drave alpine	occasionnel
<i>Potentilla pulchella</i>	Potentille jolie	occasionnel
<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée	occasionnel
<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i>	Carex aquatique	occasionnel
<i>Petasites frigidus</i>	Pétasite des régions froides	occasionnel
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	occasionnel
<i>Epilobium latifolium</i>	Épilobe à feuilles larges	occasionnel
<i>Minuartia rossii</i>	Minuartie de Ross	occasionnel
<i>Poa glauca</i>	Pâturin glauque	occasionnel
<i>Cochlearia officinalis</i>	Cochléaria officinal	occasionnel
<i>Erigeron compositus</i>	Érigéron composé	occasionnel

¹ Noms scientifiques d'après Porsild et Cody (1980).

Annexe 2

Composition des espèces de plantes de trois habitats localisés dont la surface était trop petite pour être cartographiée à l'aide des images du capteur TM de Landsat

Zones riveraines

Les zones riveraines correspondent ici aux habitats adjacents aux rivières, criques, lacs et plages. Dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, les habitats riverains correspondent généralement à des bandes étroites le long de bassins versants. La plupart des zones riveraines étaient humides ou détrempées à l'exception des plages qui évacuaient généralement l'eau plus rapidement et étaient plus sèches. La couverture végétale varie énormément, jusqu'à 100 % sur les sites les plus humides et 5 % ou moins sur les plages.

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i>	Carex aquatique	abondant
<i>Polygonum viviparum</i>	Renouée vivipare	abondant
<i>Caltha palustris</i>	Populage des marais	commun
<i>Carex misandra</i>	Carex fuligineux	commun
<i>Carex subspathacea</i>	Carex subspathacé	commun
<i>Epilobium latifolium</i>	Épilobe à feuilles larges	commun
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Linaigrette de Scheuchzer	commun
<i>Eriophorum triste</i>	Linaigrette triste	commun
<i>Oxyria digyna</i>	Oxyrie de montagne	commun
<i>Pedicularis lanata</i>	Pédiculaire laineuse	commun
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	commun
<i>Saxifraga hirculus</i>	Saxifrage œil-de-bouc	commun
<i>Cardamine digitata</i>	Cardamine à feuilles digitées	fréquent
<i>Chrysosplenium tetrandrum</i>	Dorine à quatre étamines	fréquent
<i>Festuca baffinensis</i>	Fétuque de Baffin	fréquent
<i>Juncus biglumis</i>	Jonc à deux glumes	fréquent
<i>Poa arctica</i>	Pâturin arctique	fréquent
<i>Poa glauca</i>	Pâturin glauque	fréquent
<i>Potentilla pulchella</i>	Potentille jolie	fréquent
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	fréquent
<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée	fréquent
<i>Senecio atropurpureus</i>	Séneçon violet	fréquent
<i>Senecio congestus</i>	Séneçon des marais	fréquent
<i>Artemisia richardsoniana</i>	Armoise des champs	occasionnel
<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin	occasionnel
<i>Cochlearia officinalis</i>	Cochléaria officinal	occasionnel
<i>Draba alpine</i>	Drave alpine	occasionnel
<i>Draba lacteal</i>	Drave laiteuse	occasionnel
<i>Draba oblongata</i>	Drave oblongue	occasionnel
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	occasionnel
<i>Dupontia fisheri</i>	Herbe	occasionnel
<i>Equisetum variegatum</i>	Prêle panachée	occasionnel
<i>Hippuris vulgaris</i>	Hippuride vulgaire	occasionnel
<i>Lesquerella arctica</i>	Lesquerelle arctique	occasionnel
<i>Matricaria ambigua</i>	Matricaire à capitules brunâtres	occasionnel
<i>Melandrium apetalum</i>	Silène de l'Oural	occasionnel
<i>Minuartia rossii</i>	Minuartie de Ross	occasionnel
<i>Petasites frigidus</i>	Pétasite des régions froides	occasionnel
<i>Pleuropogon sabinei</i>	Herbe	occasionnel
<i>Ranunculus gmelinii</i>	Renoncule de Gmelin	occasionnel
<i>Ranunculus pedatifidus</i>	Renoncule arctique	occasionnel
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifrage à feuilles opposées	occasionnel
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	occasionnel
<i>Taraxacum pumilum</i>	Pissenlit	occasionnel
<i>Draba glabella</i>	Drave glabre	très rare
<i>Erigeron compositus</i>	Érigéron composé	très rare
<i>Juncus balticus</i>	Jonc de la Baltique	très rare

¹Noms scientifiques d'après Porsild et Cody (1980)

Combes à neige

Les communautés végétales des combes à neige poussent généralement à proximité des flancs de collines ou d'autres secteurs en relief où les congères s'accumulent et persistent plus longtemps pendant la saison de végétation que dans les autres secteurs environnants. L'apport supplémentaire en humidité provenant de la fonte de la neige influe énormément sur l'abondance des espèces de plantes. Par conséquent, les communautés végétales des combes à neige sont généralement plus variées et la couverture végétale est de 100 %.

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant
<i>Polygonum viviparum</i>	Renouée vivipare	abondant
<i>Salix polaris</i>	Saule polaire	abondant
<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin	commun
<i>Carex rupestris</i>	Carex des rochers	commun
<i>Cassiope tetragona</i>	Cassiope tétragone	commun
<i>Juncus biglumis</i>	Jonc à deux glumes	commun
<i>Oxyria digyna</i>	Oxyrie de montagne	commun
<i>Parrya arctica</i>	Giroflée	commun
<i>Pedicularis capitata</i>	Pédiculaire capitée	commun
<i>Poa glauca</i>	Pâturin glauque	commun
<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée	commun
<i>Saxifraga tricuspida</i>	Saxifrage à trois dents	commun
<i>Androsace chamaejasme</i>	Androsace petit-jasmin	fréquent
<i>Oxytropis arctica</i>	Oxytrophe	fréquent
<i>Oxytropis borealis</i>	Oxytropis boréal	fréquent
<i>Papaver radicum</i>	Pavot arctique	fréquent
<i>Potentilla nivea</i>	Potentille des neiges	fréquent
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	fréquent
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifrage à feuilles opposées	fréquent
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	fréquent
<i>Arnica alpinus</i>	Arnica à feuilles étroites	occasionnel
<i>Draba cinerea</i>	Drave cendrée	occasionnel
<i>Luzula confusa</i>	Luzule trompeuse	occasionnel
<i>Luzula nivalis</i>	Luzule arctique	occasionnel
<i>Melandrium affine</i>	Silène involucre	occasionnel
<i>Plantago canescens</i>	Plantain très velu	occasionnel
<i>Salix reticulata</i>	Saule réticulé	occasionnel
<i>Saxifraga tenuis</i>	Saxifrage	occasionnel
<i>Potentilla hyparctica</i>	Potentille subarctique	très rare
<i>Taraxacum pumilum</i>	Pissenlit	très rare

Perchoirs de rapaces et tanières de renards

Les zones situées à proximité des perchoirs de rapaces et des tanières de renards sont riches en éléments nutritifs et constituent des sites adaptés au développement des espèces de plantes nitrophiles. Les tanières de renards sont souvent présentes au flanc des collines tandis que les perchoirs de rapaces sont généralement de grands rochers. Ces sites sont très petits et caractérisés par des conditions d'humidité de type mésique avec une couverture végétale de 100 % et une vaste diversité de plantes.

Nom scientifique ¹	Nom commun	Statut	Remarques
<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée	abondant	tanière de renards
<i>Oxytropis arctica</i>	Oxytrophe	abondant	tanière de renards
<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique	abondant	tanière de renards
<i>Alopecurus alpinus</i>	Vulpin boréal	commun	tanière de renards
<i>Androsace chamaejasme</i>	Androsace petit-jasmin	commun	tanière de renards
<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin	commun	tanière de renards
<i>Cerastium beeringianum</i>	Céaiste du détroit de Béring	commun	tanière de renards
<i>Pedicularis lanata</i>	Pédiculaire laineuse	commun	tanière de renards
<i>Polemonium boreale</i>	Polémoine boréale	commun	tanière de renards
<i>Potentilla rubricaulis</i>	Potentille	commun	tanière de renards
<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée	commun	tanière de renards
<i>Saxifraga tricuspida</i>	Saxifrage à trois dents	commun	tanière de renards
<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles	commun	tanière de renards
<i>Cardamine digitata</i>	Cardamine à feuilles digitées	fréquent	tanière de renards
<i>Draba glabella</i>	Drave glabre	occasionnel	tanière de renards
<i>Draba subcapitata</i>	Drave subcapitée	occasionnel	tanière de renards
<i>Ranunculus pedatifidus</i>	Renoncule arctique	occasionnel	tanière de renards
<i>Cerastium beeringianum</i>	Céaiste du détroit de Béring	commun	perchoir de rapaces
<i>Draba cinerea</i>	Drave cendrée	occasionnel	perchoir de rapaces
<i>Draba glabella</i>	Drave glabre	occasionnel	perchoir de rapaces
<i>Saxifraga nivalis</i>	Saxifrage des neiges	très rare	perchoir de rapaces

¹Noms scientifiques d'après Porsild et Cody (1980)

Annexe 3

Espèces de plantes relevées dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks

Famille	Nom scientifique¹	Nom commun
Equisetaceae	<i>Equisetum variegatum</i>	Prêle panachée
Gramineae	<i>Agropyron violaceum</i>	Agropyre violacé
Gramineae	<i>Alopecurus alpinus</i>	Vulpin boréal
Gramineae	<i>Arctagrostis latifolia</i>	Herbe
Gramineae	<i>Colpodium vahlianum</i>	Herbe
Gramineae	<i>Dupontia fisheri</i>	Herbe
Gramineae	<i>Festuca baffinensis</i>	Fétuque de Baffin
Gramineae	<i>Festuca brachyphylla</i>	Fétuque à feuilles courtes
Gramineae	<i>Hierochloe alpina</i>	Herbe
Gramineae	<i>Hierochloe pauciflora</i>	Herbe
Gramineae	<i>Pleuropogon sabinei</i>	Herbe
Gramineae	<i>Poa glauca</i>	Pâturin glauque
Gramineae	<i>Trisetum spicatum</i>	Herbe
Cyperaceae	<i>Carex aquatilis</i>	Carex aquatique
Cyperaceae	<i>Carex capillaris</i>	Carex capillaire
Cyperaceae	<i>Carex maritima</i>	Carex paléacé
Cyperaceae	<i>Carex membranacea</i>	Carex membraneux
Cyperaceae	<i>Carex misandra</i>	Carex fuligineux
Cyperaceae	<i>Carex rupestris</i>	Carex des rochers
Cyperaceae	<i>Carex scirpoidea</i>	Carex faux-scirpe
Cyperaceae	<i>Carex subspathacea</i>	Carex subspathacé
Cyperaceae	<i>Carex ursina</i>	Carex des ours
Cyperaceae	<i>Eriophorum callitrix</i>	Linaigrette à belle crinière
Cyperaceae	<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Linaigrette de Scheuchzer
Cyperaceae	<i>Eriophorum triste</i>	Linaigrette triste
Juncaceae	<i>Juncus balticus</i>	Jonc de la Baltique
Juncaceae	<i>Juncus biglumis</i>	Jonc à deux glumes
Juncaceae	<i>Luzula confusa</i>	Luzule trompeuse
Juncaceae	<i>Luzula nivalis</i>	Luzule arctique
Salicaceae	<i>Salix arctica</i>	Saule de l'arctique
Salicaceae	<i>Salix glauca</i>	Saule gris
Salicaceae	<i>Salix polaris</i>	Saule polaire
Salicaceae	<i>Salix reticulata</i>	Saule réticulé
Polygonaceae	<i>Oxyria digyna</i>	Oxyrie de montagne
Polygonaceae	<i>Polygonum viviparum</i>	Renouée vivipare
Caryophyllaceae	<i>Cerastium beeringianum</i>	Céraiste du détroit de Béring
Caryophyllaceae	<i>Melandrium affine</i>	Silène involucre
Caryophyllaceae	<i>Melandrium apetalum</i>	Silène de l'Oural
Caryophyllaceae	<i>Minuartia rossii</i>	Minuartie de Ross
Caryophyllaceae	<i>Silene acaulis</i>	Silène acaule
Caryophyllaceae	<i>Stellaria longipes</i>	Stellaire à longs pédicelles
Cruciferae	<i>Draba alpina</i>	Drave alpine
Cruciferae	<i>Draba cinerea</i>	Drave cendrée
Cruciferae	<i>Draba corymbosa</i>	Drave en corymbe
Cruciferae	<i>Draba glabella</i>	Drave glabre
Cruciferae	<i>Draba lactea</i>	Drave laiteuse
Cruciferae	<i>Draba nivalis</i>	Drave des neiges
Cruciferae	<i>Draba oblongata</i>	Drave oblongue
Cruciferae	<i>Draba subcapitata</i>	Drave subcapitée
Cruciferae	<i>Eutrema edwardsii</i>	Eutréma d'Edwards
Ranunculaceae	<i>Caltha palustris</i>	Populage des marais
Ranunculaceae	<i>Ranunculus gmelinii</i>	Renoncule de Gmelin
Ranunculaceae	<i>Ranunculus pedatifidus</i>	Renoncule arctique

