

Évaluation de l'effet des mesures spéciales de conservation sur la Grande Oie des neiges

UN RAPPORT DU
GROUPE DE TRAVAIL SUR LA GRANDE OIE DES NEIGES



*Une publication spéciale
du Plan conjoint des Oies de l'Arctique
du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine*

Édité par : Eric T. Reed et Anna M. Calvert

Membres du groupe de travail :

Luc Bélanger
Anna M. Calvert
Gilles Gauthier
Jean-François Giroux
Jean-François Gobeil
Min Huang
Josée Lefebvre
Austin Reed
Eric T. Reed

Service canadien de la faune
Service canadien de la faune
Université Laval
Université du Québec à Montréal
Service canadien de la faune
Department of Environmental Protection Wildlife Division of Connecticut
Service canadien de la faune
Service canadien de la faune
Service canadien de la faune



Évaluation de l'effet des mesures spéciales de conservation sur la Grande Oie des neiges : un rapport du groupe de travail sur la Grande Oie des neiges

CONTRIBUTEUR

La publication de ce rapport a été rendu possible grâce au financement du :
Plan conjoint des Oies de l'Arctique

CITATIONS SUGGÉRÉES

REED, E.T., et A.M. CALVERT (éditeurs). 2007. Évaluation de l'effet des mesures spéciales de conservation sur la Grande Oie des neiges : un rapport du groupe de travail sur la Grande Oie des neiges, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique, Service canadien de la faune, Sainte-Foy (Québec), 89 p. + annexes.

CALVERT, A. M., G. GAUTHIER, ERIC T. REED, L. BÉLANGER, J.-F. GIROUX, J.-F. GOBEIL, M. HUANG, J. LEFEBVRE et A. REED. 2007. Variations temporelles de la récolte, pages 6 à 65 dans E.T. Reed et A.M. Calvert (éd.), Évaluation de l'effet des mesures spéciales de conservation sur la Grande Oie des neiges : un rapport du groupe de travail sur la Grande Oie des neiges, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique, Service canadien de la faune, Sainte-Foy (Québec).

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada
Évaluation de l'effet des mesures spéciales de conservation sur la grande oie
des neiges : rapport du Groupe de travail sur la Grande Oie des neiges/ édité par Eric T.
Reed et Anna M. Calvert

Publ. aussi en anglais sous le titre: Evaluation of the special conservation measures
for greater snow geese : Report of the Greater Snow Goose working group.

ISBN 978-0-662-09001-4
No de cat.: CW66-267/2007F

1. Oie des neiges--Canada.
2. Oiseaux--Populations--Canada.
3. Faune--Aménagement--Canada. I. Reed, Eric Thomas II. Calvert, Anna M. (Anna Margaret), 1978- III. Service canadien de la faune IV. Arctic Goose Joint Venture V. Greater Snow Goose Working Group

QL696.A52E9214 2007 333.95'841750971 C2007-980084-X

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
©Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2007



TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES ANNEXES.....	viii
RÉSUMÉ.....	1
INTRODUCTION.....	3
SECTION I : SITUATION ACTUELLE DE LA POPULATION ET ÉVALUATION DES INCIDENCES DES MESURES SPÉCIALES	
DE CONSERVATION.....	6
VARIATIONS TEMPORELLES DE LA RÉCOLTE.....	6
<i>Réglementation sur la récolte.....</i>	6
<i>Récolte totale.....</i>	7
<i>Sommaire : variations temporelles de la récolte.....</i>	7
ABONDANCE ET RÉPARTITION.....	9
<i>Abondance totale.....</i>	9
<i>Population nichant sur l'île Bylot, Nunavut.....</i>	11
<i>Répartition.....</i>	11
<i>Répartition automnale.....</i>	12
<i>Répartition hivernale.....</i>	15
<i>Déplacements migratoires printaniers.....</i>	17
<i>Sommaire : abondance et répartition.....</i>	20
REPRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ.....	21
<i>Paramètres de la nidification : tendances à long terme.....</i>	21
<i>Répercussions de la récolte printanière sur les paramètres de la reproduction.....</i>	22
<i>Proportion de juvéniles dans la population en automne.....</i>	28
<i>Sommaire : reproduction et productivité.....</i>	29
RÉCOLTE : GÉNÉRALITÉS.....	30
<i>Enquêtes auprès des chasseurs et relevés de la récolte.....</i>	30
<i>Activité de chasse.....</i>	32
<i>Méthodes de récolte et succès de la chasse.....</i>	34
<i>Taux de récolte.....</i>	36
<i>Rapport d'âge dans la récolte.....</i>	39
<i>Variation spatio-temporelle de la récolte.....</i>	40
<i>Sommaire : caractéristiques de la récolte.....</i>	43
INCIDENCE DE LA RÉCOLTE SUR LA MORTALITÉ ET LA SURVIE.....	44
<i>Estimation des probabilités annuelles et saisonnières de survie et de récupération.....</i>	44
<i>Effets des mesures de conservation sur les taux de récupération annuels et saisonniers.....</i>	45
<i>Effets des mesures de conservation sur les taux de mortalité due à la chasse.....</i>	46
<i>Effets des mesures de conservation sur les taux de survie.....</i>	50
<i>Relations entre le taux de récolte et le taux de survie.....</i>	50
<i>Sommaire : effets de la récolte sur les taux de mortalité et de survie.....</i>	52
INCIDENCES DES OIES DES NEIGES SUR LES HABITATS NATURELS ET LES TERRES AGRICOLES.....	53
<i>Incidences à long terme sur les aires de reproduction dans l'Arctique.....</i>	53
<i>Répercussions des mesures spéciales de conservation sur la végétation de l'Arctique.....</i>	57
<i>Incidences sur les habitats naturels lors de la migration au Québec.....</i>	58
<i>Incidences sur les terres agricoles du Québec durant la période de migration.....</i>	61
<i>Incidences sur les aires naturelles d'hivernage et de migration dans les états de la voie de migration de l'Atlantique.....</i>	62
<i>Incidences sur les terres agricoles dans les états de la voie de migration de l'Atlantique durant les périodes de migration et d'hivernage.....</i>	64
<i>Sommaire : incidences des Oies des neiges sur les habitats naturels et les terres agricoles.....</i>	65
SECTION II : TAUX DE CROISSANCE PROJÉTÉ DE LA POPULATION DE LA GRANDE OIE DES NEIGES SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS	
DE RÉCOLTE.....	66
INTRODUCTION.....	66



MÉTHODES.....	67
<i>Modèle général</i>	67
<i>Fécondité</i>	69
<i>Survie des adultes et taux de récolte</i>	70
<i>Survie des juvéniles et taux de récolte</i>	72
<i>Taux de récolte</i>	73
<i>Analyse statistique</i>	74
RÉSULTATS.....	74
CONCLUSION.....	76
<i>Sommaire : taux de croissance projeté de la population de la Grande Oie des neiges selon différents scénarios de récolte</i>	77
CONCLUSION	78
RÉFÉRENCES	83
ANNEXES	90



LISTE DES FIGURES

Figure 1-1. Abondance des Grandes Oies des neiges entre 1965 et 2005, d'après des inventaires aériens menés au printemps.....	10
Figure 1-2. Estimations de la population de Grandes Oies des neiges dans les aires de reproduction entre 1983 et 2003, avec distinction des individus reproducteurs, des adultes non reproducteurs et des juvéniles.....	12
Figure 1-3. Répartition des Grandes Oies des neiges baguées abattues et récupérées par des chasseurs durant l'automne au Canada.....	13
Figure 1-4. Répartition des queues d'oies retournées par des chasseurs en automne au Québec.....	14
Figure 1-5. Durée de la période de migration d'automne (moyenne et écart-type) observée chez des Grandes Oies des neiges munies d'un radioémetteur dans l'ensemble du sud du Québec, de même que dans les régions de l'estuaire et du sud-ouest de la province de 1996 à 1999.....	14
Figure 1-6. Durée de la période de migration (moyenne et écart-type) chez des Grandes Oies des neiges munies d'un collier dans l'estuaire du Saint-Laurent durant l'automne de 1985 à 1987 et de 1994 à 2000.....	15
Figure 1-7. Répartition hivernale de la Grande Oie des neiges d'après des inventaires menés au milieu de l'hiver dans la voie de migration de l'Atlantique, par paires d'États et par périodes de cinq ans entre 1955 et 2003.....	16
Figure 1-8. Répartition des oies baguées abattues et récupérées par des chasseurs dans les aires d'hivernage des États se trouvant dans la voie de migration de l'Atlantique.....	17
Figure 1-9. Probabilité de terminer une activité de recherche de nourriture sans subir de perturbation (D_i ; moyenne \pm IC 95 %) en fonction de la durée de l'exposition au risque de perturbation pour les Grandes Oies des neiges dans le sud du Québec au cours de deux années sans récolte de conservation (de 1997 à 1998) et deux années avec récolte de conservation (1999-2000).....	18
Figure 1-10. Probabilités de déplacement de Grandes Oies des neiges vers le nord-est, et vers le sud-ouest, par intervalles de six jours en 1997-1998 (aucune récolte printanière) et en 1999-2000 (avec récolte printanière) entre le 28 mars et le 21 mai.....	19
Figure 1-11. Répartition des bagues récupérées au printemps au Québec, de 1999 à 2003 ($n = 837$), précision à 10 minutes près.....	19
Figure 1-12. Propension à la reproduction estimée (\pm écart-type) des Grandes Oies des neiges femelles en fonction de la couverture de neige le 5 juin sur l'île Bylot.....	25
Figure 1-13. Date de ponte des Grandes Oies des neiges en fonction des conditions climatiques (pourcentage de surface exempte de neige le 5 juin), les années avec (de 1999 à 2002) et sans (de 1988 à 1998) récolte de conservation dans les aires de migration du printemps.....	26
Figure 1-14. Masse de gras abdominal moyenne (\pm écart-type), ajustée en fonction de la taille corporelle, de Grandes Oies des neiges adultes récoltées au printemps au lac Saint-Pierre (LSP), dans le haut estuaire (HEST) et le bas estuaire (BEST) du fleuve Saint-Laurent, Québec, entre 1979 et 2000.....	27
Figure 1-15. Indices de la condition corporelle de Grandes Oies des neiges femelles durant la ponte les années sans (1989-1990) et avec (1999-2000) récolte de conservation printanière.....	28
Figure 1-16. Proportion des juvéniles dans la population de Grandes Oies des neiges durant la période de migration d'automne au Québec entre 1973 et 2004.....	29
Figure 1-17. Ventes annuelles totales de permis de chasse à la sauvagine et nombre de chasseurs de sauvagine actifs au Québec et dans les États de la voie de migration de l'Atlantique.....	33
Figure 1-18. Récolte moyenne annuelle en automne par chasseur au Québec, mesurée par le nombre annuel de Grandes Oies des neiges récoltées par un chasseur à l'oie avec prises.....	34
Figure 1-19. Nombre moyen (\pm écart-type) de Grandes Oies des neiges abattues par jour par chasseur avec prise en fonction des divers types de chasse.....	35
Figure 1-20. Pourcentage estimé de chasseurs ayant abattu au moins une oie durant la récolte de conservation printanière à la Grande Oie des neiges, par district de chasse du Québec.....	36



Figure 1-21. Taux de récolte annuel des Grandes Oies des neiges adultes réparti par saison entre 1968 et 2002, exprimé par la proportion de la population d'automne récoltée durant chaque saison.....	37
Figure 1-22. Taux de récolte annuel des Grandes Oies des neiges juvéniles réparti par saison de 1968 à 2002.....	38
Figure 1-23. Proportion moyenne de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles parmi les oiseaux bagués rapportés par des chasseurs avant l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation (de 1990 à 1997, « avant ») et après l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation (de 1998 à 2002, « après »).....	39
Figure 1-24. Proportion moyenne de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles parmi les oiseaux bagués récupérés par des chasseurs, subdivisée par région du Québec et pour l'ensemble de la voie de migration de l'Atlantique, de 1970 à 2002.....	41
Figure 1-25. Proportion moyenne de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles dans la récolte d'automne au Québec en fonction du temps, d'après le nombre de queues retournées dans le cadre de l'Enquête sur la composition des prises par espèce.....	42
Figure 1-26. Proportion des Grandes Oies des neiges juvéniles (< 1 an) dans la récolte d'automne à la Réserve nationale de faune du cap Tourmente, au Québec, relativement à la proportion de juvéniles observés dans la population d'automne chaque année de 1980 à 2002.....	42
Figure 1-27. Répartition régionale des Grandes Oies des neiges abattues durant la récolte de conservation du printemps par district au Québec.....	43
Figure 1-28. Probabilités annuelles de récupération (moyenne \pm écart-type) des Grandes Oies des neiges de 1999 à 2002, estimées par le meilleur modèle du programme MARK.....	45
Figure 1-29. Taux de récupération saisonniers (moyenne \pm écart-type) des Grandes Oies des neiges entre 1990 et 2002, calculés à l'aide du programme SURVIV.....	48
Figure 1-30. Taux annuels (ligne; moyenne \pm écart-type) de mortalité due à la chasse et saisonniers (colonnes) estimés entre 1990 et 2002, avant et après la mise en oeuvre des mesures de conservation de la Grande Oie des neiges.....	49
Figure 1-31. Probabilités annuelles de survie (moyenne \pm écart-type) des Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles de 1990-1991 à 2001-2002 estimées à partir des bagues récupérées.....	51
Figure 1-32. Estimations des taux de survie (moyenne \pm écart-type) de Grandes Oies des neiges femelles adultes munies d'un collier radioémetteur par périodes de deux semaines (à l'exception de l'hiver et de la migration printanière vers l'Arctique) en 1996-1997 (avant les mesures spéciales de conservation) et en 1998-1999 (pendant les mesures spéciales de conservation). 51	51
Figure 1-33. Biomasse (moyenne \pm écart-type) des graminoides et d' <i>Eriophorum scheuchzeri</i> , à la mi-août de 1990 à 2003 (données de 1992 non disponibles) dans des aires broutées et non broutées (exclus) (n = 12 chaque année) dans la vallée du camp de base (principale aire d'élevage des oisons) sur l'île Bylot, au Nunavut.....	54
Figure 1-34. Biomasse (moyenne \pm écart-type) des graminoides et d' <i>Eriophorum scheuchzeri</i> , à la mi-août de 1998 à 2003 dans des aires broutées et non broutées (exclus) [n = 12 chaque année] dans la région du Camp-2 (principale colonie nicheuse) sur l'île Bylot, au Nunavut.....	55
Figure 1-35. Biomasse (moyenne \pm écart-type) des graminoides et d' <i>Eriophorum scheuchzeri</i> , à la mi-août de 1998 à 2003 dans des aires broutées et non broutées (exclus) [n = 12 chaque année] dans la région de la pointe Dufour (aire d'élevage des oisons) sur l'île Bylot, au Nunavut.....	56
Figure 1-36. Densité des fèces des oies (moyenne \pm écart-type) à la mi-août de 1990 à 2003 (données de 1992 non disponibles) dans des transects sur l'île Bylot, au Nunavut, représentant l'intensité d'utilisation de l'habitat par les oies à proximité des exclus (n = 12 chaque année).....	58
Figure 1-37. Densité de tiges de <i>Scirpus pungens</i> (moyenne \pm écart-type) dans la Réserve nationale de faune du cap Tourmente à la fin de l'été, de 1971 à 2004.....	59
Figure 1-38. Biomasse de <i>Scirpus pungens</i> dans le refuge d'oiseaux migrants de Montmagny (moyenne \pm écart-type) à l'intérieur et tout juste à l'extérieur de zones exemptes de chasse sportive à la fin de l'été de 1983 à 2004, représentant des zones fortement et légèrement broutées, respectivement.....	60



Figure 1-39. Biomasse de <i>Scirpus pungens</i> dans le refuge d'oiseaux migrateurs du Cap Saint-Ignace (moyenne \pm écart-type) à l'intérieur et tout juste à l'extérieur de zones exemptes de chasse sportive à la fin de l'été de 1983 à 1999, représentant des zones fortement et légèrement broutées, respectivement.....	60
Figure 1-40. Surface totale des cultures endommagées par la sauvagine (principalement par la Grande Oie des neiges) au Québec de 1992 à 2004.....	62
Figure 3-1. Taille de la population des Grandes Oies des neiges en Amérique du Nord déterminée par des inventaires aériens menés au printemps entre 1965 et 2005 et projetée par un modèle de la récolte pour 2006 à 2010, en se fondant sur la réglementation de la chasse en vigueur actuellement aux États-Unis et au Canada (par exemple, limites de prises et de possession libéralisées, y compris une récolte de conservation printanière au Québec).....	82



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1. Sommaire de la réglementation sur la récolte des Grandes Oies des neiges entre 1980 et 2002 pour les saisons de chasse régulières en automne et en hiver et pour la récolte printanière autorisée depuis la fin de la saison 1998 (c.-à-d. au printemps 1999).....	8
Tableau 1-2. Données sur la productivité des Grandes Oies des neiges nichant sur l'île Bylot, au Nunavut, avant (de 1989 à 1998) et après (de 1999 à 2003) l'introduction de la récolte de conservation.....	23
Tableau 1-3. Nombre de Grandes Oies des neiges munies d'un radioémetteur détectées au moment de quitter les aires de migration du printemps dans le sud du Québec et en été sur l'île Bylot.....	24
Tableau 1-4. Nombre de Grandes Oies des neiges suivies par télémétrie présentes sur l'île Bylot et ayant construit un nid.....	24
Tableau 1-5. Estimations de la récolte annuelle d'Oies des neiges dans les États de la voie de migration de l'Atlantique.....	32
Tableau 1-6. Récolte de conservation printanière au Québec (de 1999 à 2005).....	33
Tableau 1-7. Taux moyen de récolte des Grandes Oies des neiges (IC 95 %) par âge (adultes de plus de 1 an et juvéniles), par région et par période.....	38
Tableau 1-8. Taux de signalement des bagues de Grandes Oies des neiges adultes abattues par des chasseurs, estimé à partir de la relation entre les taux annuels de récupération des bagues et des taux annuels de récolte, pour différentes périodes.....	46
Tableau 2-1. Définition des variables de reproduction et de survie.....	68
Tableau 2-2. Variables de la fécondité (moyenne \pm écart-type).....	70
Tableau 2-3. Taux de récolte moyen utilisé dans le modèle.....	73
Tableau 2-4. Simulation du taux de croissance démographique selon les effets de divers scénarios avec ou sans mesures spéciales de conservation.....	75
Tableau 2-5. Augmentation du taux de récolte des adultes au-dessus du taux observé durant les saisons de chasse régulières au Québec et aux États-Unis (de 1998 à 2002) qui serait requis pour maintenir la population stable ($\lambda = 1,0$).....	75

LISTE DES ANNEXES

Annexe A. Nombre total de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles récoltées par saison de chasse entre 1968 et 2002.....	90
Annexe B. Indice de la productivité de la Grande Oie des neiges, d'après des estimations visuelles des volées.....	91
Annexe C. Districts de chasse aux oiseaux migrateurs au Québec (Comité sur la sauvagine du SCF, 2001a).....	92



RÉSUMÉ

La gestion de la récolte des Grandes Oies des neiges a été modifiée en 1998-1999 par la mise en œuvre d'une nouvelle réglementation dans le but de prévenir le surbrotage des milieux humides de l'Arctique par cette espèce en croissance démographique rapide. Les mesures de gestion adoptées prévoyaient une augmentation des limites de prises et de possession et une libéralisation des méthodes de chasse pendant les saisons de chasse régulières, ainsi que l'ouverture d'une récolte de conservation printanière au Québec. Ces mesures, en vigueur depuis plus de cinq ans, sont évaluées dans le présent rapport, qui examine leurs incidences sur la démographie et le comportement des Grandes Oies des neiges relativement aux tendances démographiques à long terme de la population. Le rapport s'appuie sur des données couvrant la période de 1965 à 2003, et plus particulièrement les années 1998 à 2003.

La croissance démographique a été rapidement arrêtée suite à la libéralisation de la saison de chasse régulière aux États-Unis et au Canada et à la mise en œuvre de mesures spéciales de conservation au Canada. Les données de l'inventaire printanier ont révélé une diminution de la taille de la population entre 1999 et 2003 (de 1 008 000 à 678 000 Grandes Oies des neiges). Toutefois, à la suite de l'amélioration de la méthodologie de l'inventaire, on a estimé que la population comptait 957 600 individus en 2004 (une augmentation de 41 % par rapport à 2003) et 814 600 individus en 2005, ce qui a remis en doute les incidences des nouvelles mesures sur la population. Bien qu'une telle croissance de la population ne corrobore pas les données démographiques disponibles et qu'elle soit probablement due à une plus grande efficacité des inventaires ou à une surestimation de la taille de la population, il semble que la population ait été au moins stabilisée (et probablement en déclin) depuis la mise en œuvre des nouvelles mesures de conservation en 1998-1999.

Les oies se rassemblant au Québec en automne et au printemps ont continué à se distribuer de plus en plus vers les régions agricoles du sud-ouest et du centre-nord de la province, une tendance qui s'est amorcée au cours des années 1980. La répartition hivernale de l'espèce s'est déplacée vers le nord au milieu des années 1980, mais aucun changement n'est associé à la récente libéralisation de la réglementation sur la récolte aux États-Unis, les oies se concentrant toujours dans les états situés au milieu de la voie de migration de l'Atlantique.

La productivité des Grandes Oies des neiges varie considérablement d'une année à l'autre sous l'effet de plusieurs facteurs environnementaux et biologiques. Certains indices de productivité suggèrent que les nouvelles mesures et, en particulier, la récolte de conservation printanière ont réduit le taux de reproduction. Le niveau des perturbations semble s'être intensifié dans les aires de migration de l'automne et du printemps depuis la modification de la réglementation. Au printemps, ces perturbations occasionneraient des dépenses énergétiques supplémentaires pour les femelles, juste avant la saison de reproduction, lesquelles ont des conséquences négatives sur la condition corporelle, l'activité de reproduction et le succès de la nidification.

L'estimation de la récolte totale et du taux de récolte, en particulier des oies adultes qui sont le principal objet de ces changements de réglementation, ont augmenté avec les nouvelles mesures. La hausse de la récolte est attribuable non seulement à la récolte de conservation printanière, mais également à une réglementation plus libérale et aux mesures spéciales de conservation mises en œuvre lors des saisons de chasse régulières, surtout en hiver. Les nouvelles mesures réglementaires ont donné lieu à une augmentation du taux de mortalité due à la chasse et à une diminution concomitante du taux de survie des Oies des neiges adultes, qui est passé d'une moyenne de 83 % avant la nouvelle réglementation à 72,5 % après sa mise en place.

La végétation de l'Arctique a été relativement productive au cours des dernières années, mais on ignore encore si cela est lié aux conditions climatiques favorables ou à l'incidence des nouvelles mesures sur la



population d'oiseaux reproducteurs. Les oies occupent encore intensivement certains marais pendant la période de migration et d'hivernage. L'utilisation plus intensive des champs agricoles pour se nourrir a peut-être permis aux oies de dépasser les limites de leurs habitats naturels, mais pourrait également prévenir le ravage de la végétation naturelle dans les aires d'hivernage et de migration.

Un modèle démographique matriciel a reproduit avec précision le taux de croissance de la population avant et après la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation (jusqu'en 2003). Le modèle a prédit que, sans l'adoption des mesures de conservation, la population aurait crû à un taux annuel de 7,8 %. Avec des mesures de conservation, le modèle a prédit un déclin de 8 %. La récolte de conservation printanière a le plus grand effet sur la réduction du taux de croissance, par l'augmentation de la mortalité des adultes et une réduction inattendue de la fécondité (propension à la reproduction et taille de la ponte). Plusieurs scénarios de récolte ont été étudiés et tous ceux comprenant une récolte printanière projettent une réduction de la population, même avec une récolte printanière aux deux ans seulement. En l'absence d'une récolte de conservation printanière, il faudrait augmenter considérablement le taux de récolte des adultes qui prévaut actuellement pendant l'automne et l'hiver pour maintenir une population stable.

Le présent rapport décrit le succès des mesures spéciales de conservation (au Canada) et de la libéralisation de la réglementation de la saison de chasse régulière (au Canada et aux États-Unis) pour freiner la croissance démographique des Grandes Oies des neiges. Les résultats présentés dans la première section de ce rapport ont considérablement approfondi notre compréhension des facteurs affectant la dynamique des populations des oies en général et des Grandes Oies des neiges en particulier. La revue détaillée des incidences de la récolte et des perturbations concomitantes sur les paramètres démographiques et le taux de croissance de la population de Grandes Oies des neiges sont d'un intérêt particulier. La deuxième section du rapport présente des projections de la croissance démographique dans un certain nombre de scénarios de récolte en se fondant sur les données scientifiques les plus récentes. Les auteurs souhaitent que le présent exercice permette d'améliorer les stratégies de gestion de cette population et qu'il joue un rôle important dans l'élaboration de plans de gestion qui tiennent compte de la viabilité à long terme de la récolte des Grandes Oies des neiges, ainsi que des besoins et des préoccupations de toutes les parties intéressées.

Ce rapport n'aurait pu être réalisé sans les actions et la participation des chercheurs de l'Université Laval, de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), et des gestionnaires du Service canadien de la faune et du U.S. Fish and Wildlife Service. Les auteurs souhaitent aussi remercier Ray T. Alisauskas, Michael J. Conroy et les membres du comité «Atlantic Flyway Snow Goose, Brant and Swans» pour leurs commentaires très utiles et pour les éléments qu'ils ont apportés à ce rapport. Le Plan conjoint des Oies de l'Arctique du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine et le Service canadien de la faune ont fourni un soutien financier à la réalisation de ce rapport.



INTRODUCTION

Au cours des dernières années, l'explosion démographique de plusieurs populations d'oies nichant dans l'Arctique pose un problème de taille pour les gestionnaires responsables des espèces sauvages en Amérique du Nord. L'augmentation rapide de l'abondance de ces populations est attribuable en partie à des activités humaines telles que la création de refuges exempts de chasse, le déclin de la pression de chasse, les changements climatiques et la disponibilité de cultures agricoles comme autres sources d'alimentation (Ankney, 1996; Batt, 1997; idem, 1998; Gauthier *et al.*, 2005). Les « oies blanches » en particulier, notamment la Petite Oie des neiges (*Chen caerulescens caerulescens*), la Grande Oie des neiges (*Chen c. atlantica*) et l'Oie de Ross (*Chen rossii*), ont connu une croissance démographique sans précédent au cours des dernières décennies qui s'accompagne de conséquences négatives potentielles pour les oies elles-mêmes et pour d'autres espèces végétales et animales occupant le même habitat qu'elles (Abraham et Jefferies, 1997). La grave destruction de la végétation des marais salés dans les aires de reproduction de la Petite Oie des neiges dans le centre du continent et la détérioration résultante de la condition corporelle et du succès de reproduction des individus (Cooch *et al.*, 1991; Williams *et al.*, 1993) suscitent des inquiétudes quant à la santé des écosystèmes arctiques appelés à supporter ce nombre croissant d'oies (Abraham et Jefferies, 1997). Malgré des signes d'une possible régulation par la densité dans certaines populations, les oies blanches ont toutefois continué à croître exponentiellement. Constatant un tel phénomène, le groupe de travail sur l'habitat des oies de l'Arctique (GTHOA) a publié deux rapports abordant ces problématiques (Batt, 1997; idem, 1998).

Le second rapport (Batt, 1998) abordait spécifiquement le cas des Grandes Oies des neiges, une population qui se reproduit dans l'est de l'Arctique canadien et qui hiverne sur la côte est des États-Unis, traversant le Québec où les oies se rassemblent au printemps et en automne pendant la migration. Le taux de croissance de cette population a atteint une moyenne annuelle de 9,7 % entre 1983 et 1997 (Reed *et al.*, 1998) et le GTHOA craignait, quoique cela ne fût pas encore le cas, que les aires de reproduction ne souffrent des mêmes conséquences que celles observées dans les aires de la Petite Oie des neiges (Giroux *et al.*, 1998b). Par conséquent, après une analyse des paramètres démographiques auxquels la croissance de la population est la plus sensible (Gauthier et Brault, 1998), une série de mesures ont été proposées en vue d'endiguer la croissance de la population et de stabiliser son abondance (Giroux *et al.*, 1998a). Les recommandations prévoyaient plus particulièrement une augmentation de la récolte sportive, puisque la mortalité par la chasse réduit le taux de survie de cette espèce (Gauthier *et al.*, 2001) et que la croissance de l'abondance est hautement sensible aux variations dans le taux de survie (Gauthier et Brault, 1998). Des mesures plus draconiennes, comme l'abattage ou la chasse commerciale, avaient également été des options proposées pour la population de Petites Oies des neiges (Johnson et Ankney, 2003); cependant, ces options ne seraient prises en considération que si la chasse sportive n'arrivait pas à atteindre l'objectif de protection des habitats naturels énoncé.

En 1998-1999, une nouvelle réglementation fondée sur les recommandations de gestion de Giroux *et al.* (1998a) a été mise en place dans le but de stabiliser la croissance de la population de Grandes Oies des neiges. La Convention concernant les oiseaux migrateurs, adoptée en 1916, autorisait une saison de chasse maximale de 107 jours qui devait avoir lieu entre le 1^{er} septembre et le 10 mars. Des dispositions de cette convention permettaient que la récolte de conservation puisse aussi avoir lieu en dehors de cette période. Conformément aux lignes directrices de la Convention concernant les oiseaux migrateurs, les changements réglementaires relatifs à la récolte à la Grande Oie des neiges comprenaient la libéralisation de la réglementation durant la saison de chasse régulière au Québec à compter de l'automne 1999 et l'application de mesures spéciales de conservation au Canada. Ces mesures prévoyaient l'emploi de méthodes auparavant interdites comme l'appâtage et les enregistrements d'appels électroniques, de même que l'ouverture d'une récolte de conservation à l'extérieur des saisons régulières de chasse (Comité sur la sauvagine du Service canadien de la faune, 2001a; idem, 2001b).



Dans la partie étatsunienne de la voie de migration de l'Atlantique, les limites de prises et de possession ont été libéralisées au cours de l'hiver 1998-1999 (J. Kelley, USFWS, comm. pers.). L'initiation d'une récolte de conservation printanière au Québec en avril et en mai a été considérée comme la plus importante de toutes les mesures.

Les mesures spéciales de conservation ont été appliquées en 1998-1999 et sont en vigueur depuis. À l'heure actuelle, plus de cinq ans après leur entrée en vigueur, il semble opportun de réévaluer la situation actuelle de la population et l'incidence des différentes mesures de gestion sur les taux de croissance et les paramètres démographiques de la population afin d'améliorer la gestion de la Grande Oie des neiges conformément aux principes de gestion évolutive (Walters, 1986; Lancia *et al.*, 1996). Nous avons choisi d'évaluer les incidences des mesures spéciales de conservation au cours de la période de 1998 à 2003, car celles-ci sont entrées en vigueur pendant la saison de chasse 1998-1999 et que des données de surveillance comparables sont disponibles pour toutes les années de cette période. L'information mise à jour sur la taille de la population (2004-2005) est également incluse dans le rapport, mais non dans les analyses. Les principaux objectifs du présent rapport sont : 1) actualiser les connaissances sur les tendances de la population de Grandes Oies des neiges, 2) examiner les incidences des mesures spéciales de conservation sur le comportement et la démographie de la population, 3) évaluer le succès des mesures de conservation en termes de réalisation des objectifs énoncés à l'origine, dans le but d'élaborer de prochains plans de gestion efficaces. Le rapport est organisé en deux sections principales : la première analyse les tendances passées et présentes de la population alors que la seconde présente des projections sur la dynamique future de la population et évalue des solutions de rechange en matière de gestion.

Alors que les changements réglementaires apportés en 1999 visaient principalement à stabiliser l'abondance de la population en réduisant le taux de survie des adultes (Gauthier et Brault, 1998; Giroux *et al.*, 1998a), les mesures mises en œuvre ont également eu d'autres conséquences sur la Grande Oie des neiges. La section I du présent rapport examine donc les caractéristiques de la démographie, du comportement et de la récolte de cette population depuis l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation, relativement aux tendances historiques. Les données ont été obtenues d'une variété de sources publiées et inédites, et comprennent de l'information tirée d'études à long terme en cours de même que des résultats d'analyses visant spécifiquement à élucider les effets des nouvelles mesures. Le premier point abordé dans cette section, soit les modifications de la réglementation encadrant la chasse à la Grande Oie des neiges et l'évolution de la récolte totale de cette espèce, est suivi d'une revue de la croissance de la population et des changements dans la répartition des individus en migration et en hivernage associés à l'expansion démographique. Ensuite, des données sur la reproduction sont présentées et examinées, soit la variabilité interannuelle élevée de la productivité relativement aux facteurs environnementaux et à la chasse, ainsi que les incidences spécifiques de la récolte printanière sur la reproduction. De nombreux aspects de la chasse sportive sont ensuite examinés, notamment les caractéristiques de la récolte, les taux de récolte et les incidences des changements réglementaires sur les taux de survie et de mortalité due à la chasse chez cette population. Enfin, cette section aborde les préoccupations qui ont déclenché le processus d'élaboration de ces mesures spéciales : les incidences des oies sur leurs habitats naturels seront évaluées à long terme et relativement à la modification de la réglementation. La déprédation des cultures par les Grandes Oies des neiges dans le sud du Québec est également discutée.

À la lumière des connaissances sur la population de Grandes Oies des neiges synthétisées à la section I, la section II du présent rapport aborde l'efficacité des nouvelles mesures de conservation à réaliser les objectifs énoncés dans le rapport du GTHOA de 1998 et évalue des futures mesures de gestion de remplacement. À l'aide de modèles effectuant des projections de la population, les conséquences potentielles des différents régimes de récolte de remplacement qui pourraient potentiellement être adoptés pour réaliser ces objectifs dans l'avenir sont analysées. Enfin, la section III conclut par une discussion des changements observés dans la démographie et le comportement de la population de Grandes Oies des neiges, à la lumière des recommandations formulées en 1998 par le GTHOA. Cette dernière section revoit également les conséquences de notre connaissance actuelle de



la situation de la Grande Oie des neiges et de ses habitats naturels, en plus d'aborder les derniers renseignements sur la gestion de cette population qui n'auront pas été inclus dans les sections précédentes. En outre, les incidences prévues de divers facteurs environnementaux et d'incertitudes au cours des prochaines années seront examinées, afin de contribuer à la mise en œuvre d'un plan de gestion durable pour cette population d'oies blanches.



SECTION I : SITUATION ACTUELLE DE LA POPULATION ET ÉVALUATION DES INCIDENCES DES MESURES SPÉCIALES DE CONSERVATION

Par Anna M. Calvert, Gilles Gauthier, Eric T. Reed, Luc Bélanger, Jean-François Giroux, Jean-François Gobeil, Min Huang, Josée Lefebvre et Austin Reed.

VARIATIONS TEMPORELLES DE LA RÉCOLTE

Réglementation sur la récolte

La Grande Oie des neiges est chassée sur ses aires de reproduction, de migration et d'hivernage. Il existe peu de documents relatifs à la chasse de subsistance dans les aires de reproduction de l'Arctique, mais elle représente probablement une très petite fraction de la récolte totale (Reed *et al.*, 1998). Par contre, la récolte sur les aires de migration du sud du Québec et dans les aires d'hivernage sur la côte est des États-Unis totalise un grand nombre de prises d'oies chaque année et est bien documentée.

Il existe de l'information sur la réglementation de la chasse au Canada pour la période allant de 1971 à aujourd'hui (tableau 1-1). La limite de prises quotidiennes était raisonnablement basse au cours des 20 premières années de cette période et a augmenté de cinq à six en 1989. Durant cette période, la durée de la saison a légèrement varié d'une année à l'autre, et le rampement était une technique de chasse permise. La limite de prises quotidiennes a augmenté assez rapidement entre 1992 et 1998 (soit de 8 à 12, tableau 1-1) en réponse à la croissance rapide de la population, mais le rampement a été interdit. La réglementation a subi des modifications importantes en 1998 et en 1999, à la suite de recommandations formulées par le GTHOA dans le but de freiner la croissance de la population (Batt, 1998) et après que cette sous-espèce ait été désignée surabondante. La limite de prises quotidiennes a été augmentée à 20 (limite de possession : 60), le rampement a été autorisé de nouveau, et la saison de chasse a été prolongée en avançant la date d'ouverture de la chasse au premier samedi du mois de septembre. Cependant, le changement réglementaire le plus radical a été la mise en œuvre de mesures spéciales de conservation visant les espèces surabondantes : une récolte de conservation printanière a été autorisée entre le 15 avril et le 31 mai au Québec lors de la saison 1998-1999 (prolongée du 1^{er} avril au 31 mai à la saison 2001-2002), les enregistrements d'appels électroniques d'Oies des neiges ont été autorisés, sous réserve que les appelants représentent des Oies des neiges en phase blanche, et l'appâtage ou la chasse dans des cultures-appâts ont été autorisés par délivrance de permis à cet effet par le directeur régional du Service canadien de la faune (SCF). La limite de prises quotidiennes durant la période de récolte de conservation était la même que la limite durant la saison de chasse régulière, et le rampement a été autorisé. Cette récolte spéciale de conservation a été limitée aux terres agricoles. Les mesures spéciales de conservation sont temporaires et ne s'appliquent qu'aux populations désignées surabondantes.

Les saisons de chasse à la Grande Oie des neiges ont été fermées dans la partie étatsunienne de la voie de migration de l'Atlantique de 1931 à 1975. Les saisons de chasse ont recommencé après l'achèvement d'une évaluation environnementale menée par le U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) en 1975, intitulée « Proposed Open Season on Greater Snow Geese ». Entre 1975 et 1995, les limites de prises quotidiennes sont demeurées relativement basse (4 ou 5; tableau 1-1). Par la suite, elles ont augmenté régulièrement pour atteindre 15 en 1998. Cette année-là, les limites de possession de Grandes Oies des neiges ont été



éliminées. La durée de la saison de chasse dans la voie de migration de l'Atlantique aux États-Unis a été au maximum de la durée autorisée par la Convention concernant les oiseaux migrateurs (107 jours) depuis 1990. Dernièrement, la chasse a également été autorisée dans plusieurs refuges fauniques, dont les importants refuges de Grandes Oies des neiges suivants : Edwin B. Forsyth (New Jersey), Back Bay (Virginie), Chincoteague (Virginie), Bombay Hook (Delaware) et Prime Hook (Delaware). Contrairement à ce qui a été fait au Canada, aucune mesure spéciale de conservation n'a été mise en œuvre dans la partie étatsunienne de la voie de migration de l'Atlantique à ce jour.

Récolte totale

La récolte continentale de Grandes Oies des neiges a augmenté, en moyenne, de 2 793 oies par année entre 1967 et 1997 ($P < 0,001$, $R^2 = 0,54$) [consulter l'annexe A pour connaître le nombre d'oiseaux récoltés annuellement]. La plus grande partie de cette augmentation est attribuable à l'augmentation de la récolte au Québec (1 823 oies/année entre 1967 et 1997, $P < 0,001$, $R^2 = 0,49$) alors que la récolte est demeurée relativement stable aux États-Unis à la suite de la réouverture de la chasse en 1975 (de 1975 à 1997 : pente = 304 oies/année, $P = 0,295$, $R^2 = 0,05$). La récolte totale des adultes a augmenté par rapport aux années précédentes à la suite de la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation, mais pas dans le cas des juvéniles (test t unilatéral comparant les résidus de la relation 1967 à 2002 entre les périodes de 1967 à 1997 et de 1998 à 2002; adultes : $t = 6,14$, $df = 33$, $P < 0,001$; juvéniles : $t = 0,80$, $df = 33$, $P = 0,215$).

Sommaire : variations temporelles de la récolte

- La réglementation sur la récolte de Grandes Oies des neiges a été libéralisée au cours des dernières décennies à la suite de la croissance rapide de la population. La mise en œuvre de mesures spéciales de conservation au Canada au cours de la saison 1998-1999 constitue le changement le plus important apporté à cette réglementation. La nouvelle réglementation prévoit un accroissement des limites de prises et de possession, l'autorisation d'employer des méthodes de chasse précédemment interdites et une récolte de conservation printanière au Québec.
- Au cours de la période de croissance démographique rapide avant la mise en œuvre des mesures spéciales, la récolte au Canada a augmenté au fil du temps, alors que la récolte aux États-Unis est demeurée stable.
- La récolte continentale des adultes a augmenté à la suite de la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation, mais la récolte des juvéniles a relativement peu varié.



Tableau 1-1. Sommaire de la réglementation sur la récolte des Grandes Oies des neiges entre 1971 et 2002 pour les saisons de chasse régulières en automne et en hiver et pour la récolte printanière autorisée depuis la fin de la saison 1998 (c.-à-d. au printemps 1999). Il convient de mentionner que le règlement sur la saison de chasse en automne au Québec n'est indiqué que pour les régions du centre-sud de la province (c.-à-d. le long du fleuve Saint-Laurent); d'autres régions étaient cependant assujetties à une réglementation légèrement différente. Dans les états de la voie de migration de l'Atlantique, les règlements présentés sont les recommandations du USFWS, mais chaque état pouvait édicter des limites plus restrictives.

Année ^a	Québec, automne (région du centre-sud)				États dans la voie de migration de l'Atlantique, hiver				Québec, printemps				
	Durée de la saison ^{b,c}	Prise quotidienne	Possession ^d	Méthodes ^{e,f}	Durée de la saison	Limite quotidienne	Possession	Durée de la saison	Limite quotidienne	Possession	Durée de la saison	Limite quotidienne	Méthodes ^f
1971	86	5			Fermée	-							
1972	86 (41)	5			Fermée	-							
1973	109 (41)	5			Fermée	-							
1974	100 (34)	5			Fermée	-							
1975	100 (33)	5				2	4						
1976	102 (27)	5				2	4						
1977	102 (30)	5				2	4						
1978	101 (30)	5				2	4						
1979	96 (30)	5				4	8						
1980	98	5	10			4	8						
1981	99	5	10			4	8						
1982	100	5	10			4	8						
1983	101	5	10			4	8						
1984	103	5	10			4	8						
1985	97	5	10			4	8						
1986	98	5	10			4	8						
1987	99	5	10			4	8						
1988	101	5	10			4	8						
1989	93	5	10			5	10						
1990	93	6	12			5	10						
1991	93	6	12			5	10						
1992	93	8	16			5	10						
1993	93	8	16	Rampement interdit		5	10						
1994	94	8	16	Rampement interdit		5	10						
1995	93	8	16	Rampement interdit		5	10						
1996	93	8	16	Rampement interdit		8	24						
1997	93	12	36	Rampement interdit		10	30						
1998	105	12	36	Rampement interdit		15	Aucune limite				47	12	Appels, appâts
1999	117	20	60	Appels, appâts		15	Aucune limite				47	20	Appels, appâts
2000	117	20	60	Appels, appâts		15	Aucune limite				61	20	Appels, appâts
2001	117	20	60	Appels, appâts		15	Aucune limite				61	20	Appels, appâts
2002	117	20	60	Appels, appâts		15	Aucune limite				61	20	Appels, appâts

^a Les années indiquées renvoient à la période de 12 mois commençant pendant la saison de reproduction; par exemple, 1980 est la période débutant à l'été 1980 et se terminant à l'été 1981.