Famille	Nom scientifique ¹	Nom commun
Ranunculaceae	<i>Ranunculus pygmaeus</i>	Renoncule naine
Papaveraceae	<i>Papaver radicum</i>	Pavot arctique
Compositae	<i>Cardamine digitata</i>	Cardamine à feuilles digitées
Cruciferae	<i>Cochlearia officinalis</i>	Cochléaria officinal
Cruciferae	<i>Lesquerella arctica</i>	Lesquerelle arctique
Cruciferae	<i>Parrya arctica</i>	Giroflée
Saxifragaceae	<i>Chrysozplenium tetrandrum</i>	Dorine à quatre étamines
Saxifragaceae	<i>Saxifraga caespitosa</i>	Saxifrage cespiteuse
Saxifragaceae	<i>Saxifraga cernua</i>	Saxifrage penchée
Saxifragaceae	<i>Saxifraga hirculus</i>	Saxifrage œil-de-bouc
Saxifragaceae	<i>Saxifraga nivalis</i>	Saxifrage des neiges
Saxifragaceae	<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifrage à feuilles opposées
Saxifragaceae	<i>Saxifraga rivularis</i>	Saxifrage des ruisseaux
Saxifragaceae	<i>Saxifraga tenuis</i>	Saxifrage
Saxifragaceae	<i>Saxifraga tricuspidata</i>	Saxifrage à trois dents
Rosaceae	<i>Dryas integrifolia</i>	Dryade intégrifoliée
Rosaceae	<i>Potentilla hyparctica</i>	Potentille subarctique
Rosaceae	<i>Potentilla nivea</i>	Potentille des neiges
Rosaceae	<i>Potentilla pulchella</i>	Potentille jolie
Rosaceae	<i>Potentilla rubricaulis</i>	Potentille
Rosaceae	<i>Potentilla vahliana</i>	Potentille de Vahl
Leguminosae	<i>Astragalus alpinus</i>	Astragale alpin
Leguminosae	<i>Oxytropis arctica</i>	Oxytropé
Leguminosae	<i>Oxytropis borealis</i>	Oxytropis boréal
Onagraceae	<i>Epilobium latifolium</i>	Épilobe à feuilles larges
Haloragaceae	<i>Hippuris vulgaris</i>	Hippuride vulgaire
Ericaceae	<i>Cassiope tetragona</i>	Cassiope tétragone
Ericaceae	<i>Vaccinium uliginosum</i>	Airelle des marécages
Primulaceae	<i>Androsace chamaejasme</i>	Androsace petit-jasmin
Plumbaginaceae	<i>Armeria maritima</i>	Armérie maritime
Polemoniaceae	<i>Phlox richardsonii</i>	Phlox de Richardson
Polemoniaceae	<i>Polemonium boreale</i>	Polémoine boréale
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis arctica</i>	Pédiculaire arctique
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis capitata</i>	Pédiculaire capitée
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis lanata</i>	Pédiculaire laineuse
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis sudetica</i>	Pédiculaire des Sudètes
Plantaginaceae	<i>Plantago canescens</i>	Plantain très velu
Compositae	<i>Arnica alpinus</i>	Arnica à feuilles étroites
Compositae	<i>Artemisia hyperborea</i>	Armoise
Compositae	<i>Artemisia richardsoniana</i>	Armoise des champs
Compositae	<i>Crepis nana</i>	Crépis nain
Compositae	<i>Erigeron compositus</i>	Érigéron composé
Compositae	<i>Erigeron eriocephalus</i>	Vergerette à une fleur
Compositae	<i>Erigeron humilis</i>	Petite vergerette
Compositae	<i>Matricaria ambigua</i>	Matricaire à capitules brunâtres
Compositae	<i>Petasites frigidus</i>	Pétasite des régions froides
Compositae	<i>Senecio atropurpureus</i>	Séneçon violet
Compositae	<i>Senecio congestus</i>	Séneçon des marais
Compositae	<i>Taraxacum pumilum</i>	Pissenlit

¹Noms scientifiques d'après Porsild et Cody (1980)

Relations entre l'abondance d'oiseaux chanteurs et d'oiseaux de rivage nicheurs dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, et la population grandissante des Petites Oies des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*)

P. B. Latour², C.S. Machtans¹ et J.E. Hines²

¹ Service canadien de la faune, Environnement Canada, rue 5019-52, Yellowknife (T.N.-O.) X1A 2P7

² Box 312, Arcola, SK, S0C 0G0

Résumé

Des relevés à différentes distances de la population grandissante de Petites Oies des neiges ont été menés dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, pour évaluer les effets de la dégradation potentielle des habitats causée par les oies sur les densités d'oiseaux chanteurs et d'oiseaux de rivage nicheurs. Les transects des relevés mesuraient entre 5 et 7 km de longueur et 50 ou 75 m de largeur. Ils étaient situés dans des zones géographiques caractérisées par des types de végétation de basses terres homogènes et composés principalement de graminées et de carex se trouvant au sein de la colonie d'oies et à une distance comprise entre 5 et 30 km de sa bordure. La densité de la totalité des espèces d'oiseaux de rivage était inversement proportionnelle à l'éloignement par rapport à la colonie d'oies. Les densités d'oiseaux de rivage et d'oiseaux chanteurs considérés comme des groupes augmentaient jusqu'à environ 10 km de la colonie la plus proche. Indépendamment de la colonie d'oies, la densité d'oiseaux de rivage déclinait également de façon importante proportionnellement à l'éloignement de la côte. Les résultats liés aux espèces individuelles d'oiseaux de rivage n'étaient pas cohérents, probablement en raison de la faible taille des échantillons. La densité à la reproduction des oiseaux chanteurs, principalement le Bruant lapon (*Calarius lapponicus*), n'était pas étroitement liée à la distance de la colonie d'oies. En raison des faibles densités d'oiseaux de rivage sur l'île Banks, de la superficie relativement petite des habitats de nidification des oiseaux de rivage touchés jusqu'à présent par le broutement des oies dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks et au-delà, et des vastes aires de reproduction de toutes les espèces d'oiseaux de rivage présentes, nous présumons que les effets au niveau des populations de la perte de l'habitat sont actuellement négligeables.

1. Introduction

Dans certaines régions du Bas-Arctique et subarctiques du Canada, les habitats d'alimentation importants pour la nidification et les haltes migratoires des Petites Oies des neiges de la population du milieu du continent ont été gravement détériorés (Abraham et Jefferies, 1997) alors que le nombre d'oies a augmenté en Amérique du Nord au cours des trente dernières années (Kerbes *et al.*, 1999; Comité sur la sauvagine du service canadien

de la faune, 2004). Leur régime alimentaire intense basé sur les parties rhizomateuses et feuillues des graminées et des carex (familles des Gramineae et des Cyperaceae, désignées collectivement par le terme graminoides) a dégradé de façon importante la composition des espèces et la productivité annuelle des marais côtiers dans la baie James et les régions occidentales de la baie d'Hudson (Jefferies *et al.*, 1979; Kerbes *et al.*, 1990; Abraham et Jefferies, 1997). Ces changements ont été directement associés aux dommages physiques causés aux plantes et à la disparition de la couverture végétale (Cargill et Jefferies, 1984), et indirectement à la salinisation des sols après la destruction du tapis de végétation (Srivastava et Jefferies, 1996).

La population de Petites Oies des neiges de l'île Banks est passée de 200 000 oiseaux nicheurs en 1976 à bien plus de 500 000 oiseaux nicheurs en 2002 (Kerbes *et al.*, 1999; Hines *et al.*, 2009; D. Caswell et K. Meeres, communication personnelle). Cette colonie du centre de l'Arctique représente la quasi-totalité de la population nicheuse de l'Arctique de l'Ouest de Petites Oies des neiges. Contrairement à la population d'Oies des neiges du milieu du continent, les oies de l'île Banks n'envahissent pas de façon importante les marais côtiers pendant la saison de reproduction. La principale colonie nicheuse se trouve à l'intérieur des terres de l'île Banks dans les vallées des rivières Egg et Big (Kerbes *et al.*, 1999). L'habitat environnant est principalement composé dans les basses terres de prairies détremées ou humides, tandis que les hautes terres proposent une végétation plus clairsemée (Hines *et al.*, 2009). Les effets des Oies des neiges sur les communautés végétales composées principalement de carex ont été décrits concernant les sites de l'est de l'Arctique (Giroux *et al.*, 1994; Gauthier *et al.*, 1996; Giroux *et al.*, 1998) et la partie centrale et avoisinante de la colonie de l'île Banks (Hines *et al.*, 2009).

En dépit de la connaissance de longue date de leurs effets sur les communautés végétales des régions arctiques et subarctiques, il existe peu de renseignements sur les effets plus larges du broutement excessif des Oies des neiges sur les autres espèces sauvages. Milakovic *et al.* (2003) ont consigné les effets de la perte d'habitat sur les insectes terrestres, tandis que Rockwell *et al.* (2003, non publié) ont étudié les effets de la perte d'habitat sur la communauté d'oiseaux associée aux habitats côtiers et située à proximité des côtes le long de la baie d'Hudson. Sammler *et al.* (2008) ont décrit les effets du broutement des Oies des neiges sur les oiseaux de rivage et les passereaux dans les « prairies

de carex » adjacentes aux marais salés côtiers. Toutefois, jusqu'à présent, aucun renseignement n'a été obtenu sur les communautés d'oiseaux associées aux vastes communautés composées principalement de carex et situées à l'intérieur des terres dans le centre de l'Arctique, telles que celles de l'île Banks. Les oiseaux de rivage constituent la majorité des oiseaux présents et de nombreuses espèces d'oiseaux de rivage sont confrontées à un déclin de leur population (Donaldson *et al.*, 2000; Morrison *et al.*, 2001, 2006). Les causes de ces déclins ne sont pas clairement définies, mais la dégradation des aires de nidification septentrionales pourrait être responsable en partie de ce problème.