^b La durée de la saison de 1971 à 1979 porte sur le district central du Québec et Cap Tourmente (entre parenthèses)

^c Des saisons de plus de 107 jours (de 1999 à 2002) ne sont autorisées qu'en vertu de mesures spéciales de conservation.

^d Avant 1992, la possession totale combinée d'Oies des neiges et de Bernaches du Canada était également limitée, mais ses limites étaient plus élevées que les chiffres indiqués.

^e Le rampement a été interdit au Québec entre 1993 et 1998, obligeant les chasseurs à utiliser des caches et des appâts pour chasser dans les champs.

^f L'appâtage n'a été autorisé que sur délivrance de permis par le directeur régional du SCF. En automne, ce permis visait la chasse dans des cultures-appâts et au printemps, l'utilisation d'appâts.



ABONDANCE ET RÉPARTITION

Abondance totale

L'estimation annuelle de l'abondance des Grandes Oies des neiges est fondée sur un inventaire par photographies aériennes des aires de migration du printemps, alors que l'inventaire de la plupart des oiseaux aquatiques est effectué soit en hiver, soit sur les aires de reproduction (Reed *et al.*, 1998). Cet inventaire printanier est effectué en avril et en mai, période où l'entière population de Grandes Oies des neiges est présente sur les aires de migration et où les oies sont concentrées dans les marais et les champs agricoles du sud du Québec. Toutes les volées d'oies ont été photographiées, entre les années 1960 et la fin des années 1980, et le nombre total des oiseaux figurant sur chaque photo ont été dénombrés afin de déterminer l'abondance totale. Cependant, avec la croissance rapide de la population, cette méthode est devenue de plus en plus coûteuse en temps et en argent. Les méthodes d'inventaire ont donc été modifiées en 1991 afin d'en améliorer l'exactitude, d'écourter au minimum le dénombrement d'un tel nombre d'oiseaux et de prendre en compte la possibilité que certains oiseaux passent inaperçus lors des inventaires aériens compte tenu de la répartition de plus en plus étendue des aires de migration. Cette nouvelle méthode ne prévoit le décompte que d'un échantillon des photos d'après un modèle d'échantillonnage fixe. Trois inventaires (de 1991 à 1995), puis deux (de 1996 à 2003) et enfin un seul (2004-2005) ont été menées au printemps. Les années où plus d'un inventaire a été effectué, l'estimation de la population la plus élevée a été retenue (consulter Reed *et al.*, 1998 et Béchet *et al.*, 2004b pour obtenir des explications plus détaillées sur la méthodologie d'inventaires). Compte tenu de la croissance persistante de la population d'oies et de l'expansion de son aire de répartition vers des champs agricoles à l'intérieur des terres le long du fleuve Saint-Laurent, on a jugé opportun d'évaluer la précision de l'inventaire printanier. Pour ce faire, des oies ont été munies de radioémetteurs afin que soit estimée la proportion des volées échappant aux inventaires photographiques entre 1998 et 2000 (Béchet *et al.*, 2004b). Cette étude a révélé que les inventaires printaniers avaient sous-estimé la taille de la population par 11 % en 1998 et par 29 % en 2000, probablement à cause d'une nouvelle répartition des oies dans leurs aires de migration. La précision de ces estimations (C.V.) était de 5,9 et 11,2 % respectivement. Afin d'éviter de reproduire la même erreur, les méthodes d'inventaire ont été révisées de nouveau en 2001. Depuis lors, l'ensemble des aires de migration connues du sud du Québec et du sud-est de l'Ontario est parcourue par quatre avions en un seul jour, réduisant ainsi les erreurs causées par les déplacements des oies durant l'inventaire (Cotter, 2002). De plus, les inventaires sont menés tôt dans la saison, avant que la population commence à se fragmenter, et les survols sont synchronisés à chaque site pour coïncider avec le retour quotidien des oiseaux vers leurs principales aires de repos. La méthode d'inventaire a été de nouveau modifiée en 2004 à la suite de nouveaux changements dans la répartition des oies sur le territoire de migration. D'après les recommandations d'un groupe de spécialistes, cinq avions ont été employés pour couvrir l'ensemble de l'aire de migration. Avec un plus grand nombre d'avions, de plus petits territoires sont couverts par chaque appareil, et la synchronisation des survols des principales aires utilisées par les oies est optimisée lorsque les oies se trouvent toujours dans leurs aires de repos, ce qui permet d'effectuer des recherches plus intensives.

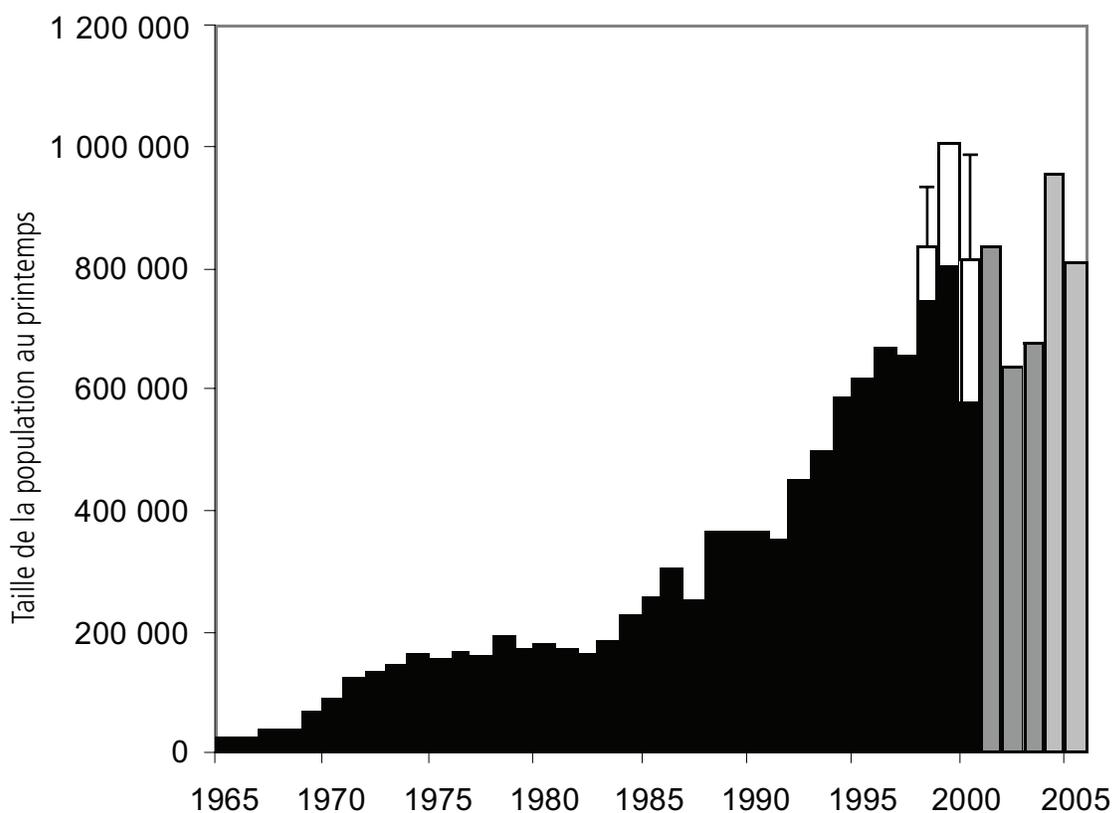


Figure 1-1. Abondance des Grandes Oies des neiges entre 1965 et 2005, d'après des inventaires aériens menés au printemps. Les colonnes noires et grises indiquent des méthodologies d'inventaire différentes et les colonnes blanches indiquent les corrections apportées à la suite des études de télémétrie (consulter le texte pour obtenir plus de précisions). Des écarts-types ont pu être calculés en 1998 et en 2000 sur la population totale.

Les tailles de la population estimées au printemps entre 1965 et 2005 sont illustrées à la figure 1-1. La croissance de la population a été rapide à la fin des années 1960, suivi d'une période de stabilité relative entre 1974 et 1982. Par la suite, la croissance a repris pour atteindre un taux annuel moyen de 9,9 % ($\lambda = 1,099$; IC 95 % : de 1,089 à 1,108) entre 1982 et 1999 (Gauthier et Brault, 1998; Menu *et al.*, 2002). La croissance démographique a été rapidement stoppée puis inversée à la suite de la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. Les inventaires aériens du printemps ont révélé un déclin de la population au taux annuel moyen de 9,4% entre 1999 et 2003 ($\lambda = 0,906$; IC 95% : de 0,824 à 0,987, modèle de croissance exponentielle). Si l'on tient compte des estimations démographiques de 2004-2005, il est évident que la population s'est au moins stabilisée depuis la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation ($\lambda = 0,990$). Cependant, les estimations de 2004 et de 2005 compliquent l'interprétation de la récente tendance démographique. Par exemple, l'estimation de la population de 2004 indique une augmentation de 41 % par rapport à 2003, un chiffre impossible à corroborer avec les données démographiques, compte tenu du taux de récolte de la population en 2003-2004 et de la production de juvéniles en 2003. En l'absence d'information supplémentaire (p. ex. d'autres inventaires utilisant la méthode utilisée de 2001 à 2003), il est impossible de résoudre ce paradoxe. Par conséquent, nous sommes d'avis que, dans la situation actuelle, les données de l'inventaire de 2004-2005 ne devraient pas être incluses dans l'évaluation de la *tendance* de la population en raison des changements apportés à la méthodologie d'inventaire de 2004.



Population nichant sur l'île Bylot, Nunavut

La Grande Oie des neiges se reproduit dans tout l'est de l'Arctique canadien, les plus grandes concentrations (soit 10 à 15 % de la population mondiale) nichant sur l'île Bylot (Nunavut) [73° N, 80° O; Reed *et al.*, 1992; idem, 2002]. Des inventaires photographiques aériens couvrant les 1 600 kilomètres carrés de la plaine du sud de l'île sont faits tous les cinq ans depuis 1983, pendant l'élevage des oisons (mi-juillet et début août). Ces inventaires ont permis d'estimer la taille de la population selon l'état reproducteur ainsi qu'un indice d'abondance des nichées dans des habitats de qualité variable (pour obtenir des détails méthodologiques, consulter Reed et Chagnon, 1987; Reed *et al.*, 1992; idem, 1998; idem, 2002). Les estimations du nombre de juvéniles, d'adultes reproducteurs et d'adultes non reproducteurs (principalement des individus ayant connu un échec de la reproduction) sont illustrées à la figure 1-2. Le nombre d'individus reproducteurs et de juvéniles a atteint un sommet en 1993, alors que le nombre d'individus non reproducteurs a atteint un sommet en 1998; dans l'ensemble, l'abondance sur l'île Bylot a augmenté jusqu'en 1993, puis a connu un déclin (de 1993 à 1998) et, par la suite, une relative stabilité (de 1998 à 2003). Ces estimations corroborent relativement bien les tendances d'abondance qui se retrouvent sur l'île. Le sommet apparent de 1993 peut être considéré comme une exception attribuable aux conditions exceptionnellement favorables pour la reproduction qui ont prévalu cette année-là (lorsque le succès de reproduction est élevé, moins d'oiseaux quittent l'île pour aller muer ailleurs, ce qui accroît la population locale estivale [Reed *et al.*, 2003a]). Si l'on tient compte du succès de reproduction, l'inventaire mené sur l'île Bylot suggère des nombres d'individus reproducteurs relativement stables au cours des dernières années, peut-être depuis 1993 (Reed *et al.*, 2002). Si l'on tient compte de l'accroissement de la population totale après 1993 (figure 1-1) et de la relative stabilité de la population de l'île Bylot, on doit conclure que d'autres colonies existantes ont crû ou que de nouvelles colonies sont apparues. Cependant, aucun inventaire exhaustif n'a été réalisé dans l'ensemble de l'aire de reproduction de la Grande Oie des neiges au cours des dernières années.

Répartition

Les tendances à long terme dans la répartition de l'espèce et les incidences potentielles des mesures spéciales de conservation ont été examinées pour les trois principales saisons de chasse. En plus des données sur la répartition tirées des inventaires annuels et des études intensives sur le terrain d'oiseaux marqués individuellement, la répartition de la récolte est un outil valable pour l'étude des changements dans la répartition spatiale de la population, même si ces études peuvent parfois refléter un changement dans la répartition des activités de chasse. Deux principaux indices de répartition de la récolte utilisés dans le présent rapport sont les queues d'oies envoyées par les chasseurs dans le cadre des inventaires de chasse menés par le SCF (voir la description dans la section sur la récolte ci-dessous) et les retours de bagues. De Grandes Oies des neiges ont été marquées à l'aide de bagues métalliques sur les pattes à différents endroits et en nombre variable depuis 1970 ($n = 56\ 942$; très peu de baguages ont été effectués avant 1970). La plupart des activités de baguage ont été effectuées entre 1970 et 1974, ainsi que de 1990 à nos jours; les oies ont été baguées principalement en été au Nunavut et, dans une moindre mesure, pendant la migration dans le sud du Québec et en hiver dans les états de la voie de migration de l'Atlantique. Les bagues indiquaient l'adresse et le numéro de téléphone sans frais (depuis 1996) du Bird Banding Laboratory (USFWS), où tous les retours de bagues étaient consignés dans une base de données. Les données de baguage fournissaient une indication de l'âge et du sexe de chaque oiseau rapporté, ainsi que la date et l'endroit de la récolte. Depuis 1970, 7 222 oiseaux ont été récupérés; durant la période intensive de baguage d'août 1990 à juillet 2003; 44 874 oiseaux ont été bagués, et 4 830 ont été récupérés.

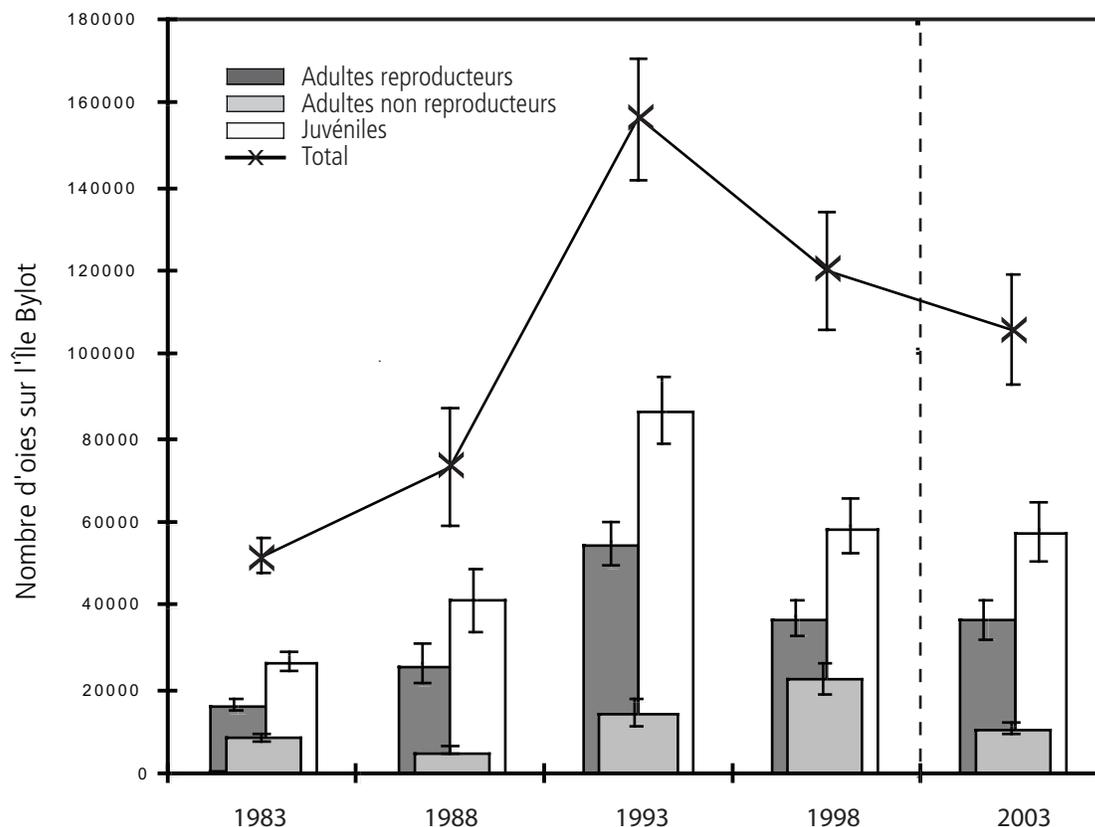


Figure 1-2. Estimations de la population de Grandes Oies des neiges dans les aires de reproduction entre 1983 et 2003, avec distinction des individus reproducteurs, des adultes non reproducteurs et des juvéniles. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données tirées de Reed *et al.* (2002) et de A. Reed (données inédites).

Répartition automnale

Les marais à Scirpe d'Amérique (*Scirpus pungens*) de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent ont constitué historiquement une importante source d'alimentation au printemps et en automne, attirant de grandes densités d'oies dans le haut estuaire, tout juste à l'est de la ville de Québec. Depuis quelques décennies toutefois, les oies en migration tendent à se tourner vers les terres agricoles pour se nourrir (d'abord au printemps seulement, puis en automne également) et elles ont considérablement étendu leur aire de répartition dans le sud-ouest du Québec, s'éloignant des marais naturels (Reed *et al.*, 1998; Olson, 2001; Gauthier *et al.*, 2005). La figure 1-3 illustre les tendances historiques dans la répartition des oies récoltées dans les aires de migration révélées par la récupération des oies baguées. Au cours des trois dernières décennies, la proportion relative des prises automnales dans la région de l'estuaire du Saint-Laurent a décliné, passant de plus de 90 % au début des années 1970 à tout juste 50 % dans les années 1990. Au même moment, la proportion des oies récoltées dans les régions au sud-ouest de l'estuaire, près du lac Saint-Pierre et de la frontière entre le Québec et les États-Unis, a augmenté d'une proportion négligeable à près de 40 % dans les années 1990. Ces chiffres corroborent de près la tendance observée dans la répartition des aires de migration automnales des oies (Reed *et al.*, 1998; Olson, 2001) et sont probablement attribuables à une utilisation croissante des champs de maïs dans le sud-ouest du Québec comme source d'alimentation supplémentaire (Gauthier *et al.*, 2005). Une tendance similaire relative à la répartition spatiale de la récolte apparaît évidente si l'on se base sur le nombre de queues retournées dans le cadre de l'Enquête nationale sur les prises du SCF (figure 1-4).

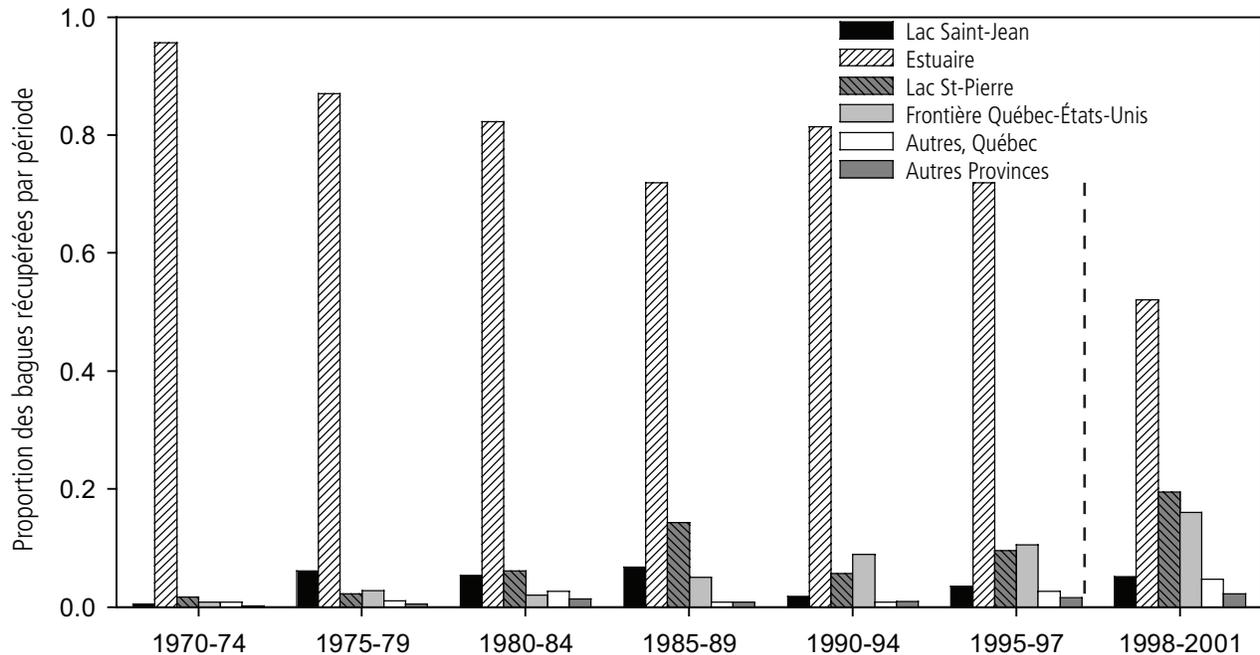


Figure 1-3. Répartition des Grandes Oies des neiges baguées abattues et récupérées par des chasseurs durant l’automne au Canada; n = 3 779. La ligne pointillée indique l’entrée en vigueur de la libéralisation de la réglementation (États-Unis) et des mesures spéciales de conservation (Canada). Données jusqu’en 2001 tirées de Calvert *et al.* (2005).

Lorsque l’on compare les quatre premières années d’application des mesures spéciales (de 1999 à 2002) aux quatre années antérieures (de 1995 à 1998), on constate que la récolte automnale est beaucoup moins concentrée dans l’estuaire et qu’elle s’étend vers le sud-ouest de la province près du lac Saint-Pierre et de la frontière étatsunienne, de même que vers le lac Saint-Jean (récupérations de bagues : figure 1-3; retours de queues : figure 1-4). Bien qu’il soit possible que les perturbations attribuables à la chasse subies par les Grandes Oies des neiges aient augmenté avec la libéralisation de la réglementation sur la saison de chasse régulière (voir ci-dessous), il est difficile, en l’absence d’information supplémentaire, de faire la distinction entre les effets potentiels des nouvelles réglementations sur la répartition et les tendances à long terme.

Olson (2001) a observé une augmentation des perturbations à la suite des changements réglementaires de 1999, mais n’a relevé aucune différence dans la durée de la période de migration d’automne dans l’estuaire chez des oies munies de radioémetteur cette année-là, par comparaison à la période de 1996 à 1998 (figure 1-5). Cependant, il a relevé un prolongement de la durée de séjour de chaque oie dans le sud-ouest du Québec entre 1996 et 1998, qui s’est traduit, dans l’ensemble, par une plus longue période de migration au Québec. Une autre étude, fondée sur les observations d’individus munis de colliers pour mesurer la durée des haltes automnales de l’espèce dans l’estuaire, a relevé une variabilité interannuelle dans la durée de la période de migration, mais aucun changement moyen entre les années 1980 et les années 1990; la durée des périodes de migration était plus courte en 1999-2000 que lors des deux années précédentes, mais très semblable à celles du début des années 1990 (Bourguelat, 2003; figure 1-6). Une telle constatation suggère en outre que la durée de la période de migration d’automne dans l’estuaire n’a pas varié de manière importante, malgré l’utilisation croissante du sud-ouest du Québec durant la période de croissance démographique rapide, mais que les nouvelles mesures de conservation n’ont eu aucun effet notable sur le comportement des oies en automne (Olson, 2001; Bourguelat, 2003).

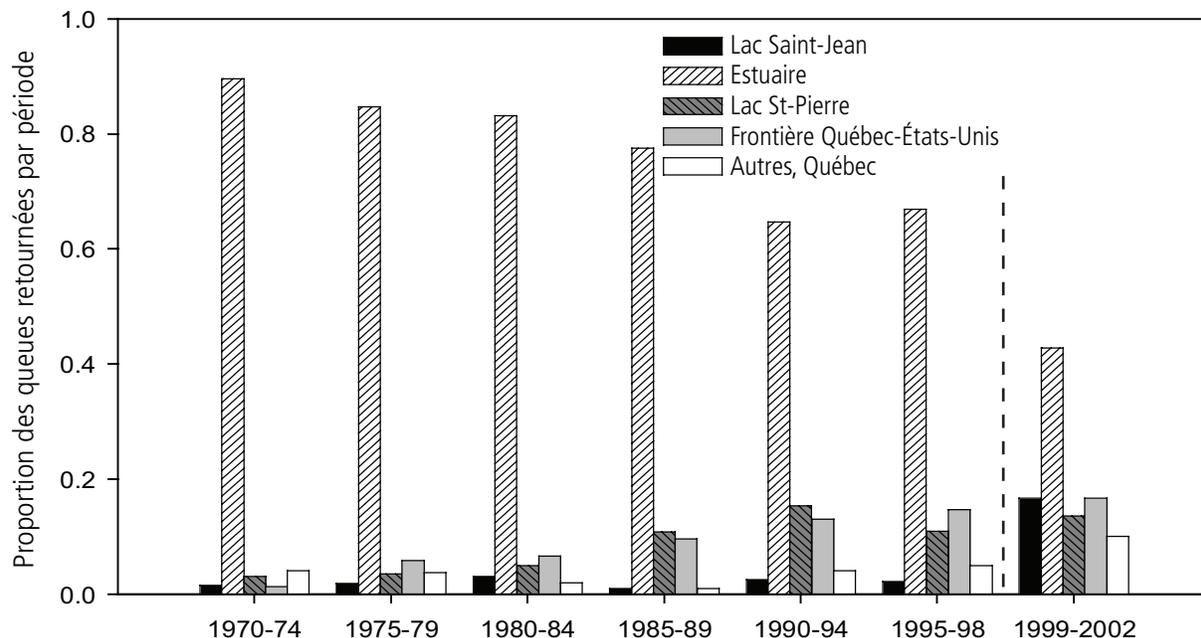


Figure 1-4. Répartition des queues d'oies retournées par des chasseurs en automne au Québec; n = 7 568. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur de la libéralisation de la réglementation (États-Unis) et des mesures spéciales de conservation (Canada). Données jusqu'en 2001 tirées de Calvert *et al.* (2005).

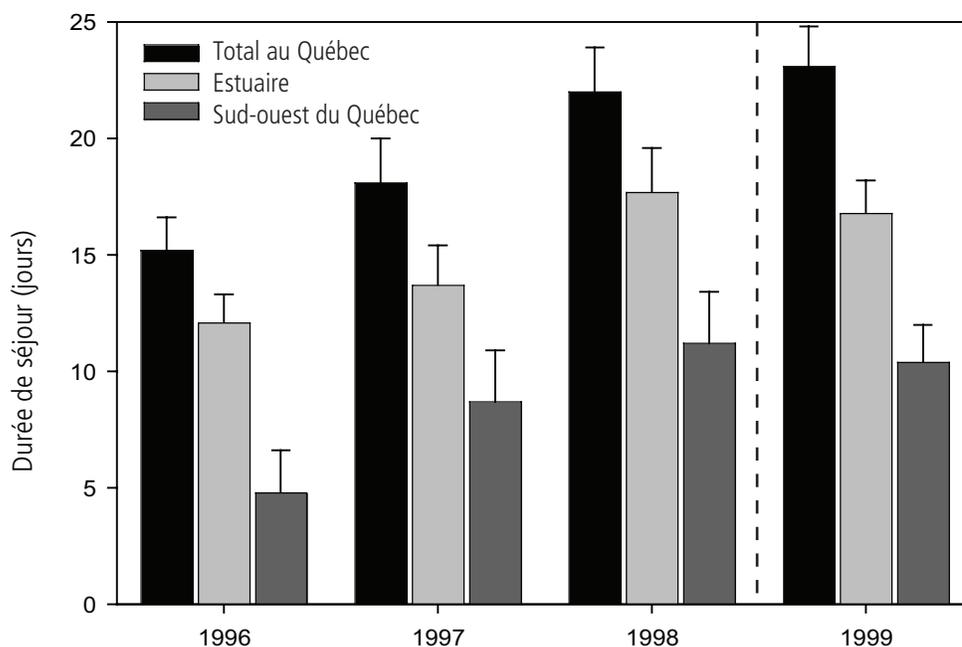


Figure 1-5. Durée de la période de migration d'automne (moyenne et écart-type) observée chez des Grandes Oies des neiges munies d'un radioémetteur dans l'ensemble du sud du Québec, de même que dans les régions de l'estuaire et du sud-ouest de la province de 1996 à 1999. Taille moyenne annuelle de l'échantillon = 49 (entre 13 et 76). La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données tirées d'Olson (2001).

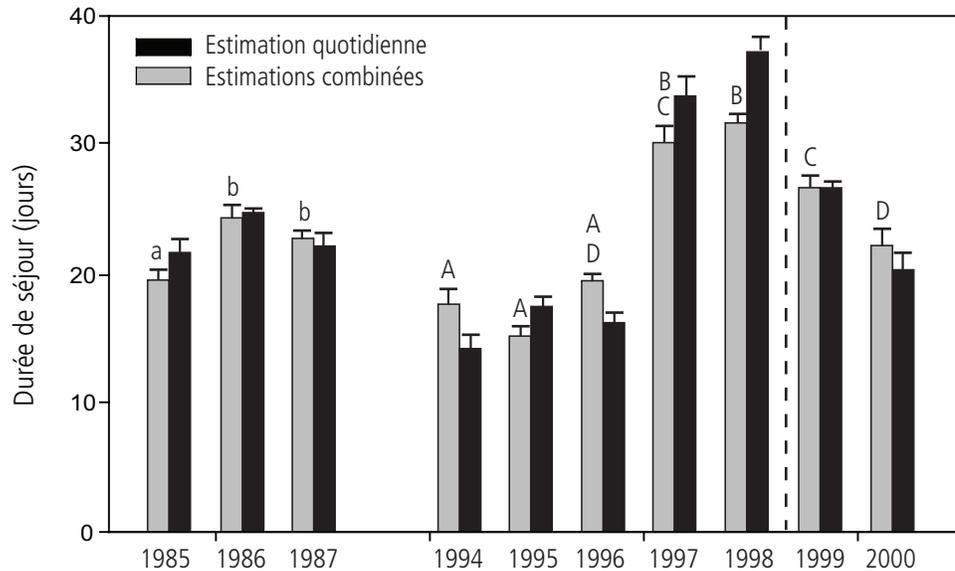


Figure 1-6. Durée de la période de migration (moyenne et écart-type) chez des Grandes Oies des neiges munies d'un collier dans l'estuaire du Saint-Laurent durant l'automne de 1985 à 1987 et de 1994 à 2000, d'après deux méthodes d'estimation différentes (estimations quotidiennes et estimations de cinq jours combinées). Dans le cas des estimations quotidiennes, les moyennes accompagnées de lettres différentes varient significativement ($P > 0,05$) d'une année à l'autre. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation (d'après Bourguelat, 2003).

Répartition hivernale

La répartition hivernale de la Grande Oie des neiges a également changé au fil du temps. Les refuges fauniques dans le centre-sud de la voie de migration de l'Atlantique (Virginie, Caroline du Nord) étaient historiquement les aires accueillant les plus grandes densités d'oies en hivernage, mais, depuis le milieu des années 1980, cette répartition s'est déplacée et on trouve l'espèce en beaucoup plus grandes concentrations dans des états plus septentrionaux, en particulier le Maryland et le Delaware, et dans une moindre mesure le New Jersey (Reed *et al.*, 1998). Ce déplacement de la répartition pourrait être dû en partie à la plus grande abondance de champs de maïs dans les états du milieu de la voie de migration de l'Atlantique par rapport aux états plus au sud au cours des dernières décennies, de même qu'à la hausse de la température dans l'ensemble des aires d'hivernage (Gauthier *et al.*, 2005). La figure 1-7, fondée sur des inventaires menés au milieu de l'hiver chaque année, en janvier, dans la voie de migration de l'Atlantique, illustre cette évolution; ces données ne sont que des indicateurs et non l'abondance réelle, mais elles sont néanmoins utiles pour décrire les tendances temporelles générales de la répartition hivernale (Serie et Raftovitch, 2003).

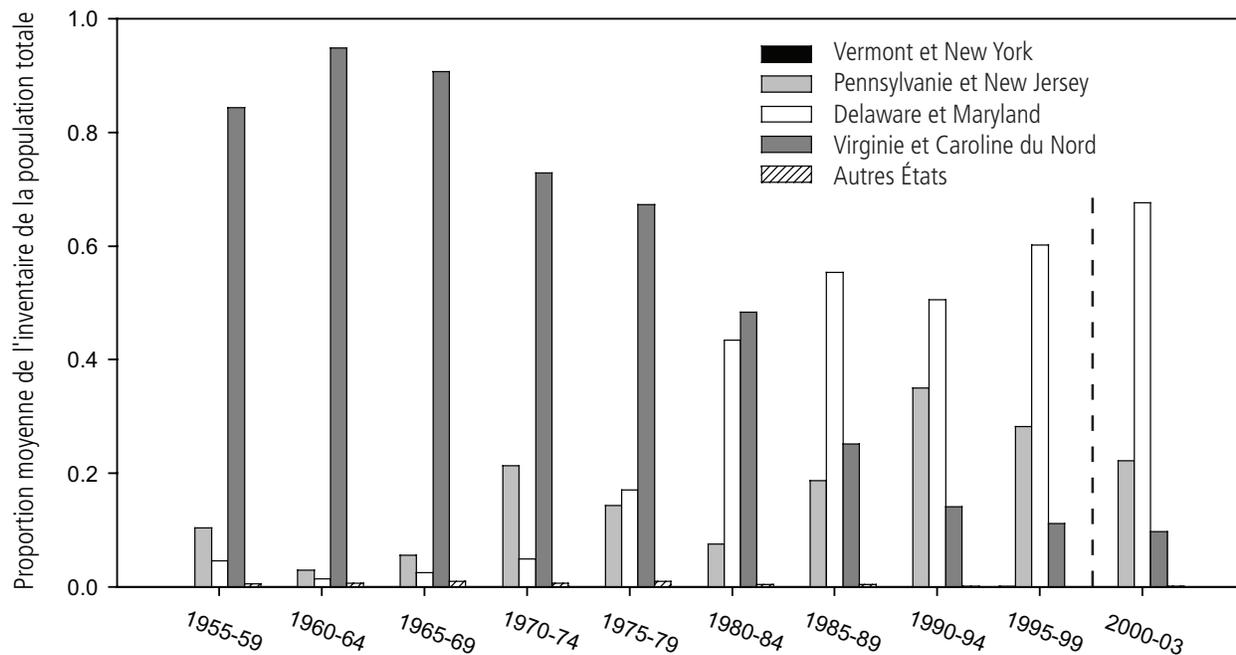


Figure 1-7. Répartition hivernale de la Grande Oie des neiges d'après des inventaires menés au milieu de l'hiver dans la voie de migration de l'Atlantique, par paires d'états et par périodes de cinq ans entre 1955 et 2003. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur de la libéralisation de la récolte aux États-Unis. Données du USFWS (inédites).

La répartition de la récolte hivernale révèle également un changement temporel caractérisé par une tendance générale vers le nord qui corrobore de très près les tendances de répartition révélées par les inventaires du milieu de l'hiver. Au moment de la réouverture de la saison de chasse aux États-Unis en 1975, plus de 60 % de la récolte hivernale avait lieu dans les états les plus méridionaux de la voie de migration de l'Atlantique (Virginie et Caroline du Nord), mais à la fin des années 1990, cette proportion était tombée à moins de 10 % (figure 1-8). Au cours des années 1990, la majeure partie de la récolte avait plutôt lieu dans les états du milieu de la voie de migration de l'Atlantique, soit la Pennsylvanie, le New Jersey, le Delaware et le Maryland. Cette proportion a également augmenté légèrement au Vermont et à New York, des états plus septentrionaux. Les oies hivernant dans des états du nord pourraient avoir profité d'une pression de chasse plus faible, ce qui aurait contribué à la croissance de l'abondance à ces endroits depuis le milieu des années 1980 (consulter la section sur la récolte ci-dessous, Calvert *et al.*, 2005).

Aucune étude spécifique n'a été menée pour évaluer les conséquences des changements réglementaires sur le comportement migratoire et la répartition des Grandes Oies des neiges au cours de l'hiver. Cependant, comme dans le cas de la répartition automnale, la répartition de la récolte peut fournir des indices sur les conséquences de la nouvelle réglementation. Par exemple, en comparant les emplacements géographiques où les bagues ont été récupérées en hiver après la libéralisation de la réglementation (de 1999 à 2002) par rapport à la période de 1995 à 1998, on a relevé peu de changement dans la répartition, même si les oies se concentraient beaucoup plus au nord durant ces deux périodes par rapport aux années 1970. Ces données à long terme révèlent un déplacement majeur vers le nord au cours du milieu des années 1980, ainsi qu'une relative stabilité dans la répartition depuis lors (Calvert *et al.*, 2005), et suggèrent qu'aucun changement majeur dans la répartition hivernale ne peut être associé à la libéralisation de la réglementation en vigueur depuis 1999.

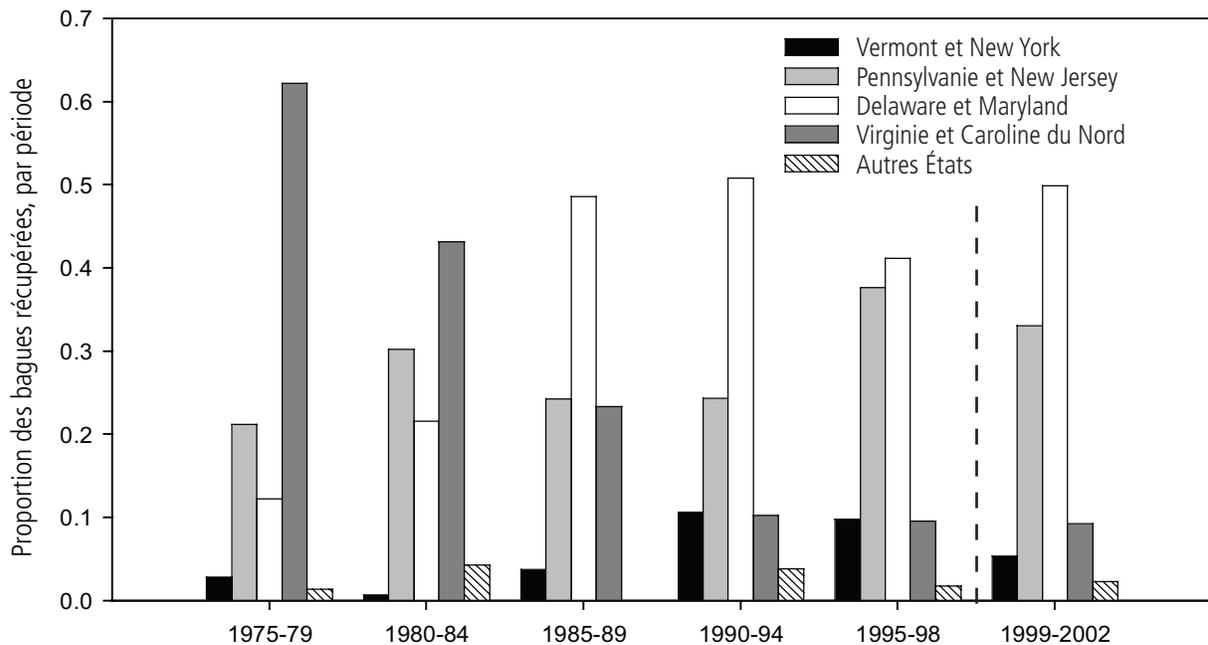


Figure 1-8. Répartition des oies baguées abattues et récupérées par des chasseurs dans les aires d'hivernage des états se trouvant dans la voie de migration de l'Atlantique, n = 2 542. La chasse a été rouverte en 1975 aux États-Unis, et la période de 1999 à 2002 comprend la nouvelle réglementation. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur de la libéralisation de la récolte aux États-Unis (d'après Calvert *et al.*, 2005).

Déplacements migratoires printaniers

Des oies ont été suivies par télémétrie au cours du printemps de 1997 à 2000 en vue d'évaluer si les niveaux de perturbation avaient augmenté avec l'ouverture de la récolte de conservation du printemps et de mesurer les incidences de ces perturbations sur les déplacements migratoires des oies vers le nord (Béchet *et al.*, 2003; idem, 2004a). Certains éléments semblaient indiquer que la récolte printanière de 1999 et de 2000 avait considérablement augmenté l'intensité des perturbations dans toutes les régions du Québec par rapport aux deux années précédentes sans récolte (Béchet *et al.*, 2003; idem, 2004a; figure 1-9). Les activités d'effarouchement visant à chasser les oies des terres agricoles ont probablement également contribué à l'accroissement des perturbations, d'autant plus que ces activités sont devenues plus organisées et systématiques vers 1999. Les perturbations sont particulièrement intenses dans la région de l'estuaire près de Québec (soit la dernière aire de migration importante pour les Grandes Oies des neiges avant leur départ vers les aires de reproduction au printemps) et la chasse a provoqué des réactions plus vives que les autres perturbations, comme l'effarouchement ou les perturbations humaines accidentelles (Béchet *et al.*, 2004a).

Les déplacements migratoires ont également été affectés par la nouvelle récolte printanière. Au cours des années sans récolte, les déplacements migratoires printaniers vers le nord-est sont prédominants, c'est-à-dire du sud-ouest du Québec vers l'estuaire, avec très peu de déplacements vers l'autre direction (Béchet *et al.*, 2003). Par opposition, pendant les années de récolte, la probabilité de retour vers le sud-ouest est plus que quadruplée qu'au cours des années précédentes (Béchet *et al.*, 2003; figure 1-10). Ce mouvement inverse est particulièrement intense immédiatement après l'ouverture de la saison de récolte, ce qui suggère que les oies pourraient être retournées vers les aires qu'elles occupaient précédemment, où elles n'avaient pas subi de perturbations similaires relatives à la chasse (Béchet *et al.*, 2003).