Pour définir les meilleures stratégies de gestion des surpopulations d'Oies des neiges et en raison du caractère urgent de leur mise en œuvre, il est nécessaire de disposer d'un tableau plus complet des effets potentiels du broutement

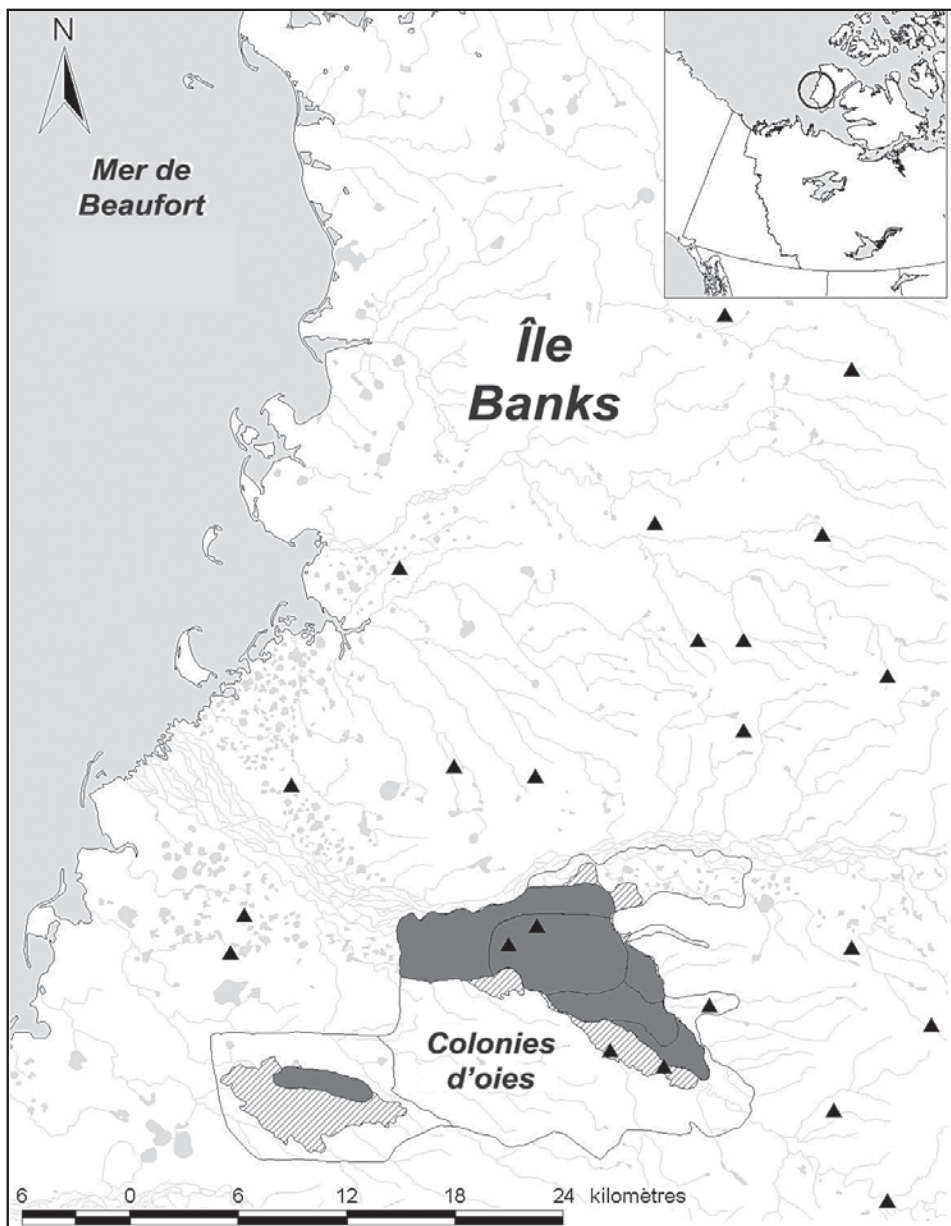
intensif des oies sur les écosystèmes dans les différentes parties de l'Arctique canadien. Par exemple, il peut être moins urgent d'assurer la gestion des populations d'Oies des neiges qui ne sont pas associées aux marais côtiers si les effets sur les habitats d'alimentation importants (et les biotes associés) de ces populations n'ont pas atteint des niveaux de gravité élevés. Par conséquent, l'objectif principal de cette étude était d'examiner la relation entre la colonie d'Oies des neiges de l'île Banks et l'abondance d'oiseaux nicheurs dans la végétation principalement composée de carex au sein de la colonie et dans ses environs.

2. Région étudiée

La région étudiée (figure 1) est située dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks au sud-ouest de l'île

Figure 1

Région étudiée et étendue spatiale des colonies de Petites Oies des neiges au sud-ouest de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest. Les triangles indiquent l'emplacement du centre des transects d'oiseaux. La colonie d'oies est mise en évidence en gris clair et gris foncé. Pour les analyses, la taille maximale, incluant les deux zones en gris clair à rayures (> 1,6 oie/ha) et en gris foncé (> 28 oies/ha), a été utilisée pour définir les limites de la colonie. Les régions environnant les colonies correspondent aux régions de plus faibles densités d'oies mentionnées dans le document.



Banks (Territoires du Nord-Ouest) à une latitude d'environ 72° 30' N et à une longitude d'environ 124° 45' O. Elle inclut la colonie de Petites Oies des neiges située à proximité de la confluence des rivières Egg et Big, mais s'étend vers le sud, ce qui inclut une partie de la rivière Lennie et une zone située dans un rayon de 50 km des bordures extérieures de la colonie (figure 1). Hines *et al.* (2009) fournissent une description détaillée de la région étudiée.

3. Méthodes

3.1 Méthodes de relevé

Les oiseaux de rivage et les oiseaux chanteurs ont fait l'objet de relevés le long de 25 transects d'une longueur comprise entre 3 et 7 km. Vingt-trois transects ont fait l'objet de relevés pendant deux ans (figure 1). Par conséquent, deux transects n'ont été étudiés qu'une année. Les transects étaient situés dans (1) des parcelles de toundra détrempee à humide (habitat humide), (2) des parcelles de toundra sèche à mésique et (3) des parcelles de toundra composées d'arbustes nains et de plantes herbacées (habitats secs) détectées sur les images du capteur TM de Landsat-5. Ces transects se trouvaient à une distance maximale de 30 km des bordures extérieures de la colonie d'Oies des neiges. On sait que les deux premières catégories de couvertures terrestres sont des aires d'alimentation privilégiées par les oies. Les parcelles de toundra composées d'arbustes nains et de plantes herbacées étaient suffisamment répandues dans la région étudiée et étaient adjacentes aux habitats d'alimentation privilégiés, si bien que l'échantillonnage y a également été effectué. Les transects étaient linéaires et comportaient parfois un angle (inférieur ou égal à 45°) pour que l'intégralité du transect couvre une catégorie de couverture terrestre homogène. Le point de départ de chaque transect était placé à l'aide d'un système de positionnement global de poche. Chaque transect a fait l'objet de relevés par une équipe de deux ou trois observateurs qui marchaient lentement (entre 3 et 4 km/h) à une distance de 25 m en balayant un secteur allant jusqu'à 12,5 m de chaque côté. La largeur du transect mesurait alors 50 m lorsque deux observateurs étaient présents et 75 m lorsque trois observateurs étaient présents. Un observateur relevait tous les oiseaux de rivage et les oiseaux chanteurs observés sur le sol ou prenant leur envol au niveau du transect. Tous les oiseaux de rivage et les oiseaux chanteurs en vol et se posant au sol dans le transect ont également été inclus. Même si tous les couples évidents de mâles et de femelles ont été consignés, il n'a pas été supposé que la présence d'un mâle territorial signifiait qu'un couple reproducteur était présent. La présence d'un couple reproducteur était présumée lorsqu'un individu adoptait un comportement évident de distraction, et ce, même si aucun nid n'avait été observé. Les relevés ont été menés du 12 au 25 juin 2000 et du 13 au 24 juin 2001. Deux ou trois observateurs ont été affectés de façon aléatoire aux transects. Par conséquent, la superficie de relevé des transects était différente chaque année. Les parcelles ont fait l'objet de relevés pendant une durée comprise entre 900 et 1 600 heures en pleine période de reproduction des oiseaux de rivage et des oiseaux chanteurs. Aucun relevé n'a été effectué en cas de pluie, de fortes rafales de vent (plus de 30 km/h) ou de visibilité restreinte (p. ex. présence de brouillard).

3.2 Analyses des données

La densité des oiseaux a été calculée en divisant le nombre total d'individus dénombrés de chaque espèce par la superficie ayant fait l'objet de relevés (km²) pour chaque année, puis en calculant la moyenne des deux années. Même si les variations intraspécifiques étaient élevées (tableau 1), le nombre d'oiseaux dénombrés au sein de chaque espèce a diminué de façon plus importante que prévu la deuxième année en raison de la différence de superficie ayant fait l'objet de relevés. Pour l'ensemble des oiseaux de rivage, cette plus faible densité en 2001 par rapport à 2000 était marginale (t couplé - t de test = 1,83, d.l. = 23, $P = 0,08$). Le Bruant lapon était l'espèce la plus abondante. Cela signifie que les résultats des analyses au niveau des transects seraient principalement imputables aux résultats relatifs aux Bruants lapons avec des variations mineures imputables au reste de la communauté. Pour prendre en compte cet aspect, les données ont été divisées en deux catégories : les oiseaux de rivage (Pluvier semipalmé, Pluvier argenté, Pluvier bronzé, Phalarope à bec large, Tournepierre à collier, Bécasseau sanderling, Bécasseau semipalmé, Bécasseau à croupion blanc, Bécasseau de Baird, Bécasseau à poitrine cendrée et Bécasseau roussâtre) et les oiseaux chanteurs (Alouette hausse-col et Bruant lapon).

Étant donné que les Oies des neiges s'alimentent généralement dans les habitats humides composés principalement de carex (toundra détrempee à humide) (Hines *et al.*, 2009), nous avons émis l'hypothèse que les espèces d'oiseaux de rivage qui privilégient cet habitat seraient les plus touchées par les effets sur l'environnement du broutement des Oies des neiges. Par conséquent, les espèces d'oiseaux de rivage, ont été classées en deux catégories, les nicheriers d'habitat humide (toundra détrempee à humide) (Hines *et al.*, 2009) et les nicheriers d'habitat sec (toundra sèche à mésique, toundra d'arbustes nains et de plantes herbacées), en fonction des connaissances sur les habitats de nidification des espèces. La première catégorie

Tableau 1
Dénombrement d'oiseaux, par espèces, observés au niveau de 25 transects ayant fait l'objet de relevés en 2000 et en 2001 sur l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest

Espèces	Année		Total
	2000	2001	
Bécasseau de Baird	8	12	20
Pluvier argenté	62	38	100
Bécasseau roussâtre	13	3	16
Alouette hausse-col	22	5	27
Bruant lapon	547	399	946
Pluvier bronzé	17	28	45
Bécasseau à poitrine cendrée	49	5	54
Phalarope à bec large	13	7	20
Tournepierre à collier	23	8	31
Bécasseau sanderling	1	1	2
Pluvier semi-palmé	2	3	5
Bécasseau semi-palmé	6	1	7
Bécasseau à croupion blanc	57	14	71
Nombre total d'oiseaux de rivage	251	120	371
Nombre total d'oiseaux chanteurs	569	404	973
Nombre total d'oiseaux	820	524	1344
Surface des relevés (km ²)	8,80	6,93	15,73

comprendait le Bécasseau à croupion blanc, le Bécasseau à poitrine cendrée et le Phalarope à bec large (Parmelee, 1992; Holmes et Pitelka, 1998; Tracy *et al.*, 2002). La deuxième catégorie comprenait le Bécasseau semi-palmé, le Bécasseau roussâtre, le Pluvier argenté, le Tournepierré à collier, le Bécasseau sanderling, le Bécasseau de Baird, le Pluvier bronzé et le Pluvier semi-palmé (Gratto-Trevor, 1992; Lanctot et Laredo, 1994; Paulson, 1995; Nettleship, 2000; Macwhirter *et al.*, 2002; Moskoff et Montgomerie, 2002; Johnson et Connors, 1996; Nol et Blanken, 1999). Les nicheurs d'habitat humide se répartissaient dans les terres humides de carex le long des fonds de vallées de rivières et de cours d'eau dans la région étudiée, tandis que les nicheurs d'habitat sec se répartissaient aux flancs des collines et sur les plateaux avec moins de végétation adjacents aux terres humides.

L'abondance des oiseaux de rivage était également parfois plus de dix fois supérieure selon les espèces et il a été nécessaire de modifier l'échelle pour limiter l'influence de quelques espèces abondantes (Krebs, 1989). En raison des différences annuelles majeures mentionnées ci-dessus, le nombre d'oiseaux dénombrés au sein de chaque espèce observée au niveau d'un transect a été divisé par le nombre maximal d'oiseaux observés au niveau de n'importe quel transect cette année-là (p. ex. si le nombre maximal de Bécasseaux à croupion blanc observés au niveau d'un transect en une année était de 14, la valeur relative calculée pour cette année correspondait à leur valeur dénombrée au niveau de chaque transect divisée par 14). Par conséquent, une valeur ajustée comprise entre zéro et un a été calculée pour chaque espèce et chaque année. Cette valeur remise à l'échelle a été divisée par la superficie du transect pour calculer la densité remise à l'échelle dans le but de préserver les différences d'abondance générale entre les transects. Les densités remises à l'échelle de toutes les espèces ont ensuite été additionnées pour calculer une valeur remise à l'échelle de densité d'oiseaux de rivage pour les nicheurs d'habitat humide ou sec au niveau de chaque transect.