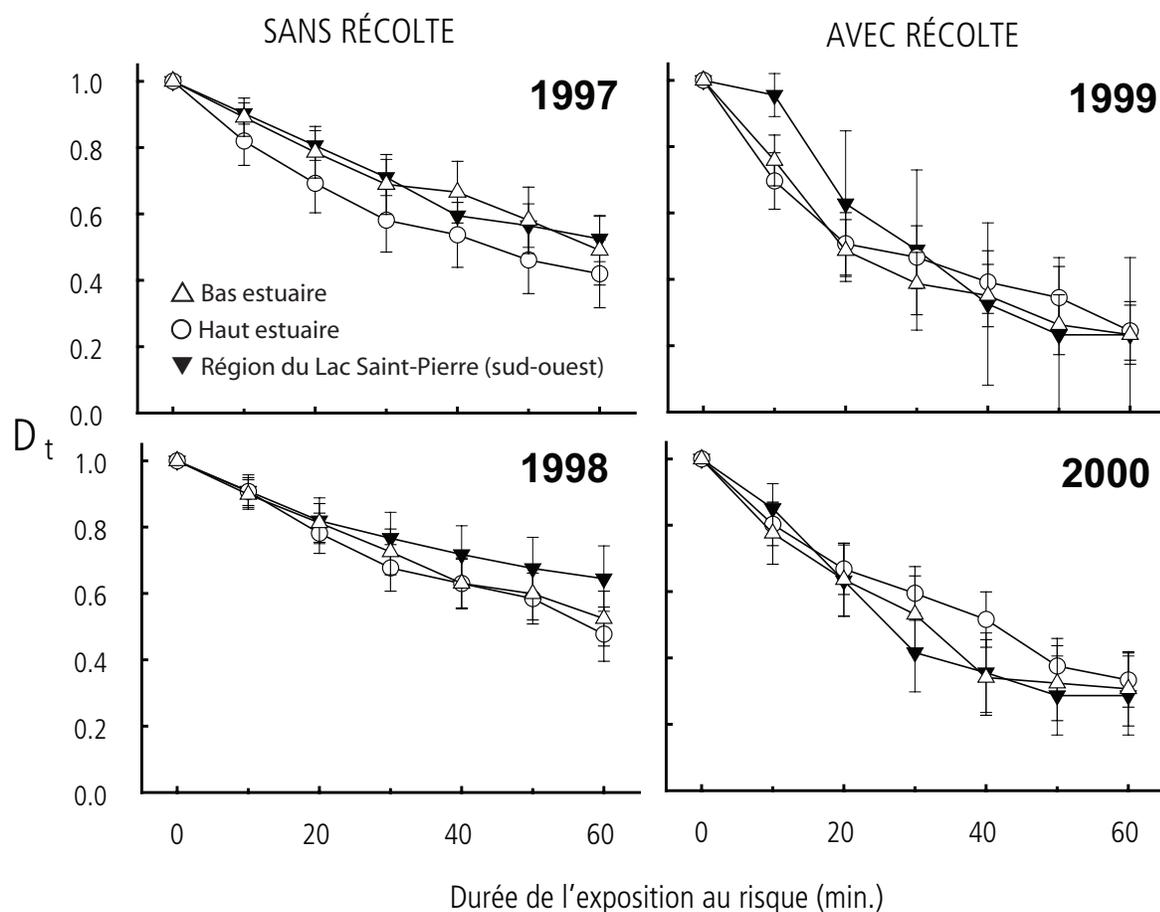


Figure 1-9. Probabilité de terminer une activité de recherche de nourriture sans subir de perturbation (D_t ; moyenne \pm IC 95 %) en fonction de la durée de l'exposition au risque de perturbation pour les Grandes Oies des neiges dans le sud du Québec au cours de deux années sans récolte de conservation (de 1997 à 1998) et deux années avec récolte de conservation (1999-2000) [d'après Béchet *et al.*, 2003].

La répartition des oiseaux bagués récupérés au printemps entre 1999 et 2003 est illustrée à la figure 1-11. Cette répartition est semblable aux oiseaux bagués récupérés à l'automne pendant la même période (figure 1-3), à quelques différences près. Bien que les aires de répartition du printemps et de l'automne aient la même étendue, les récupérations de bagues tendent à être plus dispersées au printemps qu'en automne, notamment dans la région sud-ouest du Québec et le bas estuaire. On relève également une plus faible proportion de la récolte dans la région du lac Saint-Jean par rapport à l'automne. La répartition plus étendue de la récolte printanière corrobore les constatations mentionnées précédemment, qui indiquent que les oies se déplacent davantage les années où une récolte printanière a lieu, notamment par des déplacements inverses, vraisemblablement en réaction à l'augmentation des perturbations dues à la chasse.

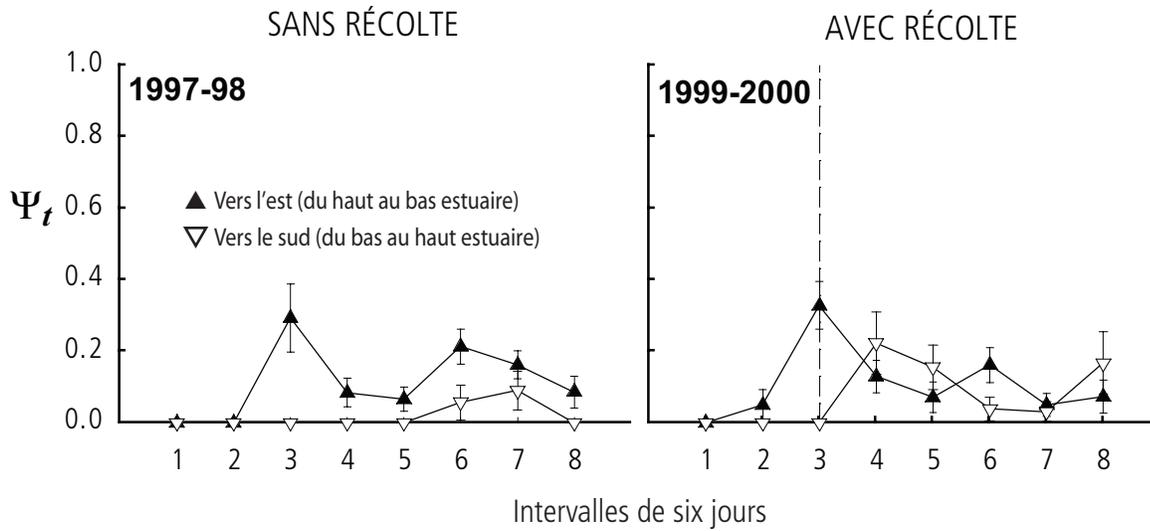


Figure 1-10. Probabilités de déplacement (Ψ_t ; moyenne \pm écart-type) de Grandes Oies des neiges vers le nord-est, c.-à-d. du haut au bas estuaire du Saint-Laurent (noir) et vers le sud-ouest, c.-à-d. du bas au haut estuaire (blanc), par intervalles de six jours en 1997-1998 (aucune récolte printanière) et en 1999-2000 (avec récolte printanière) entre le 28 mars et le 21 mai. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur de la récolte de conservation du printemps (d'après Béchet *et al.*, 2003).

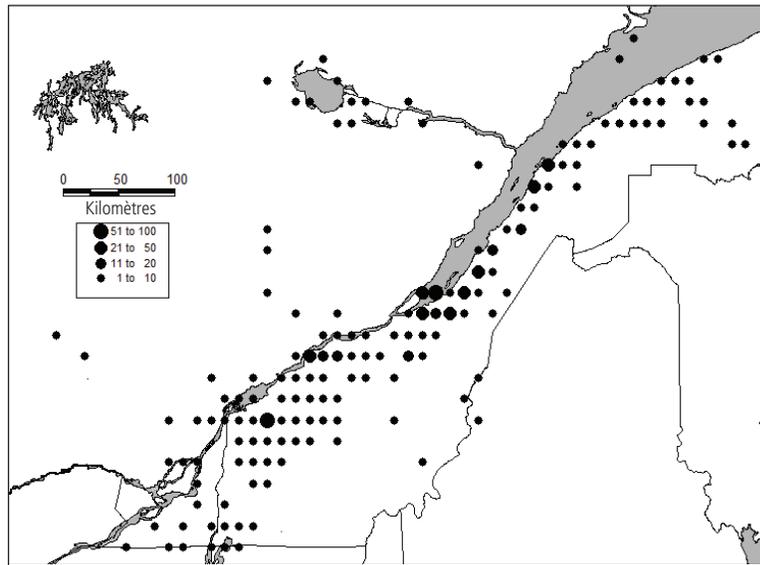


Figure 1-11. Répartition des bagues récupérées au printemps au Québec, de 1999 à 2003 ($n = 837$), précision à 10 minutes près.



Sommaire : abondance et répartition

- Les estimations de l'inventaire réalisé durant la saison de reproduction et au printemps indiquent que la croissance observée jusqu'à la fin des années 1990 a été stoppée et que la population s'est au moins stabilisée après la mise en œuvre des nouvelles mesures en 1999. Bien que les inventaires les plus récents (2004 et 2005) suggèrent que la population pourrait être encore relativement abondante (quoique stable depuis 1999), les récentes modifications apportées à la méthodologie des inventaires empêchent de comparer directement les chiffres de 2004 et 2005 aux estimations antérieures.
- Les inventaires effectués sur les aires de reproduction de l'île Bylot démontrent que la population de cette colonie importante est relativement stable depuis 1993. Si l'on tient compte de l'augmentation de l'ensemble de la taille de la population après 1993, il est probable que d'autres colonies de nidification aient aussi augmenté ou que d'autres colonies soient apparues. L'absence d'inventaire complet effectué sur les aires de reproduction des Grandes Oies des neiges nous empêche de confirmer une abondance à cet endroit et des changements dans la répartition des aires de reproduction.
- Les changements à long terme dans la répartition des aires de migration observés durant la période de croissance démographique rapide ont persisté depuis la mise en œuvre des mesures spéciales en 1999, c'est-à-dire que les oies ont continué à développer leur aire de répartition dans le sud-ouest et le centre-nord du Québec. Une utilisation croissante des terres agricoles dans un paysage en changement pourrait être la principale raison de ces changements historiques, mais les nouvelles mesures de conservation ont probablement également contribué à ce phénomène au cours des dernières années. La répartition hivernale a montré une tendance vers le nord au cours du milieu des années 1980, phénomène probablement également lié à l'utilisation croissante des terres agricoles et des changements dans les pratiques d'agriculture, mais la situation semble avoir peu changé depuis.
- La libéralisation de la réglementation pour la saison régulière de chasse a probablement augmenté l'intensité des perturbations pour les oies, mais les conséquences de celles-ci sur la répartition automnale et hivernale de l'espèce sont inconnues. Certains éléments indiquent toutefois que la récolte de conservation printanière a accru les niveaux de perturbation des oies et modifié leurs déplacements au printemps, les changements les plus remarquables étant un accroissement des déplacements migratoires vers le sud-ouest (inversion de migration). Ces perturbations pourraient également être à l'origine de la plus grande dispersion des oies dans le sud du Québec.



REPRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ

L'une des incidences potentielles importantes des mesures de conservation concerne la reproduction. Les perturbations dues à la chasse, par exemple, peuvent, en affectant les déplacements et la répartition de la sauvagine, faire augmenter les coûts énergétiques et diminuer le temps disponible pour la recherche de nourriture (Bélanger et Bédard, 1990; Riddington *et al.*, 1996). Le lien entre les conditions des aires de migration printanière et le succès de la saison de reproduction subséquente des oies nichant dans l'Arctique est bien connu (Davies et Cooke, 1983; Alisauskas, 2002) puisque les nutriments acquis durant cette période sont investis dans la migration vers les aires de reproduction et dans la reproduction elle-même (Choinière et Gauthier, 1995; Gauthier *et al.*, 2003a). Nous examinerons donc les incidences possibles des mesures spéciales de conservation sur la reproduction de la Grande Oie des neiges en analysant les tendances à long terme de la productivité et en examinant quelques récentes études approfondies sur divers aspects de la reproduction des oies.

Paramètres de la nidification : tendances à long terme

Plusieurs indicateurs de la productivité de la Grande Oie des neiges sont évalués chaque année, en commençant par les aires de reproduction sur l'île Bylot (pour obtenir des renseignements supplémentaires sur la méthodologie, consulter Lepage *et al.*, 1999; idem, 2000; Bêty *et al.*, 2001). En moyenne, plus de 300 nids (entre 86 et 846 par année) ont été suivis chaque année depuis 1989. Les paramètres mesurés dans chaque nid sont : (1) la date de ponte des œufs (c.-à-d. la date à laquelle le premier œuf est pondu dans un nid), (2) la taille des couvées (c.-à-d. le nombre total d'œufs dans un nid) et (3) le succès de la nidification (c.-à-d. la proportion de tous les nids dans lesquels au moins un œuf a éclos, calculée selon la méthode de Mayfield [1975]). La propension à la reproduction (c.-à-d. la probabilité qu'une femelle mature tente de s'accoupler) est un autre paramètre important, mais difficile à mesurer; cependant, en utilisant la télémétrie, Mainguy *et al.* (2002) ainsi que Reed *et al.* (2004a) ont été en mesure de l'estimer durant quelques années. Enfin, lors des activités de baguage du début d'août, à un moment où les adultes en mue ne peuvent voler et les jeunes n'ont pas encore pris leur premier envol, le ratio de juvéniles par adulte est déterminé à partir d'un échantillon d'oies capturées dans les filets de baguage, et ce ratio est utilisé comme indice de la productivité de l'été.

Les données sur la productivité recueillies sur l'île Bylot entre 1989 et 2003 sont illustrées au tableau 1-2. La plupart de ces données sont hautement variables d'une année à l'autre, un phénomène bien connu chez les espèces nichant dans l'Arctique, région où le succès de la reproduction est fortement influencé par des conditions environnementales imprévisibles (Lepage *et al.*, 1996; Skinner *et al.*, 1998; Bêty *et al.*, 2003; Reed *et al.*, 2003b; idem, 2004a). Malgré cette variabilité annuelle élevée, les données suggèrent que certains paramètres de la reproduction ont été affectés négativement par la récolte de conservation. Des analyses statistiques sur les nids individuels ont révélé que, les années où une récolte printanière a eu lieu, la date de ponte était considérablement retardée et que la taille des couvées était réduite significativement par rapport aux années antérieures (analyses de variance unilatérales à un facteur comparant tous les nids entre les années ordinaires et les années où la réglementation spéciale est en vigueur [date de ponte : $F_{1,5301} = 760,8$, $P < 0,001$; taille des couvées : $F_{1,4911} = 40,56$, $P < 0,001$]). Par contre, les nouvelles mesures, d'après les analyses, ne semblent pas avoir eu d'incidence sur le succès de la nidification (analyse de variance unilatérale à un facteur analysant la moyenne annuelle du succès de la nidification en tant que valeur individuelle, $F_{1,13} = 0,38$, $P = 0,273$). Par contre, ce test a une puissance statistique réduite, car il ne tient pas compte du fait que chaque valeur annuelle est fondée sur plusieurs centaines de nids individuels. Enfin, la proportion des oies capturées à la fin de la saison de reproduction qui étaient des juvéniles semble être plus faible les années de récolte printanière, mais l'effet est peu important (analyse log-linéaire PROC CATMOD comparant des modèles avec et sans interaction âge*récolte [âge = juvéniles c. adultes]; somme des pondérations des modèles AIC avec interaction âge*récolte = 0,13).



Répercussions de la récolte printanière sur les paramètres de la reproduction

Au cours des dernières années, plusieurs études (consulter, p. ex., Mainguy *et al.*, 2002; Bêty *et al.*, 2003; Reed *et al.*, 2004a) ont testé l'hypothèse selon laquelle la récolte de conservation aurait une incidence négative sur les paramètres de la reproduction des Grandes Oies des neiges, tout en contrôlant les autres facteurs confusionnels (p. ex. les variables climatiques). La propension à la reproduction (c.-à-d. la proportion des individus ayant atteint une maturité sexuelle qui tente de s'accoupler) est l'un des facteurs ayant la plus grande influence sur la productivité annuelle de l'espèce. Un suivi intensif d'oies munies d'un radioémetteur entre 1997 et 2002 a permis aux chercheurs d'en savoir plus sur la question. Premièrement, la proportion d'oiseaux suivis par télémétrie qui a complété la migration printanière jusqu'à l'île Bylot (c.-à-d. le nombre d'individus détectés dans les aires de reproduction par rapport au nombre d'individus détectés et vivants au printemps au Québec) a diminué considérablement les années où une récolte de conservation printanière a eu lieu par comparaison aux années précédentes (tableau 1-3, $\chi^2 = 24,92$, $df = 1$, $P < 0,001$). Un tel phénomène n'est pas dû à la mort des individus au printemps, car la plupart des oiseaux qui n'avaient pas complété la migration ont été observés au cours de l'automne ou du printemps suivant au Québec (Mainguy *et al.*, 2002).

Parmi les oiseaux suivis par télémétrie qui ont atteint l'île Bylot dans le cadre de cette étude, la proportion d'oiseaux qui ont tenté de se reproduire (c.-à-d. pour lesquels on a trouvé un nid) a également diminué considérablement les années où une récolte de conservation printanière a eu lieu par comparaison aux années précédentes (tableau 1-4, $\chi^2 = 13,31$, $df = 1$, $P = 0,003$). L'analyse n'a pas contrôlé les variables statistiques liées aux conditions climatiques dans l'Arctique, mais Mainguy *et al.* (2002) ont étudié les conditions environnementales de ces années-là (couverture de neige et température au printemps) et ont trouvé peu de différence entre les années avec et sans récolte printanière. Bien que la comparaison précédente ait été faite entre des femelles munies d'un collier radioémetteur, ces femelles ont pu être affectées de façon disproportionnée par la récolte de conservation printanière par comparaison aux individus non marqués; par exemple, Reed *et al.* (2004b) et Demers *et al.* (2003) ont montré que les colliers ont un effet négatif sur la reproduction des Oies des neiges. Cependant, Reed *et al.* (2004a) présentent des preuves encore plus concluantes que la propension à la reproduction de la Grande Oie des neiges diminue les années de récolte printanière (figure 1-12). Leur analyse concerne uniquement des femelles marquées par une bague métallique, éliminant ainsi tout effet potentiel dû à l'installation d'un collier émetteur, et les conditions environnementales ont été contrôlées statistiquement au début de la période de reproduction dans l'Arctique (c.-à-d. la couverture de neige au sol). L'ensemble de ces données suggère donc que la propension à la reproduction des femelles a été réduite les années où une récolte de conservation printanière a eu lieu.



Tableau 1-2. Données sur la productivité des Grandes Oies des neiges nichant sur l'île Bylot, au Nunavut, avant (de 1989 à 1998) et après (de 1999 à 2003) l'introduction de la récolte de conservation, mesurée par la date médiane de ponte des œufs, la taille moyenne des couvées, le succès de la nidification (soit la proportion de nids dans lesquels au moins un œuf a éclos, selon Mayfield [1975]) et le ratio juvéniles/adultes au moment des activités de baguage au début d'août. Données tirées de Gauthier *et al.* (2003b).

											Moyenne (écart-type) 1989-1998		Moyenne (écart-type) 1999-2003			
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Nidification (juin)	11	13	11	20	6	11	10	14	10	7	17	16	13	16	9	14,2 (1,46)
Taille des couvées	3,82	3,52	3,59	3,21	4,41	3,55	3,64	3,99	4,27	4,06	3,12	3,65	3,43	3,43	3,90	3,51 (0,13)
Succès de la nidification (%)	70	79	72	70	89	40	14	65	83	79	14	83	57	53	82	58 (12,6)
Ratio juvéniles/adultes lors du baguage	--	1,15	1,46	0,81	1,55	0,79	1,10	0,83	1,06	1,09	0,54	1,08	1,03	0,81	1,31	0,95 (0,13)



Tableau 1-3. Nombre de Grandes Oies des neiges munies d'un radioémetteur détectées au moment de quitter les aires de migration du printemps dans le sud du Québec et en été sur l'île Bylot. Données tirées de Mainguy *et al.* (2002) et de G. Gauthier et J.-F. Giroux (données inédites).

Année	Nombre d'individus quittant le sud du Québec	Nombre d'individus détectés sur l'île Bylot	%
1997	37	35	95 %
1998	70	54	77 %
Total 1997-1998	107	89	83 %
1999	57	11	19 %
2000	67	23	34 %
2001	19	9	47 %
2002	(20-30)*	3	(10-15 %)
Total 1999-2001	143	43	31 %

* Le nombre exact d'oies munies d'un radioémetteur qui ont quitté le sud du Québec est inconnu en 2002, car aucun suivi intensif n'a été mené ce printemps-là. Le nombre maximum possible est de 30, mais il est probablement inférieur à cause de la mortalité.

Tableau 1-4. Nombre de Grandes Oies des neiges suivies par télémétrie présentes sur l'île Bylot et ayant construit un nid. Données tirées de Mainguy *et al.* (2002) et de G. Gauthier et J.-F. Giroux (données inédites).

Année	Nombre d'individus détectés sur l'île Bylot	Nombre de nids trouvés	%
1997	35	20	57 %
1998	54	29	54 %
Total	89	49	55 %
1999	11	0	0 %
2000	23	2	9 %
2001	9	2	22 %
2002	3	0	0 %
Total	46	4	9 %

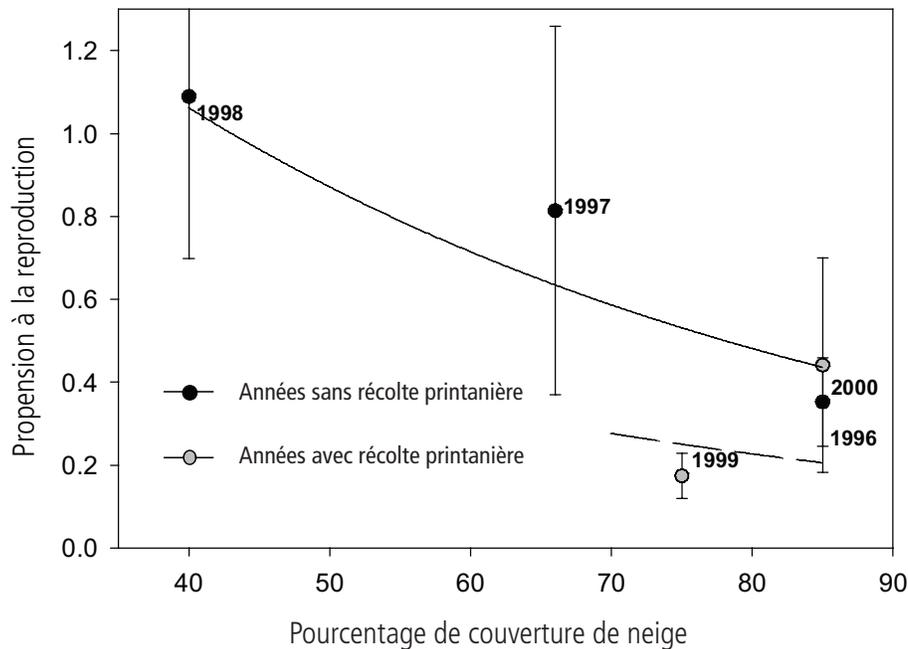


Figure 1-12. Propension à la reproduction estimée (\pm écart-type) des Grandes Oies des neiges femelles en fonction de la couverture de neige le 5 juin sur l'île Bylot. Les courbes correspondent à une modélisation de la propension à la reproduction : logit (propension à la reproduction) = $0,79 [\pm 0,67] - 2,05 [\pm 0,96] * \text{couverture de neige} - 0,78 [\pm 0,35] * (0 : \text{aucune récolte printanière}; 1 : \text{récolte printanière})$ [tiré de Reed *et al.*, 2004a].

Dans une analyse similaire, Bêty *et al.* (2003) ont montré, en contrôlant les conditions environnementales, que les Oies des neiges ont pondu leurs œufs en moyenne quatre jours plus tard les années de récolte printanière par comparaison aux autres années (figure 1-13). Il s'agit d'une très grande différence si l'on considère que la probabilité de survie au cours du premier hiver diminue rapidement pour les oisons éclos après la date de pic d'éclosion comparativement aux oisons éclos à la date de pic d'éclosion (Lepage *et al.*, 2000). Par conséquent, beaucoup moins d'individus ayant éclos tard se joignent éventuellement à la population reproductrice parce que leur probabilité de survie est réduite (Reed *et al.*, 2003b). Au cours des deux premières années de la récolte printanière, les oies ont également pondu moins d'œufs (Mainguy *et al.*, 2002).

Par quels mécanismes la récolte de conservation du printemps a-t-elle eu des incidences sur de nombreux aspects de la reproduction des Oies des neiges? Comme il a été discuté précédemment, les périodes de perturbations ont touché le comportement migratoire des oies durant la période de migration du printemps, phénomène qui s'est soldé par une baisse de l'accumulation des réserves énergétiques, en particulier les années avec récolte printanière (Béchet *et al.*, 2004a). Féret *et al.* (2003) ont étudié les réserves en nutriments à l'arrivée dans les aires de migration du printemps et au départ de celles-ci. Ils ont découvert que les réserves énergétiques au moment de l'arrivée, au début du printemps, ne variaient pas entre les années avec ou sans récolte printanière, mais que les réserves de graisses et de protéines au moment du départ étaient clairement réduites pour les printemps avec une récolte de conservation (Féret *et al.*, 2003; figure 1-14). De plus, ils ont noté une variation dans la signature des isotopes stables du carbone, suggérant que les perturbations dues à cette récolte auraient également pu réduire la consommation de maïs (Féret *et al.*, 2003), une source alimentaire qui, au cours des dernières années, est devenue importante pour les oies lors de la migration et de l'hivernage (Alisauskas *et al.*, 1988; Giroux et Bergeron, 1996). Une autre étude s'est penchée sur les réserves de graisses et de protéines et sur la masse corporelle des femelles pondeuses dans les aires de reproduction et a comparé les résultats entre les années précédant et les années suivant l'introduction d'une récolte printanière (Mainguy *et al.*, 2002). Cette



étude a également montré des signes de dégradation de la condition corporelle les années de récolte printanière (Mainguy *et al.*, 2002; figure 1-15a, b et c). On peut donc conclure que la baisse d'accumulation de nutriments le long du fleuve Saint-Laurent au printemps, due à l'intensification des perturbations, a des répercussions qui se font encore sentir chez les oiseaux reproducteurs de l'Arctique, ce phénomène est probablement à l'origine de la diminution du succès de la reproduction chez les oies les années où une récolte printanière a eu lieu.

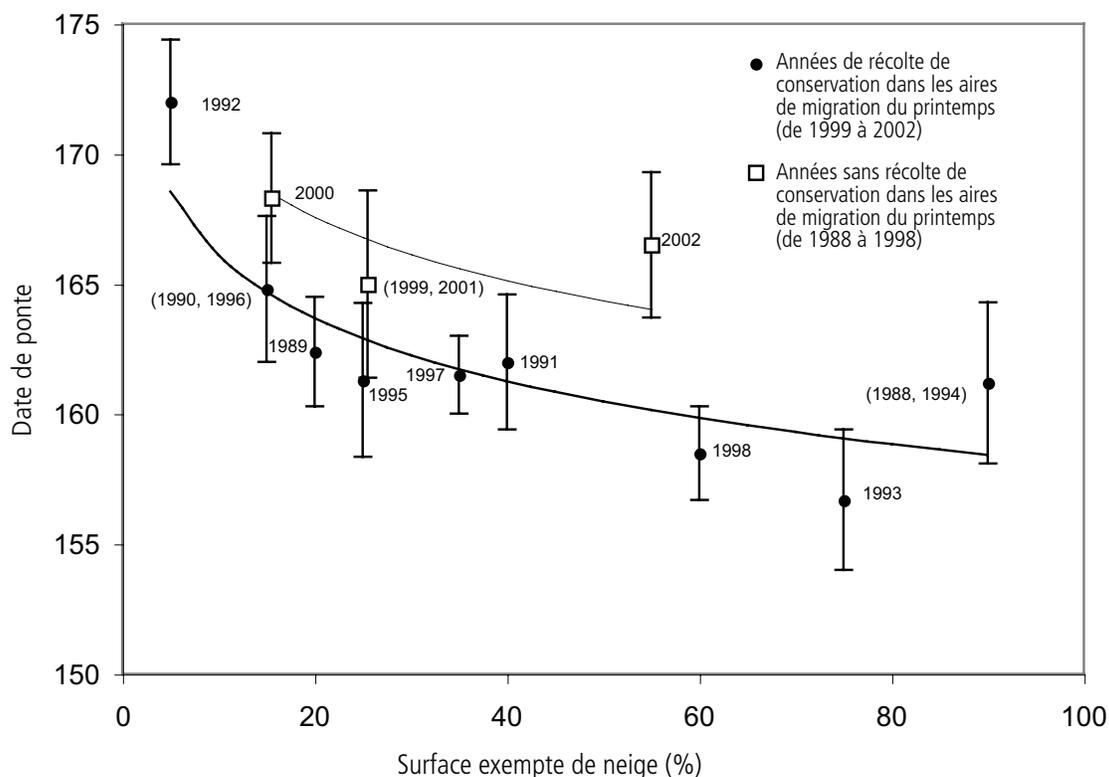


Figure 1-13. Date de ponte des Grandes Oies des neiges en fonction des conditions climatiques (pourcentage de surface exempte de neige le 5 juin), les années avec (de 1999 à 2002) et sans (de 1988 à 1998) récolte de conservation dans les aires de migration du printemps. Les années correspondantes sont indiquées près de chaque point. Les écarts-types sont indiqués (chaque point représente entre 52 et 522 nids). Les dates de ponte sont exprimées en calendrier julien, le 1^{er} janvier équivalant à 1. Modèle linéaire multiple : conditions climatiques (transformation logarithmique), $F_{1,3674} = 2\,220$, $P < 0,001$; récolte (dans les aires de migration : oui = 1, non = 0), $F_{1,3674} = 1\,086$, $P < 0,001$; date de ponte = $174,2 - 3,5 \times$ conditions climatiques + $3,9 \times$ chasse. La transformation logarithmique de la surface exempte de neige a amélioré la correspondance entre le modèle et les données empiriques (sans transformation, $R^2 = 0,40$; avec transformation, $R^2 = 0,51$) [tiré de Bêty *et al.*, 2003].

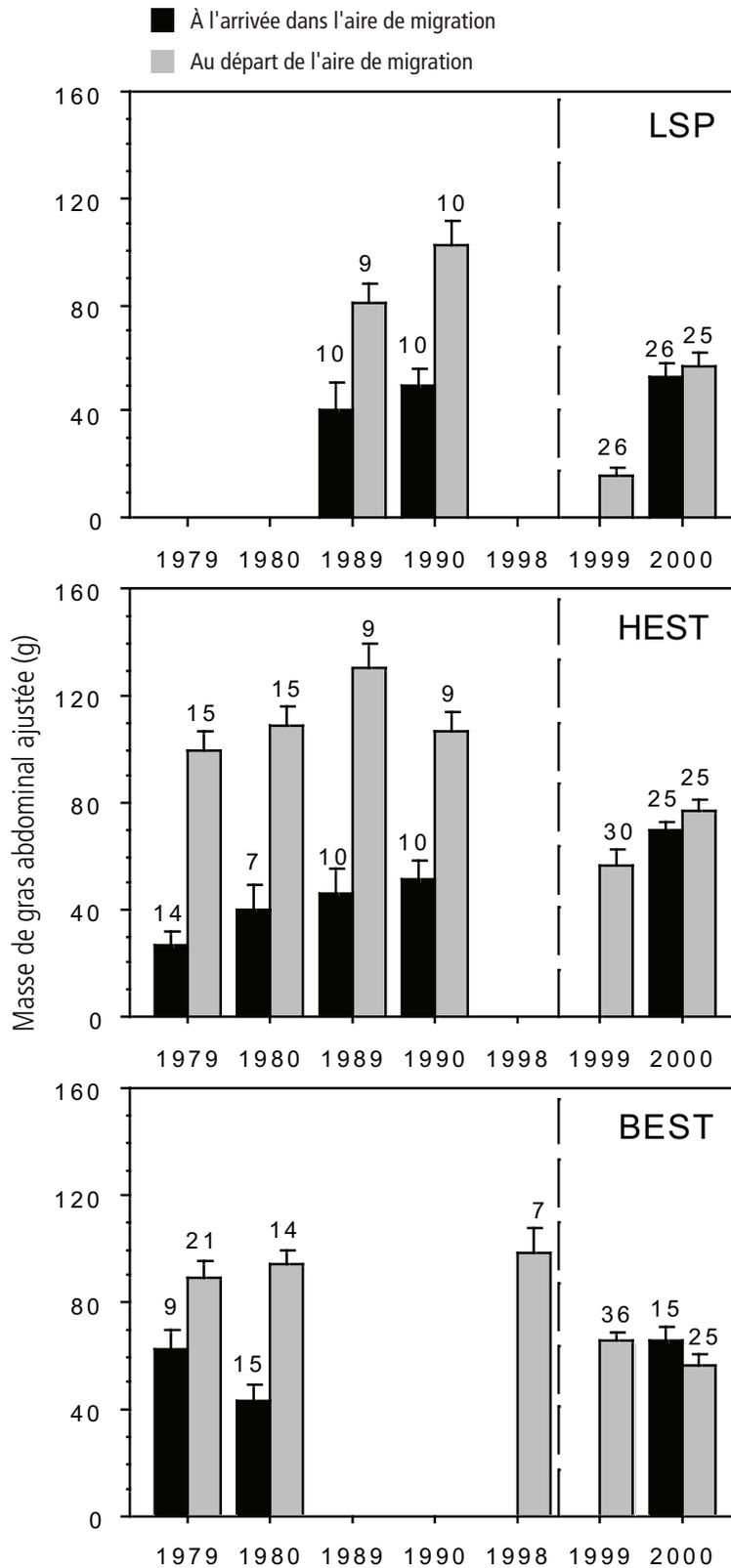


Figure 1-14. Masse de gras abdominal moyenne (\pm écart-type), ajustée en fonction de la taille corporelle, de Grandes Oies des neiges adultes récoltées au printemps au lac Saint-Pierre (LSP), dans le haut estuaire (HEST) et le bas estuaire (BEST) du fleuve Saint-Laurent, Québec, entre 1979 et 2000. Les chiffres au-dessus des colonnes indiquent la taille des échantillons, et la ligne pointillée indique l'entrée en vigueur de la récolte de conservation printanière (tiré de Féréty *et al.*, 2003).

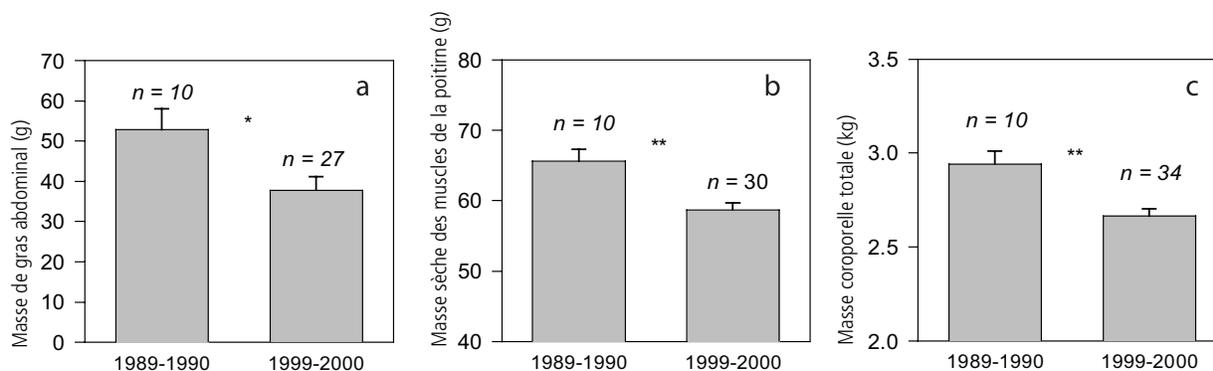


Figure 1-15. Indices de la condition corporelle de Grandes Oies des neiges femelles durant la ponte (a : masse de gras abdominal, b : masse sèche des muscles de la poitrine, c : masse corporelle totale; les indices de condition corporelle sont ajustés en fonction de la taille corporelle) les années sans (1989-1990) et avec (1999-2000) récolte de conservation printanière. Les colonnes représentent la moyenne (\pm écart-type); la taille des échantillons est indiquée au-dessus des colonnes; les différences statistiquement significatives (testées par analyse de variance à un facteur) sont représentées par * ($P < 0,05$) et ** ($P < 0,01$). Données tirées de Mainguy *et al.* (2002).

Proportion de juvéniles dans la population en automne

La productivité annuelle des Oies des neiges peut être mesurée également par la proportion de juvéniles observée en automne ou en hiver (annexe B). Parmi les différents indicateurs qui peuvent être calculés, le meilleur indice de la productivité annuelle est probablement l'inventaire du rapport d'âge mené en automne dans les aires de migration du Québec chaque année depuis 1967 (figure 1-16). Malgré le fait qu'un faible nombre d'oies est récolté à la chasse avant le début des observations sur le terrain (Reed *et al.*, 1998), l'indice est moins influencé par la mortalité due à la récolte que les inventaires hivernaux. Les inventaires automnaux du rapport d'âge se déroulent vers la fin de la migration automnale; par conséquent, le rapport comprend la mortalité lors de la migration à partir des aires de reproduction vers les aires de migration. Cette mortalité après le premier envol peut être très élevée et variable d'une année à l'autre, et peut être liée aux conditions climatiques, à la masse corporelle et à la date du premier envol (Owen et Black, 1989; Sedinger *et al.*, 1995; van der Jeugd et Larsson, 1998; Reed *et al.*, 2003a; Menu *et al.*, 2005). Les changements dans la répartition des aires de migration discutés précédemment pourraient avoir influencé l'indice de la productivité au cours des dernières années (jusqu'en 2003), car celui-ci n'a été estimé que dans la région du haut estuaire, alors qu'un nombre croissant d'oies se rassemblent aujourd'hui ailleurs. L'indice de productivité de 2004 comporte des décomptes dans toutes les principales aires de migration d'automne du sud du Québec. Le rapport d'âge en automne demeure un important indicateur de la productivité et pourrait être associé de près à la récolte sportive d'automne (voir ci-dessous).

En automne, la proportion moyenne de juvéniles était plus faible les années où les mesures spéciales de conservation étaient en vigueur (moyenne de 1999 à 2003 : $17,1 \pm 5,4$ %) que les années sans mesures spéciales de conservation (moyenne de 1973 à 1998 : $26,3 \pm 2,5$ %; test t unilatéral; $t = 1,51$; $df = 29$; $P = 0,071$). Une analyse log-linéaire comparant le nombre total d'adultes et de juvéniles observés à l'automne les années avec ou sans récolte printanière corrobore de près une telle conclusion ($n = 466$ adultes et 155 juvéniles relevés entre 1973 et 2003; PROC CATMOD en SAS comparant des modèles avec et sans interaction âge [juvéniles c. adultes]*récolte [avec ou sans récolte printanière]; somme des valeurs pondérées d'AIC des modèles avec interaction âge*récolte $> 0,99$). La taille des familles en automne a également été mesurée au même moment que les rapports d'âge en automne, afin de calculer d'autres mesures de productivité (annexe B). La taille moyenne des familles (écart-type) à la suite de l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation était de $2,25$



(0,11) de 1999 à 2003, par comparaison à 2,52 (0,05) de 1973 à 1998, ce qui montre également un important déclin de la population à la suite de l'entrée en vigueur de la récolte du printemps (test t unilatéral; $t = 2,23$; $df = 29$; $P = 0,017$). Dans l'ensemble, les analyses suggèrent que la récolte de conservation du printemps a réduit la productivité des Grandes Oies des neiges.

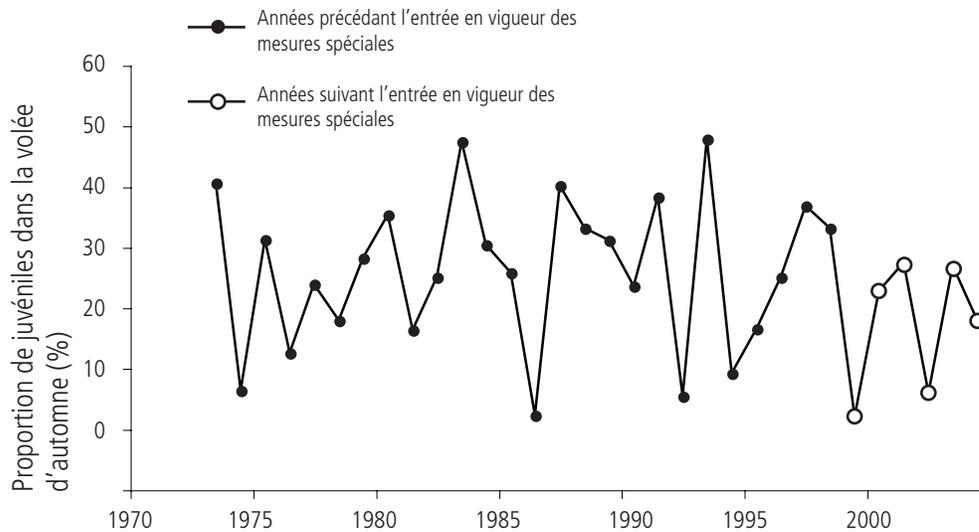


Figure 1-16. Proportion des juvéniles dans la population de Grandes Oies des neiges durant la période de migration d'automne au Québec entre 1973 et 2004, déterminée par des estimations visuelles. Données tirées de Reed *et al.*(1998) et de A. Reed (données inédites).

Les données sur la reproduction et les rapports d'âge en automne présentés jusqu'à présent sont tous deux des indicateurs utiles du succès de la reproduction, mais ils ne mesurent pas tout à fait la même chose : les paramètres de la reproduction sont seulement estimés pour la portion de la population se reproduisant sur l'île Bylot, alors que le rapport d'âge en automne dans les aires de migration est estimé pour un échantillon de la population entière et tient compte de la mortalité durant la migration. Néanmoins, les rapports d'âge de fin d'été sur l'île Bylot et les rapports d'âge en automne sont fortement corrélés ($r = 0,86$; $df = 12$; $P < 0,001$), ce qui suggère que la population continentale est bien représentée par l'observation des individus reproducteurs sur l'île Bylot.

Sommaire : reproduction et productivité

- Les indices de productivité de la population totale et de la colonie reproductrice de l'île Bylot se caractérisent par une grande variation interannuelle due à l'importance des fluctuations environnementales. Depuis la mise en œuvre des mesures spéciales, la plupart des paramètres de la reproduction ont été affectés négativement : la propension à la reproduction a diminué, la ponte a été retardée et la taille des couvées a diminué, quoique le succès de la nidification et le rapport d'âge lors du baguage ne présentent aucun changement. Le résultat de ces incidences négatives a été que le rapport d'âge en automne et la taille des familles étaient plus faibles les années où une récolte de conservation printanière a eu lieu.
- La récolte de conservation printanière s'est accompagnée d'une intensification des perturbations des Grandes Oies des neiges en migration, réduisant leur capacité à accumuler des nutriments pour la migration vers les aires de nidification et pour la reproduction. Les dépenses énergétiques supplémentaires et la dégradation concomitante de la condition corporelle semblent être les principales raisons expliquant la réduction de la productivité observée depuis la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation.



RÉCOLTE : GÉNÉRALITÉS

Enquêtes auprès des chasseurs et relevés de la récolte

Deux sources d'information fournissent l'essentiel des données sur la taille et la composition par âge de la récolte : (1) la récupération des oies qui ont été baguées dans les aires de reproduction (voir plus haut) et (2) les enquêtes menées auprès des chasseurs en automne et au printemps au Canada et en hiver aux États-Unis. Les enquêtes d'automne auprès des chasseurs sont menées dans le cadre de l'Enquête nationale sur les prises (ENP) du Service canadien de la faune. Deux questionnaires sont envoyés annuellement à différents échantillons de personnes ayant acquis un permis de chasse aux oiseaux migrateurs considérés comme gibier, soit l'Enquête sur la composition des prises par espèce (ECPE), envoyé tôt pendant la saison de chasse, et le Questionnaire sur les prises (QSP), envoyé à la fin de la saison. Le QSP, créé en 1967, est un questionnaire postal pancanadien envoyé au début de décembre (une lettre de rappel est envoyée en février), dont l'objectif principal est de fournir une estimation de la taille, de la répartition et du moment de la récolte de canards et d'oies au Canada. L'enquête a été peu à peu améliorée depuis sa création (pour en savoir davantage sur la conception des premières enquêtes, consulter Cooch *et al.*, 1978, et Smith, 1975). Le QSP recueille également diverses statistiques comme le nombre de chasseurs actifs avec prise et leur récolte, la prise moyenne par saison, la prise moyenne quotidienne et le nombre moyen de jours passés à la chasse. Par contre, le QSP ne fournit aucune information quant aux espèces récoltées.

Dans le cadre de l'ECPE, on demande aux chasseurs échantillonnés de poster une aile de chaque canard et les plumes de la queue de chaque oie qu'ils abattent et ramènent. Cette enquête permet de détailler les estimations obtenues par le truchement du QSP selon l'espèce, l'âge (juvéniles de l'année ou adultes) et le sexe (quoiqu'il soit impossible de distinguer le sexe des oies à l'aide de plumes de la queue). On mesure également la longueur de la queue pour distinguer les deux sous-espèces d'Oies des neiges (Petites et Grandes), mais il semble que cette méthode ne soit pas fiable. Par exemple, la proportion annuelle de Petites Oies des neiges rapportées dans les récoltes de 1976 à 2002 au Québec, fondée sur l'ECPE (moyenne = 0,06; variation annuelle = de 0,00 à 0,19), est relativement élevée par rapport à la proportion annuelle d'oies en phase bleue dans la récolte (moyenne = 0,01; variation annuelle = de 0 à 0,03). La présence d'Oies en phase bleue est un indicateur utile permettant de distinguer les deux sous-espèces, car la phase bleue est très rare chez la Grande Oie des neiges (< 1 %, A. Reed et G. Gauthier, données inédites), alors que la proportion d'oiseaux en phase bleue est très grande dans les populations de Petites Oies des neiges de l'est (> 70 %, Cooke *et al.*, 1995). Par conséquent, pour les analyses fondées sur les données du QSP dans le présent rapport, toutes les Oies des neiges du Québec sont considérées comme des Grandes Oies des neiges, puisque la proportion de Petites Oies des neiges est considérée comme négligeable.

Une enquête spéciale sur la récolte a également été menée le printemps suivant l'entrée en vigueur de la récolte de conservation du printemps au Québec. En 1999, on a demandé aux chasseurs de s'inscrire pour participer à la récolte de conservation et on leur a fait parvenir un journal pour y consigner leurs activités de chasse. Ils ont ensuite été interrogés par téléphone. Depuis 2000, un questionnaire est envoyé par la poste à la fin du printemps, suivi d'une lettre de rappel pour les chasseurs n'y ayant pas encore répondu. L'enquête est divisée en deux strates : i) les détenteurs de permis qui sont résidents du Québec et qui avaient déjà acquis un permis l'automne précédent et ii) les détenteurs de permis qui ont acquis un permis au printemps seulement. On a présumé que les personnes achetant un permis au printemps étaient plus enclines à participer à la récolte printanière que les personnes achetant un permis en automne. À l'exception de 1999, 3 000 chasseurs ont été échantillonnés annuellement. Les enquêtes du printemps fournissent une estimation du nombre de chasseurs actifs



avec prise, du nombre de jours de chasse et de la récolte totale par district de chasse (annexe C). Les enquêtes du printemps fournissent également une estimation du nombre de chasseurs utilisant des méthodes particulières de chasse, ainsi que les répartitions temporelles et spatiales de la récolte d'Oies des neiges. Les rapports d'âge de la récolte au printemps ont été estimés à partir des plumes de queue envoyées de manière non systématique par des pourvoyeurs, des guides de chasse et des chasseurs; la taille de l'échantillon variait entre 265 et 3 508 queues par année (P. Brousseau, données inédites).

Depuis les années 1950, le USFWS estime l'activité des chasseurs et la récolte en interrogeant un échantillon d'acquéreurs de « duck stamps » (timbres fédéraux requis pour la chasse à la sauvagine) par le truchement d'enquêtes sur la récolte totale et l'activité des chasseurs similaires aux enquêtes canadiennes. Les enquêtes sur les acquéreurs de « duck stamps » ont été supprimées en 2002 pour être remplacées par le Harvest Information Program (HIP), en vigueur depuis 1999 (USFWS, 2003). Ce nouveau programme d'enquête vise les détenteurs de permis de chasse délivrés par les états plutôt que les acquéreurs de « duck stamps », et, à l'aide de ce programme, le USFWS stratifie les échantillons selon l'espèce chassée et le taux de succès. On remet aux chasseurs échantillonnés un journal de chasse afin d'éviter les problèmes de mémoire et on leur envoie des rappels durant la saison de chasse pour s'assurer qu'ils remplissent les formulaires d'enquête. Le Waterfowl Parts Collection Survey est le pendant étatsunien de l'Enquête sur la composition des prises par espèce (ECPE) du Canada et est demeuré relativement inchangé depuis les années 1950. Les enquêtes étatsuniennes distinguent les oies en phase bleue des oies en phase blanche et présument que les oies en phase bleue sont des Petites Oies des neiges; cependant, dans les états de la voie de migration de l'Atlantique, la proportion des oies en phase bleue dans la récolte est minime (moyenne = 0,02; variation annuelle = de 0 à 0,04) et, comme dans le cas de la récolte canadienne, nous présumons que toutes les Oies des neiges en phase bleue ou blanche sont des Grandes Oies des neiges. Pour obtenir plus de renseignements sur les enquêtes des États-Unis, consulter le USFWS (2003).

Les estimations des récoltes dans le présent rapport sont tirées des bases de données de l'Enquête nationale sur les prises pour le Québec et des enquêtes équivalentes aux États-Unis pour les états de la voie de migration de l'Atlantique (Serie, 1996; Martin et Padding, 1997; idem, 1998; idem, 1999; idem, 2000; idem, 2001; idem, 2002; USFWS, 2003). Les estimations de la récolte de Grandes Oies des neiges tirées du nouveau système de surveillance du HIP aux États-Unis étaient en moyenne 37 % plus élevées que les estimations obtenues à l'aide de l'ancienne méthode pour les mêmes années (USFWS, 2003; voir le tableau 1-5 pour une comparaison de ces chiffres). Cependant, les estimations tirées de cette nouvelle méthode ne sont que préliminaires et pourraient en fait surestimer la récolte réelle, car on ne tient pas compte des réponses biaisées (p. ex souvenirs inexacts de la récolte ou exagération du nombre d'oiseaux abattus) [P.I. Padding, USFWS, comm. pers.]. Par conséquent, les données sur la récolte du présent rapport pour 1999 à 2001 sont tirées des enquêtes originales sur la récolte auprès des acquéreurs de timbres représentant un canard afin de faciliter la comparaison avec les années antérieures. Pour 2002, les données du HIP ont été utilisées puisque l'enquête sur la récolte auprès des acquéreurs de « duck stamps » a été supprimée.



Tableau 1-5. Estimations de la récolte annuelle d'Oies des neiges dans les états de la voie de migration de l'Atlantique, tirées des enquêtes auprès des acquéreurs de « duck stamps » (jusqu'en 2001, le programme est aujourd'hui suspendu) et du Harvest Information Program (en vigueur depuis 1999; chiffres préliminaires seulement), et différence entre les nouvelles estimations et les estimations tirées des enquêtes originales (moyenne : 37 %). Données tirées de P. Padding (données inédites).

	Enquête sur la récolte auprès des acquéreurs de « duck stamps »	Harvest Information Program	Différence
1999	40 100	54 800	36 %
2000	47 000	71 900	53 %
2001	64 300	77 800	21 %
2002	---	39 300	---

Le taux de récolte annuel a été calculé comme suit : récolte annuelle totale (Canada + États-Unis) divisée par la taille de la population en automne (c.-à-d. la taille de la population au printemps multipliée par le taux de survie des adultes entre le printemps et l'automne, ajusté pour prendre en compte la production de juvéniles estimée pour l'année par les enquêtes sur la productivité automnale), d'après la procédure de Menu *et al.* (2002); la récolte du printemps a été incluse dans la récolte de l'automne et de l'hiver précédents (p. ex. la récolte du printemps 2003 a été incluse dans la saison de chasse 2002-2003). Les taux de récolte saisonniers (automne, hiver et printemps) ont été estimés de la même manière, c'est-à-dire que la récolte de chaque saison a été calculée relativement à l'estimation de la population totale de l'automne précédent (soit au début de la saison de chasse). On a employé cette méthode puisque, pour la plupart des années, peu de données relatives aux retours des bagues étaient disponibles et qu'il n'existe pas d'estimation exacte sur le taux de retour de bagues pour cette population. De plus, il existe plusieurs documents concernant les variations significatives du taux de survie des juvéniles de Grandes Oies des neiges après le premier envol au cours de la migration automnale (c.-à-d. après le baguage, mais avant la récolte) [Menu *et al.*, 2005], ce qui limite l'utilité des données relatives au baguage pour estimer les taux de récolte des juvéniles. Les taux de récolte des adultes estimés à l'aide des données de l'enquête sur la récolte et de l'inventaire de la population étaient grandement corrélés avec les taux de retour basés sur les modèles de retour des bagues des années pendant lesquelles ces taux de retour étaient disponibles (entre 1990 à 2002), mais, comme prévu, la corrélation n'était pas aussi forte en ce qui concerne les juvéniles (Calvert et Gauthier, 2005).

Activité de chasse

La figure 1-17 illustre le nombre total de chasseurs pendant la saison régulière (c.-à-d. automne et hiver), mesuré par la vente de permis de chasse à la sauvagine, ainsi que le nombre de chasseurs de sauvagine actifs. De façon générale, les ventes de permis ont diminué à long terme au Canada et aux États-Unis. Cependant, les ventes de permis dans la partie étatsunienne de la voie de migration de l'Atlantique sont demeurées relativement stables depuis le début des années 1990, tandis que les ventes de permis au Québec ont continué de diminuer (quoique beaucoup moins rapidement depuis 1997). Le nombre de chasseurs de sauvagine actifs affiche généralement un déclin similaire à celui des ventes de permis, à l'exception de la voie de migration de l'Atlantique, où le nombre de chasseurs actifs a augmenté au cours de la dernière décennie. L'activité de la chasse ne semble pas avoir changé depuis l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation dans l'une ou l'autre de ces régions. Il convient de souligner toutefois que ces données englobent tous les types de chasseurs de sauvagine, et pas seulement les chasseurs de Grandes Oies des neiges. En ce qui concerne la récolte de conservation du printemps au Québec,



les relevés indiquent que le nombre de chasseurs actifs au printemps (\pm écart-type) a diminué au cours des sept années où ces mesures ont été en vigueur, passant de 9 643 (\pm 346) en 1999 à 3 921 (\pm 259) en 2005 (tableau 1-6).

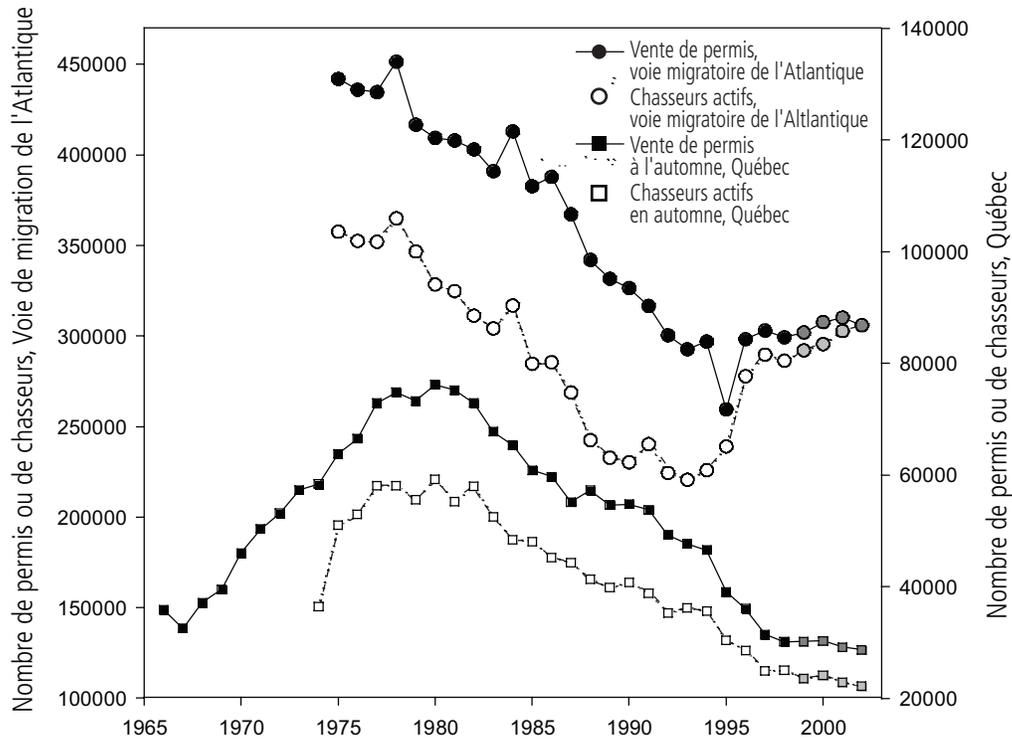


Figure 1-17. Ventes annuelles totales de permis de chasse à la sauvagine et nombre de chasseurs de sauvagine actifs au Québec et dans les états de la voie de migration de l'Atlantique. On ne dispose de données sur la voie de migration de l'Atlantique que depuis 1975, année où la chasse à l'Oie des neiges a été rouverte, alors que les données sur les ventes de permis au Québec débutent en 1967 et que les données sur les chasseurs actifs au Québec remontent à 1974 (les données à partir de 1999 englobent la récolte printanière). Les points gris indiquent les années où les mesures spéciales de conservation ont été mises en œuvre.

Tableau 1-6. Récolte de conservation printanière au Québec (de 1999 à 2005)

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Nombre de chasseurs actifs	9 643	9 171	6 574	6 772	4 039	3 842	3 921
Nombre de chasseurs avec prise	4 824	5 773	4 639	3 639	2 772	2 667	2 799
Jours de chasse		48 043	31 912	32 008	15 913	17 780	15 766



Méthodes de récolte et succès de la chasse

Le nombre d'Oies des neiges abattues par chasseur avec prise durant la chasse d'automne au Québec est illustré à la figure 1-18; ces chiffres constituent un indice du taux de succès annuel des chasseurs. Avant la mise en œuvre des mesures spéciales, la récolte moyenne par chasseur a augmenté au fil du temps (régression linéaire de 1974 à 1998 : pente = 0,187 oie par année, $R^2 = 0,502$, $P < 0,001$). La tendance s'est maintenue après l'entrée en vigueur des mesures spéciales (régression linéaire de 1974 à 2002 : pente = 0,184 oie par année, $R^2 = 0,532$, $P < 0,001$), et on ne relève aucune incidence des nouvelles mesures (test t unilatéral comparant les résidus de la relation de 1974 à 2002 entre 1974 à 1998 et 1999 à 2002, $t = -0,03$, $df = 27$, $P = 0,49$).

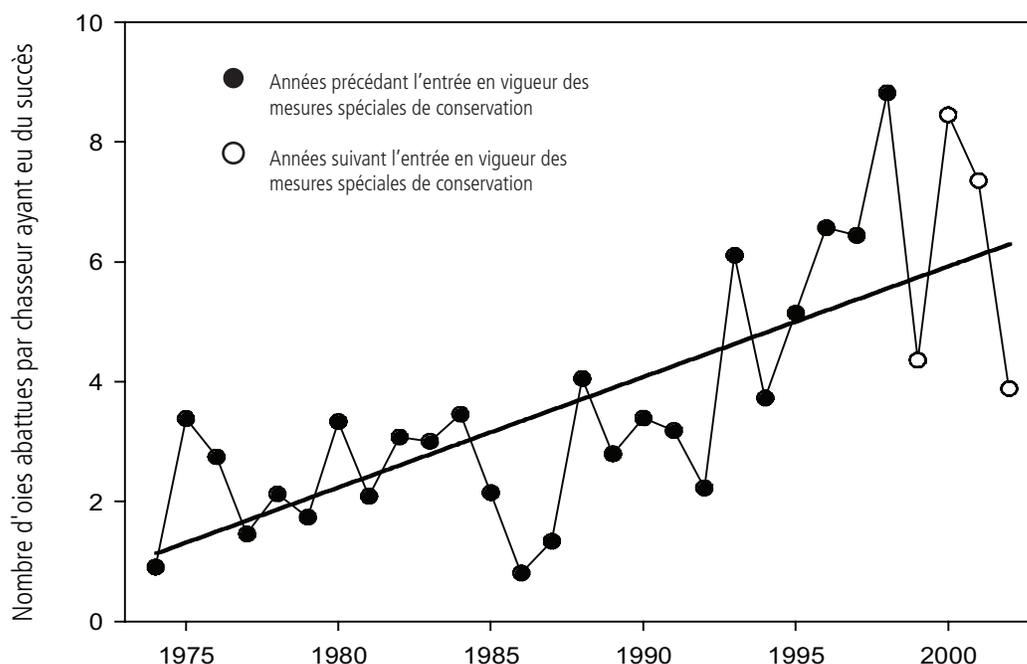


Figure 1-18. Récolte moyenne annuelle en automne par chasseur au Québec, mesurée par le nombre annuel de Grandes Oies des neiges récoltées par un chasseur à l'oie avec prises. Le taux de succès augmente linéairement au fil du temps, et les pentes demeurent pratiquement les mêmes avant et après l'entrée en vigueur des mesures de conservation ($R^2 = 0,532$, $P < 0,001$).

On a évalué le succès relatif de chaque méthode de chasse permise durant la récolte de conservation du printemps à l'aide d'enquêtes et de questionnaires conçus à cet effet (Lemoine, 2003). Les données recueillies suggèrent que le rampement était la technique la plus efficace lors de la première année d'entrée en vigueur de la récolte printanière (1999), mais le succès de cette technique a diminué avec le temps, peut-être parce que les oies ont développé une méfiance à l'égard des chasseurs (figure 1-19). Par contraste, les chasseurs utilisant un affût et des appelants ont connu un succès grandissant et cette utilisation a augmenté au fil du temps; devenant à la troisième année de la récolte printanière (2001) la technique la plus efficace (Lemoine, 2003). Ce second résultat était attribuable en partie à une augmentation de l'utilisation d'enregistrements d'appels électroniques chez les chasseurs utilisant affût et appelants.

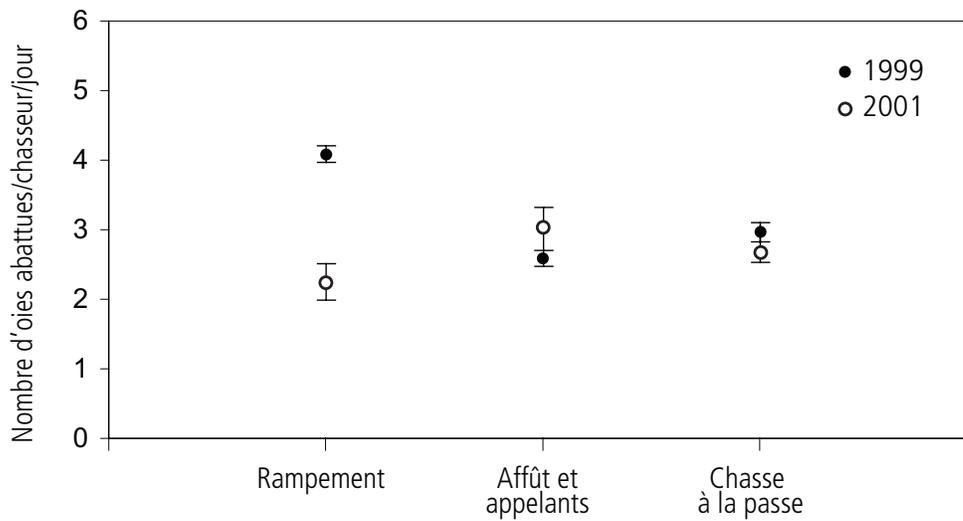


Figure 1-19. Nombre moyen (\pm écart-type) de Grandes Oies des neiges abattues par jour par chasseur avec prise en fonction des divers types de chasse : rampement, affût et appelants et chasse à la passe, durant la récolte de conservation du printemps de 1999 et de 2001. Données tirées de journaux de chasse et d'une enquête postale du SCF.

Le succès de la récolte du printemps par région (défini comme la probabilité d'abattre et de récupérer au moins une oie et calculé à l'aide de la proportion des chasseurs actifs avec prise) peut également être estimé à l'aide des données tirées des enquêtes spéciales du printemps menées par le SCF depuis 1999. La proportion annuelle de chasseurs avec prise, répartie par districts de chasse au Québec (consulter l'annexe C) est illustrée à la figure 1-20. Le succès est généralement en hausse dans la région du haut estuaire (district F) et du lac Saint-Pierre (district G), mais est relativement stable ailleurs, et généralement le plus faible dans la région de Montréal-Outaouais (district H) et des Cantons-de-l'Est (district I).

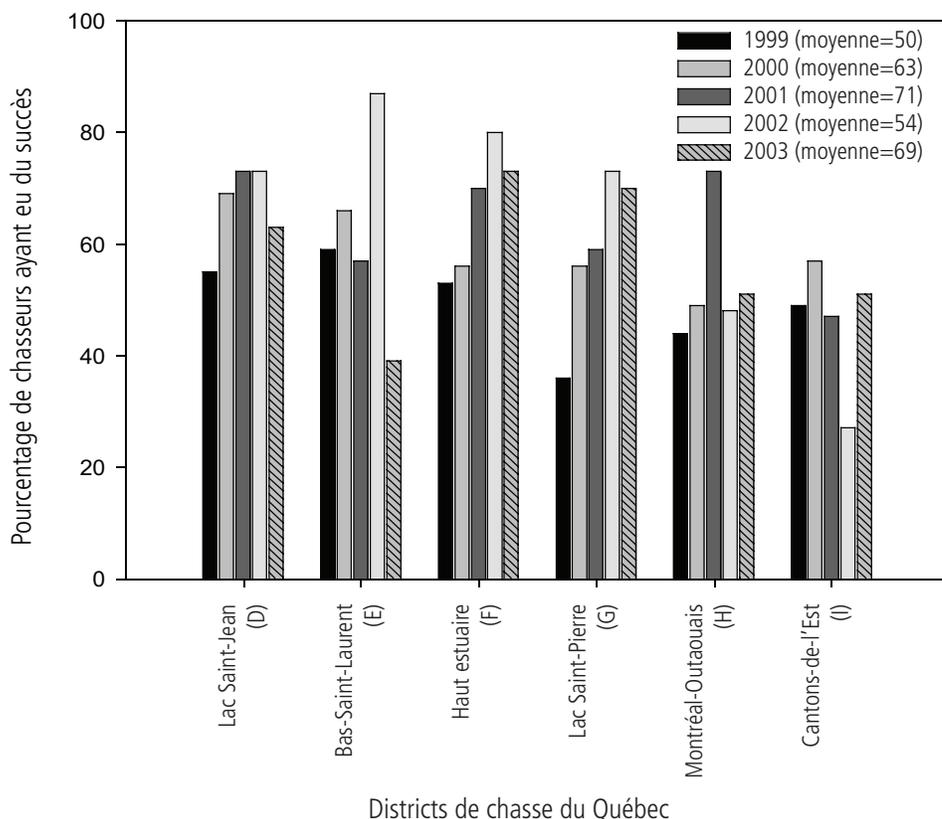


Figure 1-20. Pourcentage estimé de chasseurs ayant abattu au moins une oie durant la récolte de conservation printanière à la Grande Oie des neiges, par district de chasse du Québec. Consulter l'annexe C pour voir l'illustration des districts. Les données de 2003 pour Montréal-Outaouais (district H) et les Cantons-de-l'Est (district I) apparaissent égales, car seule la somme des deux a été estimée. Les moyennes annuelles pour toutes les régions combinées sont indiquées dans la légende.

Taux de récolte

La récolte totale a augmenté durant la période de croissance démographique, mais à un rythme différent de celui de l'abondance de l'espèce, ce qui s'est traduit par une baisse du taux de récolte avec le temps. Les taux de récolte par saison sont illustrés aux figures 1-21 (adultes) et 1-22 (juvéniles). Ces données indiquent que la variation dans le taux de récolte peut être divisée en quatre périodes distinctes : avant 1975 (réouverture de la saison de chasse aux États-Unis), de 1975 à 1984, de 1985 à 1997 et depuis 1998 (c.-à-d. la mise en œuvre des mesures spéciales; consulter également Menu *et al.*, 2002). Le taux de récolte a augmenté à la suite de l'ouverture de la récolte dans la voie de migration de l'Atlantique en 1975 et est demeuré relativement stable jusqu'en 1984 (24,4 % ± 2,4), mais a diminué de nouveau au milieu des années 1980 et est demeuré faible (12,2 % ± 0,1 pour la période de 1985 à 1997) jusqu'à l'entrée en vigueur des nouvelles mesures lors de la saison de chasse 1998-1999. Cependant, l'incidence de ces mesures n'a pas été la même chez les adultes et chez les juvéniles (analyse de variance, interaction âge*période, $F_{3,62} = 3,42$, $P = 0,022$). La baisse de la récolte observée au milieu des années 1980 a été importante tant chez les adultes que chez les juvéniles (tableau 1-7), mais, à la suite de la mise en œuvre des nouvelles mesures en 1998, le taux de récolte a plus que doublé chez les adultes alors qu'il n'a présenté qu'une légère augmentation non significative chez les juvéniles (tableau 1-7; taux de récolte pour la période : 19,1 % ± 1,3).

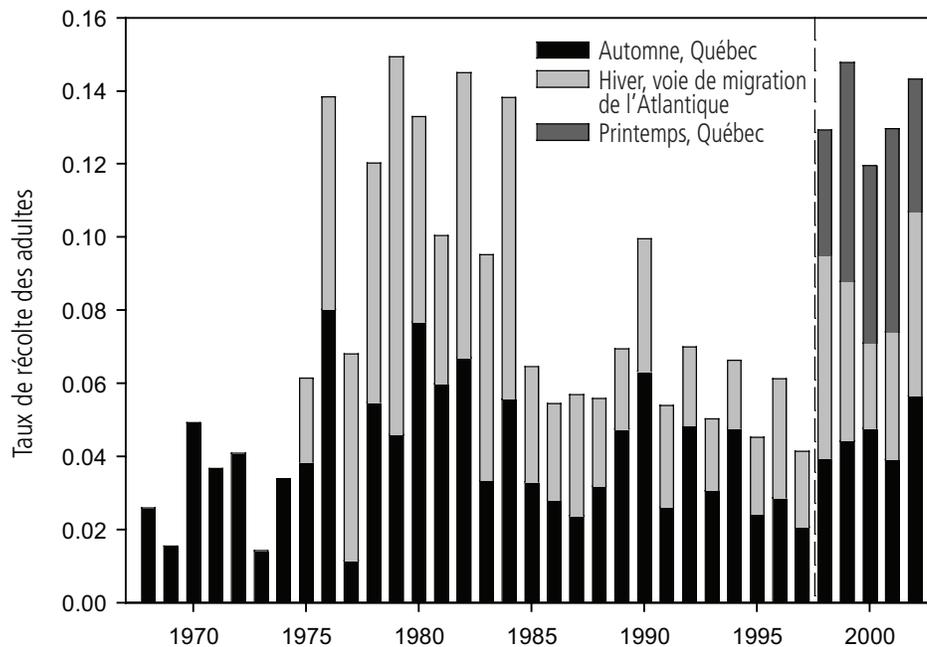


Figure 1-21. Taux de récolte annuel des Grandes Oies des neiges adultes réparti par saison entre 1968 et 2002, exprimé par la proportion de la population d'automne récoltée durant chaque saison. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation.

L'analyse des données par saison et par région (en automne au Québec et en hiver aux États-Unis) et par période révèle différentes variations temporelles entre les saisons (tableau 1-7). Encore une fois, les variations dans les taux de récolte annuels n'étaient pas les mêmes entre les groupes d'âge (analyse de variance, interaction âge*periode, en automne au Québec : $F_{3,62} = 2,64$, $P = 0,057$; en hiver dans les états de la voie de migration de l'Atlantique : $F_{3,50} = 4,76$, $P = 0,013$). Les taux de récolte des adultes en automne au Québec ont décliné considérablement après 1984, par 32 %, et ont présenté une augmentation non significative après l'entrée en vigueur des nouvelles mesures en 1998 (tableau 1-7). Dans les états de la voie de migration de l'Atlantique, les taux de récolte des adultes présentent, après 1984, une baisse plus importante qu'au Québec (59 %) et une augmentation non significative après l'entrée en vigueur des nouvelles mesures en 1998 (tableau 1-7). Chez les juvéniles, les taux de récolte ont également diminué au milieu des années 1980, tant en automne qu'en hiver. Avec les nouvelles mesures à compter de 1998, les taux de récolte des juvéniles sont demeurés les mêmes au Québec, mais ont présenté une augmentation non significative dans les états de la voie de migration de l'Atlantique (tableau 1-7).

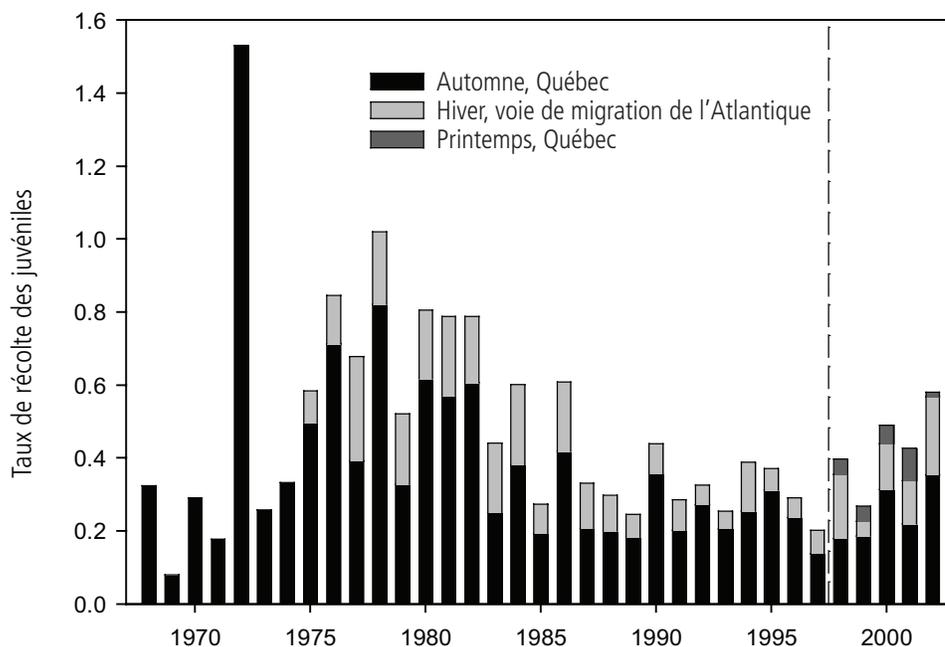


Figure 1-22. Taux de récolte annuel des Grandes Oies des neiges juvéniles réparti par saison de 1968 à 2002, exprimé par la proportion de la population d'automne récoltée durant chaque saison; certaines estimations du taux de récolte des juvéniles sont supérieures à 1, ce qui est probablement dû à des données erronées sur la récolte les premières années où des données ont été recueillies. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation.

Tableau 1-7. Taux moyen de récolte des Grandes Oies des neiges (IC 95 %) par âge (adultes de plus de 1 an et juvéniles), par région et par période. Les périodes ont été subdivisées de manière à refléter une certaine stabilité dans les taux de récolte. Les périodes sans récolte lors d'une saison particulière sont indiquées (s.r.). Les lettres en exposant qui diffèrent les unes des autres dans une rangée indiquent une différence significative entre les moyennes (test a posteriori de Tukey, $P < 0,05$).

		Taux moyen de récolte (IC 95%)			
		De 1968 à 1974	De 1975 à 1984	De 1985 à 1997	De 1998 à 2002
Total annuel	Adultes	0,031 (0,015-0,047) ^a	0,115 (0,101-0,128) ^b	0,061 (0,049-0,073) ^c	0,134 (0,115-0,153) ^b
	Juvéniles	0,428 (0,236-0,620) ^{ab}	0,708 (0,548-0,869) ^a	0,332 (0,191-0,473) ^b	0,433 (0,206-0,660) ^{ab}
Québec/ automne	Adultes	0,031 (0,019-0,043) ^a	0,052 (0,043-0,062) ^b	0,035 (0,026-0,044) ^a	0,046 (0,032-0,059) ^{ab}
	Juvéniles	0,428 (0,239-0,617) ^a	0,518 (0,360-0,676) ^a	0,245 (0,106-0,283) ^a	0,251 (0,027-0,474) ^a
États de la voie de migration de l'Atlantique/ hiver	Adultes	s.r.	0,063 (0,052-0,072) ^a	0,026 (0,017-0,035) ^b	0,042 (0,028-0,056) ^{ab}
	Juvéniles	s.r.	0,190 (0,158-0,223) ^a	0,087 (0,059-0,115) ^b	0,135 (0,089-0,180) ^{ab}
Québec/ printemps	Adultes	s.r.	s.r.	s.r.	0,047 (0,037-0,057)
	Juvéniles	s.r.	s.r.	s.r.	0,047 (0,023-0,072)



Rapport d'âge dans la récolte

Le rapport d'âge de la récolte a varié au cours d'une année, la proportion de juvéniles abattus étant beaucoup plus grande en automne qu'en hiver (figure 1-23). La plus grande vulnérabilité des juvéniles par rapport aux adultes explique leur grande représentation dans la récolte d'automne. La diminution de la proportion des juvéniles dans la récolte d'hiver est due, en partie, à une diminution de leur vulnérabilité avec le temps, ainsi qu'à une diminution de leur abondance. La récolte de conservation du printemps a été mise en œuvre avec l'objectif d'accroître la récolte des adultes, et cela semble avoir réussi, puisqu'on relève une plus grande proportion d'adultes dans la récolte du printemps que dans les récoltes des autres saisons. La proportion d'adultes dans la récolte d'automne a également augmenté à la suite de l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation en 1999, alors que la proportion de la récolte d'hiver est demeurée stable. Les rapports d'âge de la récolte a varié non seulement sur une grande échelle régionale (c.-à-d. la récolte d'automne au Québec comparée à la récolte d'hiver dans la voie de migration de l'Atlantique comparée à la récolte du printemps au Québec), mais également à l'intérieur même du Québec. On compte dans la récolte une plus grande proportion de juvéniles dans les régions que ceux-ci atteignent tôt durant la migration d'automne (p. ex. le lac Saint-Jean et l'estuaire du Saint-Laurent) que dans les régions qu'ils atteignent plus tard (figure 1-24), ce qui reflète le même phénomène de diminution de l'abondance et de la vulnérabilité des juvéniles en fonction du temps durant leur première année de vie.

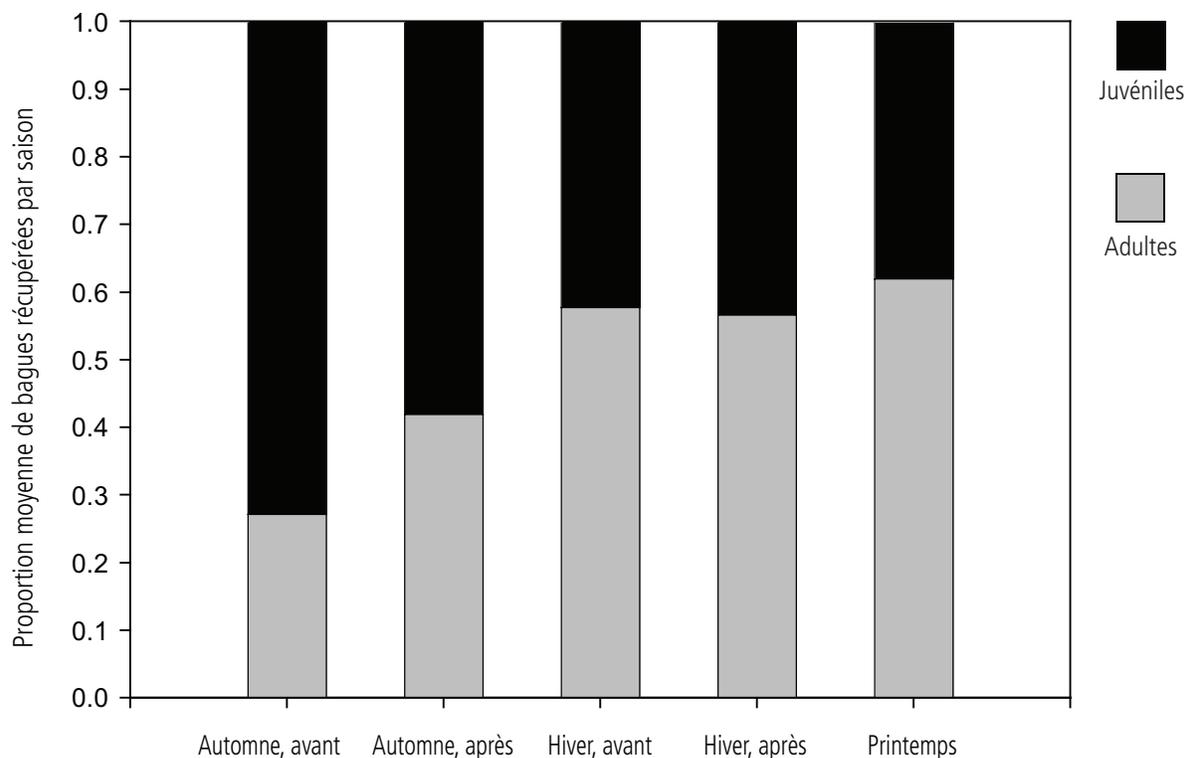


Figure 1-23. Proportion moyenne de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles parmi les oiseaux bagués rapportés par des chasseurs avant l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation (de 1990 à 1997, « avant ») et après l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation (de 1998 à 2002, « après »). Données jusqu'en 2001 tirées de Calvert *et al.* (2005).



La représentation des groupes d'âge dans la récolte a également varié au fil du temps. Les queues retournées par les chasseurs en automne indiquent une augmentation graduelle de la proportion d'adultes récoltés au Québec, avec une augmentation notable au cours de la période suivant l'entrée en vigueur des mesures de conservation (figure 1-25). Aux fins de comparaison, les retours de queues ont été préférés aux retours de bagues, puisque les rapports d'âge de l'échantillon d'individus bagués variaient avec le temps (en particulier au cours des années 1970 et 1980), ce qui risquait de biaiser les rapports d'âge définis à partir des bagues récupérées.

La vulnérabilité des juvéniles à la récolte au cours de leur première année de vie se traduit probablement par une forte augmentation du nombre de juvéniles abattus les années où leur abondance est élevée. Les données recueillies dans la Réserve nationale de faune du cap Tourmente (A. Reed et S. Turgeon, SCF, comm. pers.) indiquent que la proportion des juvéniles dans la récolte augmente proportionnellement à la représentation des juvéniles dans les volées au début de l'automne lorsque celle-ci est inférieure à environ 25 %, mais qu'elle se stabilise au-delà de ce point ($P < 0,0001$, $R^2 = 0,826$; figure 1-26).

Variation spatio-temporelle de la récolte

Les changements dans la répartition de la récolte avec le temps ont été décrits précédemment et employés pour déduire des changements dans la répartition des oies. Cependant, il convient de souligner que le déclin abrupt du taux de récolte hivernale relevé au milieu des années 1980 a coïncidé avec un déplacement vers le nord de la répartition des oies, déduit à partir des inventaires d'hiver et de la répartition des bagues récupérées (voir ci-dessus). Calvert *et al.* (2005) soutiennent que ce déplacement de la répartition vers le nord est la principale cause du déclin abrupt de la récolte hivernale durant cette période.

La répartition géographique de la récolte de conservation printanière au Québec était également suivie dans le cadre d'inventaires spéciaux depuis 1999, lesquels ont permis d'obtenir de l'information qui est venue s'ajouter aux renseignements obtenus à partir des oiseaux bagués récoltés au printemps. La majorité de la récolte du printemps s'est déroulée dans le haut estuaire du Saint-Laurent (région F), bien que la proportion ait diminué depuis 2001, soit l'année où la date d'ouverture de la récolte de conservation printanière est passée du 15 avril au 1^{er} avril. La proportion de la récolte dans le bas estuaire du Saint-Laurent (région E) a également diminué, mais, dans ce cas précis, la diminution a été considérable et constante depuis l'ouverture de la récolte printanière. Par contraste, la proportion de la récolte printanière dans la région du lac Saint-Jean (région D), et en particulier aux environs de Montréal (région H) a augmenté, alors qu'elle est demeurée stable près du lac Saint-Pierre (région G; figure 1-27). L'augmentation dans la région H pourrait être liée à l'ouverture plus tôt de la récolte de conservation du printemps (le 1^{er} avril au lieu du 15 avril) depuis 2001, permettant aux chasseurs du Québec d'avoir accès aux oies dans des secteurs atteints plus tôt lors de leur migration vers le nord (en général le sud-ouest du Québec).

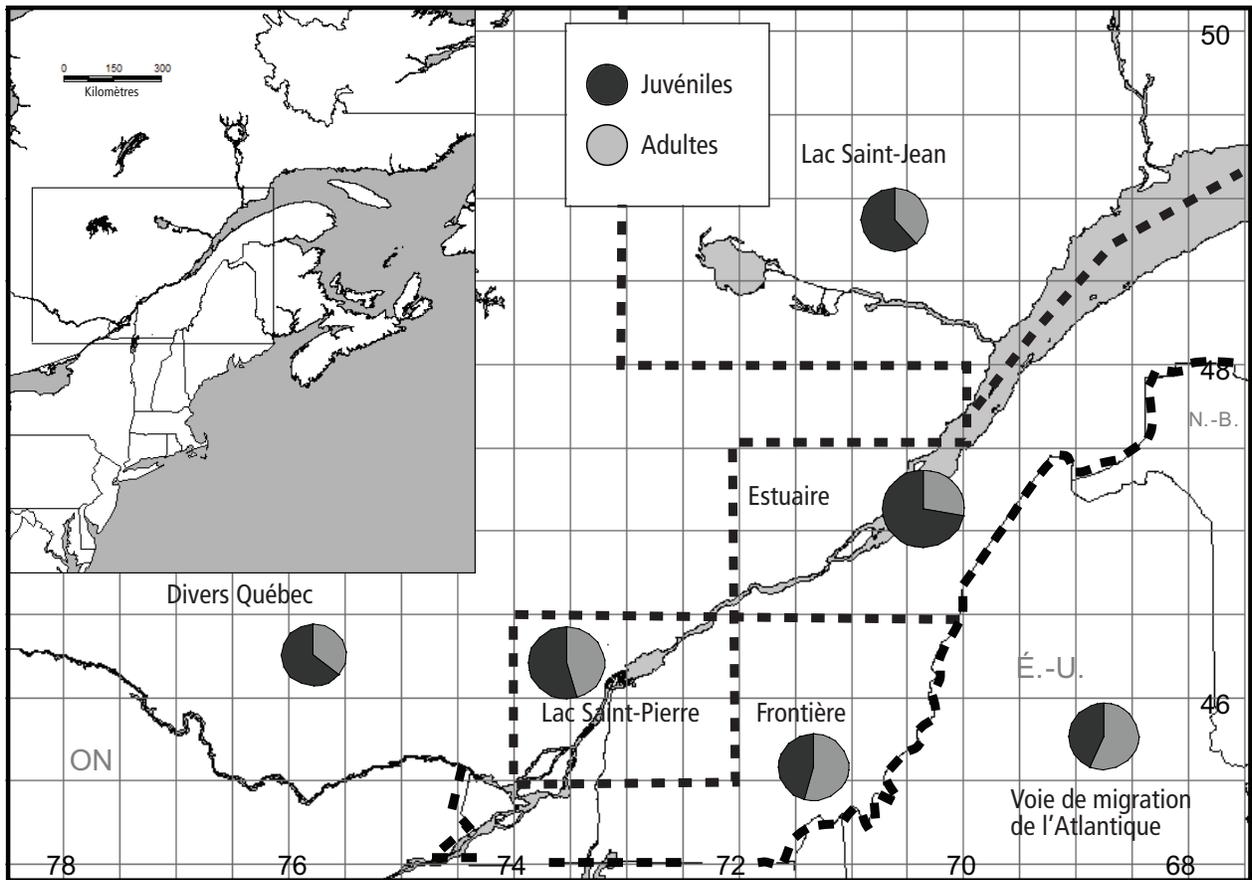


Figure 1-24. Proportion moyenne de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles parmi les oiseaux bagués récupérés par des chasseurs, subdivisée par région du Québec et pour l'ensemble de la voie de migration de l'Atlantique, de 1970 à 2002. La taille du cercle est proportionnelle à la taille de l'échantillon sur une échelle logarithmique (lac Saint-Jean : 626; estuaire : 6 758; frontière : 1 269; lac Saint-Pierre : 1 122; Québec divers : 470; voie de migration de l'Atlantique : 845). Données jusqu'en 2001 tirées de Calvert *et al.* (2005).