Concernant la séparation des données entre les oiseaux de rivage et les oiseaux chanteurs sans changement d'échelle des données des oiseaux de rivage, cela s'explique par le fait que les résultats auraient principalement été représentatifs des tendances pour les deux espèces communes de Pluviers et les variations pour les autres espèces auraient été perdues. Une solution de rechange aurait été d'analyser des espèces individuelles ou des petits groupes d'espèces avec des densités similaires pour obtenir des résultats. Cette dernière approche aurait très peu de signification en raison de la taille relativement petite de nos échantillons.

La taille et la forme de la colonie d'Oies des neiges de l'île Banks ont quelque peu évolué au fil des années (Kerbes *et al.*, 1999; Samelius *et al.*, 2008; Caswell et Meeres, données non publiées). La région de la colonie définie pour cette étude correspondait à celle observée en 1995, lorsque des relevés aériens intensifs ont permis de différencier les densités élevées (> 28 oies par hectare [ha]) et modérées (> 1,6 oies/ha) (figure 1) (Kerbes *et al.*, 1999). Les régions adjacentes de plus faibles densités ont été observées pendant plusieurs années (figure 1). À des fins d'analyse, la colonie d'oies a été associée aux régions de densité élevée et modérée. En définissant la colonie de cette manière, la

grande partie de la colonie était centrée à proximité de la confluence des rivières Big et Egg avec une autre région de densité de nidification élevée au sud-ouest de la colonie principale (figure 1).

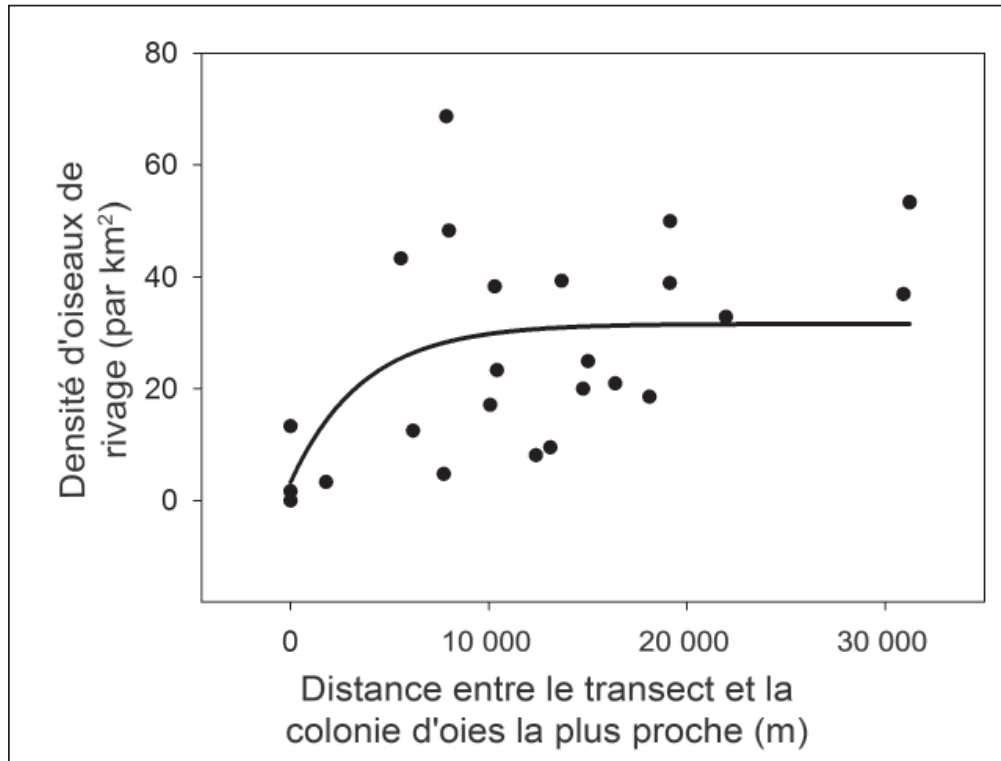
Précédemment, notre évaluation générale de l'état des habitats de l'île Banks indiquait que l'habitat de la colonie d'Oies des neiges était brouté de façon excessive et était dégradé. Elle indiquait également qu'une grande partie de l'habitat de basses terres environnantes dans les vallées des rivières Big et Lennie était également brouté de façon excessive (Hines *et al.*, 2009). Par conséquent, nous avons utilisé la distance par rapport à la colonie d'oies comme indice de pression sur la végétation (état de l'habitat) sur les transects des relevés. Selon nos prévisions, si les effets sur l'habitat des oiseaux de rivage et des oiseaux chanteurs du broutement des oies étaient avérés, les densités devraient augmenter proportionnellement à l'éloignement de la colonie. De plus, nous avons estimé qu'à une certaine distance de la colonie, les effets du broutement (s'ils sont réellement constatés) ne devraient plus être perceptibles et la relation devrait devenir asymptotique étant donné que le nombre d'oiseaux de rivage et d'oiseaux chanteurs n'augmente plus proportionnellement à l'éloignement de la colonie. Ainsi, on a présumé que les modèles curvilignes devraient permettre d'obtenir des droites de meilleur ajustement. Chaque position des transects ayant fait l'objet de relevés par rapport à la colonie a été déterminée à l'aide de la distance linéaire entre le centre du transect et la bordure la plus proche de la colonie. La distance la plus courte entre le centre du transect et la côte ouest de l'île Banks a également été calculée, en raison de la proximité de la région étudiée et de cette côte (figure 2). D'autres études sur des aires de reproduction de l'Arctique (Morrison, 1997; TERA, 1994) ont mis en évidence une corrélation entre l'abondance d'oiseaux de rivage et l'éloignement du littoral le plus proche.

Une évaluation relative et subjective de la valeur de l'habitat a été appliquée à chaque partie homogène d'un transect (sous-transect). L'objectif était de vérifier si les schémas de données observés étaient liés à la répartition non-aléatoire des habitats de valeur plus élevée ou moins élevée par rapport à la colonie d'oies. Sur une échelle de 10, une valeur de 0 a été associée aux terrains dénudés, une valeur de 2 aux arbustes nains/rochers avec du lichen, une valeur de 6 aux complexes d'étangs de basses terres, et une valeur de 8 aux prairies de carex humides, aux arbustes nains de type graminoides et aux plantes graminoides. La moyenne des valeurs des sous-transects a été calculée au niveau du transect.

Les relations entre la densité d'oiseaux, l'éloignement par rapport à la colonie d'oies, la valeur subjective de l'habitat et l'éloignement par rapport au rivage ont été examinées à l'aide d'une procédure de modèle linéaire général avec mesures répétées (SPSS 17.0) avec $n = 23$ (les deux transects non appariés ont été omis). Le transect est le sujet du modèle linéaire général : deux années de données sur l'abondance avec deux préférences au niveau de la nidification permettant d'obtenir quatre combinaisons comprises dans le sujet. Les trois variables explicatives ont été saisies en tant que covariables dans cette procédure. Des modèles avec toutes les combinaisons des trois

Figure 2

Relation brute entre la densité d'oiseaux de rivage (par km²) et la distance entre le transect et la colonie d'oies la plus proche, île Banks, Territoires du Nord-Ouest, à partir de données non remises à l'échelle (et sans correction de l'éloignement du transect par rapport à la côte, moyenne des données des années 2000 et 2001). La droite de meilleur ajustement correspondait à une augmentation exponentielle jusqu'à la courbe maximale ($[y = \beta_0 + a(1 - e^{-bx})]$) ($F_{2,23} = 4,76$, $P = 0,02$, R^2 ajusté = 0,24).



variables explicatives ont été exécutés et le modèle le plus parcimonieux a été sélectionné à l'aide du critère d'information d'Akaike corrigé (AIC_c). Les graphiques des schémas de réponse (les variances résiduelles ont été tracées par rapport aux variances de réponse pour isoler les effets à des fins de présentation) ont été représentés à l'aide des droites de meilleur ajustement qui ont été sélectionnées en augmentant les valeurs du coefficient de détermination (R^2 ajusté) dans SigmaPlot 11.0. Un test de KolmogorovSmirnov a été utilisé pour évaluer la normalité et le test de Levene a été utilisé pour évaluer l'homoscédasticité et vérifier la fiabilité des résultats de la régression (non présentés ici).

Le broutement excessif peut non seulement avoir des effets sur la densité des espèces, mais également sur la diversité des espèces. Nous avons calculé la diversité des espèces pour chaque transect à l'aide du logiciel EstimateS (5.0.1) (Colwell, 1997). Le terme « Sobs » (« species observed », c'est-à-dire les espèces observées) a été utilisé comme indicateur de diversité des espèces (Gotelli et Colwell, 2001). Cette approche a été privilégiée par rapport à l'approche plus traditionnelle de dénombrement des espèces en raison des problèmes inhérents à la comparaison du nombre d'espèces par échantillon inégal d'individus (Gotelli et Colwell, 2001). Par exemple, seul le hasard permettrait de présumer que le nombre d'espèces serait plus important dans un échantillon de 100 individus plutôt que dans un échantillon de 50 individus. Les analyses s'appuient sur un ensemble de données complet de 730 enregistrements de 1 344 oiseaux.

4. Résultats

4.1 Synthèse des dénombrements

Onze espèces d'oiseaux de rivage et deux espèces d'oiseaux chanteurs ont été dénombrées lors des relevés. Le Pluvier argenté et le Bruant lapon étaient les espèces les plus communes (tableau 1). Le nombre d'espèces et d'individus dans les transects situés à l'intérieur de la colonie d'oies était moins important que dans les transects situés à l'extérieur de la colonie (tableau 2). Le Pluvier bronzé, le Pluvier argenté et le Bécasseau à croupion blanc étaient les seules espèces d'oiseaux de rivage présentes à l'intérieur des limites de la colonie, mais leur nombre était faible comparativement et aucune preuve de nidification n'a été observée (figure 1, tableau 2).

4.2 Influence de la colonie d'Oies des neiges sur la densité d'oiseaux

Les données brutes de densité d'oiseaux de rivage sont présentées dans la figure 2 sous forme de schéma sans remise à l'échelle des données ou des analyses représentant la distance des transects par rapport à la côte (cela signifie que les résultats ci-dessous ne représentent pas les données remises à l'échelle). Les densités d'oiseaux de rivage ont mis en évidence une faible relation curviligne par rapport à l'éloignement avec la colonie d'oies, conformément aux prévisions.

Tableau 2

Densité moyenne (oiseaux/km²) pour les oiseaux observés au niveau des 25 transects ayant fait l'objet de prélèvements sur l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest. N correspond au nombre de transects ayant fait l'objet de relevés dans chaque catégorie. Les densités ont été calculées séparément pour chaque année, puis une moyenne a été calculée étant donné que la surface ayant fait l'objet de relevés était différente en fonction de l'année. Des catégories ont été définies à partir des résultats illustrés aux figures 2 et 3. Les résultats n'ont pas été corrigés pour l'éloignement par rapport à la côte des transects individuels et n'ont pas été remis à l'échelle.

Espèces	À l'intérieur de la colonie N=4	À proximité de la colonie (0–10 km) N=6	À l'extérieur de la colonie (> 10 km) N=15
Oiseaux de rivage			
Pluvier bronzé	2,73	3,19	3,48
Pluvier argenté	2,64	5,42	7,44
Bécasseau à croupion blanc	0,74	7,21	4,36
Tournepièrre à collier		4,65	1,65
Bécasseau de Baird		1,56	1,56
Bécasseau roussâtre		3,39	1,04
Phalarope à bec large		1,65	1,48
Phalarope à bec large		0,58	0,17
Bécasseau sanderling		0,58	0,41
Pluvier semi-palmé			0,62
Bécasseau à poitrine cendrée		4,71	
Oiseaux chanteurs			
Bruant lapon	42,96	61,39	63,89
Alouette hausse-col	0,82	1,74	1,88

L'éloignement par rapport à la bordure de la colonie, associé à l'éloignement par rapport à la côte, a permis de mieux expliquer le schéma de données observé à partir du critère d'information d'Akaike corrigé (AIC_c) (tableau 3) lorsque les données ont été remises à l'échelle et que les deux effets ont été pris en compte simultanément dans le modèle linéaire général. Le deuxième meilleur modèle, incluant les trois variables, a été beaucoup moins documenté (Burnham et Anderson, 2002).