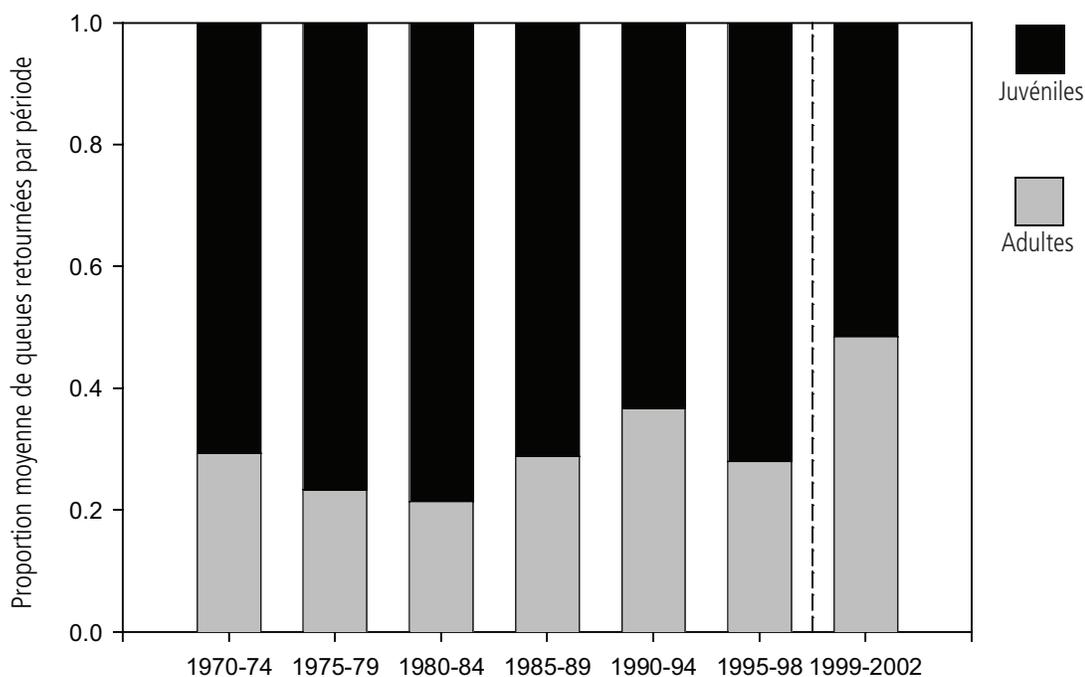


Figure 1-25. Proportion moyenne de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles dans la récolte d'automne au Québec en fonction du temps, d'après le nombre de queues retournées dans le cadre de l'Enquête sur la composition des prises par espèce. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données jusqu'en 2001 tirées de Calvert *et al.* (2005).

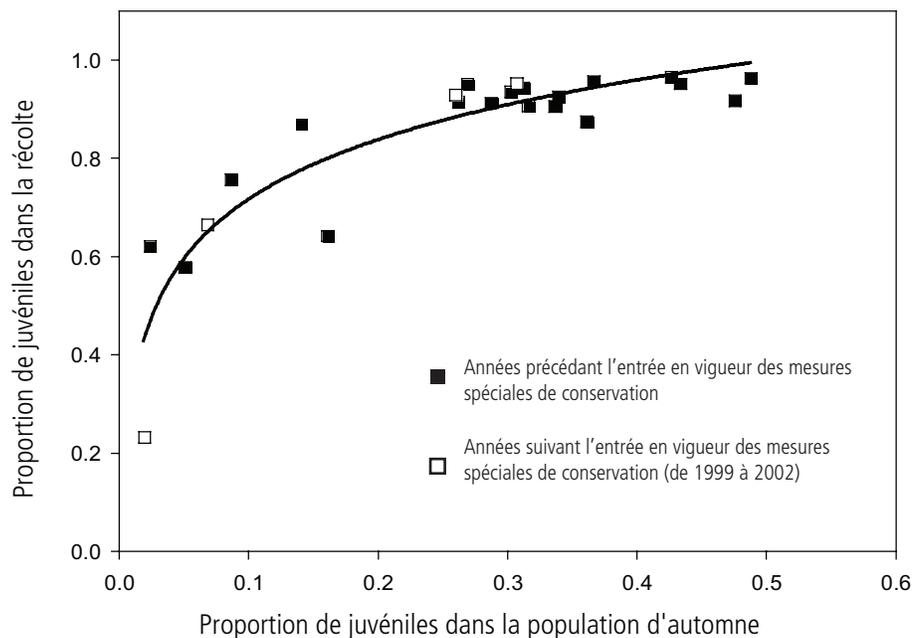


Figure 1-26. Proportion des Grandes Oies des neiges juvéniles (< 1 an) dans la récolte d'automne à la Réserve nationale de faune du Cap Tourmente, au Québec, relativement à la proportion de juvéniles observés dans la population d'automne chaque année de 1980 à 2002. La courbe en noir est une régression logarithmique des données empiriques ($R^2 = 0,826$). Données tirées de A. Reed et S. Turgeon (données inédites).

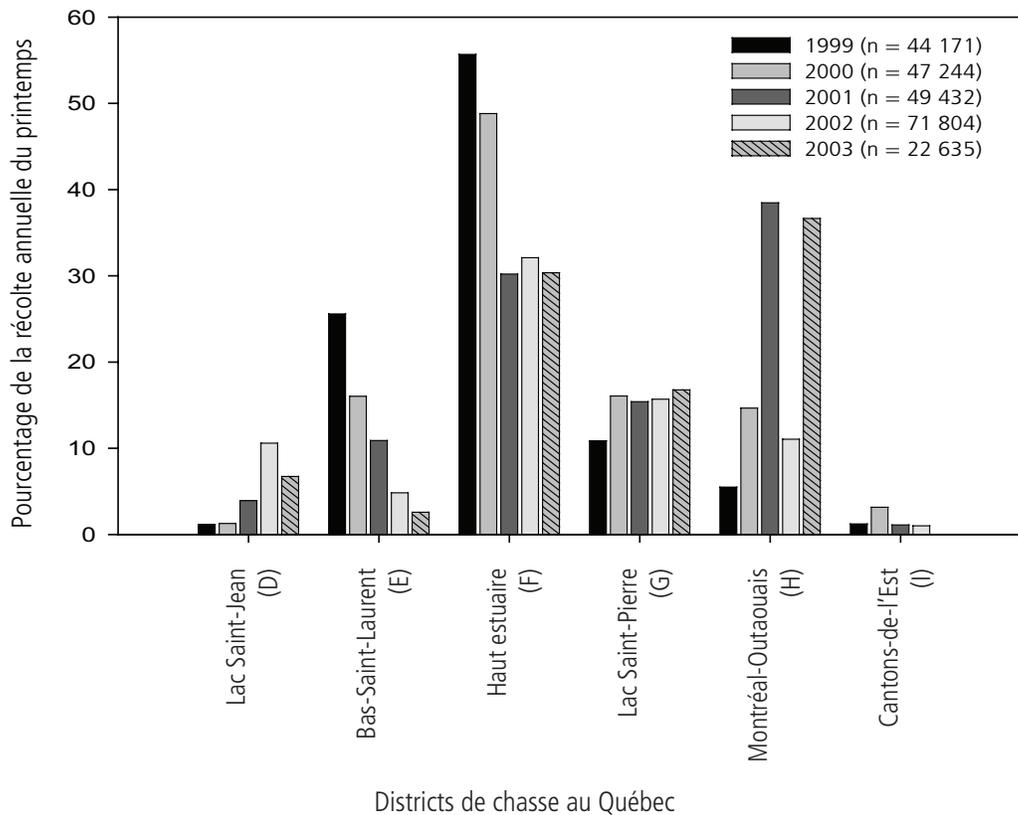


Figure 1-27. Répartition régionale des Grandes Oies des neiges abattues durant la récolte de conservation du printemps par district au Québec (consulter l'annexe C). Le nombre total d'oies récoltées est indiqué dans la légende. Remarque : Seule la somme de la récolte des régions H et I a été estimée en 2003; elle est présentée dans le district H ci-dessus.

Sommaire : caractéristiques de la récolte

- Les ventes de permis de chasse à la sauvagine au Québec et dans les états de la voie de migration de l'Atlantique ont diminué jusqu'au milieu des années 1990, mais sont demeurées relativement stables depuis. Le nombre de chasseurs actifs a suivi la même tendance au Québec, mais a augmenté depuis le milieu des années 1990 dans les états de la voie de migration de l'Atlantique après avoir initialement connu une baisse. On présume que ces tendances se reflètent dans le nombre de chasseurs de Grandes Oies des neiges.
- Les taux de récolte sont demeurés faibles à compter du milieu des années 1980 jusqu'à l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation de la chasse en 1998-1999; les taux de récolte, en particulier des oies adultes, ont augmenté depuis, et cette augmentation a été plus marquée pour la récolte hivernale dans la voie de migration de l'Atlantique que pour la récolte automnale au Québec. Si l'on tient compte de la récolte printanière, les taux annuels globaux de récolte des adultes – mais non des juvéniles – dépassent actuellement les taux élevés de la fin des années 1970 et du début des années 1980.
- Une ouverture précoce de la récolte de conservation printanière depuis 2001 pourrait s'être traduite par un accroissement de la proportion de la récolte dans le sud-ouest du Québec par rapport à 1999-2000, car cette région est la première atteinte par les oies migrant vers le nord.



INCIDENCE DE LA RÉCOLTE SUR LA MORTALITÉ ET LA SURVIE

Chez l'oie, la mortalité due à la récolte et la mortalité naturelle sont généralement additives (Hestbeck et Malecki, 1989; Francis *et al.*, 1992; Hestbeck, 1994; Gauthier *et al.*, 2001). Tout changement dans la récolte devrait donc se refléter directement dans le taux de mortalité et, concurremment, dans le taux de survie des oies. La croissance démographique de la Grande Oie des neiges est extrêmement sensible aux variations du taux de survie des adultes (Gauthier et Brault, 1998), de sorte que les changements dans la récolte des adultes se répercuteraient fortement sur le taux de croissance de la population. Voilà pourquoi la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation des Grandes Oies des neiges visait une réduction du taux de survie des adultes par l'accroissement du taux de mortalité due à la chasse (Gauthier et Brault, 1998). Les données des relevés de la récolte présentées dans le chapitre précédent démontraient une augmentation de la récolte (consulter l'annexe A) et du taux de récolte (voir les figures 1-21 et 1-22). Par conséquent, on peut s'attendre à ce que l'accroissement du taux de mortalité due à la chasse observé depuis 1999 se traduise par une diminution correspondante du taux de survie. Dans le présent chapitre, nous avons évalué la force de cette relation attendue.

Estimation des probabilités annuelles et saisonnières de survie et de récupération

Comme il a été indiqué précédemment, on procède au marquage de Grandes Oies des neiges à l'aide de bagues tarsales métalliques depuis 1990, pendant la saison de reproduction sur l'île Bylot, au Nunavut. Des modèles fondés sur la récupération des bagues peuvent offrir une estimation des probabilités de survie et de récupération. Le dernier paramètre est la probabilité qu'un oiseau bagué soit abattu, ramené et signalé au cours de la saison de chasse suivante (Brownie *et al.*, 1985). Aux fins du présent chapitre, le terme « année » renvoie à une période de 12 mois commençant au moment du baguage l'année en question et se terminant juste avant le baguage l'année suivante (p. ex. « 1996 » renvoie à la période entre août 1996 et juillet 1997). Entre 1990 et 2002, 44 874 oies ont été baguées sur l'île Bylot, au Nunavut. On a déterminé le sexe et l'âge (juvénile et adulte) de tous les oiseaux et ils ont tous été marqués à l'aide de bagues métalliques du USFWS, quelques adultes (surtout des femelles) ont aussi été marqués avec un collier en plastique (voir Menu *et al.*, pour obtenir plus de détails). Les données de récupération ($n = 4\ 830$) ont été obtenues auprès du Bird Banding Laboratory aux États-Unis et seulement les oies sauvages abattues par des chasseurs ont été utilisées dans cette analyse. Les estimations des taux de récolte annuelle sont considérées comme le ratio du nombre total de Grandes Oies des neiges qui ont été rapportées lors des enquêtes sur la récolte et dans la taille de la population à l'automne (décrits précédemment). Des modèles de récupération des bagues ont été contruits à l'aide du programme MARK (White et Burnham, 1999) afin d'estimer les taux de survie et de récupération annuels de 1990 à 2002 (à moins d'indication contraire, toutes les analyses de la survie, de la récupération et de la mortalité sont tirées de Calvert et Gauthier [2005]; les détails méthodologiques sont décrits dans cette source de référence).

Nous avons également analysé l'incidence relative de chaque saison de chasse (saison régulière en automne au Québec, saison régulière en hiver aux États-Unis et saison de conservation printanière au Québec) sur le taux de mortalité général après la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. L'élaboration d'un modèle plus flexible par le truchement du programme SURVIV (White, 1983) a permis de distinguer les taux de récupération pour chacune de ces saisons de chasse. Pour chaque année, les récupérations de bagues ont été divisées en deux (automne au Québec et hiver aux États-Unis, de 1990 à 1997) ou en trois saisons (automne au Québec, hiver aux États-Unis et printemps au Québec, de 1998 à 2002). La structure du modèle repose sur l'hypothèse que le nombre d'oiseaux bagués récupérés lors d'une saison donnée dépend non seulement du taux de survie depuis le baguage et des taux de récupération annuels et saisonniers, comme le postulent les modèles



annuels, mais également de la probabilité que l'oie n'ait pas été abattue lors d'une saison de chasse antérieure la même année (pour connaître les détails de la structure du modèle, consulter Calvert et Gauthier, 2005).

Effets des mesures de conservation sur les taux de récupération annuels et saisonniers

On a relevé une importante variation dans le taux de récupération annuel des oies en fonction de l'âge, du sexe des adultes et du port d'un collier de plastique. De manière plus précise, les taux de récupération des adultes ont augmenté considérablement après la mise en œuvre des mesures de conservation par rapport aux saisons précédentes (figure 1-28). Les taux de récupération des juvéniles étaient beaucoup plus variables que ceux des adultes, mais généralement plus élevés après la mise en œuvre des mesures de conservation (figure 1-29). Un modèle comparant les taux annuels de récupération des adultes avant et après l'entrée en vigueur des mesures spéciales correspondait fortement aux données lorsque combiné avec un effet de la sollicitation des bagues (qui modifierait le taux de signalement) durant l'automne, de 1990 à 1993.

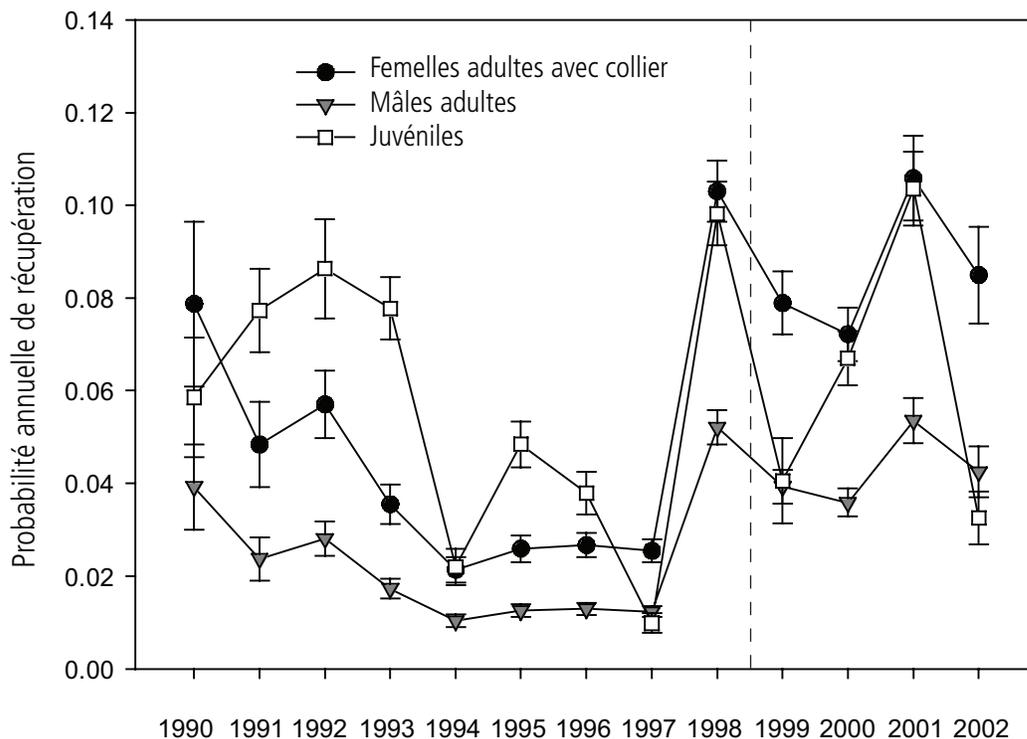


Figure 1-28. Probabilités annuelles de récupération (moyenne \pm écart-type) des Grandes Oies des neiges de 1999 à 2002, estimées par le meilleur modèle du programme MARK. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation (tiré de Calvert et Gauthier, 2005).



Les estimations des taux de récupération saisonniers sont présentées à la figure 1-29. Dans l'ensemble, les taux de récupération en automne tendaient à être élevés au début des années 1990, probablement à cause de certaines activités de sollicitation des bagues encouragées par G. Gauthier et son équipe de l'Université Laval afin d'accroître la probabilité de récupération des éléments de marquage difficiles à repérer (à savoir les étiquettes à la palmure). Les taux de récupération en automne et en hiver étaient relativement faibles de 1994 à 1997, ce qui révèle que les incidences possibles des inscriptions des bagues à l'aide d'un numéro de téléphone sans frais, créé en 1996, sur les taux de récupération n'ont pas occasionné d'augmentation immédiate importante de ce taux. Les taux de récupération des bagues ont augmenté au même moment que des mesures spéciales ont été mises en œuvre en 1998, en particulier chez les adultes, et sont demeurés élevés depuis. Cependant, cette augmentation a été beaucoup plus importante en hiver qu'en automne. Au printemps, le taux de récupération a eu tendance à décroître entre 1998 et 2002, à l'exception de l'année 2001, où il était relativement élevé. Le taux de récupération chez les juvéniles a encore présenté de grandes fluctuations annuelles. Il convient de souligner que l'accroissement des taux de récupération à l'automne 1998 a eu lieu avant la libéralisation de la réglementation de la chasse automnale au Canada (1999) et après la création du numéro sans frais 1-800-327-BAND (1996) [Calvert et Gauthier, 2005].

Effets des mesures de conservation sur les taux de mortalité due à la chasse

Une partie de la variation temporelle des taux de récupération observée pourrait être attribuable à des différences dans le taux de signalement (p. ex. l'effet des activités de sollicitation des bagues entre 1990 et 1993 et l'introduction de bagues avec un numéro de téléphone sans frais pour les Grandes Oies des neiges en 1996); de telles erreurs ont dû être prises en compte dans l'analyse des variations du taux de mortalité due à la chasse. Celui-ci a été calculé en divisant le taux de récupération par le produit du taux de récupération (probabilité qu'un oiseau abattu soit récupéré par un chasseur) et du taux de signalement d'individus bagués (Brownie *et al.*, 1985). Un taux de récupération de 80 %, tiré d'une autre étude (Anderson et Burnham, 1976), a été employé; les analyses de Lemoine (2003) indiquent qu'il s'agit d'une estimation raisonnable pour cette population. Le taux de signalement a été estimé par la pente des taux de récupération des mâles adultes (oiseaux sans collier) en fonction du taux de récolte annuel des adultes, tiré de l'Enquête nationale sur les prises (voir les figures 1-21, 1-22 et consulter Calvert et Gauthier [2005] pour obtenir de plus amples renseignements; tableau 1-8). Parce que le taux de récupération des adultes avec collier était le double du taux des adultes sans collier, nous avons présumé que le phénomène était entièrement dû au taux de signalement, car des études antérieures ont montré que les oiseaux avec collier avaient le même taux de survie que les oiseaux sans collier (Menu *et al.*, 2000; Reed *et al.*, 2004b). Par conséquent, nous avons doublé le taux de signalement des oiseaux avec collier par rapport à celui des individus sans collier; d'autres études ont également conclu que les colliers augmentent probablement les taux de signalement par les chasseurs (Samuel *et al.*, 1990; Castelli et Trost, 1996).

Tableau 1-8. Taux de signalement des bagues de Grandes Oies des neiges adultes abattues par des chasseurs, estimé à partir de la relation entre les taux annuels de récupération des bagues et des taux annuels de récolte, pour différentes périodes (données tirées de Calvert et Gauthier, 2005).

	Taux de signalement des bagues		
	1990-1993	1994-1995	1996-2002
Oies sans collier	0,40	0,25	0,36
Oies avec collier	0,80	0,50	0,72



Chez les adultes, on relève une importante augmentation du taux de mortalité annuelle due à la chasse depuis la mise en œuvre des mesures de conservation, mais l'effet n'est pas aussi évident chez les juvéniles (figure 1-30). La mortalité des juvéniles est hautement variable d'une année à l'autre, quoiqu'on ait atteint des sommets de mortalité sans précédent lors de deux des cinq années où les mesures spéciales ont été en vigueur. Sur une base saisonnière, l'accroissement de la mortalité des adultes due à la chasse ne semble pas être uniquement attribuable à l'ouverture de la saison de la récolte printanière, mais également à la libéralisation de la réglementation sur la saison de chasse régulière. En particulier, la mortalité des adultes due à la chasse en hiver a grandement augmenté depuis 1998, alors qu'on relève peu d'indices d'une augmentation similaire dans la mortalité des adultes due à la chasse en automne, et ce, malgré la mise en place de techniques spéciales de chasse (enregistrements d'appels électroniques, appâtage) et la libéralisation de la réglementation (augmentation des limites de prises et de possession, rampement). Le taux de mortalité des juvéniles due à la chasse semble également avoir augmenté en hiver à la suite de la libéralisation de la réglementation, mais pas en automne. Cette augmentation de la récolte pourrait être attribuable à la chasse dans certains refuges étatsuniens.

Bien que les analyses présentées plus haut appuient la thèse d'une grande augmentation des taux de mortalité due à la chasse en hiver, mais non en automne, elles devraient néanmoins être interprétées avec prudence. Les taux de signalement employés pour calculer les taux de mortalité saisonniers étaient fondés sur un taux de récolte estimé par les enquêtes nationales de récolte et les enquêtes de la population au printemps ainsi que sur des taux de récupération estimés par nos modèles annuels, données pour lesquelles l'ampleur de l'erreur et du biais est inconnue. De façon plus précise, nous avons employé les mêmes taux de signalement d'individus bagués pour le Québec et les États-Unis, mais, dans l'hypothèse où ces taux différeraient (p. ex. des taux de signalement plus faibles au Québec qu'aux États-Unis attribuables aux différences linguistiques), la mortalité due à la chasse aurait tendance à être sous-estimée au Québec et surestimée aux États-Unis (consulter Calvert et Gauthier, 2005). Par contre, une analyse de la sensibilité des estimations des taux d'abattage par rapport aux variabilités du taux de signalement des individus bagués indique que les erreurs d'estimations du taux d'abattage étaient relativement faibles, en particulier avant la mise en œuvre des mesures spéciales, et que ce biais tend vers la même direction dans les deux cas (Calvert et Gauthier, 2005). Par conséquent, si les tendances dégagées sont réelles, elles indiquent que la récolte canadienne approchait peut-être déjà ses limites, ce qui expliquerait pourquoi la libéralisation de la saison de chasse régulière d'automne a eu peu d'effets, alors que la récolte aux États-Unis pouvait encore augmenter.

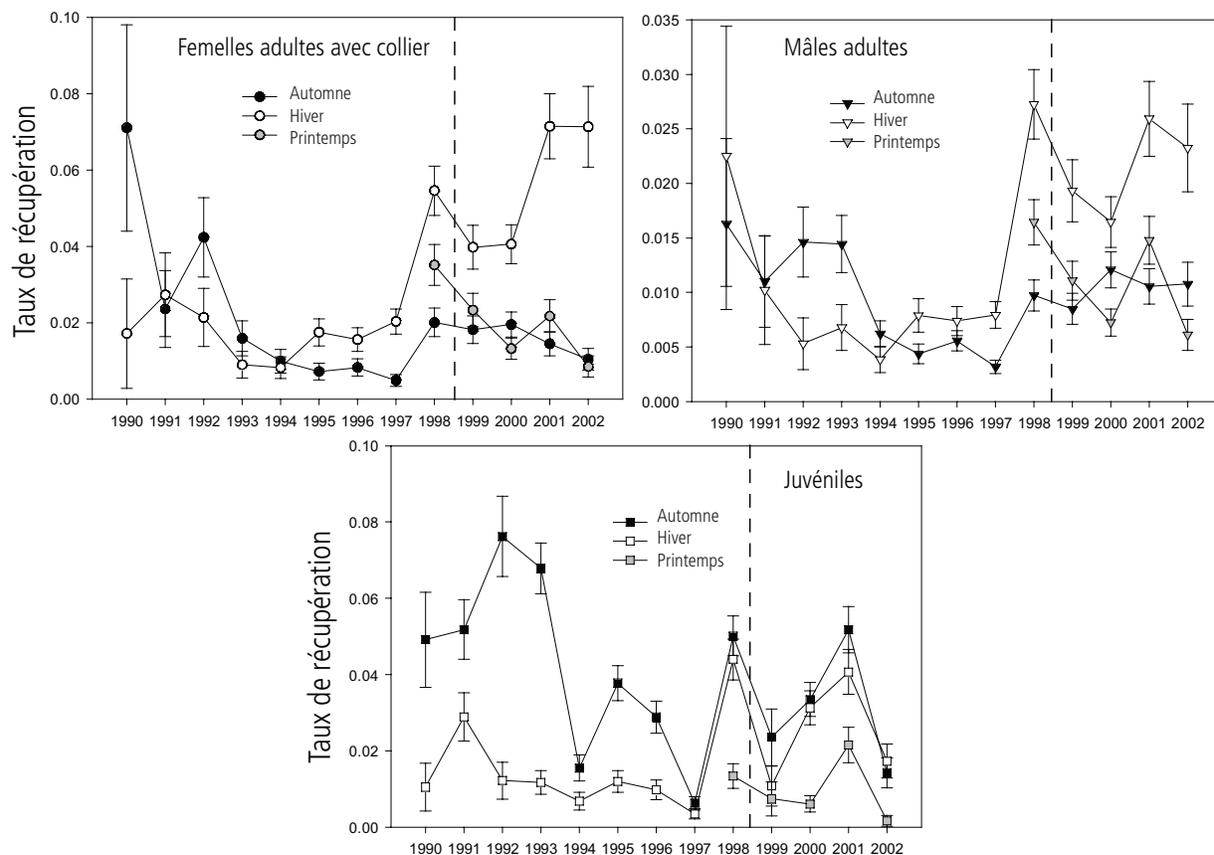


Figure 1-29. Taux de récupération saisonniers (moyenne \pm écart-type) des Grandes Oies des neiges entre 1990 et 2002, calculés à l'aide du programme SURVIV. Les taux de récupération d'automne concernent la récolte au Québec, les taux de récupération d'hiver concernent la récolte dans les états de la voie de migration de l'Atlantique et les taux de récupération du printemps concernent la récolte de conservation du printemps au Québec. Les lignes verticales pointillées indiquent l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation au Canada (printemps : saison 1998; automne : saison 1999) et la libéralisation de la réglementation aux États-Unis (hiver 1998-1999) [tiré de Calvert et Gauthier, 2005].

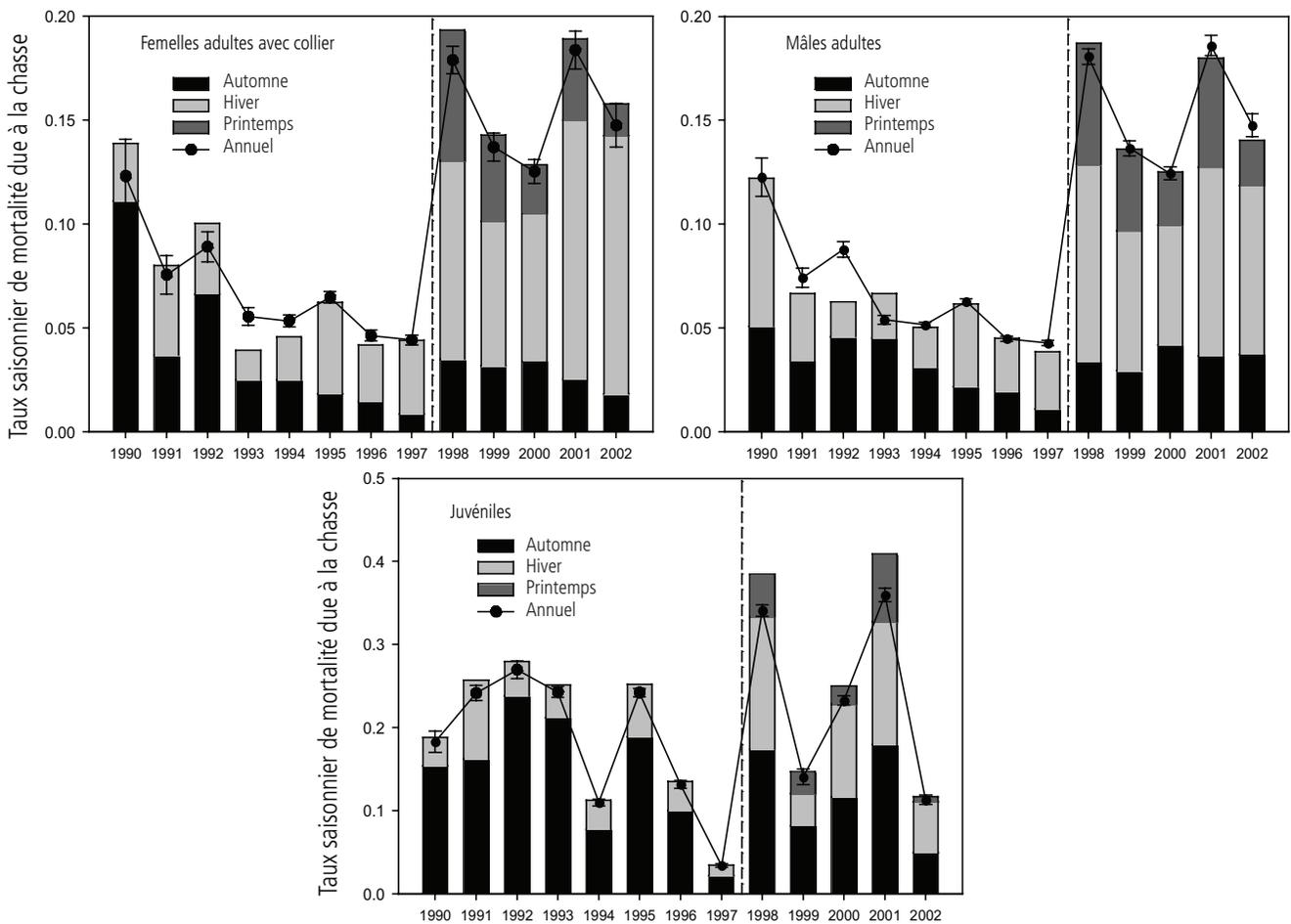


Figure 1-30. Taux annuels (ligne; moyenne \pm écart-type) de mortalité due à la chasse et saisonniers (colonnes) estimés entre 1990 et 2002, avant et après la mise en œuvre des mesures de conservation de la Grande Oie des neiges. Les taux de récupération d'automne concernent le Québec, les taux de récupération d'hiver concernent les états de la voie de migration de l'Atlantique, et les taux de récupération du printemps concernent le Québec. Les taux saisonniers ne sont pas la somme exacte des taux annuels, car chaque taux est calculé relativement à la taille de la population au début de la période. Les lignes pointillées indiquent la libéralisation de la réglementation (tiré de Calvert et Gauthier, 2005).



Effets des mesures de conservation sur les taux de survie

Les estimations du taux de survie tirées des analyses des bagues récupérées indiquent une grande variation annuelle pour les deux groupes d'âge (figure 1-31). Cependant, un modèle regroupant les variations temporelles des taux de survie des adultes en deux périodes seulement indiquait un effet important de telles mesures, ce qui revient essentiellement à comparer les moyennes du taux de survie avant et après la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. Le taux de survie moyen des adultes était de 83 % (IC 95 % : de 80,9 à 85,0 %) de 1990 à 1998 et de 72,5 % (de 68,6 à 76,0 %) entre 1998 et 2002, ce qui indique un déclin important du taux de survie à la suite de la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. Il convient de mentionner que l'estimation des taux de survie des adultes avant l'entrée en vigueur des mesures obtenue dans ces analyses correspond bien aux taux calculés dans des études antérieures (83,0 ± 5 % de 1990 à 1998, Gauthier *et al.* [2001]; 80,0 ± 4 % de 1990 à 1996, Menu *et al.* [2002]). Rien n'indique que les taux de survie des juvéniles (46,1 % [de 41,0 à 51,2 %] et 50,0 % [de 41,8 à 58,3 %] de 1990 à 1998 et de 1998 à 2002 respectivement) ont été affectés par les mesures de conservation. Les données sur les bagues récupérées suggèrent donc que le taux de survie des adultes a diminué d'environ 13 % après l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation, bien que l'effet n'explique pas toutes les variations temporelles observées, et qu'aucun effet similaire sur le taux de survie n'a été détecté chez les juvéniles malgré une légère augmentation de la récolte (Calvert et Gauthier, 2005).

Une étude indépendante sur des femelles adultes munies d'un collier radioémetteur entre 1996 et 1999 suggère également une baisse du taux de survie après la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. Lemoine (2003) a observé une grande diminution de la survie d'août à juin (11 mois), soit de 0,90 (± 0,04 écart-type) avant la mise en œuvre des nouvelles mesures à 0,66 (± 0,07) après la mise en œuvre de ces mesures. De façon plus précise, l'auteur a relevé que le taux de survie diminuait durant les saisons de chasse (Lemoine, 2003; figure 1-32).

Relations entre le taux de récolte et le taux de survie

Les modèles de récupération des bagues peuvent constituer de puissants outils d'estimation des caractéristiques démographiques des populations récoltées. Toutefois, la petite taille des échantillons due à de faibles taux de récupération diminue souvent la précision des estimations. Par exemple, les probabilités de survie présentées plus haut comprennent quelques années où les intervalles de confiance englobaient la valeur limite de 1 et deux années (1990 et 1997) où les estimations du taux de survie des adultes étaient excessivement basses (Menu *et al.* [2005] attribuent toutefois le faible taux de survie des juvéniles de 1997 au climat très froid qui a sévi à la fin de l'été de cette année-là).

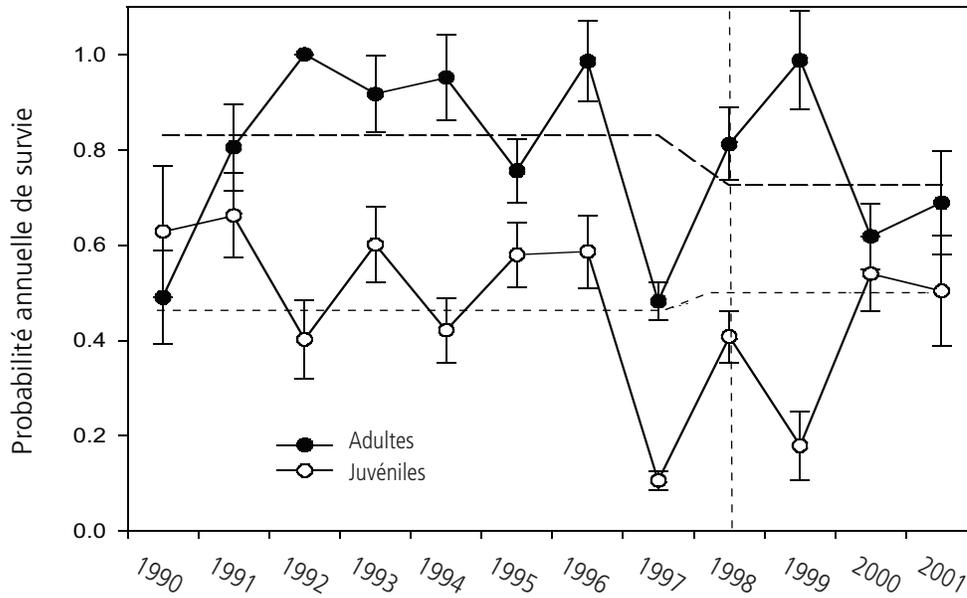


Figure 1-31. Probabilités annuelles de survie (moyenne \pm écart-type) des Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles de 1990-1991 à 2001-2002 estimées à partir des bagues récupérées. La ligne verticale pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Les lignes horizontales indiquent les probabilités moyennes de survie de 1990-1991 à 1997-1998 et de 1998-1999 à 2001-2002 chez les adultes (tirets) et les juvéniles (points), d'après un modèle comparant uniquement les taux de survie avant et après l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation (tiré de Calvert et Gauthier, 2005).

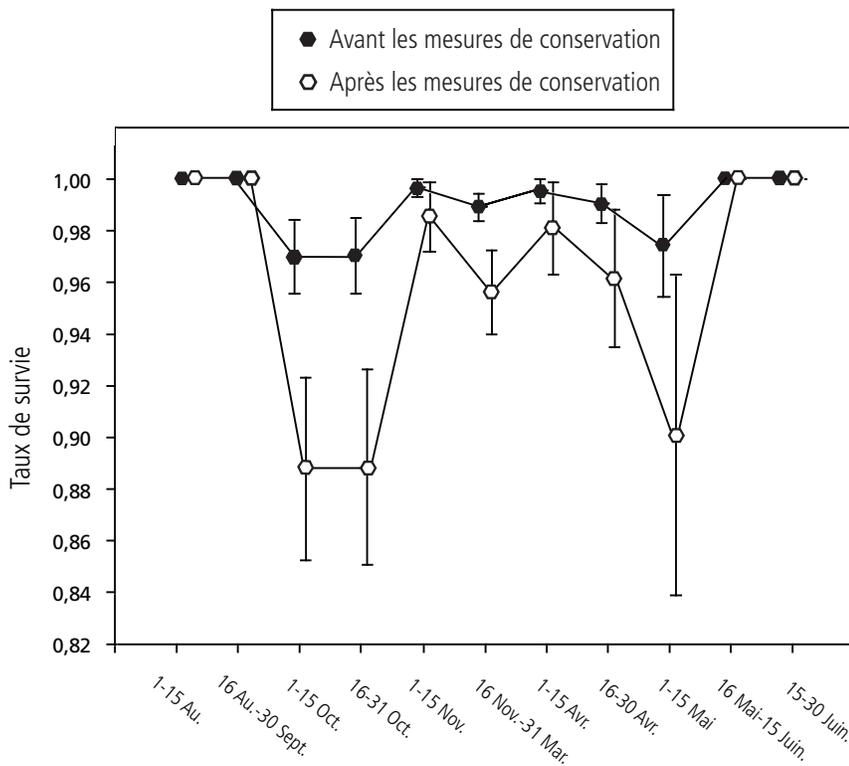


Figure 1-32. Estimations des taux de survie (moyenne \pm écart-type) de Grandes Oies des neiges femelles adultes munies d'un collier radioémetteur par périodes de deux semaines (à l'exception de l'hiver et de la migration printanière vers l'Arctique) en 1996-1997 (avant les mesures spéciales de conservation) et en 1998-1999 (pendant les mesures spéciales de conservation) [tiré de Lemoine, 2003].



L'analyse de Calvert et Gauthier (2005) indique que la variation annuelle du taux de survie est attribuable à plusieurs facteurs et non à la simple variation des taux de récolte. L'imprécision du taux de récolte et des estimations démographiques a probablement contribué au phénomène, puisqu'il a été montré de manière assez concluante que la mortalité est additive chez cette population (Gauthier *et al.*, 2001). Malgré des intervalles de confiance assez élevés, Calvert et Gauthier (2005) ont déterminé une relation inverse entre le taux de récolte (H) et le taux de survie des adultes (S) [$\beta = -7,00$, IC 95 % = de -10,80 à -3,19], représentée par la fonction suivante :

$$[\text{logit } S_i^{AD} = 1,95 - 7,00 * H_i]$$

Une pente négative corrobore l'hypothèse de l'additivité de la mortalité due à la chasse, et le point d'intersection (c.-à-d. lorsque le taux de récolte = 0), qui fournit une estimation du taux de survie en l'absence de la chasse (c.-à-d. le taux de survie « naturel »), était de 87,6 %. Ce taux corrobore assez bien une estimation du taux de survie en l'absence de la chasse obtenue à partir de données indépendantes sur des observations de femelles munies d'un collier, laquelle est de 91,3 % (Gauthier *et al.*, 2001). Aucune relation semblable n'a été relevée chez les juvéniles (Calvert et Gauthier, 2005). L'analyse de la relation entre le taux de récolte et le taux de survie chez les juvéniles est complexifiée par plusieurs facteurs, notamment la grande variation annuelle dans leur production de juvéniles et dans leur taux de survie durant la migration d'automne, qui précède la saison de chasse (Menu *et al.*, 2005).