Prise séparément, la relation entre la densité d'oiseaux de rivage et l'éloignement par rapport à la bordure de la colonie d'oies était très étroite (résultats du modèle linéaire général : $F_{1,22} = 27,6$, $P < 0,001$; voir la figure 3) lorsque les données remises à l'échelle et le modèle linéaire général avec mesures répétées ont été utilisés pour expliquer l'influence de l'éloignement par rapport à la côte. L'effet le plus important a été constaté à moins de 10 km de la colonie la plus proche et s'accroissait légèrement au-delà de cette distance (figure 3). La tendance n'était pas particulièrement différente entre les oiseaux de rivage nichant dans les habitats secs et ceux nichant dans les habitats humides (interaction entre l'éloignement par rapport à la colonie et l'habitat de nidification privilégié, $F_{1,22} = 0,50$, $P = 0,49$). Toutefois, le tracé des variances résiduelles et l'ajustement des courbes ont mis en évidence l'influence prépondérante des espèces nichant dans les habitats secs (figure 4) sur la relation curviligne des données dans la figure 3.

À l'aide des données remises à l'échelle, il a été constaté que l'abondance des oiseaux de rivage diminuait en fonction de l'éloignement du transect par rapport à la côte, indépendamment des effets de la colonie d'oies (figure 5). L'influence inversement proportionnelle de l'éloignement par rapport à la côte sur la densité d'oiseaux de rivage était très élevée (résultats du modèle linéaire général : $F_{1,22} = 37,3$, P

Tableau 3

Résultats du critère d'information d'Akaike corrigé (AIC_c) pour les modèles de régression linéaire expliquant la variation de densité relative d'oiseaux de rivage résultant de l'éloignement par rapport à la bordure de la colonie d'Oies des neiges, de l'éloignement par rapport à l'océan (distocéan) ou de la valeur de l'habitat (valhab) des transects individuels. N = 23.

Paramètres	k	RSS	AIC _c	Δi	Poids
bordure, distocéan	4	58,273	96,9	0,0	0,83
bordure, distocéan, valhab	5	57,885	100,0	3,2	0,17
distocéan, valhab	4	138,667	116,8	19,9	0,00
bordure	3	166,971	118,1	21,3	0,00
bordure, valhab	4	150,940	118,8	21,9	0,00

< 0,001) avec la droite de meilleur ajustement qui présentait une relation négative faiblement curviligne.

L'éloignement par rapport à la colonie d'oies la plus proche et l'éloignement de chaque transect par rapport à l'océan n'influaient pas sur la densité des oiseaux de rivage remise à l'échelle (figure 6); régressions linéaires : $P = 0,46$, $P = 0,79$, respectivement (les ajustements non-linéaires n'étaient pas non plus significatifs).

4.3 Réponse des espèces individuelles par rapport à la colonie d'Oies des neiges

La réponse des espèces individuelles en fonction de l'éloignement par rapport à la colonie d'Oies des neiges a été modélisée à l'aide de la même procédure de modèle linéaire général avec mesures répétées et du modèle de meilleur ajustement pour la communauté. Pour deux espèces, une relation étroite a été mise en évidence entre les variances résiduelles et l'éloignement par rapport à la colonie d'oies (Pluvier argenté : $F_{1,22} = 6,37$, $P = 0,02$; Phalarope à bec large : $F_{1,22} = 8,352$, $P = 0,009$). On a supposé que les données étaient insuffisantes pour mettre en évidence une tendance pour la plupart des espèces individuelles.

4.4 Diversité des espèces

La diversité des espèces ne variait pas entre les transects situés à proximité de la colonie (< 10 km) et les transects beaucoup plus éloignés. Onze espèces (283 oiseaux) ont été dénombrées dans les transects les plus proches et un nombre équivalent a également été dénombré dans les transects plus éloignés de la colonie d'oies ($12 \pm 1,43$, intervalle de confiance de 95 %). Dans les deux cas, le Bruant lapon et le Pluvier argenté étaient les espèces les plus communes. Toutefois, tel que cela a été indiqué ci-dessus, il est évident que le nombre d'espèces était faible au niveau des transects à l'intérieur de la colonie d'oies (tableau 2).

5. Discussion

Les effets majeurs et à long terme de la nidification et de la migration des Oies des neiges au niveau des marais salés côtiers dans la région subarctique du Canada ont été bien documentés. Par exemple, le long de la côte occidentale de la baie d'Hudson, les dommages physiques et la salinisation ont fortement dégradé l'ensemble de la

Figure 3

Densités moyennes remises à l'échelle des oiseaux de rivage sur les transects comparées à leur éloignement par rapport à la colonie d'oies avec correction pour mettre en évidence l'influence de l'éloignement par rapport à la côte. Voir le texte pour plus d'explications sur le calcul des densités réelles. Les paramètres de la droite de meilleur ajustement étaient les suivants : $\beta_0 = -4,06$, $a = 6,4378$, $b = 0,0001$, $F_{2,23} = 4,76$, $P < 0,001$, $R^2 \text{ ajusté} = 0,69$. Veuillez noter que la moyenne des données pour les deux années a été calculée pour obtenir ce tracé. Par conséquent, $N = 25$ (au lieu de $N = 23$) pour la procédure de modèle linéaire général avec mesures répétées.

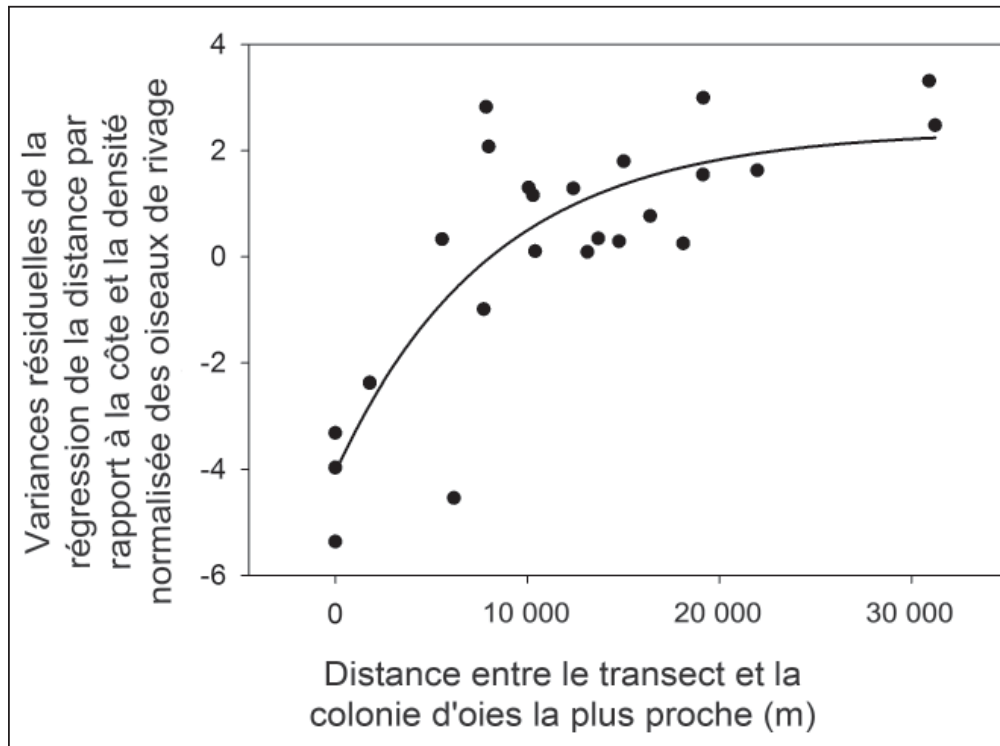


Figure 4

Réponse différentielle des nicheurs d'habitat sec et humide en fonction de l'éloignement par rapport aux colonies d'oies. Ces données sont identiques à celles de la figure 3 mais sont réparties entre les deux catégories d'oiseaux décrites dans la section des méthodes.

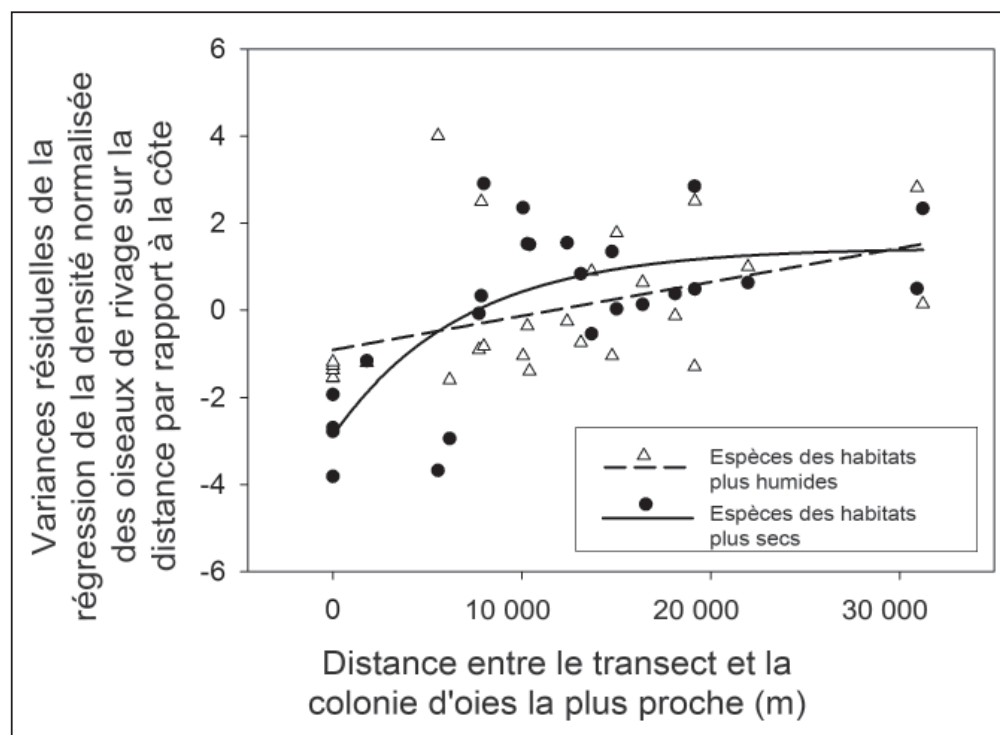


Figure 5

Relation corrigée entre la densité relative d'oiseaux de rivage et l'éloignement du transect du relevé par rapport à la côte occidentale de l'île Banks, Territoires du Nord-Ouest, sans influence de l'éloignement par rapport à la colonie d'oies. La droite de meilleur ajustement correspondait à une fonction de décroissance exponentielle [$y = \beta_0 + ae^{-bx}$] avec les paramètres suivants : $\beta_0 = -5,366$, $a = 11,634$, $b = 0,0000407$.