Sommaire : effets de la récolte sur les taux de mortalité et de survie

- Chez les Grandes Oies des neiges adultes, l'augmentation de la récolte totale à la suite de l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation s'est accompagnée d'un accroissement des taux de mortalité due à la chasse et d'un déclin correspondant du taux de survie, qui est passé d'une moyenne de 83,0 % entre 1990 et 1997 à 72,5 % entre 1998 et 2002. Une relation inverse entre le taux de récolte et le taux de survie des adultes a été déterminée, tel qu'il a été prévu, mais la récolte n'explique pas à elle seule la variation temporelle élevée du taux de survie.
- La récolte printanière constitue le changement de réglementation le plus radical apporté, et elle a contribué à l'augmentation du taux de mortalité annuel due à la chasse des adultes. Cependant, la mortalité due à la chasse a également augmenté en hiver aux États-Unis conséquemment aux changements apportés à la réglementation, mais il semble que le phénomène n'a pas été observé au Québec en automne.
- Même si la récolte des juvéniles a augmenté à la suite des changements apportés à la réglementation, leur taux de mortalité due à la chasse n'a que légèrement augmenté, et leur taux de survie n'a pas changé. Cependant, l'analyse de l'incidence de la chasse sur les juvéniles est complexifiée par la grande variation annuelle de la production de jeunes et de leur taux de survie lors de la migration d'automne.

Ces résultats corroborent les objectifs de gestion originaux établis pour la population qui visaient à stabiliser la population à 1 million ou moins d'ici 2002. Cet objectif devait être atteint par une réduction du taux de survie des adultes, et ce, en doublant la mortalité due à la chasse (à savoir augmenter le taux de récolte de 12 à 24 %).



INCIDENCES DES OIES DES NEIGES SUR LES HABITATS NATURELS ET LES TERRES AGRICOLES

Les Oies des neiges emploient des stratégies variées pour se nourrir : elles broutent les feuilles et les tiges au-dessus du sol, elles fouillent le sol à la recherche de racines, elles glanent les grains de céréales résiduels, ce qui leur permet d'exploiter les ressources alimentaires d'une grande variété d'habitats naturels et, depuis quelques décennies, agricoles (pour obtenir un compte rendu détaillé des stratégies d'alimentation dans les différents habitats, consulter Bélanger et Bédard, 1994a; idem, 1994b; Abraham et Jefferies, 1997; Hill et Frederick, 1997; Giroux *et al.*, 1998b). Leur efficacité à exploiter la végétation peut cependant compromettre sérieusement la capacité de régénération des plantes dont elles se nourrissent et des écosystèmes environnants. Par exemple, la croissance démographique rapide des Petites Oies des neiges et l'expansion concomitante de leur aire de reproduction dans le centre et l'est de l'Arctique se sont soldées par une dégradation extrême et la destruction de communautés végétales dans des marais salés littoraux, qui mettront probablement beaucoup de temps à se rétablir (consulter Abraham et Jefferies, 1997; Jefferies *et al.*, 2004).

La Grande Oie des neiges n'a pas encore atteint le seuil d'abondance critique de l'autre sous-espèce d'Oie des neiges et elle dépend d'habitats situés en terres humides d'eau douce pour se reproduire, plutôt que les marais salés littoraux occupés par la Petite Oie des neiges dans la région de la baie d'Hudson. Néanmoins la croissance démographique des oies blanches peut avoir une incidence importante sur les terres humides d'eau douce de l'Arctique (Alisauskas *et al.*, 2006) et il demeure possible que la Grande Oie des neiges occasionne des incidences similaires sur ses habitats arctiques et les écosystèmes environnants. Une telle possibilité a suscité des préoccupations qui ont en grande partie motivé la recommandation des mesures spéciales de conservation (Giroux *et al.*, 1998a, 1998b). En outre, l'espèce dépend de plus en plus des sources alimentaires disponibles dans les champs agricoles depuis quelques décennies (Gauthier *et al.*, 2005), ce qui endommage les cultures dans certaines régions (Filion *et al.*, 1998). Une tendance de la sorte a motivé d'autant plus les changements de réglementation adoptés en 1999 (Giroux *et al.*, 1998a). L'incorporation d'aliments d'origine agricole dans une grande partie de la diète pourrait être un facteur dominant ayant rendu possible la croissance démographique rapide de l'espèce depuis les années 1980, les oies pouvant excéder les capacités de support imposées par leurs habitats naturels de l'hiver et du printemps (Gauthier *et al.*, 2005). De telles constatations soulignent l'importance que revêt l'écologie de l'alimentation pour la dynamique de la population des Grandes Oies des neiges et pour leur gestion.

Incidences à long terme sur les aires de reproduction dans l'Arctique

Parmi les diverses plantes consommées par les oies dans l'Arctique (consulter Giroux *et al.*, 1998b), les graminoides des terres humides représentent l'élément le plus important de la diète. Les incidences des oies sur les graminoides ont donc été minutieusement quantifiées. Depuis 1990, la biomasse végétale a été mesurée à la fin de chaque été à l'intérieur et à l'extérieur d'exclos installés dans l'un des importants sites d'élevage de la plaine sud de l'île Bylot. Depuis 1998, deux autres sites semblables ont été ajoutés, l'un dans la principale colonie nicheuse de l'île Bylot et l'autre dans un autre site d'élevage. Ainsi, trois sites sont échantillonnés annuellement depuis 1998. Le suivi a permis d'estimer la quantité de production végétale et la biomasse extraite par les oies chaque année. L'intensité de l'utilisation par les oies a été mesurée parallèlement en faisant le décompte des fèces dans des transects adjacents aux exclos (G. Gauthier, étude en cours; consulter Gauthier *et al.*, 1995 pour prendre connaissance de la méthodologie générale).



Le broutage par les oies extrait une quantité importante de la biomasse de graminoides produite chaque année sur l'île Bylot, tel que l'illustre la différence entre la biomasse totale des parcelles broutées et non broutées la plupart des années (figures 1-33, 1-34 et 1-35). Quoique l'incidence du broutage par les oies varie considérablement d'une année à l'autre, on ne dénote aucune tendance dans l'incidence du broutage, malgré l'accroissement de la population d'oies durant les années 1990 (Gauthier *et al.*, 2004a). L'incidence annuelle du broutage semble plutôt être étroitement liée à la densité locale des oies dans les aires de reproduction, laquelle est déterminée par la production hautement variable des juvéniles. En d'autres termes, les années où le succès de reproduction est élevé, et par conséquent où la population compte une grande proportion de juvéniles, sont celles où les incidences sur la végétation sont les plus importants (Gauthier *et al.*, 2004a).

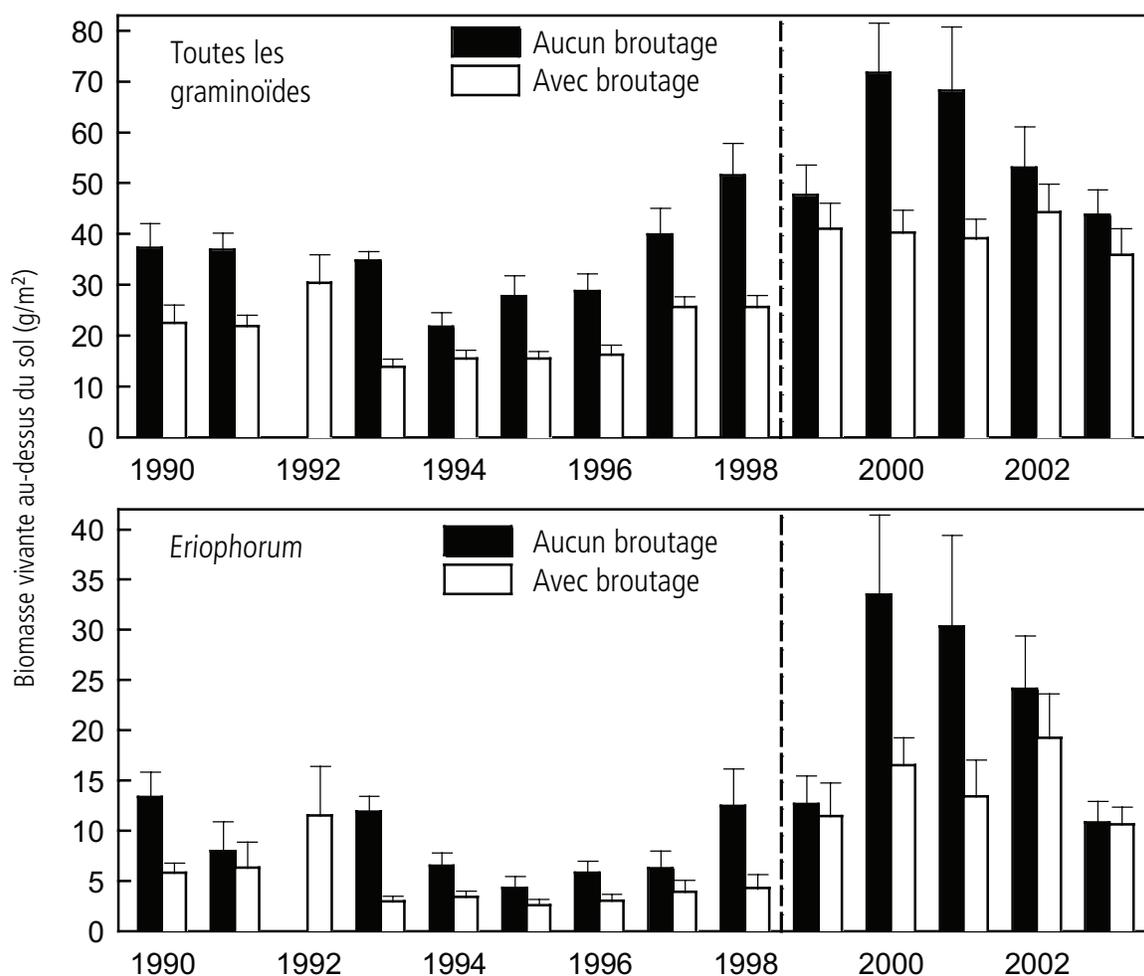


Figure 1-33. Biomasse (moyenne \pm écart-type) des graminoides et d'*Eriophorum scheuchzeri*, à la mi-août de 1990 à 2003 (données de 1992 non disponibles) dans des aires broutées et non broutées (exclus) ($n = 12$ chaque année) dans la vallée du camp de base (principale aire d'élevage des oisons) sur l'île Bylot, au Nunavut. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation (tiré de Gauthier *et al.*, 2003b).

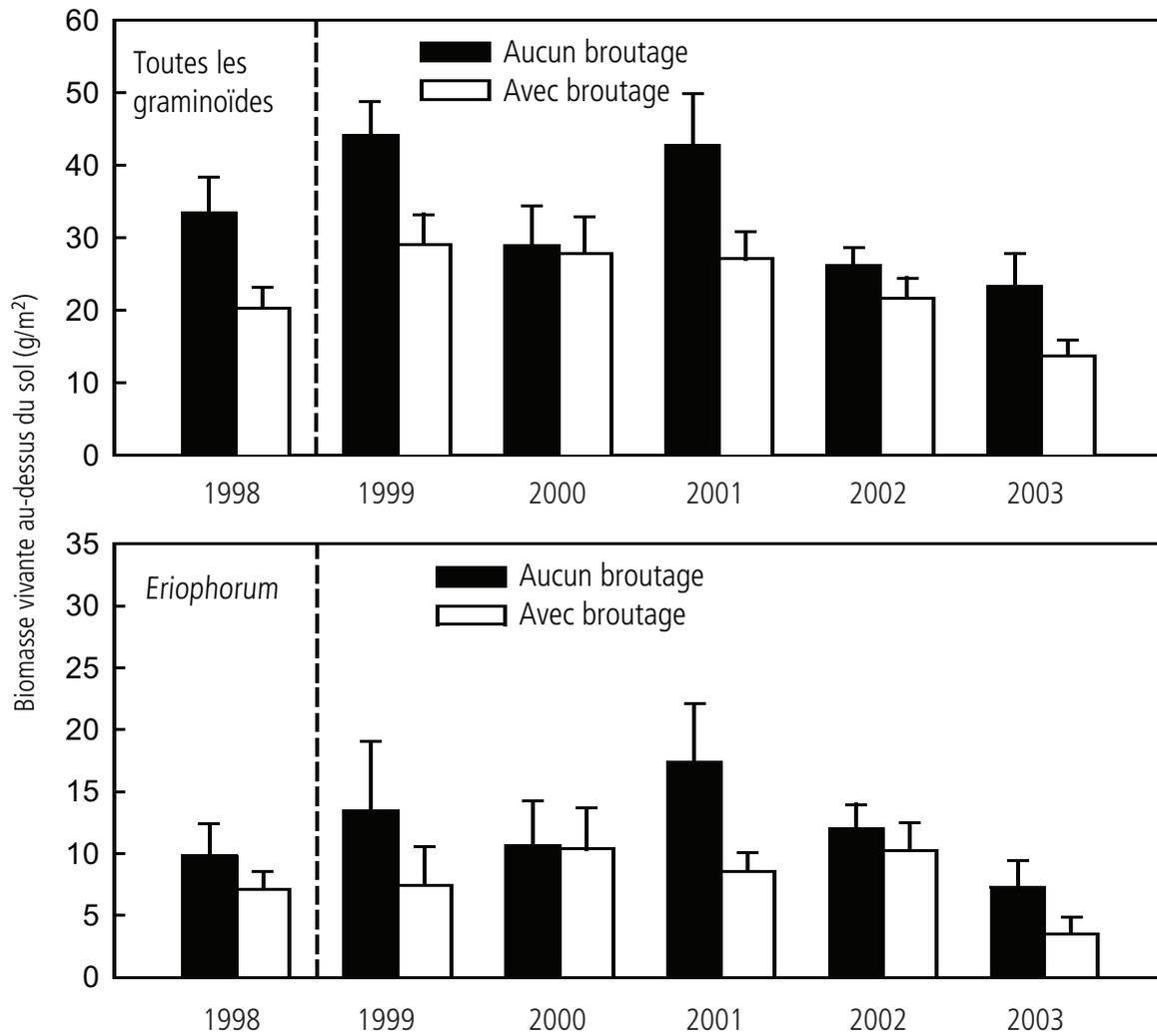


Figure 1-34. Biomasse (moyenne \pm écart-type) des graminoides et d'*Eriophorum scheuchzeri*, à la mi-août de 1998 à 2003 dans des aires broutées et non broutées (exclus) [n = 12 chaque année] dans la région du Camp-2 (principale colonie nicheuse) sur l'île Bylot, au Nunavut. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données tirées de G. Gauthier (données inédites).

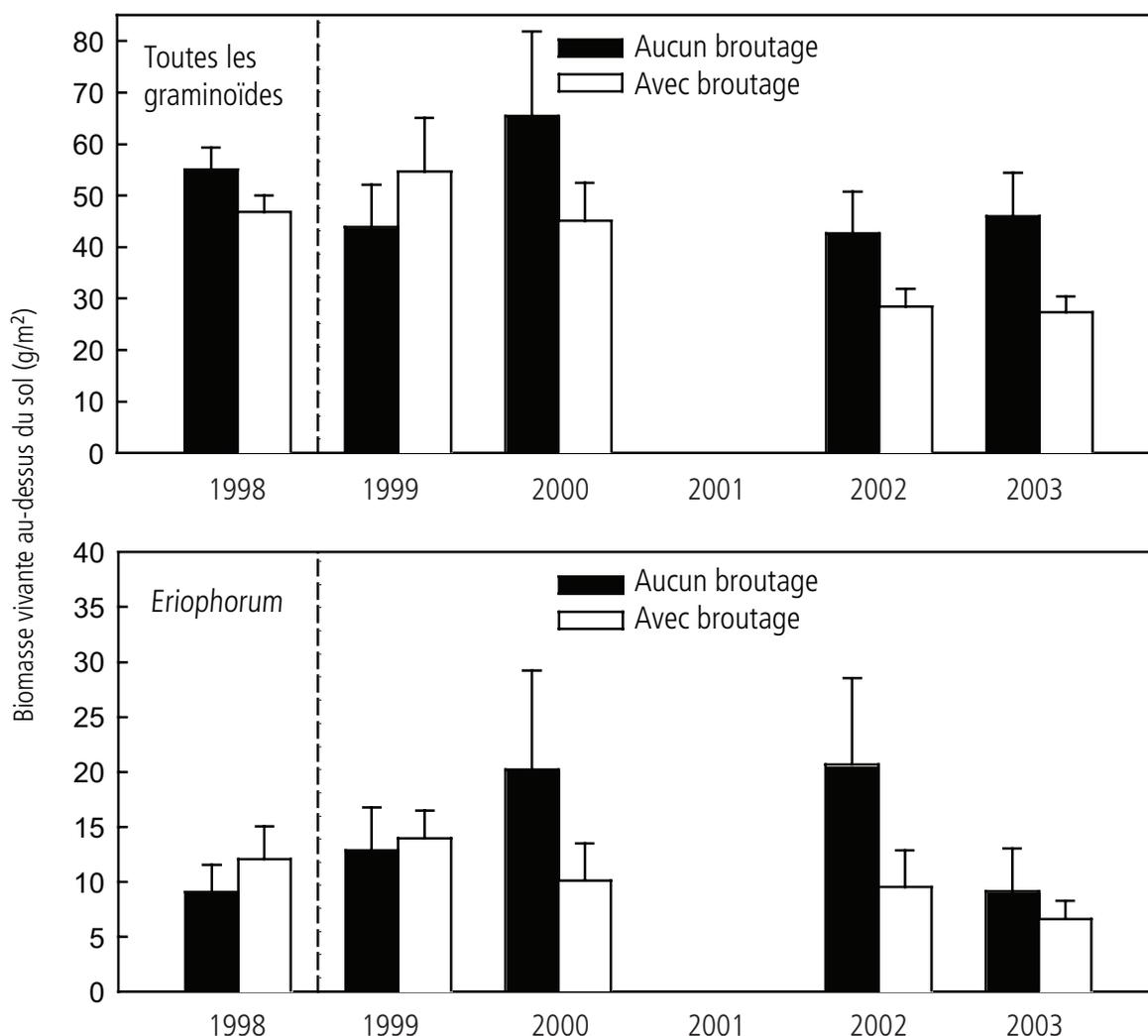


Figure 1-35. Biomasse (moyenne \pm écart-type) des graminoides et d'*Eriophorum scheuchzeri*, à la mi-août de 1998 à 2003 dans des aires broutées et non broutées (exclos) [n = 12 chaque année] dans la région de la pointe Dufour (aire d'élevage des oisons) sur l'île Bylot, au Nunavut. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données tirées de G. Gauthier (données inédites).

Les herbivores peuvent avoir des incidences positives sur les plantes dont ils se nourrissent dans certaines conditions (p. ex. l'apport d'éléments nutritifs par leurs fèces, Hik et Jefferies, 1990), mais cela ne semble pas être le cas de la Grande Oie des neiges sur l'île Bylot (Gauthier *et al.*, 1995). Des expériences effectuées avec des exclos installés pendant de longues périodes suggèrent plutôt que le broutage chronique par les oies a un effet durable sur la végétation, en réduisant la production végétale et en altérant la composition des plantes par le broutage sélectif d'une espèce en particulier, l'*Eriophorum scheuchzeri* (Gauthier *et al.*, 2004a; idem, 2004b). Malgré ces incidences, il semble que la Grande Oie des neiges n'ait pas encore atteint une densité telle que des dommages permanents à la végétation puissent être détectés. Une étude des terres humides d'eau douce de l'île Bylot révèle que la capacité de support théorique de cet habitat, qui s'élève à 341 000 oies, n'ait pas encore été atteinte (Massé *et al.*, 2001). Cette étude indique plutôt que la population d'oies de 1997, qui approchait son maximum historique, représentait environ la moitié de la capacité à court terme des terres humides (46 % \pm 10 %; Massé *et al.*, 2001). Les auteurs signalaient néanmoins que la capacité viable à long terme de cet habitat pourrait être inférieure dans la mesure où le broutage accentuerait le déclin de la production végétale. Cependant, on ne relevait aucun signe de ce déclin, puisque la production végétale mesurée à l'intérieur des exclos indiquait



une tendance à la hausse de la biomasse totale des plantes depuis 1990 (figure 1-33, Gauthier *et al.*, 2004a), ce qui suggérait que, jusqu'à présent, que la végétation était en mesure de se régénérer par suite du broutage chronique. Par conséquent, les Grandes Oies des neiges ne semblaient pas avoir atteint une abondance critique dans l'Arctique, contrairement aux Petites Oies des neiges de la région de la baie d'Hudson dont les incidences sur la végétation dans leurs aires de reproduction avaient dépassé le seuil de rétablissement rapide potentiel de cette végétation (Abraham et Jefferies, 1997).

Répercussions des mesures spéciales de conservation sur la végétation de l'Arctique

Le but premier des mesures spéciales de conservation était de réduire les risques de détérioration des habitats naturels de la Grande Oie des neiges. Nous avons donc vérifié si l'incidence du broutage sur la végétation des aires de reproduction de l'espèce avait changé depuis la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation, en mesurant la biomasse des graminoides et d'*Eriophorum*. Nous avons analysé la série de données étalées sur la plus longue durée (figure 1-33) à l'aide d'une analyse de variance factorielle comparant de 10 à 12 exclos par année, où la variable dépendante était la biomasse par m² à l'intérieur ou à l'extérieur de chaque exclos à la fin de l'été; les deux variables nominales indépendantes étaient les mesures de conservation (avant : de 1990 à 1998; après : de 1999 à 2003) et le broutage (présence ou absence). L'interaction mesures*broutage a été testée dans le modèle afin de vérifier si la biomasse dans les parcelles broutées et non broutées différait entre les années précédant et les années suivant l'entrée en vigueur des mesures de conservation. Dans les deux cas, aucune interaction n'a été relevée ($F_{1,306} = 0,12$, $P = 0,73$ pour toutes les graminoides; $F_{1,306} = 1,49$, $P = 0,22$ pour *Eriophorum* seulement), ce qui suggère que les mesures spéciales de conservation n'ont pas touché l'incidence du broutage par les oies dans l'Arctique. Un indice d'utilisation des terrains adjacents aux exclos par les oies, calculé à partir du décompte des fèces (figure 1-36), a également été mesuré à l'aide d'une analyse de variance factorielle comparant de 9 à 12 exclos par année, où la variable dépendante était les fientes par m² à la fin de l'été pour chaque exclos; la variable nominale indépendante était l'existence des mesures de conservation (avant : de 1990 à 1998 par rapport à après : de 1999 à 2003). Cette analyse indique également qu'aucun changement dans l'intensité de l'utilisation n'est intervenu depuis l'entrée en vigueur des nouvelles mesures ($F_{1,149} = 0,03$, $P = 0,87$).

On constate à la figure 1-33 que la biomasse des graminoides sur l'île Bylot a été plus élevée les années suivant la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation (en particulier de 2000 à 2002) que les années antérieures. Une analyse statistique confirme que les estimations de la biomasse à l'intérieur des exclos exempts d'oies étaient plus élevées en moyenne pour les graminoides totales (moyenne \pm écart-type avant les mesures = $34,9 \pm 1,7$ g/m², après les mesures = $56,9 \pm 4,1$ g/m², $F_{1,153} = 32,5$, $P < 0,001$) et pour *Eriophorum* (avant les mesures = $8,6 \pm 0,8$ g/m², après les mesures = $22,3 \pm 2,9$, $F_{1,153} = 29,5$, $P < 0,001$). Par contre, les facteurs climatiques ont également eu de fortes conséquences pour la production végétale dans l'Arctique, et une récente étude montre un lien de causalité entre la température de juillet et la production végétale dans les terres humides (Gagnon *et al.*, 2004). Cette même étude souligne également que les étés 2000 et 2001 ont été les plus chauds sur l'île Bylot depuis 1990; la production végétale au-dessus de la moyenne observée après la mise en œuvre des mesures de conservation pourrait donc s'expliquer de manière tout aussi plausible par les facteurs climatiques. Les deux effets se confondent et il est donc impossible de conclure que les mesures spéciales de conservation ont eu un effet sur la production végétale dans les habitats de terres humides utilisés par les oies dans l'Arctique.

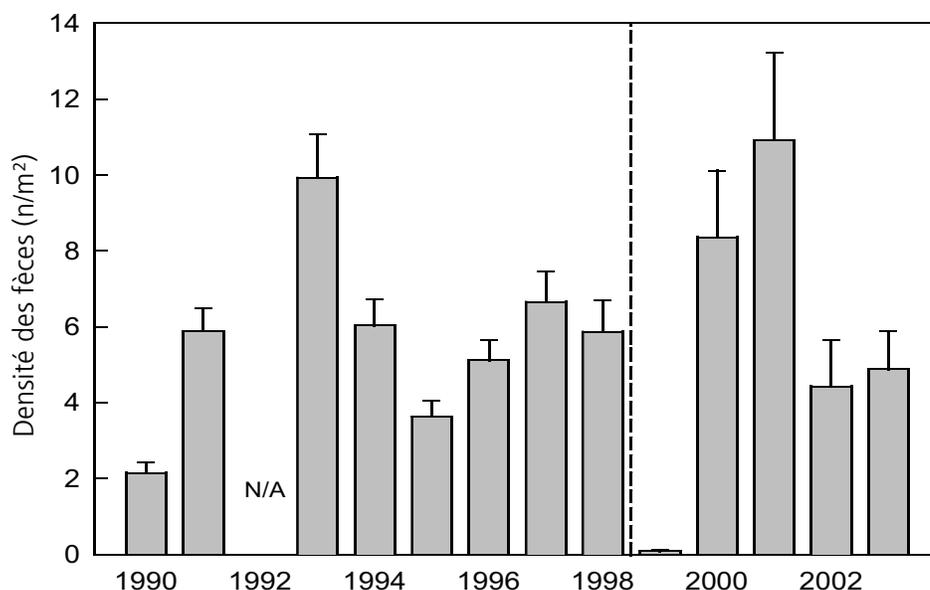


Figure 1-36. Densité des fèces des oies (moyenne \pm écart-type) à la mi-août de 1990 à 2003 (données de 1992 non disponibles) dans des transects sur l'île Bylot, au Nunavut, représentant l'intensité d'utilisation de l'habitat par les oies à proximité des exclos ($n = 12$ chaque année). La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation (tiré de Gauthier *et al.*, 2003b).

Incidences sur les habitats naturels lors de la migration au Québec

Durant des périodes de migration du printemps et de l'automne le long du fleuve Saint-Laurent au Québec, les marais littoraux constituent les principaux habitats d'alimentation naturels des Grandes Oies des neiges (Giroux *et al.*, 1998b). Ces marais se trouvent sur les rives nord et sud du fleuve dans le haut estuaire et fournissent aux oies en migration une source alimentaire de base sous forme de rhizomes de *Scirpus pungens* (Giroux et Bédard, 1988; Bédard et Gauthier, 1989). Les oies sont capables d'adapter leurs stratégies de recherche de nourriture dans les marais : elles déterrent surtout les parties enfouies de la plante, mais elles sont aussi capables de brouter les nouvelles pousses au printemps, ce qui permet d'exploiter de plusieurs façons la végétation disponible (Bélanger et Bédard, 1992). Les activités de recherche de nourriture, combinées à des facteurs environnementaux tels que l'érosion des marais par la glace, peut réduire la biomasse de *Scirpus* et altérer la composition de la communauté végétale des marais (Bélanger et Bédard, 1994b).

Compte tenu de la capacité des oies d'endommager sévèrement les marais littoraux, (p. ex. la Petite Oie des neiges, Abraham et Jefferies, 1997), on a estimé les incidences des Grandes Oies des neiges sur les marais dans les aires de migration en échantillonnant la végétation à l'intérieur de refuges exempts de chasse et aux alentours. L'échantillonnage de la végétation sur la rive nord de l'estuaire a été menée dans la Réserve nationale de faune du cap Tourmente, une importante aire de migration pour les oies autant au printemps qu'en automne. La densité des tiges de *Scirpus* y a été échantillonnée annuellement entre 1971 et 1984 et aux deux ans depuis 1984 (figure 1-37; pour connaître les détails méthodologiques, consulter Lefebvre *et al.*, 2001; Lefebvre et Cotter, 2002). La densité de *Scirpus* dans une portion de la réserve utilisée intensivement par les oies (sites exempts de chasse) a subi un déclin de 45 % en moyenne depuis 1971, soit 1,3 % par année (régression linéaire de 1971 à 2004 : $R^2 = 0,36$, $df = 1,22$, $P = 0,002$). Par contre, la densité des tiges semble relativement stabilisée depuis le début des années 1990, y compris les trois années suivant la mise en œuvre des mesures de conservation (2000, 2002 et 2004). Le facteur le plus évident susceptible d'expliquer ce déclin à long terme est la présence récurrente d'oies se nourrissant



dans le marais, quoique le nombre d'oies-jours ait également diminué au cours des dernières années, peut-être à cause d'une diminution des ressources alimentaires. Sur la rive sud de l'estuaire, la biomasse de plusieurs plantes fourragères est mesurée sporadiquement depuis 1983 dans des refuges d'oiseaux migrateurs intensément utilisés durant la période de migration d'automne (consulter Lefebvre *et al.*, 2000 pour connaître les détails méthodologiques). À Montmagny, la biomasse était considérablement moindre dans le refuge comparativement aux aires adjacentes où la chasse était autorisée, et ce, toutes les années où des échantillons ont été pris, mais aucune tendance temporelle globale n'a été apparente depuis le milieu des années 1980 (Lefebvre *et al.*, 2000; figure 1-38). Par contraste, la biomasse de *Scirpus pungens* était la même à l'intérieur et à l'extérieur du refuge de Cap Saint-Ignace et, dans ce cas également, aucune tendance temporelle ne s'est dégagée (Lefebvre *et al.*, 2000, et J.-F. Giroux, données inédites; figure 1-39). Les données suggèrent que, même si la présence d'oies peut réduire la biomasse du scirpe dans les secteurs les plus intensément utilisés (p. ex. les zones exemptes de chasse), aucun effet à long terme sur la croissance de la végétation n'a été constaté sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent au cours des 20 dernières années.

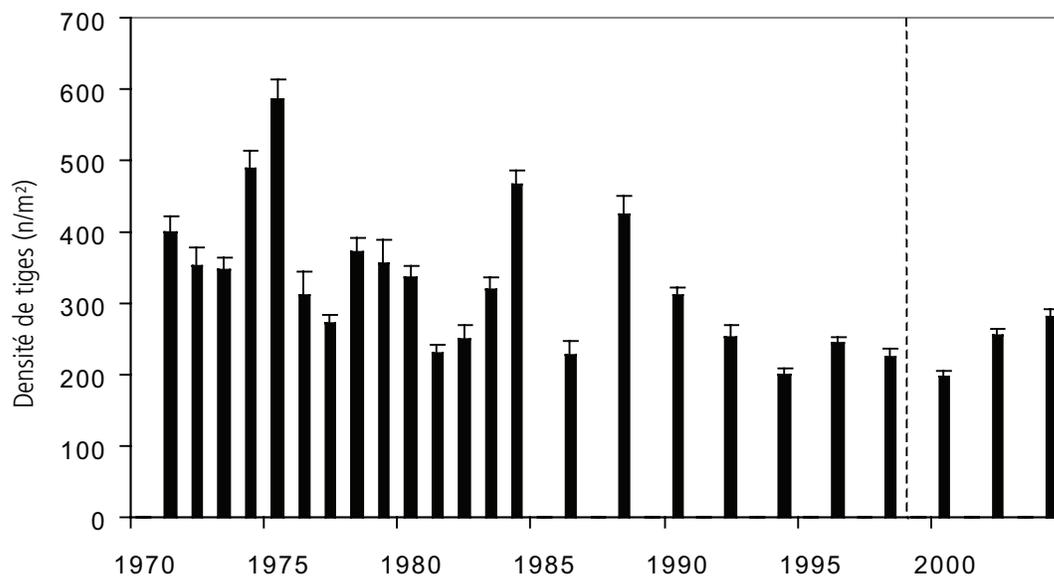


Figure 1-37. Densité de tiges de *Scirpus pungens* (moyenne \pm écart-type) dans la Réserve nationale de faune du cap Tourmente à la fin de l'été, de 1971 à 2004. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données tirées de Lefebvre *et al.* (2001); Lefebvre et Cotter (2002) et J. Lefebvre (données inédites).

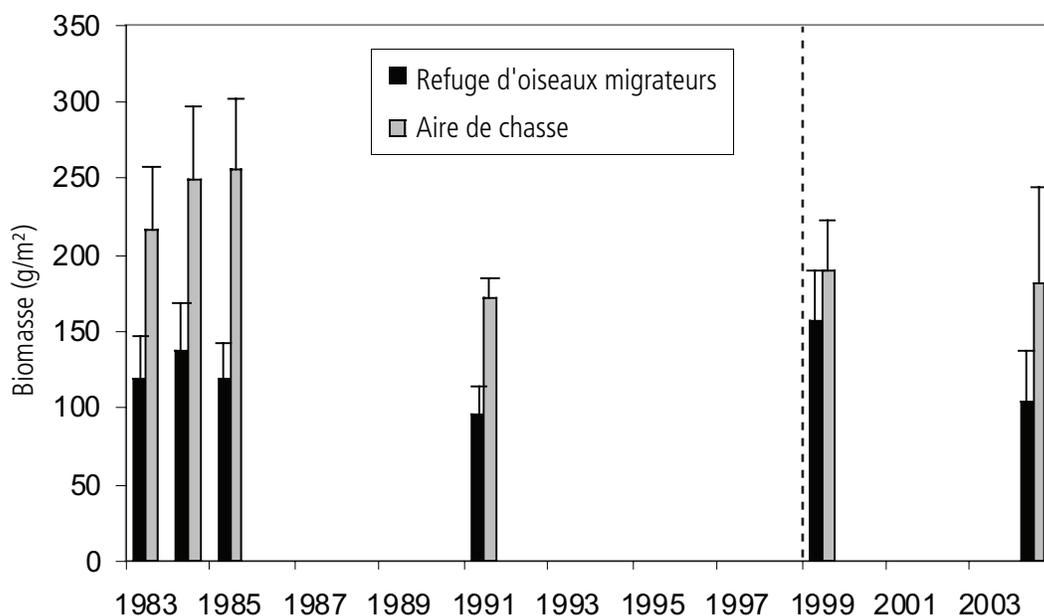


Figure 1-38. Biomasse de *Scirpus pungens* dans le refuge d'oiseaux migrants de Montmagny (moyenne \pm écart-type) à l'intérieur et tout juste à l'extérieur de zones exemptes de chasse sportive à la fin de l'été de 1983 à 2004, représentant des zones fortement et légèrement broutées, respectivement. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données tirées de Lefebvre *et al.* (2000) et J. Lefebvre (données inédites).

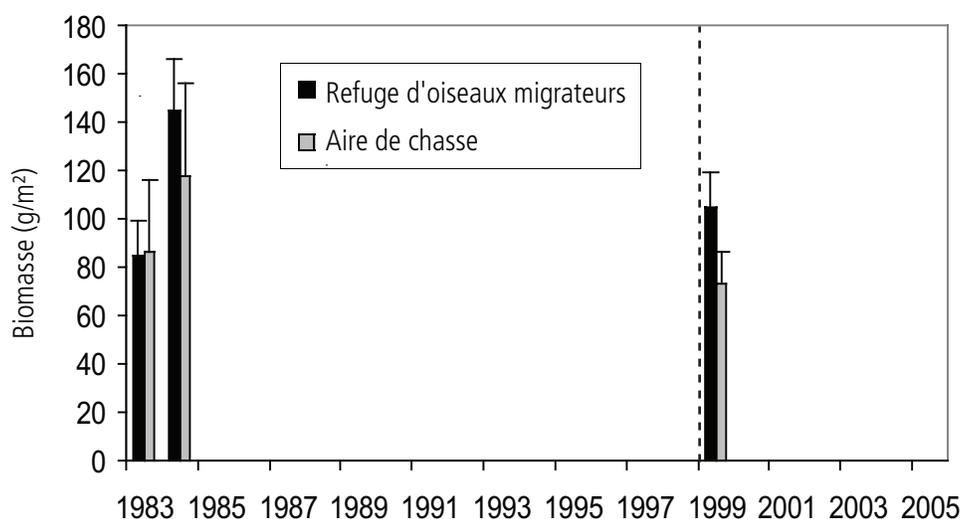


Figure 1-39. Biomasse de *Scirpus pungens* dans le refuge d'oiseaux migrants du Cap Saint-Ignace (moyenne \pm écart-type) à l'intérieur et tout juste à l'extérieur de zones exemptes de chasse sportive à la fin de l'été de 1983 à 1999, représentant des zones fortement et légèrement broutées, respectivement. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation (tiré de Lefebvre *et al.*, 2000).

En l'absence d'expériences utilisant des exclos pour exclure les effets des oies, il est toutefois impossible d'attribuer hors de tout doute le déclin de la production de *Scirpus* à l'utilisation par les oies. D'autres facteurs, comme la disponibilité de nutriments, l'accumulation de sédiments et l'hydrologie, pourraient également toucher la productivité du *Scirpus* dans les marais dont il est question. Des études sont en cours afin de déterminer l'incidence des oies en fonction des autres facteurs environnementaux.



Incidences sur les terres agricoles du Québec durant la période de migration

Depuis le début des années 1970, les Grandes Oies des neiges étendent leur aire de migration vers les champs agricoles le long de la rive sud du fleuve Saint-Laurent et les terres adjacentes aux refuges (Filion *et al.*, 1998; Gauthier *et al.*, 2005). Le broutage dans les prairies de foin est particulièrement courant au printemps (Gauthier *et al.*, 1988; Bédard et Gauthier, 1989), en plus de la consommation de grains et de maïs résiduels (Filion *et al.*, 1998). L'importance des sources alimentaires d'origine agricole a augmenté durant la période de croissance démographique rapide, peut-être en raison d'une réduction de l'abondance des plantes de marais par individu liée à l'augmentation de l'abondance de l'espèce (Bélanger et Bédard, 1994a; Filion *et al.*, 1998; Gauthier *et al.*, 2005). Les changements de répartition observés au cours des dernières années, soit un éloignement de l'estuaire en direction du sud-ouest du Québec où la recherche de nourriture se fait essentiellement sur des terres agricoles (de préférence des champs de maïs), montraient que la dépendance des oies envers les sources alimentaires d'origine agricole a continué d'augmenter (Gauthier *et al.*, 2005). L'alimentation dans les champs est plus répandue durant la migration printanière qu'automnale. Plusieurs facteurs pourraient contribuer au phénomène. Il s'agit notamment de la pression de chasse automnale qui force les oies à se concentrer dans des réserves et des refuges situés dans des marais, de l'abondance plus élevée de rhizomes de *Scirpus* dans les marais naturels en automne à la suite de la saison de croissance estivale et du début de la croissance printanière dans les prairies de foin qui fournit aux oies de jeunes pousses hautement nutritives (Filion *et al.*, 1998; Giroux *et al.*, 1998b). Par conséquent, les dommages aux cultures et les coûts connexes pour les agriculteurs sont les plus importants au printemps (Filion *et al.*, 1998). Une expérience menée dans l'estuaire du Saint-Laurent a montré que le broutage par les oies peut retarder la maturation des plantes et réduire de manière importante la production d'un grand nombre de cultures (Filion, 1998). Au cours des dernières années toutefois, certains dommages ont aussi été signalés en automne dans la région du lac Saint-Jean, où les oies se nourrissent de petits grains de céréales qui n'ont pas encore été récoltés. Le problème est plus sérieux lorsque les conditions climatiques durant la saison de croissance et/ou de récolte retardent les récoltes.

Les gestionnaires se sont intéressés aux avantages possibles des mesures spéciales de conservation afin de réduire la déprédation des cultures, puisque les perturbations possibles associées aux activités de chasse seraient susceptibles de réduire l'utilisation des champs par les oies. Les perturbations liées à la récolte printanière et, dans une certaine mesure, l'effarouchement des oiseaux réduisent probablement la quantité d'énergie emmagasinée lors de l'alimentation dans les champs (Féret *et al.*, 2003; Béchet *et al.*, 2004a), ce qui pourrait diminuer les incidences du broutage des oies sur les cultures. La surface totale de cultures endommagées par la sauvagine (principalement par la Grande Oie des neiges) a varié considérablement entre 1992 et 2003 au Québec (figure 1-40), et une simple comparaison des moyennes ne révèle aucune différence dans la surface totale touchée avant (de 1992 à 1998) et pendant (de 1999 à 2003) la mise en place de la récolte de conservation ($F_{1,10} = 0,48$, $P = 0,51$). L'endommagement des cultures par les oies au printemps dépend de bien des facteurs autres que la taille de la population, notamment la température printanière, les pratiques agricoles (p. ex. la phénologie du labourage et l'ensemencement), le comportement et les déplacements des oiseaux, l'intensité et le type d'activité de chasse et l'intensité des activités d'effarouchement des oiseaux par les agriculteurs ou le personnel qualifié. Sans une récolte printanière, on aurait pu noter des dommages supplémentaires, mais cette hypothèse est impossible à vérifier à l'aide de contrôles puisque la récolte printanière s'est déroulée dans toutes les régions du sud du Québec. Un des effets perceptibles de cette récolte est toutefois la plus grande proportion de dommages dans une catégorie inférieure (soit la catégorie de dommage par le broutage de 10 à 74,9 %) à la suite de l'ouverture de la chasse (72 % contre 57 %; $F_{1,10} = 28,45$, $P < 0,001$). Cette période s'accompagne également d'un plus grand nombre de signalements de dommages. Cela indique que les dommages étaient répartis sur un plus grand nombre de fermes, mais à une intensité moyenne inférieure. Le phénomène est corroboré par une diminution de la taille des volées les années où il y a une récolte printanière par comparaison aux années précédentes (A. Béchet et J-F. Giroux, données inédites).

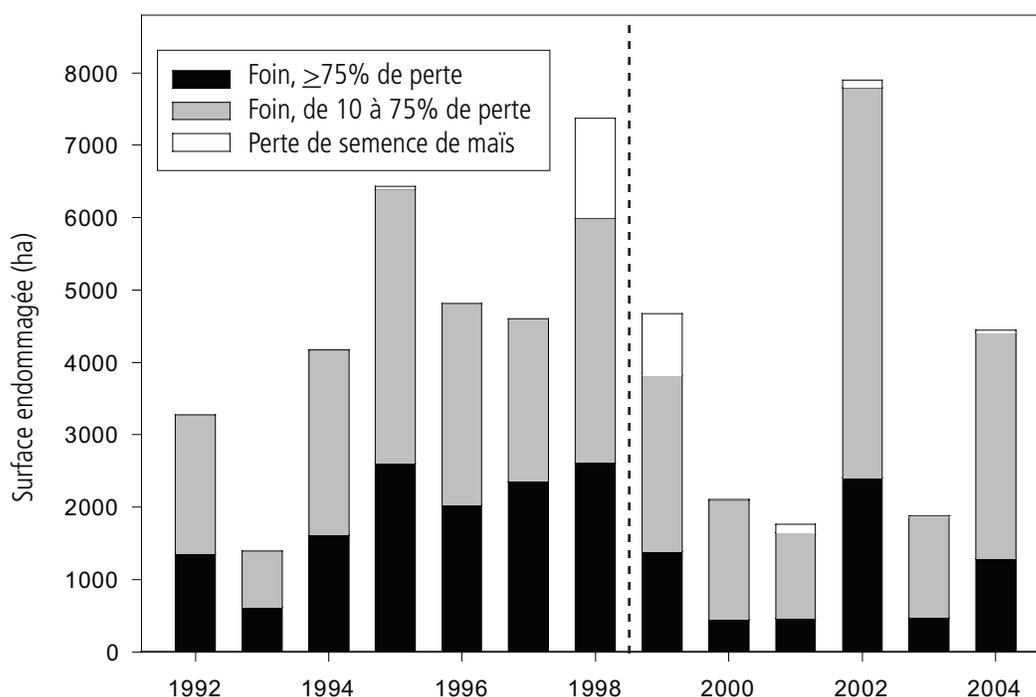


Figure 1-40. Surface totale des cultures endommagées par la sauvagine (principalement par la Grande Oie des neiges) au Québec de 1992 à 2004. La ligne pointillée indique l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation. Données inédites de La Financière agricole du Québec.

Incidences sur les aires naturelles d'hivernage et de migration dans les états de la voie de migration de l'Atlantique

La capacité de la Grande Oie des neiges de profiter de plusieurs types d'aliments et de se déplacer facilement d'un site d'alimentation à l'autre lui a permis d'exploiter une grande variété d'habitats le long de la côte de l'Atlantique (Hill et Frederick, 1997), mais les incidences spécifiques sur la végétation sont peu connues. La végétation de marais salés dans plusieurs refuges de la voie de migration de l'Atlantique a été ravagée par les Oies des neiges qui s'y sont alimentées durant les années 1970 et 1980 (Smith et Odum, 1981; Giroux *et al.*, 1998b). Comme dans les aires de migration, la biomasse et la croissance du *Scirpus* ont subi les incidences négatives du broutage par les oies (A. Froelich et D. Lodge, données inédites, présentation qui a eu lieu à l'Intecol Millenium Wetland Event en 2000, Québec [Québec]). Par contre, pendant les années 1990, les dommages n'ont pas augmenté au même rythme que la croissance démographique de l'espèce dans les régions où des champs agricoles à proximité offraient une autre source alimentaire (principalement des céréales d'hiver et des grains de maïs résiduels), bien que la dégradation se soit poursuivie sur les aires d'hivernage traditionnelles où des sources alimentaires agricoles n'étaient pas disponibles (Giroux *et al.*, 1998b). En général, les habitats naturels touchés par des Oies des neiges le long de la côte de l'Atlantique se limitent à de petits secteurs (proportionnellement à la superficie totale des marais salés) où les dommages sont intenses mais localisés, principalement à l'intérieur de refuges fauniques (Giroux *et al.*, 1998b).



Du milieu des années 1970 à la fin des années 1990, le nombre d'Oies des neiges occupant les marais salés à proximité du Forsythe National Wildlife Refuge (NWR) a augmenté (Batt, 1998). Concomitamment, la quantité de végétation gravement endommagée par les Oies des neiges a augmenté dans les marais salés. Afin d'atténuer ces dommages, le Forsythe NWR a autorisé en 1998 à l'intérieur des retenues du refuge des chasses spéciales à l'Oie des neiges en octobre. Les chasses spéciales à l'Oie des neiges ont eu lieu de 1998 à 2002, puis en 2004. Aucune chasse spéciale n'a eu lieu en 2003 en raison du déclin du nombre d'Oies des neiges occupant le refuge cette année-là. Si l'on compare les années précédant ces chasses spéciales (de 1993 à 1997) aux années où ces chasses ont eu lieu (de 1998 à 2003), l'abondance maximale et moyenne des Oies des neiges occupant le Forsythe NWR en automne a subi un déclin d'environ 50 %. Malgré ce déclin, des dommages importants demeurent apparents.

La superficie des marais salés endommagés dans le Forsythe NWR est demeurée relativement stable depuis 1998 environ. Les estimations minimales des zones endommagées s'élèvent actuellement à un total de 270 ha adjacents aux retenues du refuge. Certaines autres zones ont également été touchées, mais il n'existe aucune estimation relative à ces zones. En plus de la détérioration des marais salés, les ravages ont eu une incidence sur l'infrastructure du refuge; en effet, certaines tempêtes occasionnelles endommagent le système de digues. Batt (1998) souligne qu'environ 2 % des marais de *Spartina* le long de la côte de la baie Delaware, au New Jersey, ont été touchés entre 1970 et le milieu des années 1990. Aucun inventaire ne permet de mesurer l'endommagement de ces marais par les Oies des neiges, mais une simple observation suggère que le niveau actuel d'endommagement est mineur et semblable à celui observé au cours des décennies précédentes. En outre, les zones endommagées changent d'une année à l'autre, ce qui permet aux marais endommagés de se régénérer.

Le Prime Hook NWR au Delaware, qui accueille entre 100 000 et 150 000 Grandes Oies des neiges en hiver, a présenté un accroissement de la production annuelle des graines dans les sols humides (A. Larson, comm. pers.). On présume que cette augmentation de la production est due à l'apport important de nutriments (fèces) et à la perturbation annuelle du sol associée à l'alimentation des oies. Les marais de *Spartina* du Prime Hook NWR ont subi d'importants dommages dans le passé, mais tendent à se rétablir rapidement l'année suivante. La situation est très différente dans le Bombay Hook NWR, où les dommages annuels des habitats de marais salés sont estimés à environ 400 ha (R. Brown, comm. pers.).

Dans les terres humides de la baie de Newport, Maryland, d'importantes étendues de *Spartina alterniflora* ont été ravagées. La source du problème est un refuge privé adjacent aux marais de la baie Newport qui était autrefois occupé par un grand nombre de Bernaches du Canada. Ce refuge est aujourd'hui dominé par environ 30 000 à 50 000 Grandes Oies des neiges qui ont vraisemblablement délogé la Bernache du Canada, qui était autrefois une espèce hivernante. On relève d'autres ravages importants par des Grandes Oies des neiges sur de petites îles dans la baie Chincoteague et le long de la Assateague Island National Seashore. Les zones sont endommagées par des oiseaux qui hivernent dans le Chincoteague NWR et qui quittent le refuge pour aller se nourrir vers le nord.

Le nombre d'Oies des neiges dénombrées dans le cadre de l'inventaire du milieu de l'hiver en Virginie n'a pratiquement pas changé au cours des dix dernières années. Cependant, un grand nombre d'Oies des neiges se rassemblent fréquemment en Virginie plus tôt dans l'année (en novembre) avant de se diriger plus loin vers le sud. Une redistribution des oies à l'intérieur de l'état s'est traduite par la colonisation de nouveaux secteurs de marais littoraux. Bien que les impacts par l'Oie des neiges sur les habitats de marais littoraux ne soient pas répandus en Virginie, les dommages peuvent être importants dans certaines zones spécifiques. On trouve encore des marais littoraux endommagés ou ravagés dans la région de Chincoteague, où le phénomène est observé depuis longtemps. On relève environ entre 20 et 30 ha de zones ravagées par les Oies des neiges dans cette région. Des dommages supplémentaires ont été relevés le long de la côte vers le sud, où une volée de 8 000 à 10 000 Oies des neiges



hiverne depuis quatre ou cinq ans. Un secteur d'environ 20 ha de marais de *Spartina alterniflora* a été dénudé et est actuellement dépourvu de toute végétation. D'autres zones marécageuses à proximité des aires d'alimentation des Oies des neiges présentent une végétation plus rare, mais ont subi des incidences moindres.

En général, le nombre de Grandes Oies des neiges hivernant dans les habitats côtiers de la Caroline du Nord a diminué à long terme. Dans les zones d'hivernage centrales des habitats côtiers, Pea Island NWR et Mackay Island NWR, de 6 000 à 10 000 Oies des neiges environ y hibernent. Les signalements de dommages à la végétation indigène ont également diminué à long terme. Parfois, les Oies des neiges dénudent de très petites parcelles de *Spartina alterniflora* au Pea Island NWR, mais ces parcelles semblent se régénérer rapidement.

Incidences sur les terres agricoles dans les états de la voie de migration de l'Atlantique durant les périodes de migration et d'hivernage

La nouvelle répartition vers le nord des oies dans leurs aires d'hivernage pourrait être en partie attribuable à leur dépendance croissante envers les sources de nourriture d'origine agricole, étant donné que la culture du maïs a diminué dans les états méridionaux, mais non dans les états du centre du littoral de l'Atlantique (Gauthier *et al.*, 2005). De plus, un inventaire informel indique une baisse du nombre de signalements de dommages aux cultures par les agriculteurs de la Virginie et de la Caroline du Nord, et une augmentation des signalements au Delaware, au Maryland et en Pennsylvanie vers la fin des années 1990 (Filion *et al.*, 1998), ce qui corrobore le déplacement de la répartition.

Le Delaware est le seul état de la voie de migration de l'Atlantique accueillant des Grandes Oies des neiges en hivernage ou en migration, qui a mené une enquête annuelle sur les dommages causés par les Oies des neiges au cours des dernières années. Les dommages aux cultures en 1998, soit la première année de l'enquête et l'année précédant la libéralisation de la réglementation de la chasse (à savoir autoriser des jours de chasse échelonnés après le 4 janvier), touchaient 8 130 ha, pour une perte estimée à 515 091 dollars. Les dommages aux cultures ont été grandement atténués après l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation de la chasse, mais ont varié d'une année à l'autre. En 2001-2002, les dommages attribuables aux Oies des neiges ont totalisé 2 827 ha pour une valeur évaluée par les propriétaires fonciers de 235 078 dollars. Ces chiffres sont considérablement inférieurs à ceux rapportés en 2000 (4 159 ha, 394 440 dollars) et légèrement inférieurs à ceux rapportés en 1999 (2 849 ha, 235 252 dollars). Les dommages touchent principalement les cultures de blé, d'orge et de seigle, et surviennent principalement en janvier et en février. La fréquence des dommages la plus élevée survient dans le comté de Sussex, adjacent au Prime Hook NWR (T. Whittendale, Department of Natural Resources du Delaware, comm. pers.). On signale également au Maryland des dommages importants aux cultures, mais ceux-ci n'ont pas été quantifiés. L'approche préconisée par le Maryland en vue d'atténuer les problèmes dus à l'endommagement des cultures a consisté à informer les agriculteurs sur la façon de faire une demande de permis fédéral d'effarouchement (L. Hindman, Department of Natural Resources du Maryland, comm. pers.). On relève encore, à certains endroits précis, des dommages aux cultures en Virginie, généralement le blé d'automne. Cependant, il existe peu de données quantitatives, car les agriculteurs ne reçoivent aucun dédommagement pour les dommages causés par les espèces sauvages et signalent rarement l'étendue des dommages (G. Costanzo, Department of Game & Inland Fisheries de la Virginie, comm. pers.). Il est probable que les dommages causés au blé d'automne surviennent à des endroits précis en Caroline du Nord, mais l'organisme responsable des espèces sauvages de cet état ou le département de l'Agriculture des États-Unis – Services de la faune (USDA) reçoivent peu ou pas de signalements (J. Fuller, Wildlife Resources Commission de la Caroline du Nord, comm. pers.).



Sommaire : incidences des Oies des neiges sur les habitats naturels et les terres agricoles

- Le broutage des graminoides de l'Arctique par les Grandes Oies des neiges durant la saison de reproduction est élevé et réduit la production végétale dans les terres humides, quoique la végétation n'y soit pas endommagée au-delà du point de rétablissement, comme on l'a observé dans le cas des populations de Petites Oies des neiges. L'abondance des oies sur l'île Bylot, l'une des plus grandes colonies reproductrices, ne s'élève encore qu'à la moitié de la capacité de support estimée des terres humides de l'île en 1997. La production végétale a été particulièrement élevée au cours des dernières années, mais il est impossible de déterminer si cela était une conséquence des mesures spéciales de conservation.
- On relève certains signes d'un déclin graduel à long terme de la végétation des marais dans certains refuges fauniques de l'estuaire du Saint-Laurent, mais on ne relève aucun déclin dans d'autres refuges. De plus, rien n'indique que les mesures spéciales de conservation ont eu une incidence sur ces tendances.
- L'espèce continue à se tourner de plus en plus vers les champs agricoles pour se nourrir, ce qui occasionne des dommages importants aux cultures dans le sud du Québec, et le phénomène ne s'est pas atténué en apparence depuis la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. Cependant, on n'a déterminé jusqu'à présent aucune relation directe entre le nombre d'oies dans la population et l'importance des dommages aux cultures au Québec.
- On a rapporté dans certains refuges côtiers des États-Unis une destruction de la végétation des marais salés littoraux en hiver. Cependant, les zones sont petites et il semblerait qu'elles n'aient pas changé au cours des dernières années, probablement en raison de l'utilisation des champs agricoles par les oies pour se nourrir et de l'ouverture de la chasse dans certains refuges.
- Des cultures sont endommagées par le broutage des Oies des neiges dans certains états de la voie de migration de l'Atlantique. Il semble que la libéralisation de la réglementation de la chasse et les changements apportés aux dates de chasse aient contribué à atténuer le problème dans certains états.



SECTION II : TAUX DE CROISSANCE PROJETÉ DE LA POPULATION DE LA GRANDE OIE DES NEIGES SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE RÉCOLTE

Par Gilles Gauthier et Eric T. Reed.

INTRODUCTION

Dans la section précédente, nous avons décrit les connaissances scientifiques accumulées au fil des années sur les Grandes Oies des neiges. La taille de la population est suivie de près par les inventaires aériens du printemps, quoiqu'au cours des dernières années il y ait eu quelques incertitudes quant à l'exactitude des inventaires, et des recherches intensives sont menées dans les aires de reproduction et de migration. Les recherches possèdent d'importants aspects appliqués; bon nombre d'entre eux tournant autour du rôle du climat, de l'habitat et de la récolte sur la dynamique de la population. En raison de sa longue durée, l'étude scientifique des Grandes Oies des neiges s'est révélée une source d'information inestimable pour notre évaluation actuelle des répercussions des mesures spéciales de conservation sur la population, en permettant de comparer des périodes avant et après l'entrée en vigueur de ces mesures.

Plusieurs incertitudes complexifient la gestion de la récolte de la sauvagine. Ces incertitudes comprennent notamment une variation stochastique temporelle et spatiale des facteurs environnementaux comme le climat, une variation annuelle de la récolte obtenue dans un cadre réglementaire donné et une méconnaissance des effets de la récolte et d'autres facteurs biologiques sur les populations. L'incertitude peut être réduite par l'analyse des données antérieures, la comparaison entre les projections fondées sur ces données et les résultats observés et de nombreuses mises à jour des modèles. L'information présentée dans la première section du rapport constitue donc une base scientifique permettant de réduire les principales sources d'incertitude, ce qui permettra par la suite d'élaborer des stratégies de récolte plus raffinées.

Dans la présente section, nous nous penchons sur les impacts projetés d'une série de scénarios de récolte sur le taux de croissance de la population à l'aide de modèles matriciels de projection de la population et évaluons ces incidences (Caswell, 2001). Un premier modèle matriciel pour cette population a d'abord été élaboré par Gauthier et Brault (1998). Depuis, toutefois, notre connaissance des impacts de la récolte sur divers paramètres démographiques s'est considérablement approfondie (Gauthier *et al.*, 2001; Menu *et al.*, 2002; Mainguy *et al.*, 2002; Reed *et al.*, 2003b; Reed *et al.*, 2004a), et de nouveaux développements théoriques ont permis de raffiner davantage les modèles (Gauthier et Lebreton, 2004). Nous nous sommes fondés sur l'information la plus récente disponible pour créer un modèle de population actualisé à l'aide duquel nous avons évalué l'impact de huit différents scénarios de récolte sur la croissance démographique. Les scénarios de récolte ont été choisis en fonction de leur applicabilité et de leur simplicité. Nous avons également comparé les projections du modèle au taux de croissance démographique observé pendant la période suivant (de 1998 à 2003) et précédant (de 1985 à 1998) l'application des mesures spéciales de conservation afin d'évaluer la performance de ces mesures.

Nous avons séparé le cycle annuel de l'espèce en quatre périodes : (1) l'été dans l'Arctique, (2) l'automne au Québec, (3) l'hiver aux États-Unis et (4) le printemps au Québec. Cela nous a permis d'évaluer l'effet des changements dans la récolte au cours de chaque saison de chasse (en automne au Québec et en hiver aux États-Unis) ou durant la récolte spéciale de conservation printanière au Québec, sur la population de Grandes Oies des neiges. Par exemple, nous avons prédit l'effet de la récolte de conservation printanière sur la croissance démographique en tenant compte d'une réduction du taux de survie et de la fécondité. Nous avons également



examiné le scénario selon lequel les effets de la récolte printanière sur la fécondité s'atténuent au fil du temps, les oies apprenant à éviter les dérangements causés par la récolte printanière. De plus, nous avons examiné l'incidence de changements qui pourraient être apportés aux mesures spéciales de conservation en vue de réduire le taux de récolte, par exemple en autorisant une récolte printanière une fois tous les deux ans plutôt que chaque année, en présumant que la fécondité serait réduite les années où une récolte printanière serait autorisée. Enfin, nous avons examiné un cas où la réglementation en vigueur et les mesures de conservation appliquées à la chasse automnale seraient maintenues (enregistrements d'appels électroniques, appâtage, rampement, etc.), mais où il n'y aurait aucune récolte printanière.

Les mesures spéciales de conservation, comme la récolte de printemps, sont de nature temporaire puisqu'elles ont été conçues pour être appliquées qu'en cas de surabondance de la population (Gouvernement du Canada, 2006). Un objectif de gestion à long terme serait, si la population a atteint un niveau viable, de maintenir la population à ce niveau, ou presque, sans recourir à des mesures spéciales de conservation. Nous avons donc évalué quel taux de récolte (durant les saisons de chasse régulières) serait requis pour maintenir une population stable, et de quelle manière cette récolte devrait être répartie entre le Canada (surtout au Québec) et les États-Unis. Pour ce faire, nous avons examiné trois scénarios de répartition de la récolte : une augmentation de la récolte égale entre le Canada et les États-Unis; une augmentation de la récolte au Canada seulement; une augmentation de la récolte aux États-Unis seulement.

MÉTHODES

Modèle général

Notre modèle est un modèle déterministe avec variation temporelle basé sur une projection matricielle d'une population dont la reproduction a lieu durant une période déterminée du cycle annuel (dite de type « birth pulse ») [Caswell, 2001]. Nous avons utilisé une formulation pré-reproductrice avec quatre classes d'âge, car le recrutement d'individus dans la cohorte d'adultes reproducteurs n'est complété qu'à l'âge de quatre ans chez la Grande Oie des neiges (Reed *et al.*, 2003b). Notre modèle produit donc un vecteur de population (\mathbf{N}) comptant quatre classes d'âge constituées d'individus âgés respectivement de un, de deux, de trois et de quatre ans et plus (soit N_1 , N_2 , N_3 et N_{4+}) au moment de l'inventaire. L'intervalle de temps de notre modèle s'étend donc du début de la période de reproduction de l'année t jusqu'à l'année $t+1$. Les paramètres démographiques sont inclus dans la matrice \mathbf{A} , où la première rangée comprend les paramètres de fécondité nets (taux de fécondité F_i multiplié par le taux de survie de la première année, S_j) pour chaque étape i , et les rangées subséquentes renferment les probabilités de transition (S_i), c'est-à-dire la probabilité de passer d'une étape à l'autre (en d'autres termes, le taux de survie). La matrice de ce modèle en quatre étapes est illustrée ci-dessous :

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & F_2 \cdot S_j & F_3 \cdot S_j & F_4 \cdot S_j \\ S_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & S_4 \end{bmatrix} \quad \mathbf{N} = \begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \\ N_4 \end{bmatrix}$$



L'estimation du taux de fécondité, exprimé en nombre de femelles survivant jusqu'au premier envol par femelle adulte, est obtenue en calculant le produit de plusieurs variables, selon la formule suivante :

$$F_i = BP_i \cdot (TCL_i / 2) \cdot NS_i \cdot P1_i \cdot P2_i \cdot P3_i$$

où i = âge, BP = propension à la reproduction, TCL = taille des couvées, NS = succès de la nidification, $P1$ = taux de survie des œufs dans les nids, $P2$ = succès de l'éclosion et $P3$ = taux de survie des oisons entre l'abandon du nid et le baguage. Une définition complète de ces variables est fournie au tableau 2-1. Nous avons divisé la taille des nichées par deux, car nous n'avons modélisé que la composante femelle en postulant un rapport des sexes de 1:1 à l'éclosion. Les autres paramètres non nuls de la matrice correspondent à la probabilité de survie des adultes (soit le taux de survie après un an), laquelle est considérée comme égale pour toutes les catégories d'âge (c.-à-d. que $S_j = S_A$).

Tableau 2-1. Définition des variables de reproduction et de survie

Variable	Définition
Propension à la reproduction (BP)	Probabilité qu'une femelle vivante au moment t tentera de se reproduire (c.-à-d. qu'elle pondra au moins un œuf).
Taille des couvées (TCL)	Nombre total d'œufs pondus par une femelle nicheuse (taille de la couvée).
Succès de la nidification (NS)	Probabilité qu'un nid éclos avec succès, c.-à-d. qu'au moins un œuf parvienne à éclosion.
Taux de survie des œufs ($P1$)	Probabilité qu'un œuf survive jusqu'à l'éclosion dans un nid contenant des œufs.
Succès de l'éclosion ($P2$)	Probabilité qu'un œuf ayant atteint l'éclosion dans un nid éclos produise un oison qui quittera le nid.
Taux de survie des oisons ($P3$)	Probabilité qu'un oison quittant le nid survive jusqu'au baguage, lequel est effectué juste avant le premier envol.
Taux de survie à la première année (S_j)	Probabilité qu'un oison en âge de voler, à savoir un oiseau juvénile, survive du baguage (c.-à-d. juste avant le premier envol) jusqu'au début de la saison de reproduction l'année suivante (remarque : cela correspond à une période de dix mois).
Taux de survie annuel des adultes (S_A)	Probabilité qu'un oiseau adulte (> 1 an) survive du début d'une saison de reproduction à l'année t jusqu'à l'année $t+1$.



Fécondité

Les données sur la fécondité proviennent de l'étude à long terme de la reproduction de la Grande Oie des neiges sur l'île Bylot (Lepage *et al.*, 2000; Reed *et al.*, 2003b; Reed *et al.*, 2004a; G. Gauthier, données inédites). Nous avons utilisé les données provenant de la période de 1991 à 1998 pour calculer la plupart des variables. Le succès de la reproduction de la Grande Oie des neiges dans le Haut-Arctique est très variable, et la fécondité entre les bonnes et les mauvaises années de reproduction peut varier par plus d'un ordre de grandeur (Reed *et al.*, 1998; Menu *et al.*, 2002). Afin de tenir compte de cette variabilité élevée, nous avons classé la qualité de la reproduction en trois catégories, soit bonne (1), moyenne (2) et mauvaise (3) d'après la proportion de juvéniles dans les dénombrements d'automne menés annuellement par le Service canadien de la faune (consulter Gauthier et Brault, 1998). Les rapports d'âge selon la qualité de la reproduction sont les suivants : bonne année, plus de 30 %; année moyenne, entre 10 et 30 %; mauvaise année, moins de 10 %. Nos analyses suggèrent que la plupart des variables de fécondité, ainsi que le taux de survie des juvéniles, seront plus élevées les bonnes années et réduites les mauvaises années, alors que le taux de survie des adultes variera différemment.

Les valeurs moyennes des variables de la reproduction pour les bonnes, moyennes et mauvaises années sont présentées au tableau 2-2. Les valeurs de TCL , $P1$, NS et $P2$ sont tirées de Lepage *et al.* (2000). Les valeurs de $P3$ sont fondées sur des renseignements sur le changement dans la taille des couvées entre l'éclosion et le baguage, avec facteur de correction pour les pertes totales de couvées (consulter Gauthier et Brault, 1998, pour obtenir plus de détails). Bien que certaines de ces variables de la reproduction s'améliorent légèrement avec l'âge chez les Oies des neiges (Cooke *et al.*, 1995), nos données proviennent d'oiseaux dont l'âge est inconnu; nous avons donc ignoré l'effet de l'âge sur ces variables. L'atteinte de la maturité reproductrice chez les Grandes Oies des neiges femelles est un processus graduel qui débute à l'âge de deux ans et qui se termine à l'âge de quatre ans (Reed *et al.*, 2003b). Nous avons calculé la proportion d'individus reproducteurs par groupe d'âge (BP , tableau 2-1) à partir des valeurs du taux de recrutement (a , soit la probabilité qu'un individu commence à se reproduire) déterminées par Reed *et al.* (2003b) d'après Pradel et Lebreton (1999). Reed *et al.* (2004a) ont également montré que la propension à la reproduction des adultes varie d'une année à l'autre. En nous basant sur leur analyse, nous avons estimé que la proportion d'individus reproducteurs était de ~ 1 les bonnes années, de 0,8 les années moyennes et de 0,5 les mauvaises années. Nous avons appliqué ces coefficients aux valeurs de la proportion d'individus reproducteurs afin d'estimer la BP les bonnes, moyennes et mauvaises années.

Pour calculer une valeur moyenne de la fécondité, nous avons d'abord déterminé la qualité de la reproduction chaque année entre 1985 et 1998 à l'aide des rapports d'âge fournis par les dénombrements d'automne. Nous avons ensuite créé un vecteur de la fécondité globale annuelle à l'aide des valeurs figurant dans le tableau 2-2 d'après la qualité de la reproduction pour chaque année. La fécondité globale de chaque catégorie d'âge pourrait prendre l'une des valeurs indiquées au tableau 2-2 selon la qualité de la reproduction. Finalement, nous avons calculé la fécondité moyenne observée pour la période de 1985 à 1998 (soit la moyenne de notre vecteur de fécondité par catégorie d'âge) et nous l'avons appliquée au modèle. Ces valeurs étaient $F_2 = 0,173$, $F_3 = 0,471$ et $F_4 = 0,692$.



Tableau 2-2. Variables de la fécondité (moyenne ± écart-type). Les données proviennent de l'étude à long terme sur l'île Bylot.

Variable	Âge	Qualité de la reproduction		
		Bonne	Moyenne	Mauvaise
BP	2	0,25 ± 0,09	0,21 ± 0,07	0,13 ± 0,05
	3	0,68 ± 0,16	0,58 ± 0,13	0,34 ± 0,08
	4+	1,0	0,80	0,50
TCL	2-4+	4,145 ± 0,066	3,853 ± 0,071	3,526 ± 0,051
P1	2-4+	0,9395 ± 0,0117	0,9071 ± 0,0126	0,9107 ± 0,0154
NS	2-4+	0,8412 ± 0,0420	0,6021 ± 0,0229	0,5638 ± 0,0516
P2	2-4+	0,9370 ± 0,0046	0,9370 ± 0,0046	0,9370 ± 0,0046
P3	2-4+	0,650 ± 0,082	0,610 ± 0,108	0,543 ± 0,010
Fécondité globale (en termes femelle/ femelle)	2	0,2494	0,1263	0,0599
	3	0,6783	0,3488	0,1566
	4+	0,9976	0,4811	0,2303

Les résultats présentés dans les sections précédentes du présent rapport indiquent que la fécondité des Grandes Oies des neiges a diminué les années où une récolte de conservation du printemps a été autorisée (consulter également Mainguy *et al.*, 2002; Bêty *et al.*, 2003). Cependant, les données sont insuffisantes pour déterminer avec précision cet effet sur chaque variable de la fécondité. Afin de déterminer un indice de l'effet de la récolte printanière sur la fécondité, nous avons comparé le rapport d'âge moyen de la population à l'automne entre les années sans récolte printanière (de 1985 à 1998) et les années avec récolte printanière (de 1999 à 2003). Cette comparaison révèle une réduction de 35 %, en moyenne, du rapport d'âge en automne les années où une récolte de conservation a été autorisée au printemps. Ainsi, pour modéliser cette réduction de la fécondité, nous avons multiplié la fécondité de toutes les catégories d'âge par 0,65 les années où il y a eu une récolte au printemps.

Survie des adultes et taux de récolte

Afin d'évaluer les incidences de la récolte au cours des diverses saisons de chasse sur la population, nous avons subdivisé la survie des adultes et des juvéniles en composantes saisonnières. À l'intérieur de chaque saison, nous avons exprimé la survie comme une fonction du taux de récolte (HR), c'est-à-dire la probabilité pour un oiseau vivant au début de la saison d'être tué et récupéré, à savoir récolté, par des chasseurs (HR). Nous avons postulé dans tous les cas que la mortalité due à la chasse était entièrement additive à la mortalité naturelle, comme cela a été montré chez plusieurs populations d'oies, et chez la Grande Oie des neiges en particulier, du moins dans le cas des adultes (Francis *et al.*, 1992; Rexstad, 1992; Gauthier *et al.*, 2001; Calvert et Gauthier, 2005). La survie des adultes a donc été exprimée selon la fonction suivante :

$$S_A = S_A^S S_A^F S_A^W S_A^P$$

où les exposants renvoient aux saisons (S = été, F = automne, W = hiver, P = printemps). Chez les adultes, nous avons postulé que l'été correspondait à la période passée dans l'Arctique et durant la première partie de la migration d'automne (c.-à-d. de juin à septembre; quatre mois). L'automne correspondait à la période passée dans



le sud du Québec pendant la migration (c.-à-d. la saison de chasse automnale en octobre et en novembre; deux mois). L'hiver correspondait à la période passée dans les aires d'hivernage aux États-Unis (c.-à-d. la saison de chasse hivernale de décembre à mars; quatre mois). Enfin, le printemps correspondait à la période passée dans le sud du Québec durant la halte migratoire (c.-à-d. la période de récolte de conservation d'avril à mai; deux mois).

Gauthier *et al.* (2001) ont modélisé la relation entre le taux de récolte et la survie des Grandes Oies des neiges adultes durant une saison de chasse entière (soit de l'automne au printemps, mais durant une période où aucune récolte de conservation printanière n'a eu lieu) à l'aide d'une grande base de données de capture-recapture. L'étude portait sur des femelles adultes munies d'un collier sur l'île Bylot entre 1990 et 1998. Gauthier *et al.* (2001) définissent cette période comme l'« hiver », ce qui, dans leur analyse, correspond à une période de 6 mois et demi¹. La fonction modélisée par Gauthier *et al.* (2001) était la suivante :

$$S_A^w = a - bHR$$

où a = survie en hiver en l'absence de récolte, b = pente de la relation entre le taux de récolte et la survie. En postulant l'additivité de la mortalité due à la chasse et à des causes naturelles, les paramètres de la fonction ci-dessus font en sorte que $a = b$ (Burnham et Anderson, 1984). Gauthier *et al.* (2001) ont en effet observé que l'estimation de b ne variait pas considérablement du point d'intersection, a . Ils ont également noté que le taux mensuel de survie en l'absence de récolte (c.-à-d. le paramètre a , survie jusqu'à la mortalité naturelle) semblait constant durant toute l'année. Ils ont donc exprimé la survie annuelle selon la fonction suivante :

$$S_A = (a^{5,5/6,5} (a - bHR)) / r$$

où l'exposant 5,5/6,5 représente la différence dans la durée des périodes d'« été » (5,5 mois) et d'« hiver » (6,5 mois). Le paramètre supplémentaire, r , correspondait au taux de rétention des colliers estimé à partir de données indépendantes. Ce dernier paramètre était nécessaire, car l'analyse de Gauthier *et al.* (2001) était fondée sur la réobservation d'oiseaux munis d'un collier ayant un taux de rétention inférieur à 1.

Pour répartir le taux de récolte en trois saisons de chasse, nous avons dû postuler que la relation décrite précédemment était plausible lors de ces trois saisons. En tenant compte de la durée relative de chacune des quatre saisons définies précédemment dans notre modèle, nous avons exprimé la survie des adultes à chaque saison comme suit :

$$\begin{aligned} S_A^S &= a^{4/6,5} / r^{4/12} \\ S_A^F &= (a^{2/6,5} - bHR_A^F) / r^{2/12} \\ S_A^W &= (a^{4/6,5} - b(HR_A^W / S_A^F)) / r^{4/12} \\ S_A^P &= (a^{2/6,5} - b(HR_A^W / (S_A^F S_A^W))) / r^{2/12} \end{aligned}$$

Étant donné que le taux de récolte est toujours calculé d'après la taille de la population en automne (c.-à-d. la population au début de la saison de chasse automnale), les taux de récolte d'hiver et du printemps ont dû être corrigés pour tenir compte du nombre d'oies survivantes au début de ces périodes (en divisant le taux de récolte par le taux de survie des individus durant la saison de chasse précédente). Les paramètres estimés par Gauthier *et al.* (2001) étaient : $a = 0,926$, $b = 1,207$; $r = 0,95$. Par contre, une modélisation effectuée récemment à l'aide du filtre de Kalman (Gauthier et Lebreton, 2004) a montré que l'incidence de la récolte sur

1 Remarque : La période d'« hiver », selon Gauthier *et al.* (2001), n'a pas la même durée que la période d'hiver définie dans le présent modèle. Pour éviter toute confusion, nous avons utilisé l'indice w pour distinguer leur période d'hiver de la période définie dans le présent modèle.



la survie aurait pu être légèrement surestimée par Gauthier *et al.* (2001). Lorsque l'information provenant de la taille de la population est intégrée à une fonction de vraisemblance combinant l'information tirée des inventaires et les données démographiques, la meilleure correspondance est obtenue avec les paramètres suivants : $a = 0,935$, $b = 1,100$, $r = 0,943$. Ce sont ces derniers paramètres qui ont été utilisés dans notre modèle actuel.

Survie des juvéniles et taux de récolte

Comme dans le cas des adultes, nous avons subdivisé en composantes saisonnières le taux de survie des juvéniles étalé sur dix mois comme suit :

$$S_J = S_J^M S_J^F S_J^W S_J^P$$

Étant donné que les juvéniles sont bagués au début du mois d'août, leur période d'« été » a été réduite à deux mois (août et septembre), ce qui correspond à la période du premier envol dans l'Arctique et à la première partie de la migration d'automne. Nous avons donc utilisé l'exposant M pour faire référence à cette période chez les juvéniles. Les trois autres saisons sont identiques à celles décrites chez les adultes. Pour les juvéniles, nous avons également postulé que la mortalité due à la chasse et la mortalité naturelle étaient additives, mais nous ne disposons d'aucune estimation des paramètres liant la récolte au taux annuel de survie ou au taux de survie en hiver, comme c'était le cas chez les adultes. Cependant, si nous postulons que $a = b$ dans la relation entre la survie et la récolte dans un scénario d'additivité complète (Burnham et Anderson, 1984), on obtient :

$$S_J = a_J(1 - HR_J) \quad \text{et} \quad a_J = S_J / (1 - HR_J)$$

Nous avons estimé le terme a de la fonction précédente pour un certain nombre d'années où des analyses de récupération des bagues (de 1990 à 1996, tiré de Menu *et al.*, 2002) ont permis d'estimer le taux de survie des juvéniles (S), à partir du premier envol, en associant des estimations indépendantes des taux de récolte des juvéniles ces mêmes années. Étant donné que le taux de survie à la première année calculé par Menu *et al.* (2002) couvrait une année entière, alors que le taux de survie des juvéniles de notre modèle ne couvrait que dix mois (voir plus haut), nous avons estimé S_J comme suit : $S^{0,12}$. a_J , qui représente la survie des juvéniles en l'absence de récolte, il a de fortes chances de varier d'une année à l'autre en raison du taux de mortalité élevé et variable durant la migration d'automne (Menu *et al.*, 2005). Le taux de mortalité naturelle des juvéniles est généralement élevé les années où la reproduction a été de faible qualité (en raison de la ponte tardive et de la mauvaise croissance des oisons) et faible les bonnes années de reproduction (en raison de la ponte précoce et de la bonne croissance des oisons). Nous avons donc estimé trois valeurs de a_J , chacune correspondant à trois conditions différentes de la qualité de la reproduction décrites précédemment. Pour ce faire, nous avons calculé les taux moyens de survie et de récolte les bonnes, moyennes et mauvaises années de reproduction et estimé a_J pour ces trois conditions. Les estimations de a_J obtenues sont : 0,755 (bonnes années), 0,740 (années moyennes), 0,468 (mauvaises années). Par principes de parcimonie, nous avons utilisé la moyenne de ces valeurs dans notre modèle ($a_J = 0,654$).

Le calcul du taux de survie des juvéniles est d'autant plus complexe à calculer qu'il est impossible de postuler une mortalité naturelle constante, comme chez les adultes, durant la première année de vie. Au contraire, la mortalité naturelle peu après le premier envol et au début de la période de migration d'automne est beaucoup plus élevée que durant le reste de l'hiver (Francis *et al.*, 1992; Menu *et al.*, 2005). En l'absence d'une répartition précise de la mortalité naturelle entre ces périodes, nous avons postulé que 80 % de la mortalité naturelle des juvéniles survient durant la migration d'automne et que les 20 % restants sont répartis sur le reste de l'année, d'après les estimations de la mortalité durant la migration de Menu *et al.* (2005). Nous avons donc estimé le taux de survie des juvéniles durant la migration d'automne selon la fonction suivante :

$$S_J^M = a_J^{4/5} = 0,738$$



et le paramètre a_j utilisé dans la modélisation de la relation entre la récolte et la survie des juvéniles pendant les autres saisons est devenu a_{j*} :

$$a_{j*} = a_j^{1/5} = 0,927$$

Nous avons ainsi exprimé la survie des juvéniles durant chaque saison de chasse comme suit :

$$S_J^F = a_{j*}^{2/8} (1 - HR_J^F)$$

$$S_J^W = a_{j*}^{4/8} (1 - HR_J^W / S_J^F)$$

$$S_J^P = a_{j*}^{2/8} (1 - HR_J^W / (S_J^F S_J^W))$$

Taux de récolte

Les données sur la récolte pour la population proviennent de l'Enquête nationale sur les prises menée annuellement par le SCF et le USFWS (annexe A). Le taux de récolte par groupe d'âge (HR) a été estimé en calculant le rapport du nombre d'adultes (ou de juvéniles) récoltés par la taille de la population d'adultes en automne (ou de juvéniles respectivement – consulter Gauthier *et al.*, 2001, et Menu *et al.*, 2002, pour obtenir plus de détails). La taille de la population adulte en automne a été calculée en multipliant la population estimée lors de l'inventaire du printemps précédent par le taux de survie du printemps à l'automne (0,96). La taille de la population de juvéniles en automne a été estimée en multipliant la population d'adultes par $p/(1-p)$ où p est la proportion de juvéniles dans la population d'automne. Nous avons effectué ces calculs séparément pour la récolte d'automne au Québec, la récolte d'hiver aux États-Unis et la récolte du printemps au Québec.

Menu *et al.* (2002) ont montré que, malgré une fluctuation annuelle, le taux de récolte des Grandes Oies des neiges ne présente aucune tendance à long terme pour la période de 1985 à 1997. Nous avons donc utilisé les valeurs moyennes du HR d'automne et d'hiver pour cette période comme taux saisonnier de récolte « de référence » (c.-à-d. le taux de récolte avant la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation). De même, nous avons utilisé les valeurs moyennes du HR d'automne, d'hiver et de printemps pour la période de 1998 à 2002 comme taux saisonniers de récolte depuis la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. Les valeurs du HR utilisées sont présentées au tableau 2-3.

Tableau 2-3. Taux de récolte moyen utilisé dans le modèle

		Québec en automne	États-Unis en hiver	Québec au printemps
Adultes	1985-1997	0,0350	0,0258	0
	1998-2002	0,0455	0,0416	0,0469
Juvéniles	1985-1997	0,2448	0,0872	0
	1998-2002	0,2507	0,1349	0,0472



Analyse statistique

Le taux annuel de croissance démographique (λ) a été déterminé analytiquement comme étant la plus grande valeur propre de la matrice de transition. Au besoin, nous avons utilisé des simulations de Monte Carlo (1 000 intervalles de temps, 10 000 itérations). Tous les calculs et toutes les simulations ont été effectués au moyen du logiciel *ULM 4.0* (Legendre et Clobert, 1995). Pour comparer le taux de croissance projeté au taux de croissance observé de la population, nous avons utilisé l'estimateur du taux de croissance stochastique suivant (Caswell, 2001) :

$$\ln(\lambda) = \frac{\ln(N_t) - \ln(N_0)}{t}$$

où N_t représente la taille de la population à la fin de la période, N_0 représente la taille de la population au début de la période et t représente le nombre d'années de cette période.

RÉSULTATS

En utilisant les taux de croissance moyens observés au cours de la période de 1985 à 1997, le modèle prédit un taux de croissance annuel (λ) de 1,078 de 1985 à 1998. Le taux de croissance observé de la population durant cette période était de 1,094 (ou de 1,084 si on utilisait l'estimation de la population sans la correction des données télémétriques de 1998). Par comparaison, lorsque l'on utilise le taux de récolte qui prévaut pour la période de 1998 à 2002 (c.-à-d. pendant la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation) et que l'on y inclut une incidence négative de la chasse sur la fécondité, le modèle prédit un taux de croissance (λ) de 0,920 entre 1999 et 2003. Le taux de croissance observé durant cette période était de 0,922. Cela suggère donc que le modèle arrive à projeter de manière assez vraisemblable le taux de croissance de la population durant ces deux périodes très différentes, malgré une légère sous-estimation du λ durant la période de croissance démographique exponentielle.

Nous avons ensuite examiné l'effet de la récolte de conservation printanière sur la récente diminution du λ (tableau 2-4). En l'absence de récolte printanière, le taux de croissance de la population aurait dû être de 1,036 entre 1999 et 2003. Cela suggère que l'on peut attribuer à cette récolte 73 % de la diminution du taux de croissance observé. La récolte printanière, en plus d'accroître la mortalité, a également réduit la fécondité. Le modèle indique que 47 % de la diminution du taux de croissance attribuable à la récolte printanière est en fait une conséquence indirecte de la diminution concomitante de la fécondité, l'augmentation de la mortalité étant responsable du reste. Au fur et à mesure que les oies s'habitueront à la présence des chasseurs au printemps, il est possible qu'elles modifient leur comportement et que, par conséquent, les incidences négatives des perturbations liées à la récolte printanière sur la fécondité puissent être atténuées. Cependant, même si cette incidence sur la fécondité devait complètement disparaître, le niveau actuel de récolte observé au printemps suffirait à peine à conserver le déclin de la population ($\lambda = 0,970$).