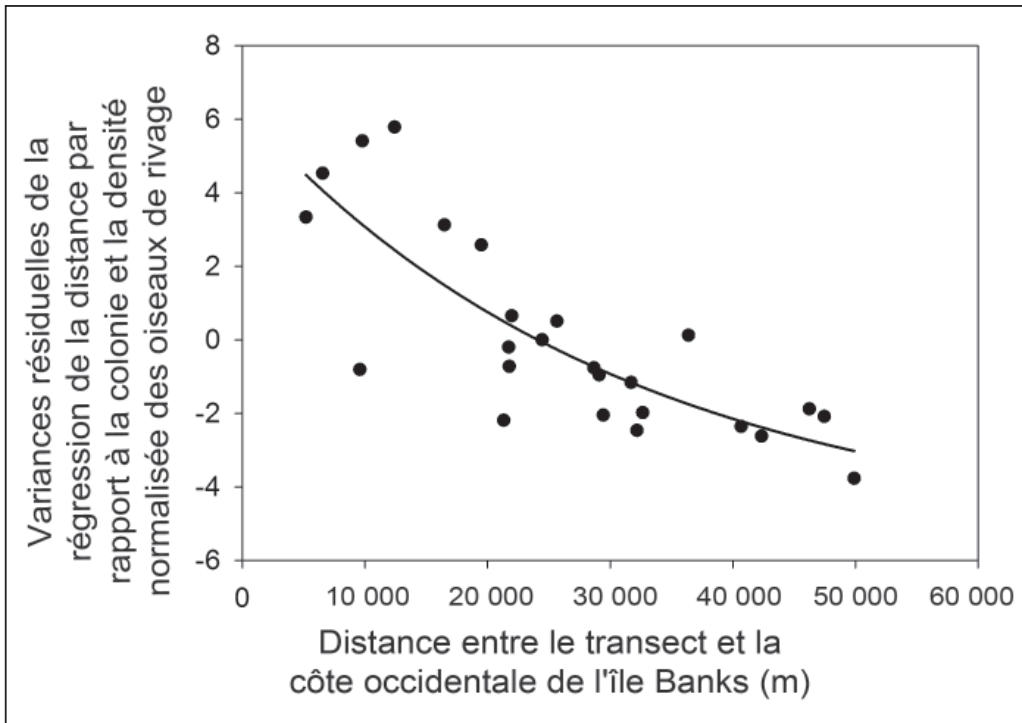
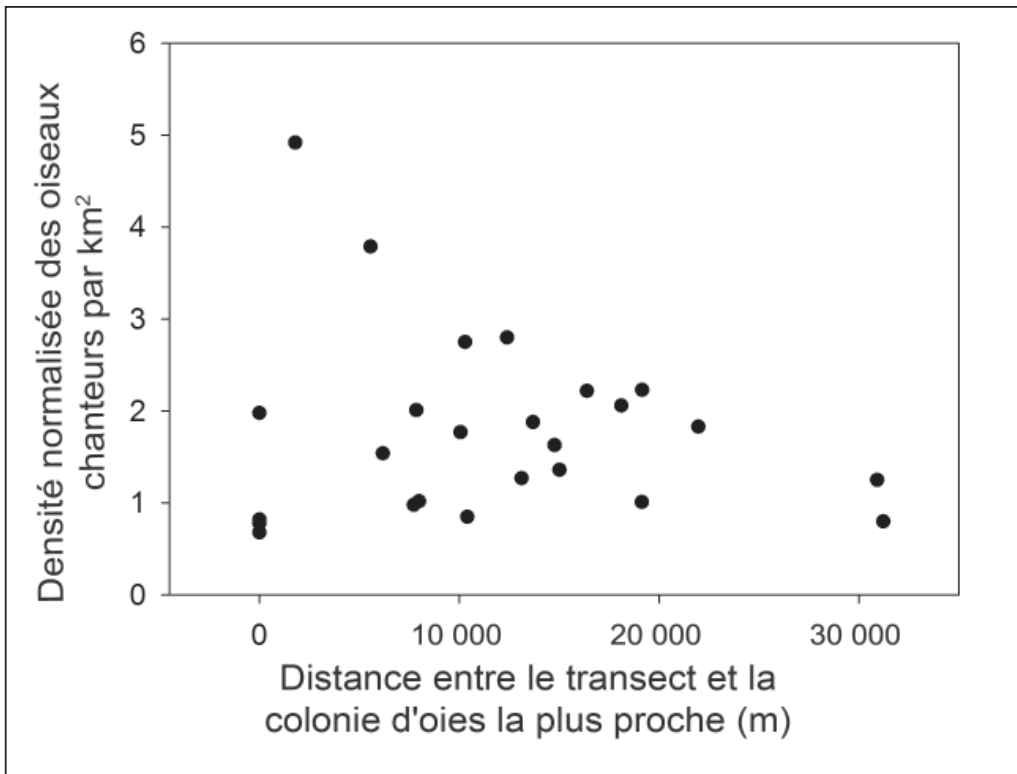


Figure 6

Relation entre la densité d'oiseaux chanteurs remise à l'échelle et l'éloignement par rapport à la bordure de la colonie d'Oies des neiges. Les ajustements linéaires et non-linéaires n'étaient pas significatifs.



composition des espèces de plantes et ont réduit la biomasse globale (Abraham et Jefferies, 1997). Dans le centre de l'Arctique, les Oies des neiges dépendent plus des terres humides intérieures composées principalement de carex pour s'alimenter à l'intérieur et autour de la colonie, et s'alimenter en dehors de la colonie par nichées, troupes d'oies non reproductrices et troupes d'oies en échec de reproduction (Giroux *et al.*, 1994; Giroux *et al.*, 1998). Ces terres humides n'ont pas fait l'objet d'autant d'études que les terres humides du Bas-Arctique, mais certains effets ont été observés sur la biomasse et la productivité (Giroux *et al.*, 1994; Giroux *et al.*, 1998). Toutefois, le degré de gravité n'est pas équivalent à celui observé dans le Bas-Arctique (Abraham et Jefferies, 1997).

Gratto-Trevor (1994), Hitchcock et Gratto-Trevor (1997) et Rockwell *et al.* (2003) ont mis en évidence des déclin significatifs de certaines espèces d'oiseaux de rivage et de passereaux au niveau d'une terre humide côtière des basses terres de la baie d'Hudson. La cause de ce déclin était probablement liée en partie à la dégradation de l'habitat imputable au broutement des Oies des neiges au sein et autour de la colonie d'oies. Sammler *et al.* (2008) ont constaté une plus faible densité d'oiseaux de rivage et de passereaux nichant dans la toundra dans une zone d'étude située à 15 km de cette colonie d'Oies des neiges où l'habitat, des prairies de carex, a été dégradé par le broutement des oies. Néanmoins, ils n'ont pas quantifié cette dégradation.

Dans notre région d'étude, Hines *et al.* (2009) ont rapporté que les effets de la colonie d'Oies des neiges de l'île Banks, jusqu'à 2001, ont été peu importants sur les habitats de basses terres comparés aux autres habitats (Abraham et Jefferies, 1997). Au niveau de l'habitat concerné par ces effets, seulement 5,2 % de l'habitat ont été dégradés et cette dégradation s'étendait principalement sur une bande de 20 m de large autour des étangs et des lacs situés au sein de la colonie d'Oies des neiges. La dispersion post-reproduction, les densités d'Oies des neiges présentes après ce phénomène sur l'île Banks (Samelius *et al.*, 2008; Hines *et al.*, 2009) et l'état des habitats rapportés par Hines *et al.* mettent en évidence des effets similaires sur la végétation au sein de la colonie et à une distance située au-delà d'un rayon de 10 km. Néanmoins, nous avons remarqué que le nombre d'oiseaux de rivage nicheurs augmentait jusqu'à environ 10 km de la colonie d'Oies des neiges de l'île Banks, puis restait constant jusqu'à une distance située au moins à 30 km de la colonie. Les effets spatiaux limités rapportés ici par Sammler *et al.* (2008) peuvent résulter, en partie, d'une dégradation de l'habitat causée par le broutement des Oies des neiges, mais également par d'autres facteurs. Par exemple, l'effet observé dans notre étude sur le plan spatial était plus prononcé lorsque l'influence de l'éloignement du rivage était écartée de l'analyse. Comme d'autres études menées sur les oiseaux de rivage nicheurs de l'Arctique l'ont démontré, les densités diminuent en fonction de la distance par rapport à la côte, mais les explications de ce phénomène n'ont pas encore été cernées. Les relations entre les densités d'oiseaux de rivage et l'éloignement par rapport à la colonie d'oies de l'île Banks (et peut-être ailleurs) sont probablement le résultat à la fois de la distance par rapport à la colonie, de la proximité du rivage et éventuellement d'autres facteurs tels que le nombre

plus important de prédateurs attirés par la colonie (Samelius et Alisauskas, 2000).

Le Pluvier argenté et le Pluvier bronzé sont les seuls oiseaux de rivage qui ont été observés régulièrement au sein de la colonie d'Oies des neiges où les peuplements de graminées étaient quasiment inexistantes. Toutefois, aucun phénomène de nidification de ces oiseaux n'a été observé dans la colonie. L'absence de Bécasseaux à poitrine cendrée (un des oiseaux de rivage les plus communément observés au cours de cette étude) à moins de 10 km de la colonie d'Oies des neiges semble indiquer qu'ils pourraient être particulièrement sensibles à certaines exigences en matière de couvert de nidification et aux effets sur la végétation des terres humides des oies recherchant de la nourriture. Toutefois, l'habitat de nidification des Bécasseaux à poitrine cendrée, composé de toundra humide et de toundra d'arbustes nains et de graminées plus sèches (Holmes et Pitelka, 1998), ne semble pas indiquer qu'ils seraient plus sensibles que d'autres espèces telles que le Bécasseau à croupion blanc (Parmelee, 1992).

Des Bruants lapons et des Alouettes hausse-col ont été observés à l'intérieur et à l'extérieur de la colonie d'Oies des neiges à une fréquence équivalente. De plus, les Bruants lapons nichaient dans la colonie. Ces espèces ne dépendent pas du développement important de peuplements de graminées et utilisent volontiers les microreliefs pour cacher leurs nids (Hussell et Montgomerie, 2002; Beason, 1995). En outre, le régime alimentaire de ces espèces est plus diversifié que celui des oiseaux de rivage. Il inclut des graines et différentes proies d'invertébrés. En fait, le nombre de proies d'invertébrés à l'intérieur de la colonie d'Oies des neiges, comprenant des nids, des matières fécales et des charognes, pourrait être plus important qu'à l'extérieur de la colonie.

Les densités maximales d'espèces d'oiseaux de rivage observées au cours de cette étude (c.-à-d., soit à moins ou à plus de 10 km de la colonie d'Oies des neiges) étaient beaucoup plus faibles que celles observées pour les mêmes espèces dans le delta du Mackenzie (Gratto-Trevor, 1996) et sur le versant nord de l'Alaska (TERA, 1993), les deux aires de nidification à forte concentration d'oiseaux de rivage qui sont les plus proches de l'île Banks. Les densités de cette étude étaient également beaucoup moins élevées que celles observées au niveau des sites du centre de l'Arctique dans le nord du Canada (Johnson et Gratto-Trevor, 1999). Les faibles densités d'oiseaux de rivage nicheurs de l'île Banks, la superficie relativement petite des habitats de nidification des oiseaux de rivage subissant les effets de la présence de la colonie d'Oies des neiges et les vastes aires de reproduction de toutes les espèces observées au cours de cette étude indiquent que les effets de la colonie d'Oies des neiges de l'île Banks sont négligeables au niveau des populations d'espèces. Sammler *et al.* (2008) ont conclu que les oiseaux de rivage et les passereaux semblaient être touchés dans les zones où l'habitat avait été dégradé localement par le broutement des Oies des neiges. Toutefois, aucun effet à une échelle spatiale plus importante ne semblait indiquer que la dégradation de l'habitat devait atteindre un seuil. La densité des oiseaux chanteurs nicheurs (principalement des Bruants lapons) était identique à celle observée sur le versant nord de l'Alaska (TERA, 1994). Il est nécessaire de mener d'autres études sur les exigences relatives aux sites

de nidification des espèces, sur les habitudes alimentaires et la disponibilité de la nourriture, et sur le comportement alimentaire en fonction de la couverture végétale au sein et autour de la colonie d'oiseaux des neiges. Cela permettrait de mieux comprendre les effets liés à des espèces particulières des colonies d'Oies des neiges de l'île Banks et d'autres colonies d'Oies des neiges du centre de l'Arctique, et la relation entre les populations grandissantes d'Oies des neiges et les populations d'oiseaux chanteurs et d'oiseaux de rivage nicheurs.

Les incidences en matière de gestion de ces résultats, plus particulièrement les résultats d'Hines *et al.* (2009), sont traitées dans la discussion finale (présent volume).

Conclusions et incidences en matière de gestion

1. Conclusions

Les dommages importants causés par les Petites Oies des neiges à la recherche de nourriture dans différents sites du centre de l'Arctique et du Bas-Arctique canadien ne semblaient pas avoir été observés dans la zone située autour de la colonie d'Oies des neiges du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks dans l'Arctique de l'Ouest, au moins jusqu'en 2001 (présente étude). En dehors de la colonie elle-même, le broutement intense était principalement limité aux complexes d'étangs de basses terres associés aux deltas de rivières importantes dans la zone et dans les zones adjacentes les plus proches (à moins de 5 m) jusqu'aux étangs et petits lacs plus isolés. La zone ayant subi les dommages les plus importants représentait seulement 5,2 % de l'habitat de basses terres du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Il convient de mettre en perspective cette observation avec celle de zones du Bas-Arctique et subarctiques où les deux tiers des terres humides (principalement des marais salés côtiers) ont été quasiment détruits (Abraham et Jefferies, 1997). En dépit de la nature restreinte des graves effets sur la végétation résultant de la recherche de nourriture des Oies des neiges à l'intérieur et autour de la colonie du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks, cette étude met en évidence l'étendue plus importante de leurs effets sur la communauté d'oiseaux nicheurs environnante. Plus particulièrement, la densité d'oiseaux de rivage nicheurs des terres humides était plus faible dans les terres humides à moins de 10 km des limites extérieures de la colonie d'Oies des neiges qu'au-delà de cette distance. Toutefois, ces terres humides sont situées à une altitude plus élevée le long de vallées de cours d'eau secondaires et tertiaires associées aux principaux bassins versants de la région étudiée. D'après les résultats de cette étude, les effets sur les terres humides à plus haute altitude étaient relativement peu élevés par rapport aux zones touchées de façon importante, les complexes d'étangs de basses terres et les rives des lacs. Quoi qu'il en soit, il est possible que les oiseaux de rivage nicheurs des terres humides soient plus sensibles aux légers changements de hauteur et de densité des peuplements de graminées causés par les oies à la recherche de nourriture, même de niveau modéré, et le piétinement associé à ce phénomène. Néanmoins, ces terres humides à une altitude plus élevée situées à moins de 10 km de la colonie d'Oies des neiges de la rivière Egg représentent moins de 3 % des terres humides du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks. Ce phénomène, associé aux faibles densités d'oiseaux de rivage sur l'île

Banks, à l'absence flagrante d'effet sur les passereaux et à la variété des espèces observées (présente étude), indique qu'il n'y avait pas de préoccupation majeure de conservation liée à la taille de la colonie qui comprend 500 000 Oies des neiges (2002) dans le Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks et à ses effets sur la végétation et la communauté d'oiseaux nicheurs environnantes.

2. Incidences en matière de gestion

Même si la taille de la colonie d'Oies des neiges du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks relevée en 2002 ne semble pas constituer une préoccupation majeure en matière de gestion, la croissance de sa population n'est pas souhaitable. D'autres brouteurs (p. ex. le bœuf musqué, le caribou de Peary et le lièvre arctique) subsistent sur les basses terres aux alentours de la colonie et certains d'entre eux permettent aux Autochtones de se nourrir. De plus, si la population de la colonie d'Oies des neiges s'agrandit, il sera difficile d'appliquer des mesures de gestion associées aux prises pour revenir au niveau de 2002, étant donné que l'efficacité des mesures actuelles est probablement à son maximum. Nous proposons de poursuivre l'application ou d'adopter les approches suivantes en matière de gestion à court terme et à moyen terme.

- La population de la colonie d'Oies des neiges du Refuge d'oiseaux n° 1 de l'île Banks doit être limitée à 600 000 oiseaux nicheurs, conformément aux résultats de cette étude concernant au moins les effets localisés sur la végétation et la communauté d'oiseaux nicheurs environnantes.
- Le taux de prises de Petites Oies des neiges de l'Arctique de l'Ouest par les chasseurs autochtones du Nord (6 000 oiseaux/an) est probablement à son maximum, d'après le nombre de chasseurs et d'autres facteurs. Par conséquent, les efforts doivent être poursuivis pour maintenir la chasse sportive actuelle au sud. Il est nécessaire de mener une évaluation des données existantes relatives aux populations, aux baguages et aux prises pour déterminer les taux de survie et de prises, ainsi que les stratégies potentielles en matière de prises pour limiter la croissance de la population.
- Il est également nécessaire d'effectuer des relevés périodiques (p. ex. tous les cinq ans) de la colonie

d'oies et de poursuivre le baguage des oies pour évaluer la réussite des mesures en matière de gestion (plus particulièrement, l'augmentation des prises) de la croissance de la population.

- Il est nécessaire à l'avenir de surveiller l'état des habitats. La prise régulière de photographies au niveau de ces sites de basses terres permettrait de surveiller les changements macroscopiques des habitats et l'établissement d'exclos de broutement permanents (qui ne pourraient pas être endommagés par les bœufs musqués) permettrait d'évaluer le régime alimentaire des oies et la résilience des communautés végétales soumises à un broutement intensif.
- Il est recommandé que les prochaines recherches soient axées sur les effets de la recherche de nourriture par les Oies des neiges sur les espèces de la communauté d'oiseaux nicheurs et que, parallèlement, une étude plus approfondie soit menée sur d'autres facteurs écologiques tels que l'abondance et la disponibilité des proies d'invertébrés, les caractéristiques de la végétation (en particulier au niveau des terres humides de carex à plus haute altitude) et le succès de la reproduction des oiseaux de rivage et des oiseaux chanteurs en fonction de leur éloignement par rapport à la colonie d'Oies des neiges. Cette recommandation est d'autant plus justifiée si les relevés indiquent que la taille de la colonie d'Oies des neiges se maintient à son niveau de 2002.

Ouvrages cités

- Abraham KF, Jefferies RL. 1997.** High goose populations: causes, impacts, and implications. Pages 7-72 in: Batt BDJ, éditeur. Arctic Ecosystems in Peril: Report of the Arctic Goose Habitat Working Group. Arctic Goose Joint Venture Special Publication. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington (DC), et Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario). 120 p.
- Abraham KF, Jefferies RL, Rockwell RF, MacInnes CD. 1997.** Why are there so many white geese in North America? Pages 79-92 in: Ratti J, éditeur. Proceedings of the 7th International Waterfowl Symposium. Memphis (TN): Canards Illimités.
- Abraham KF, Jefferies RL. 1997.** High goose populations: causes, impacts, and implications. Pages 7-72 in: Batt BDJ, éditeur. Arctic ecosystems in peril: Report of the Arctic Goose Habitat Working Group. Arctic Goose Joint Venture Special Publication. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington (DC), et Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario). 120 p.
- Ankney CD. 1996.** An embarrassment of riches: too many gaggles of geese. *J. Wildlife Manage.* 60:217-223.
- Anonyme. 2003.** Inuvialuit Harvest Study—Data and Methods Report 1988-1997. Inuvik (NT) : Inuvialuit Joint Secretariat. 202 p.
- Beason RC. 1995.** Horned Lark. In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 195. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Boyd H, éditeur. 2000.** Population modeling and management of Snow Geese. Occasional Paper 102. Ottawa (Ontario): Service canadien de la faune. 36 p.
- Burnham KP, Anderson DR. 2002.** Model Selection and Multimodal Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. New York (NY): Springer.
- Cargill SM, Jefferies RL. 1984.** The effects of grazing by Lesser Snow Geese on the vegetation of a sub-arctic salt marsh. *J. Appl. Ecol.* 21:669-686.
- Circumpolar Arctic Vegetation Mapping Team. 2003.** Circumpolar arctic vegetation map. Scale 1:750,000. Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) Map Number 1. Anchorage (AK): U.S. Fish and Wildlife Service.
- Colwell RK. 1997.** EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 5. User's Guide and Application. Accès : <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Comité sur la sauvagine du Service canadien de la faune. 2004.** Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune.
- Comité sur la sauvagine du Service canadien de la faune. 2007.** Situation des populations d'oiseaux migrateurs considérés comme gibier au Canada : Novembre 2007. Rapport du SCF sur la réglementation concernant les oiseaux migrateurs – numéro 22. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune. 91 p.
- Congalton RG. 1991.** A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sens. Environ.* 37:35-46.
- Cotter RC, Hines JE. 2001.** Breeding biology of Brant on Banks Island, Northwest Territories, Canada. *Arctic* 54:357-366.
- Cotter RC, Hines JE. 2005.** Distribution and abundance of breeding and moulting Brant on Banks Island, Northwest Territories, 1992-1994. Pages 18-26 in: Hines JE, Wiebe MO, éditeurs. Surveys of geese and swans in the Inuvialuit Settlement Region, Western Canadian Arctic, 1989-2001. Occasional Paper 112. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune.
- Donaldson GM, Hyslop C, Morrison RIG, Dickson HL, Davidson I. 2000.** Plan canadien de conservation des oiseaux de rivage. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune. 27 p.
- Environmental Systems Research Institute. 1996.** ArcView spatial analyst.
- Environnement Canada. 2003.** Normales climatiques au Canada 1971-2000. Ottawa (Ontario). Accès : http://climate.weatheroffice.gc.ca/prods_servs/index_f.html
- Ferguson RS. 1991.** Detection and classification of muskox habitat on Banks Island, Northwest Territories, Canada, using Landsat Thematic Mapper data. *Arctic* 44:66-74.
- Fyles JG. 1962.** Physiography. Pages 8-17 in: Thorsteinsson R, Tozer ET, éditeurs. Banks, Victoria and Stefansson Islands, Arctic Archipelago. Geological Survey of Canada Memoir No. 330.
- Ganter B, Cooke F, Mineau P. 1996.** Long-term vegetation changes in a Snow Goose nesting habitat. *Can. J. Zool.* 74:965-969.
- Gauthier G, Rochefort L, Reed A. 1996.** The exploitation of wetland ecosystems by herbivores on Bylot Island. *Geosci. Can.* 23(4):253-259.
- Giroux JF, Bedard Y. 1994.** Habitat use by Greater Snow Geese during the brood rearing period. *Arctic* 37:155-160.
- Giroux JF, Gauthier G, Constanzo G, Reed A. 1998.** Impact of geese on natural habitats. Pages 32-57 in: Batt BJD, editor. The Greater Snow Goose: Report of the Arctic Goose Habitat Working Group. Arctic Goose Joint Venture Special Publication. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington (DC), et Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario). 88 p.
- Gotelli NJ, Colwell RK. 2001.** Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4:379-391.
- Gratto-Trevor CL. 1992.** Semipalmated Sandpiper. In: Poole A, Stettenheim P, Gill F, editors. The Birds of North America, No. 6. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Gratto-Trevor CL. 1994.** Monitoring shorebird populations in the Arctic. *Bird Trends* 3:10-12.
- Gratto-Trevor CL. 1996.** Use of Landsat TM imagery in determining important shorebird habitat in the outer Mackenzie Delta, Northwest Territories. *Arctic* 49:11-22.
- Hik DS, Jefferies RL. 1990.** Increases in the above-ground primary production of a salt-marsh forage grass: a test of the predictions of the herbivore optimization model. *J. Ecol.* 78:180-195.