L'un des objectifs de gestion à long terme consisterait à maintenir la population à un niveau fixe, c'est à dire $\lambda = 1,0$, une fois qu'un niveau de population souhaitable est atteint. Tous les scénarios examinés indiquent que le maintien d'une récolte printanière s'accompagnerait d'un taux de croissance négatif, même si celle-ci n'était pratiquée qu'aux deux ans ($\lambda = 0,9779$; tableau 2-4). Par contraste, une élimination complète de la récolte printanière, accompagnée du maintien de la réglementation actuelle aux États-Unis, se solderait par une croissance de la population, bien qu'à un taux inférieur à ce qu'il était; ceci à cause de la récente augmentation des taux de récolte durant les saisons régulières depuis la mise en œuvre des mesures spéciales au Canada (enregistrements d'appels électroniques, appâtage, rampement). Nous avons donc examiné dans quelle mesure le taux de récolte devrait augmenter durant la saison régulière pour maintenir une population stable en l'absence d'une récolte printanière (tableau 2-5). L'analyse des récentes incidences des mesures spéciales sur les taux de récolte durant les saisons régulières montre que celles-ci sont davantage prononcées chez les adultes, alors qu'ils se font peu ou pas sentir chez les juvéniles. Par conséquent, nous n'avons examiné que l'augmentation des taux de récolte des adultes. Si des mesures supplémentaires étaient mises en œuvre au Canada et aux États-Unis, la récolte durant les saisons régulières devrait augmenter d'environ un tiers pour maintenir une population stable (tableau 2-5). Si des mesures étaient mises en œuvre au Québec seulement, une augmentation de la récolte de 69 % serait requise pour stabiliser la population. En revanche, si on devait effectuer des changements aux États-Unis seulement, alors l'accroissement de la récolte aux États-Unis seulement devrait être de l'ordre de 73 %.

Tableau 2-4. Simulation du taux de croissance démographique selon les effets de divers scénarios avec ou sans mesures spéciales de conservation

Scénario	Taux de croissance (λ)	Caractéristiques
A	1,0779	Aucune mesure de conservation (situation entre 1985 et 1998)
B	0,9204	Situation de 1999 à 2003 avec la mise en œuvre des mesures spéciales
C	0,9699	Avec récolte printanière, mais sans diminution de la fécondité
D	0,9779	Avec récolte printanière tous les deux ans et diminution de la fécondité
E	1,0355	Sans récolte printanière, mais avec maintien de mesures spéciales durant la saison régulière

Tableau 2-5. Augmentation du taux de récolte des adultes au-dessus du taux observé durant les saisons de chasse régulières au Québec et aux États-Unis (de 1998 à 2002) qui serait requis pour maintenir la population stable ($\lambda = 1,0$).

Scénario	Québec (automne)		États-Unis (hiver)		Caractéristiques
	Taux de récolte	% changement	Taux de récolte	% changement	
F	0,077	69 %	0,042	0	Augmentation de la récolte au Québec seulement
G	0,046	0	0,072	73 %	Augmentation de la récolte aux États-Unis seulement
H	0,062	36 %	0,056	35 %	Augmentation égale de la récolte au Québec et aux États-Unis



CONCLUSION

Les projections démographiques exposées dans la présente section peuvent faciliter l'élaboration des prochaines stratégies de gestion et améliorer la conservation de l'espèce si elles sont interprétées correctement. L'interprétation et l'application des résultats des modélisations doivent tenir compte du fait qu'il s'agit de projections et non de prédictions. Plus important encore, les projections démographiques provenant de ces modèles présument que les conditions futures seront similaires à celles qui ont prévalu dans le passé pour un scénario donné, puisque les paramètres estimés du modèle sont invariables. Dans le cas particulier de la présente analyse, nous devons donc postuler à tout le moins que : 1) le comportement des oies ne changeront pas au fil du temps; 2) la pression de chasse (soit le nombre de chasseurs actifs) demeurera stable dans un cadre réglementaire donné; 3) le taux de succès des chasseurs sera stable. Évidemment, il nous est toutefois impossible de prédire avec certitude dans quelle mesure le comportement des oies évoluera dans le futur puisque, dans le passé, l'espèce s'est montrée extrêmement adaptable aux changements. Leur adoption des terres agricoles pour se nourrir à la suite de changements à grande échelle dans le paysage agricole et, plus récemment, une tendance à la diminution des incidences sur la fécondité de la récolte printanière, peut-être en raison de changements de comportement des oies durant la migration printanière, sont deux exemples saisissants de l'adaptabilité des Grandes Oies des neiges. En ce qui concerne le deuxième postulat, le nombre de chasseurs de sauvagine au Québec, après un déclin de plusieurs décennies, semble s'être stabilisé au cours des dernières années. Cependant, la participation des chasseurs à la récolte du printemps a diminué, et on craint de ne pouvoir maintenir dans le futur les taux de récolte printanière à leur niveau de 1998 à 2003. L'incertitude générale qui règne concernant les processus démographiques et la récolte montre clairement l'importance du suivi à long terme et de la mise à jour régulière des modèles utilisés pour l'orientation des stratégies de gestion.

Les résultats de ces modèles sont également sensibles à la précision des paramètres qui sont utilisés. Le modèle suppose qu'il n'y a aucun effet dépendant de la densité qui pourrait agir sur les paramètres démographiques, un postulat qui est valable pour les niveaux de population actuels, mais qui pourrait ne pas l'être pour des tailles de populations plus élevées. De plus, les seules données démographiques qui existent sur la Grande Oie des neiges proviennent d'une étude démographique en cours sur la colonie de l'île Bylot. Étant donné que cette dernière ne représente que 15 % de la population reproductrice totale, il est possible que les paramètres estimés dans ce site ne s'appliquent pas à l'ensemble de l'aire de reproduction de l'espèce. Cependant, le taux de croissance démographique projeté par le modèle corrobore de très près le taux de croissance mesuré par les inventaires du printemps, tant pour la période précédant la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation que pour la période suivant leur mise en œuvre jusqu'en 2003. En postulant que la croissance de la population a été mesurée avec précision à l'aide des inventaires aériens du printemps, on peut avancer que la structure du modèle et les paramètres utilisés étaient représentatifs de la population entière.

Enfin, une limite importante de notre étude est le fait que plusieurs changements réglementaires ont souvent été apportés simultanément. Étant donné que nous ne mesurons la récolte que sur une base saisonnière (récolte totale ou taux de récolte), il est impossible de distinguer les effets individuels des changements réglementaires intervenant simultanément. La situation qui prévaut depuis 1998-1999, suite à l'entrée en vigueur des mesures spéciales de conservation, en constitue un exemple. Bien qu'il soit possible de quantifier les effets des mesures de conservation au printemps dans leur ensemble, il est impossible de distinguer les incidences des différentes mesures, comme l'emploi d'enregistrements d'appels électroniques ou de l'appâtage. La situation est encore plus problématique durant la saison de chasse automnale, puisqu'il nous a été impossible de distinguer l'apport des mesures spéciales de conservation (enregistrements d'appels électroniques, appâtage et prolongation de la saison de chasse automnale jusqu'à la limite de 107 jours) de celui des changements à la réglementation normale (limite de prises, rampement). Cela limite notre capacité de projeter avec précision la croissance démographique en l'absence de mesures spéciales de conservation, puisqu'il nous est impossible d'estimer quels auraient été les taux de récolte d'automne en leur absence.



Malgré de telles limites, les modèles matriciels de projection démographique peuvent constituer des outils de gestion fort utiles. La première version du modèle exposé dans le présent document (Gauthier et Brault, 1998) et un modèle similaire élaboré pour la population de Petites Oies des neiges du centre du continent (Rockwell *et al.*, 1997) ont joué un rôle important dans l'orientation des mesures de conservation qui auraient eu la plus grande incidence sur le taux de croissance de la population. Le premier modèle démographique de la Grande Oie des neiges indiquait qu'il fallait doubler la récolte des adultes pour stabiliser la population, et que cet effet se ferait sentir davantage si l'augmentation de la récolte ciblait particulièrement les adultes. La mise en œuvre des mesures spéciales de conservation a permis de réaliser une telle multiplication par deux de la récolte des adultes et, tel que l'a prévu le modèle, la croissance démographique des Grandes Oies des neiges a été freinée.

Sommaire : taux de croissance projeté de la population de la Grande Oie des neiges selon différents scénarios de récolte

- Le modèle démographique a prévu avec précision le taux de croissance démographique avant et après la mise en œuvre des mesures spéciales de conservation. En l'absence de mesures de conservation, le modèle prévoit que le taux de croissance augmenterait de 7,8 % par année. Avec les mesures de conservation, le modèle prévoit un déclin de 8 %.
- La récolte printanière a eu la plus grande influence sur la réduction du taux de croissance, principalement par la mortalité des adultes et une diminution de la fécondité.
- Tous les scénarios qui comprenaient une récolte printanière prévoient une réduction de la population, même si la récolte du printemps ne devait être autorisée qu'une année sur deux.
- Des augmentations considérables des taux de récolte actuels des adultes en automne et en hiver seraient nécessaires pour maintenir une population stable en l'absence d'une récolte de conservation printanière.



CONCLUSION

Par Luc Bélanger, Gilles Gauthier, Jean-François Giroux, Josée Lefebvre, Austin Reed et Eric T. Reed.

Les recommandations formulées en 1998 par le groupe de travail sur l'habitat de la Grande Oie des neiges du Plan conjoint des Oies de l'Arctique (PCOA) [Batt, 1998] ont eu comme principal résultat la mise en œuvre de mesures spéciales de conservation au Canada, dont la récolte printanière au Québec. Cette dernière représente un changement majeur dans la réglementation de la chasse aux oiseaux considérés comme gibier en autorisant, pour la première fois depuis la ratification de la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs* en 1916, la récolte d'oiseaux migrateurs au printemps. Parmi d'autres mesures spéciales mises en œuvre, on compte l'utilisation d'enregistrements d'appels électroniques, l'appâtage et une prolongation de dix jours de la saison de chasse automnale au Canada. En outre, la chasse sportive a été libéralisée pour la saison d'automne au Québec et pour la saison d'hiver aux États-Unis (p. ex. en augmentant les limites de prises et en autorisant le rampement durant la période réglementaire normale de 107 jours).

La plupart des recommandations concernant le suivi des populations et des habitats mentionnées dans le rapport de 1998 ont été maintenues ou mises en œuvre. Par exemple, une étude menée par Béchet *et al.* (2004a) a permis de raffiner l'inventaire de la population du printemps par l'élaboration d'une méthode permettant de réduire le biais de détection inhérent à toute estimation de la taille d'une population à l'aide de la télémétrie. Cette nouvelle méthode arrivait à point nommé puisque les perturbations causées par la récolte printanière et les campagnes d'effarouchement dans les champs agricoles ont dispersé davantage les oiseaux dans le sud du Québec. Cependant, avec le récent déplacement vers l'est et vers le nord de l'aire de répartition des oies se rassemblant dans le sud du Québec, un nouveau projet de recherche, qui suivra la répartition et les déplacements d'oies munies d'un émetteur par télémétrie satellite, sera lancé en 2006. Les résultats de ce projet de recherche permettraient d'estimer plus précisément la taille annuelle de la population du printemps en déterminant la proportion d'oies qui échappent aux observateurs lors des inventaires réalisés par avion. Ce projet permettra en outre de mieux comprendre les voies actuelles de migration et la répartition des Grandes Oies des neiges dans leurs aires de reproduction de l'Arctique depuis la récente croissance démographique. Une méthode de dénombrement des oies dans les volées à l'aide d'imagerie numérique analysée par des logiciels spécialisés est également en cours d'élaboration et contribuera à réduire les erreurs pendant les inventaires du printemps.

Les tendances relatives à la taille des populations du printemps au cours des dernières années indiquent que les mesures de conservation mises en œuvre entre 1999 et 2005 ont réussi à freiner la croissance de la population, qui compte aujourd'hui entre 800 000 et 1 000 000 d'individus. Il est également probable que la population ait subi un déclin par rapport à sa taille maximale relevée au moment de l'entrée en vigueur des mesures de gestion en 1999, mais certaines incertitudes liées aux changements dans les méthodologies d'inventaire au cours des dernières années nous empêchent de nous prononcer hors de tout doute sur la vraisemblance d'un tel déclin. La stabilisation de la population à son niveau actuel était l'une des principales recommandations du groupe de travail précédent (Batt, 1998). Malgré cette stabilisation du taux de croissance démographique au cours des cinq dernières années, il semble que les conditions environnementales qui ont favorisé la surabondance des oies prévalent encore et qu'elles pourraient même se multiplier dans l'est de l'Amérique du Nord. Parmi ces conditions environnementales, on compte le réchauffement climatique (étés plus doux dans les aires de reproduction de l'Arctique) et l'étalement des champs de maïs à proximité des aires de migration et d'hivernage. Ces conditions sont probablement à l'origine d'une meilleure condition corporelle des oies et de la réduction concomitante de la mortalité naturelle (Gauthier *et al.*, 2005). Tous ces changements indiquent qu'un principe de précaution devrait toujours prévaloir dans la gestion de cette population. Batt (1998) souligne qu'une population comptant plus de



un million d'individus pourrait causer des dommages écologiques graves aux habitats occupés par la Grande Oie des neiges et qu'il serait de plus en plus difficile de gérer une population d'une telle importance. Cette conclusion a mené directement à la recommandation de mettre en œuvre des mesures visant à stopper la croissance de la population. Malgré le succès des mesures spéciales de conservation jusqu'à présent, il semble que de nombreuses conditions ayant justifié la conclusion du groupe de travail en 1998 existent toujours aujourd'hui.

On a également recommandé d'établir une taille cible de la population, une fois celle-ci stabilisée (Batt, 1998). On a suggéré d'évaluer scientifiquement la capacité de support de tous les habitats naturels occupés par les oies afin de déterminer cette cible. Malheureusement, la capacité de support des habitats de migration et d'hivernage n'a pas encore été déterminée, ce qui nous empêche d'inclure dans la gestion de la Grande Oie des neiges cet important aspect de la biologie de l'espèce. Seule la capacité de support des habitats de reproduction dans l'Arctique a été estimée jusqu'à présent (Massé *et al.*, 2001). Cependant, une étude quinquennale appuyée et financée par le Plan conjoint des Oies de l'Arctique a été entreprise en 2004 afin de poursuivre et d'améliorer des études antérieures sur l'état des marais à scirpe occupés par les oies durant les haltes migratoires. L'étude vise à évaluer les effets potentiels d'une diminution de la productivité primaire des plantes (p. ex. plus de 60 % au cours des 25 dernières années dans la Réserve nationale de faune du cap Tourmente) et de changements dans la composition des communautés végétales sur l'intégrité écologique des marais à scirpe. Les incidences de la détérioration des marais sur d'autres espèces sauvages et la diminution de la contribution générale des marais à la productivité primaire dans la chaîne alimentaire de l'estuaire du Saint-Laurent doivent encore être évaluées.

Comme il avait été recommandé dans le rapport d'évaluation scientifique précédent (Batt, 1998), une meilleure compréhension des avantages sociaux et économiques issus de la présence des oies dans leurs aires de migration et d'hivernage a été acquise au cours des dernières années. L'explosion démographique de la Grande Oie des neiges au cours des dernières décennies s'est traduite par une très grande croissance de la chasse, de l'observation d'oiseaux et de l'écotourisme (festivals, centres d'interprétation, etc.). Une récente étude des répercussions socioéconomiques de la présence des Bernaches du Canada et des Grandes Oies des neiges en migration au cours des cinq dernières années au Québec a montré que les répercussions économiques directes et indirectes se chiffrent à environ 31 millions de dollars. Par ailleurs, les coûts estimés des activités liées à la gestion de ces deux espèces représentent environ 1,6 million de dollars. Ces coûts sont assumés par des organismes responsables des espèces sauvages et des chercheurs universitaires qui réalisent des inventaires et qui mènent des études écologiques connexes, de même que par des partenaires de l'industrie agricole afin de mettre en œuvre des programmes de prévention de l'endommagement des cultures et de dédommagement des agriculteurs (Groupe conseil Genivar inc., 2005).

Les avantages économiques locaux associés à la présence des oies dans leurs aires de migration et d'hivernage sont donc importants et doivent être considérés dans l'élaboration d'un cadre de développement durable des ressources. Une étude a été lancée au printemps 2005, dans le but de déterminer une taille cible de population convenable pour la Grande Oie des neiges en Amérique du Nord, d'après des considérations écologiques et sociales (Bélanger *et al.*, en préparation). Afin de réaliser un tel objectif, une approche coûts-bénéfices a été employée afin de comparer différents scénarios de gestion fondés sur la taille de la population continentale au cours des quatre dernières décennies. L'analyse se basait sur les données les plus récentes concernant la capacité de support des habitats naturels, le potentiel des règlements de chasse comme outil de gestion et les données sur les avantages socio-économiques issus de la présence des oies dans leurs aires de migration et d'hivernage. Les résultats préliminaires indiquent qu'une population comptant entre 500 000 et 750 000 individus apporterait des avantages optimaux à la société. Cependant, une analyse plus complète, qui tiendra également compte de nouvelles données, en particulier en ce qui concerne les aires d'hivernage, est nécessaire pour que l'on puisse tirer des conclusions finales à cet égard.



Parmi toutes les mesures spéciales de conservation mises en œuvre au cours des cinq dernières années, la récolte de conservation printanière au Québec, qui était destinée à être une mesure temporaire jusqu'à ce que la croissance de la population soit sous contrôle, s'est révélée la plus efficace pour diminuer la croissance de la population par ses incidences directes (survie) et indirectes (fécondité) sur les adultes reproducteurs (Calvert et Gauthier, 2005). Dans le régime réglementaire de chasse en vigueur au Québec et aux États-Unis actuellement, les modèles de récolte élaborés dans le cadre du présent rapport indiquent que l'objectif du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) de 500 000 individus établi en 2004 ne sera pas atteint en 2010 (figure 3-1). Cette dernière prédiction sera d'autant plus réaliste si le déclin prévu de la récolte printanière au Québec et la diminution des effets indirects des perturbations se confirment. Des statistiques récentes sur le nombre de chasseurs et le nombre total d'oies récoltées au printemps au Québec durant la récolte de conservation tendent à indiquer une diminution de l'efficacité de cette mesure comme un outil pour contrôler la taille de la population (P. Brousseau, SCF, données inédites). De plus, la diminution des effets indirects des perturbations (tant par la récolte du printemps que par les activités d'effarouchement) sur la fécondité des oies est de plus en plus évidente (G. Gauthier, Université Laval, données inédites).

Le modèle démographique décrit dans le présent rapport indique que dans l'éventualité d'une fermeture complète de la récolte de conservation printanière, il serait nécessaire d'accroître la récolte totale de 33 % durant toutes les saisons de chasse régulières ou d'augmenter la récolte au Québec ou aux États-Unis seulement par plus de 66 % pour stabiliser la population. Cependant, les données décrites dans le présent rapport et les derniers renseignements disponibles tendent à indiquer que la récolte totale au Canada (la récolte de conservation du printemps et la récolte d'automne faite par des chasseurs sportifs combinée) ne pourra être augmentée de manière considérable au Québec au cours des prochaines années (Calvert et Gauthier, 2005). Par conséquent, la seule solution de gestion viable susceptible de contrôler la taille de cette population en Amérique du Nord à moyen et à long terme serait d'accroître considérablement la récolte aux États-Unis. Cependant, la réglementation de la saison régulière de chasse aux États-Unis est déjà très libérale et s'étend sur les 107 jours autorisés par la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs*. La mise en œuvre de mesures spéciales de conservation aux États-Unis, en particulier en tant que récolte de conservation à la fin de l'hiver et au printemps, serait donc nécessaire pour accroître la récolte globale de Grandes Oies des neiges. Si des mesures de conservation étaient mises en œuvre aux États-Unis, les principaux états de la voie de migration de l'Atlantique où il y a une importante récolte de Grandes Oies des neiges (Delaware, Maryland, New Jersey, New York, Pennsylvanie, Virginie et Vermont) ont tous exprimé leur intérêt dans une participation à des mesures de conservation des Oies des neiges, et tous considèrent qu'elles pourraient avoir une incidence importante sur les Oies des neiges les années de bonne production. Il y a par contre un bémol à cette participation, principalement en ce qui a trait à la surveillance et l'évaluation de la récolte de conservation. Si la récolte était évaluée à l'aide de relevés existants (HIP), la plupart des préoccupations concernant l'administration de la récolte seraient atténuées. La Caroline du Nord n'a pas l'intention de participer à des mesures de conservation, ni à une mise à niveau des mesures relatives à la saison de chasse régulière. En ce qui concerne les mesures de conservation visant la saison régulière, tous les états, sauf l'État de New York et le Vermont, considèrent que celles-ci pourraient se traduire par une augmentation importante de la récolte.

Enfin, la présente évaluation scientifique relève que depuis la publication du rapport de 1998, les recommandations concernant la gestion de l'habitat ont reçu moins d'attention que d'autres en ce qui a trait à leur potentiel comme outil de gestion pour accroître la récolte, l'observation d'oiseaux et les possibilités d'écotourisme, de même qu'à leur capacité d'atténuer les dommages aux habitats naturels et à l'agriculture. Cela signifie que les plans intégrés de gestion doivent être conçus à des échelles plus régionale et locale. Il n'existe aucun programme efficace de cultures attrayantes, ni dans les aires de migration ni dans les aires d'hivernage, pour réduire les dommages aux cultures causés par les Grandes Oies des neiges.



À la lumière des résultats présentés dans la présente évaluation des mesures spéciales de conservation de la Grande Oie des neiges, et considérant les projections de croissance démographique dérivées des modèles démographiques décrits dans la section II du présent rapport, de même que les incidences anticipées des divers facteurs environnementaux mentionnés précédemment, le groupe de travail recommande :

1. d'élaborer des méthodes d'estimation non biaisées de la taille de la population continentale en utilisant des facteurs de correction annuels. Cela pourrait être accompli par l'utilisation de la télémétrie satellite;
2. de maintenir ou d'améliorer le suivi actuel à long terme de l'habitat et de la population et, tout particulièrement, d'évaluer le potentiel écologique et la capacité de support des habitats naturels de migration et d'hivernage occupés par les oies, de même que d'étudier l'intégrité écologique d'autres colonies nicheuses dans l'Arctique et d'aires de mue utilisées intensivement par l'espèce;
3. d'étudier les incidences potentielles des facteurs environnementaux, comme l'incidence des changements climatiques sur le taux de mortalité des oies, et de mieux comprendre et prédire le rôle à long terme de ces facteurs dans la dynamique de la population d'oies;
4. de prévoir une augmentation substantielle de la récolte aux États-Unis dans une stratégie de gestion de la récolte dans la voie de migration de l'Atlantique, puisque cette augmentation semble constituer la seule solution de gestion viable pour ramener la taille de cette population aux environs de l'objectif actuel de 500 000 individus fixé par le PNAGS;
5. de mener une étude coûts-bénéfices afin de déterminer une population cible convenable pour la Grande Oie des neiges en Amérique du Nord fondée sur des considérations écologiques et sociales durant la phase de transition précédant la réalisation de l'objectif du PNAGS. Cette étude devrait comprendre des données, qui n'ont pas encore été recueillies, sur la capacité de support des habitats naturels;
6. de maintenir l'approche de gestion fondée sur des données scientifiques appliquée avec succès au cours des dernières décennies pour la Grande Oie des neiges (c.-à-d. avec une évaluation scientifique périodique à intervalles de cinq à dix ans) dans un cadre de gestion évolutive tenant compte des changements de comportement rapides et souvent imprévisibles des oies face aux changements environnementaux et aux conditions liées à la gestion de la récolte en vigueur.

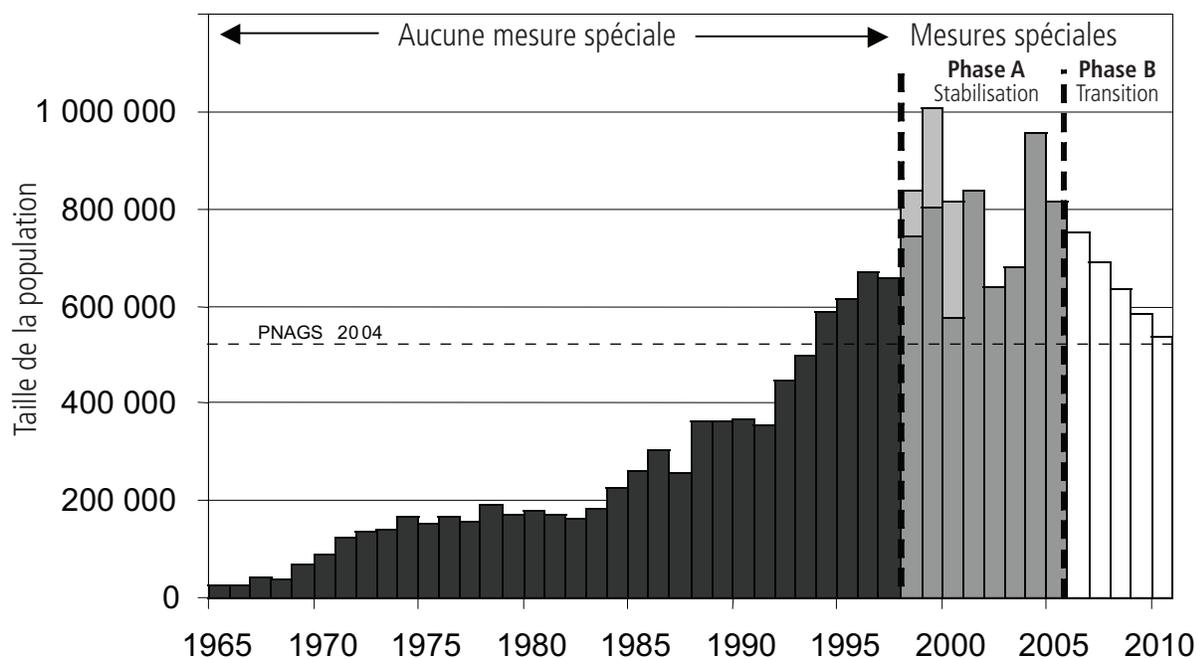


Figure 3-1. Taille de la population des Grandes Oies des neiges en Amérique du Nord déterminée par des inventaires aériens menés au printemps entre 1965 et 2005 et projetée par un modèle de la récolte pour 2006 à 2010, en se fondant sur la réglementation de la chasse en vigueur actuellement aux États-Unis et au Canada (par exemple, limites de prises et de possession libéralisées, y compris une récolte de conservation printanière au Québec). La ligne pointillée indique l'objectif de 500 000 individus fixé par le PNAGS en 2004.



RÉFÉRENCES

- ABRAHAM, K.F., et R.L. JEFFERIES. 1997. High goose populations: causes, impacts and implications, pages 7-72 dans Arctic ecosystems in peril: report of the Arctic Goose Habitat Working Group, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique, B.D.J. Batt (éd.), U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- ALISAUSKAS, R.T. 2002. Arctic climate, spring nutrition, and recruitment in mid-continent Lesser Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 66:181-193.
- ALISAUSKAS, R.T., C.D. ANKNEY et E.E. KLAAS. 1988. Winter diets and nutrition of midcontinental Lesser Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 52:403-414.
- ANDERSON, D.R., et K.P. BURNHAM. 1976. Population ecology of the mallard IV: The effect of exploitation on survival, du département de l'Intérieur des États-Unis, Fish and Wildlife Service Resource publication 128:45.
- ANKNEY, C.D. 1996. An embarrassment of riches: too many geese, *Journal of Wildlife Management* 60:217-223.
- BATT, B.D.J. 1997. Arctic ecosystems in peril: report of the Arctic Goose Habitat Working Group, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique, U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- BATT, B.D.J. 1998. The Greater Snow Goose: report of the Arctic Goose Habitat Working Group, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique, U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- BÉCHET, A., J.-F. GIROUX et G. GAUTHIER. 2004a. The effects of disturbance on behaviour, habitat use and energy of spring staging Snow Geese, *Journal of Applied Ecology* 41:689-700.
- BÉCHET, A., J.-F. GIROUX, G. GAUTHIER, J.D. NICHOLS et J. HINES. 2003. Spring hunting changes the regional movements of migrating Greater Snow Geese, *Journal of Applied Ecology* 40:553-564.
- BÉCHET, A., A. REED, N. PLANTE, J.-F. GIROUX et G. GAUTHIER. 2004b. Estimating the size of large bird populations: the case of the Greater Snow Goose, *Journal of Wildlife Management* 68:639-649.
- BÉDARD, J., et G. GAUTHIER. 1989. Comparative energy budgets of Greater Snow Geese staging in two habitats in spring, *Ardea* 77:3-20.
- BÉLANGER, L., et J. BÉDARD. 1990. Energetic cost of man-induced disturbance to staging Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 54:36-41.
- BÉLANGER, L., et J. BÉDARD. 1992. Flock composition and foraging behaviour of Greater Snow Geese (*Chen caerulescens atlantica*), *Canadian Journal of Zoology* 70:2410-2415.
- BÉLANGER, L., et J. BÉDARD. 1994a. Foraging ecology of Greater Snow Geese, *Chen caerulescens atlantica*, in different Scirpus marsh plant communities, *Canadian Field-Naturalist* 108:271-281.
- BÉLANGER, L., et J. BÉDARD. 1994b. Role of ice scouring and goose grubbing in marsh plant dynamics, *Journal of Ecology* 82:437-445.



- BÉTY, J., G. GAUTHIER et J.-F. GIROUX. 2003. Body condition, migration and timing of reproduction in Snow Geese: a test of the condition-dependent model of optimal clutch size, *American Naturalist* 162:110-121.
- BÉTY, J., G. GAUTHIER, J.-F. GIROUX et E. KORPIMÄKI. 2001. Are goose nesting success and lemming cycles linked? Interplay between nest density and predators, *Oikos* 93:388-400.
- BOURGUELAT, G. 2003. Durée de séjour automnale de la Grande Oie des neiges dans l'estuaire du Saint-Laurent : une nouvelle approche méthodologique, mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec (Québec).
- BROWNE, C., D.R. ANDERSON, K.P. BURNHAM et D.S. ROBSON. 1985. *Statistical Inference from Band-recovery Data: a Handbook*, 2^e éd. U.S. Fish and Wildlife Service.
- BURNHAM, K.P., et D.R. ANDERSON. 1984. Tests of compensatory vs. additive hypotheses of mortality in mallards, *Ecology* 65:105-112.
- CALVERT, A.M., et G. GAUTHIER. 2005. Effects of exceptional conservation measures on survival and hunting mortality: a natural experiment with Greater Snow Geese, *Journal of Applied Ecology* 42:442-452.
- CALVERT, A.M., G. GAUTHIER et A. REED. 2005. Spatiotemporal heterogeneity of Greater Snow Goose harvest and implications for hunting regulations, *Journal of Wildlife Management* 69:552-564.
- CASTELLI, P.M., et R.E. TROST. 1996. Neck bands reduce survival of Canada Geese in New Jersey, *Journal of Wildlife Management* 60:891-898.
- CASWELL H. 2001. *Matrix Population Models*, 2^e éd., Sinauer Associates Inc., Sunderland (Massachusetts).
- CHOINIÈRE, L., et G. GAUTHIER. 1995. Energetics of reproduction in female and male Greater Snow Geese, *Oecologia* 103:379-389.
- COMITÉ SUR LA SAUVAGINE DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE (SCF). 2001a. Règlements de chasse aux oiseaux migrateurs considérés comme gibier au Canada : juillet 2001, rapport du SCF n° 3 sur la réglementation concernant les oiseaux migrateurs, Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- COMITÉ SUR LA SAUVAGINE DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE (SCF). 2001b. *Situation des populations d'oiseaux migrateurs considérés comme gibier au Canada : novembre 2001*, rapport du SCF n° 4 sur la réglementation concernant les oiseaux migrateurs, Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- COOCH, E.G., D.B. LANK, R.F. ROCKWELL et F. COOKE. 1991. Long-term decline in body size in a Snow Goose population: evidence of environmental degradation?, *Journal of Animal Ecology* 60:483-496.
- COOCH F.G., S. WENDT, G.E.J. SMITH et G. BUTLER. 1978. The Canada Migratory Game Bird Hunting Permit and associated surveys, pages 8-39 dans H. Boyd et G.H. Finney (éd.), *Migratory Game Bird Hunters and Hunting in Canada*, rapport n° 43 du Service canadien de la faune, Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- COOKE, F., R.F. ROCKWELL et D.B. LANK. 1995. *The Snow Geese of La Perouse Bay: Natural selection in the wild*, Oxford University Press, New York (État de New York).
- COTTER, R.C. 2002. Population and productivity survey of Greater Snow Geese in 2002: a report to the U.S. Fish and Wildlife Service and the Atlantic Flyway Technical Section, Service canadien de la faune, Région du Québec, Ste-Foy (Québec).



- DAVIES, J.C., et F. COOKE. 1983. Annual nesting productivity in Snow Geese: prairie drought and Arctic springs, *Journal of Wildlife Management* 47:291-296.
- DEMERS F., J.-F. GIROUX, G. GAUTHIER et J. BÉTY. 2003. Effects of collar-attached transmitters on behavior, pair bond, and breeding success of Snow Geese, *Wildlife Biology* 9:161-170.
- FÉRET, M., G. GAUTHIER, A. BÉCHET, J.-F. GIROUX et K.A. HOBSON. 2003. Effect of a spring hunt on nutrient storage by Greater Snow Geese in southern Québec, *Journal of Wildlife Management* 67:796-807.
- FILION, B. 1998. La déprédation de la Grande Oie des neiges sur les prairies de plantes fourragères, mémoire de maîtrise, Université Laval, Ste-Foy (Québec).
- FILION, B., D. LUSZCZ et M. ALLARD. 1998. Impact of geese on farmlands, pages 58-64 dans *The Greater Snow Goose: report of the Arctic Goose Habitat Working Group*, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique (B.D.J. Batt, éd.), U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- FRANCIS, C.M., M.H. RICHARDS, F. COOKE et R.F. ROCKWELL. 1992. Long-term changes in survival rates of Lesser Snow Geese, *Ecology* 73:1346-1362.
- GAGNON, C., M.-C. CADIEUX, G. GAUTHIER, E. LÉVESQUE, A. REED et D. BERTEAUX. 2004. Analyses and reporting on 15 years of biological monitoring data from Bylot Island, Sirmilik National Park of Canada, rapport non publié, Centre d'études nordiques, Université Laval, 115 p.
- GAUTHIER, G., Y. BÉDARD et J. BÉDARD. 1988. Habitat use and activity budgets of Greater Snow Geese in spring, *Journal of Wildlife Management* 52:191-201.
- GAUTHIER, G., J. BÉTY, J.-F. GIROUX et L. ROCHEFORT. 2004a. Trophic interactions in a high arctic Snow Goose colony, *Integrative and Comparative Biology* 44:119-129.
- GAUTHIER, G., J. BÉTY et K. HOBSON. 2003a. Are Greater Snow Geese capital breeders? new evidence from a stable isotope model, *Ecology* 84:3250-3264.
- GAUTHIER, G., et S. BRAULT. 1998. Population model of the Greater Snow Goose: projected impacts of reduction in survival on population growth rate, pages 65-80 dans *The Greater Snow Goose: report of the Arctic Goose Habitat Working Group*, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique (B.D.J. Batt, éd.), U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- GAUTHIER, G., J.-F. GIROUX, A. REED, A. BÉCHET et L. BÉLANGER. 2005. Interactions between land use, habitat use and population increase in Greater Snow Geese: what are the consequences for natural wetlands?, *Global Change Biology* 11:856-868.
- GAUTHIER, G., J.-F. GIROUX et L. ROCHEFORT. 2004b. The impact of goose grazing on Arctic and temperate wetlands, Proceedings of the XXIIIrd International Ornithological Congress, Beijing, CHINE, 2002.
- GAUTHIER, G., R.J. HUGHES, A. REED, J. BEAULIEU et L. ROCHEFORT. 1995. Effect of grazing by Greater Snow Geese on the production of graminoids at an Arctic site (Bylot Island, NWT, Canada), *Journal of Ecology* 83:653-664.
- GAUTHIER, G., et J.-D. LEBRETON. 2004. Population models in Greater Snow Geese: a comparison of different approaches, *Animal Biodiversity and Conservation* 27:503-514.
- GAUTHIER, G., R. PRADEL, S. MENU et J.-D. LEBRETON. 2001. Seasonal survival of Greater Snow Geese and effect of hunting under dependence in sighting probability, *Ecology* 82:3105-3119.



- GAUTHIER, G., A. REED, J.-F. GIROUX, D. BERTEAUX et M.-C. CADIEUX. 2003b. Population study of Greater Snow Geese on Bylot Island (Nunavut) in 2003: a progress report, rapport soumis au Plan conjoint des Oies de l'Arctique, Environnement Canada, Québec et Parcs Canada, Iqaluit (Nunavut).
- GIROUX, J.-F., et J. BÉDARD. 1988. Age differences in the fall diet of Greater Snow Geese in Québec, *Condor* 90:731-734
- GIROUX, J.-F., B. BATT, S. BRAULT, G. COSTANZO, B. FILION, G. GAUTHIER, D. LUSZCZ et A. REED. 1998a. Conclusions and management recommendations, pages 81-88 dans *The Greater Snow Goose: report of the Arctic Goose Habitat Working Group*, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique (B.D.J. Batt, éd.), U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- GIROUX, J.-F., et R. BERGERON. 1996. Spring diets of sympatric Greater Snow Geese and Canada Geese in southern Québec, *Canadian Journal of Zoology* 74:950-953.
- GIROUX, J.-F., G. GAUTHIER, G. COSTANZO et A. REED. 1998b. Impact of geese on natural habitats, pages 32-57 dans *The Greater Snow Goose: report of the Arctic Goose Habitat Working Group*, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique (B.D.J. Batt, éd.), U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- GROUPE CONSEIL GENIVAR INC. 2005. Étude des impacts socioéconomiques : la sauvagine en migration dans le Québec méridional, particulièrement la Grande Oie des neiges et la Bernache du Canada, Environnement Canada, 63 pages et annexes.
- HESTBECK, J.B. 1994. Survival of Canada Geese banded in winter in the Atlantic flyway, *Journal of Wildlife Management* 58:748-756.
- HESTBECK, J.B., et R.A. MALECKI. 1989. Estimated survival rates of Canada Geese within the Atlantic flyway, *Journal of Wildlife Management* 53:91-96.
- HIK, D.S., et R.L. JEFFERIES. 1990. Increases in the net above-ground primary production of a salt-mash forage grass: a test of the predictions of the herbivore-optimization model, *Journal of Ecology* 78:180-195.
- HILL, M.R.J., et R.B. FREDERICK. 1997. Winter movements and habitat use by Greater Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 61:1213-1221.
- JEFFERIES, R.L., R.F. ROCKWELL et K.F. ABRAHAM. 2004. Agricultural food subsidies, migratory connectivity and large-scale disturbance in Arctic coastal systems: a case study, *Integrative and Comparative Biology* 44:130-139.
- JOHNSON, M.A., et C.D. ANKNEY, éd. 2003. Direct control and alternative harvest strategies for North American light geese: report of the direct control and alternative measures working group, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C. et Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- LANCIA, R.A., C.E. BRAUN, M.W. COLLOPY, R.D. DUESER, J.G. KIE, C.J. MARTINKA, J.D. NICHOLS, T.D. NUDDS, W.R. PORATH et N.G. TILGHMAN. 1996. ARM! For the future: adaptive resource management in the wildlife profession, *Wildlife Society Bulletin* 24:436-442.
- LEFEBVRE, J., et R. COTTER. 2002. Suivi de la végétation du marais à scirpe de la Réserve nationale de faune du Cap Tourmente, Service canadien de la faune, Sainte-Foy (Québec).



- LEFEBVRE, J., J.-F. GIROUX, L. BÉLANGER et A. REED. 2000. Suivi de la végétation du marais à scirpe de la Côte-du-Sud (1983-1999) et recommandations de conservation, Série de rapports techniques n° 355 du Service canadien de la faune, Sainte-Foy (Québec).
- LEFEBVRE, J., A. REED, J.-F. GIROUX, N. PLANTE et L. BÉLANGER. 2001. Suivi de la végétation du marais à scirpe de la Réserve nationale de faune du Cap Tourmente (1971-2000), Série de rapports techniques n° 371 du Service canadien de la faune, Sainte-Foy (Québec).
- LEGENDRE S., et J. CLOBERT. 1995. ULM, a software for conservation and evolutionary biologists, *Journal of Applied Statistics* 22:817-834.
- LEMOINE, V. 2003. Évaluation de la chasse de conservation printanière à la Grande Oie des neiges : comportement, succès des chasseurs et effet sur la survie des oies, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec).
- LEPAGE, D., A. DESROCHERS et G. GAUTHIER. 1999. Seasonal decline of growth and fledging success in Snow Geese *Anser caerulescens*: an effect of date or parental quality?, *Journal of Avian Biology* 30:72-78.
- LEPAGE, D., G. GAUTHIER et S. MENU. 2000. Reproductive consequences of egg-laying decisions in Snow Geese, *Journal of Animal Ecology* 69:414-427.
- LEPAGE, D., G. GAUTHIER et A. REED. 1996. Breeding-site infidelity in Greater Snow Geese: a consequence of constraints on laying date?, *Canadian Journal of Zoology* 74:1866-1875.
- MAINGUY, J., J. BÉTY, G. GAUTHIER et J.-F. GIROUX. 2002. Are body condition and reproductive effort of laying Greater Snow Geese affected by the spring hunt?, *Condor* 104:156-161.
- MARTIN, E.M., et P.I. PADDING. 1997. Preliminary estimates of waterfowl harvest and hunter activity in the United States during the 1996 hunting season, U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- MARTIN, E.M., et P.I. PADDING. 1998. Preliminary estimates of waterfowl harvest and hunter activity in the United States during the 1997 hunting season, U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- MARTIN, E.M., et P.I. PADDING. 1999. Preliminary estimates of waterfowl harvest and hunter activity in the United States during the 1998 hunting season, U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- MARTIN, E.M., et P.I. PADDING. 2000. Preliminary estimates of waterfowl harvest and hunter activity in the United States during the 1999 hunting season, U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- MARTIN, E.M., et P.I. PADDING. 2001. Preliminary estimates of waterfowl harvest and hunter activity in the United States during the 2000 hunting season, U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- MARTIN, E.M., et P.I. PADDING. 2002. Preliminary estimates of waterfowl harvest and hunter activity in the United States during the 2001 hunting season, U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- MASSÉ, H., L. ROCHEFORT et G. GAUTHIER. 2001. Carrying capacity of wetland habitats used by breeding Greater Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 65:271-281.
- MAYFIELD, H.F. 1975. Suggestions for calculating nest success, *Wilson Bulletin* 87:456-466.



- MENU, S., G. GAUTHIER et A. REED. 2002. Changes in survival rates and population dynamics of Greater Snow Geese over a 30-year period: implications for hunting regulations, *Journal of Applied Ecology* 39:91-102.
- MENU, S., G. GAUTHIER et A. REED. 2005. Survival of young Greater Snow Geese (*Chen caerulescens atlantica*) during the fall migration, *Auk* 122:479-496.
- MENU, S., J.B. HESTBECK, G. GAUTHIER et A. REED. 2000. Effects of neck bands on survival of Greater Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 64:544-552.
- OLSON, J. 2001. Comportement migratoire automnal de la Grande Oie des neiges dans le Québec méridional, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec).
- OWEN, M., et J. M. BLACK. 1989. Factors affecting the survival of Barnacle Geese on migration from the breeding grounds, *Journal of Animal Ecology* 58:603-617.
- PRADEL, R., et J.-D. LEBRETON. 1999. Comparison of different approaches to the study of local recruitment of breeders, *Bird Study* 46:74-81.
- REED, A., H. BOYD, P. CHAGNON et J. HAWKINGS. 1992. The numbers and distribution of Greater Snow Geese on Bylot Island and near Jungerson Bay, Baffin