- Hines JE, Latour PB, Squires-Taylor C, Moore SJ. 2010.** The effects on lowland habitat in the Banks Island Bird Sanctuary Number 1, Northwest Territories, by the growing colony of Lesser Snow Geese (*Chen caerulescens caerulescens*). In: Hines JE, Latour PB, Machtans CS. The effects on lowland habitat, breeding shorebirds and songbirds in the Banks Island Migratory Bird Sanctuary Number 1 by the growing colony of Lesser Snow Geese (*Chen caerulescens caerulescens*). Occasional Paper 118. Ottawa (ON): Canadian Wildlife Service.
- Hitchcock C, Gratto-Trevor CL. 1997.** Diagnosing a shorebird local population decline with a stage-structured population model. *Ecology* 78: 522–534.
- Holmes RT, Pitelka FA. 1998.** Pectoral Sandpiper. In: Poole A, Gill F, editors. The Birds of North America, No. 348. Philadelphia (PA): The Birds of North America, Inc.
- Hussell DJT, Montgomerie R. 2002.** Lapland Longspur (*Calcarius lapponicus*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 656. Philadelphia (PA): The Birds of North America, Inc.
- Jefferies RL, Abraham KF. 1994.** Goose foraging and its effect on plant communities: observations and recording procedures. Rapport inédit. Département de botanique, Université de Toronto, Toronto (Ontario), et ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, Maple (Ontario).
- Jefferies RL, Jensen A, Abraham KF. 1979.** Vegetational development and the effect of geese on vegetation at La Perouse Bay, Manitoba. *Can. J. Bot.* 57:1439-1450.
- Jefferies RL, Rockwell RF. 2002.** Foraging geese, vegetation loss and soil degradation in an Arctic salt marsh. *Appl. Veg. Sci.* 5:7-16.
- Johnson OW, Connors PG. 1996.** American Golden-Plover (*Pluvialis dominica*), Pacific Golden-Plover (*Pluvialis fulva*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 201-202. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Johnston VH, Gratto-Trevor CL, Pepper ST. 1999.** Assessment of Bird Populations in the Rasmussen Lowlands, Nunavut. Occasional Paper 101. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune. 56 p.
- Kerbes RH, Baranyuk VV, Hines JE. 1999.** Estimated size of the western Canadian Arctic and Wrangel Island Lesser Snow Goose populations on their wintering and breeding grounds. In: Kerbes RH, Meeres KM, Hines JE, editors. Distribution, Survival, and Numbers of Lesser Snow Geese of the Western Canadian Arctic and Wrangel Island, Russia. Occasional Paper 98. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune. 120 p.
- Kerbes RH, Kotanen PN, Jefferies RL. 1990.** Destruction of wetland habitats by Lesser Snow Geese: a keystone species on the west coast of Hudson Bay. *J. Appl. Ecol.* 27:242-258.
- Kerbes RH, Meeres KM, Alisaukas RT, Caswell FD. 2005.** Inventory of Nesting Mid-continent Lesser Snow Geese and Ross's Geese in Eastern and Central Arctic Canada, 1997-98. Rapport inédit. Saskatoon (Saskatchewan) : Service canadien de la faune.
- Kerbes RH, Meeres KM, Hines JE, éditeurs. 1999.** Distribution, survival, and numbers of Lesser Snow Geese of the Western Canadian Arctic and Wrangel Island, Russie. Occasional Paper 98. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune.
- Kotanen P, Jefferies RL. 1997.** Long-term destruction of wetland vegetation by Lesser Snow Geese. *Ecoscience* 4:179-182.
- Krebs CJ. 1989.** Ecological Methodology. New York (NY): Harper and Row Publishers.
- Lanctot RB, Laredo CD. 1994.** Buff-breasted Sandpiper (*Tryngites subruficollis*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 91. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Larter NC, Nagy JA. 2001.** Calf production, calf survival, and recruitment of muskoxen on Banks Island during a period of changing population density from 1986-99. *Arctic* 54:394-406.
- Latour PB, Machtans CS, Hines JE. 2010.** The abundance of breeding shorebirds and songbirds in the Banks Island Migratory Bird Sanctuary Number 1, Northwest Territories, in relation to the growing colony of Lesser Snow Geese (*Chen caerulescens caerulescens*). In: Hines JE, Latour PB, Machtans CS. The effects on lowland habitat, breeding shorebirds and songbirds in the Banks Island Migratory Bird Sanctuary Number 1 by the growing colony of Lesser Snow Geese (*Chen caerulescens caerulescens*). Occasional Paper 118. Ottawa (ON): Canadian Wildlife Service. Occasional Paper 118. Ottawa (ON): Canadian Wildlife Service.
- Littell RC, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD. 1996.** SAS system for mixed models. Cary (NC): SAS Institute. 633 p.
- MacWhirter B, Austin-Smith P, Kroodsmas D. 2002.** Sanderling (*Calidris alba*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 653. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Milakovic B, Carleton TJ, Jefferies RL. 2003.** Changes in midge (Diptera: Chironomidae) populations of sub-arctic supratidal vernal ponds in response to goose foraging. *Ecoscience* 8:58-67.
- Miller CA. 2000.** Managing overabundance in the face of social conflict: the case of the Lesser Snow Goose. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference 65:300-309.
- Morrison RIG, Aubry Y, Butler RW, Beyersbergen GW, Donaldson GM, Gratto-Trevor CL, Hicklin PW, Johnston VH, Ross RK. 2001.** Declines in North American shorebird populations. *Wader Study Group Bulletin* 94:34-38.
- Morrison RIG, McCaffery BJ, Gill RE, Skagen SK, Jones SL, Page GW, Gratto-Trevor CL, Andres BA. 2006.** Population estimates of North American shorebirds, 2006. *Wader Study Group Bulletin* 111:67-85.
- Morrison RIG. 1997.** The use of remote sensing to evaluate shorebird habitats and populations on Prince Charles Island, Foxe Basin, Canada. *Arctic* 50:55-75.
- Moskoff W, Montgomerie R. 2002.** Baird's Sandpiper (*Calidris bairdii*). In: Poole A, Gill F, editors. The Birds of North America, No. 661. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Nettleship D. 2000.** Ruddy Turnstone (*Arenaria interpres*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 537. Philadelphia (PA): The Birds of North America, Inc.
- Nol E, Blanken MS. 1999.** Semipalmated Plover (*Charadrius semipalmatus*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 444. Philadelphia (PA): The Birds of North America, Inc.
- Parmellee DF. 1992.** White-rumped Sandpiper. In: Poole A, Stettenheim P, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 29. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Paulson DR. 1995.** Black-bellied Plover (*Pluvialis squatarola*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No.186. Philadelphia (PA): Academy of Natural Sciences, and Washington (DC): American Ornithologists' Union.
- Pielou EC. 1994.** A naturalist's guide to the Arctic. Chicago (IL): University of Chicago Press.
- Porsild AE. 1955.** The vascular plants of the western Canadian Arctic Archipelago. National Museum of Canada Bulletin. No. 135, Biological Series No. 45. Ottawa (Ontario).
- Rockwell RF, Cooch E, Jefferies RL. 1997.** Dynamics of the mid-continent population of Lesser Snow Geese – projected impacts of reductions in survival and fidelity on population growth rates. Pages 73-100 in: Batt BDJ, éditeur. Arctic Ecosystems in Peril: Report of the Arctic Goose Habitat Working Group. Arctic Goose Joint Venture Special Publication. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington (DC), et Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario). 120 p.

- Rockwell RF, Witte CR, Jefferies RL, Weatherhead PJ. 2003.** Response of nesting savannah sparrows to 25 years of habitat change in a snow goose colony. *Ecoscience* 10:33-37.
- Samelius G, Alisauskas RT, Hines JE. 2008.** Productivity of Lesser Snow Geese on Banks Island in 1995 to 1998. Occasional Paper 115. Ottawa (Ontario) : Service canadien de la faune.
- Samelius GS, Alisauskas RT. 2000.** Foraging patterns of arctic foxes at a large arctic goose colony. *Arctic* 53(3):279-288.
- Sammler JE, Anderson DE, Skagen SK. 2008.** Population trends of tundra-nesting birds at Cape Churchill, Manitoba, in relation to increasing goose populations. *Condor* 110(2):325-334.
- Service canadien de la faune. 1992.** Management of migratory bird sanctuaries in the Inuvialuit Settlement Region: Anderson River Delta Bird Sanctuary, Banks Island Bird Sanctuary No.1, Banks Island Bird Sanctuary No.2, Cape Perry Bird Sanctuary, Kendall Island Bird Sanctuary. Rapport inédit. Yellowknife (NT): Service canadien de la faune.
- Snyder LL. 1957.** Arctic Birds of Canada. Toronto (Ontario): University of Toronto Press.
- Srivastava DS, Jefferies RL. 1996.** A positive feedback: herbivory, plant growth, salinity, and the desertification of an arctic salt marsh. *J. Ecol.* 84:31-42.
- Tracy DM, Schamel D, Dale J. 2002.** Red Phalarope (*Phalaropus fulicarius*). In: Poole A, Gill F, éditeurs. The Birds of North America, No. 698. Philadelphia (PA): The Birds of North America, Inc.
- [TERA] Troy Ecological Research Associates. 1993.** Bird Use of the Prudhoe Bay Oilfield. Report for BP Exploration (Alaska) Inc. Anchorage (AK): Troy Ecological Research Associates.
- [TERA] Troy Ecological Research Associates. 1994.** Bird Use of the Coastal Tundra at Prudhoe Bay, Alaska : 1991-1992. Report for BP Exploration (Alaska) Inc. Anchorage (AK): Troy Ecological Research Associates.
- Vincent J-S. 1982.** The quaternary history of Banks Island, NWT, Canada. *Geogr. Phys. Quatern.* 36:209-232.

Autres publications hors série

N° 100

Behaviour and ecology of sea ducks, par R. Ian Goudie, Margaret R. Petersen et Gregory J. Robertson (réd.).
N° de catalogue CW69-1/100E. Publ. en 1999.

N° 101

Assessment of bird populations in the Rasmussen Lowlands, Nunavut, par Victoria H. Johnston, Cheri L. Gratto-Trevor et Stephen T. Pepper.
N° de catalogue CW69-1/101E. Publ. en 2000.

N° 102

Modélisation et gestion de la population d'Oies des neiges, par Hugh Boyd (éd.) Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/102F. Publ. en 2000.

N° 103

Towards conservation of the diversity of Canada Geese (*Branta canadensis*), par Kathryn M. Dickson (réd.).
N° de catalogue CW69-1/103E. Publ. en 2000.

N° 104

Estimates of shorebird populations in North America, par R.I.G. Morrison, R.E. Gill, Jr., B.A. Harrington, S. Skagen, G.W. Page, C.L. Gratto-Trevor et S.M. Haig.
N° de catalogue CW69-1/104E. Publ. en 2001.

N° 105

Status and population trends of the Razorbill in eastern North America, par G. Chapdelaine, A.W. Diamond, R.D. Elliot et G.J. Robertson.
N° de catalogue CW69-1/105E. Publ. en 2001.

N° 106

Studies of high-latitude seabirds. 5. Monitoring Thick-billed Murres in the eastern Canadian Arctic, 1976–2000, par A.J. Gaston.
N° de catalogue CW69-1/106E. Publ. en 2002.

N° 107

Changements dans les activités de chasse et d'abattage de la sauvagine déclarées au Canada et aux États-Unis, de 1985 à 1998, par H. Boyd, H. Lévesque et K.M. Dickson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/107F. Publ. en 2002.

N° 108

Les pesées et les turluttages de plomb au Canada : Examen de leur utilisation et de leurs effets toxiques sur les espèces sauvages, par A.M. Scheuhammer, S.L. Money, D.A. Kirk et G. Donaldson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/108F. Publ. en 2003.

N° 109

Habitats marins clés pour les oiseaux migrateurs au Nunavut et dans les Territoires du Nord-Ouest, par Mark L. Mallory et Alain J. Fontaine. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/109F. Publ. en 2004.

N° 110

Relevé de 1995 du Faucon pèlerin au Canada, sous la direction d'Ursula Banasch et de Geoff Holroyd. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/110F. Publ. en 2004.

N° 111

Carte de la couverture terrestre du Refuge d'oiseaux migrateurs du golfe Reine-Maud, Nunavut, par Andrew B. Didiuk et Robert S. Ferguson. Also available in English.
N° de cat. CW69-1/111F. Publ. en 2005.

N° 112

Relevés d'oies, de bernaches et de cygnes dans la région désignée des Inuvialuits, ouest de l'Arctique canadien, 1989-2001, sous la direction de

James E. Hines et de Myra O. Wiebe Robertson. Also available in English.
N° de catalogue CW69-1/112F. Publ. en 2006.

N° 113

Répartition des Grands Hérons nicheurs et tendances démographiques au Québec, 1977-2001, par Jean-Luc DesGranges et Alain Desrosiers. Also available in English.

N° de catalogue CW69-1/113F. Publ. en 2006.

N° 114

Habitats terrestres clés pour les oiseaux migrateurs dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut, par J. Leger, J.E. Hines, M.L. Mallory, D.L. Mulders, H.G. Gilchrist, P.A. Smith, et D.L. Dickson. Première édition française. Also available in English.

N° de catalogue CW69-1/114F. Publ. en 2008.

N° 115

La productivité des Petites Oies des neiges sur l'île Banks (Territoires du Nord-Ouest), Canada, de 1995 à 1998, par Gustaf Samelius, Ray T. Alisaukas, James E. Hines. Also available in English.

N° de catalogue CW69-1/115F. Publ. en 2008.

N° 116

Distribution géographique d'une sélection de contaminants chez les Grands Hérons du système du fleuve Saint-Laurent, au Québec, de 1989-1994) par Jean Rodrigue, et Louise Champoux. Also available in English.

N° de catalogue CW69-1/116F. Publ. 2009.

N° 117

Les oiseaux des îles Prince-Charles et Air Force, dans le bassin Foxe, au Nunavut, par Victoria H. Johnston, et Stephen T. Pepper. Also available in English.

N° de catalogue CW69-1/117F-PDF. Publ. 2009.

WWW.ec.gc.ca

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement Canada

Infomathèque

351, boulevard St-Joseph

Place Vincent-Massey, 8^e étage

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-997-2800

Télécopieur : 819-994-1412

ATS : 819-994-0736

Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca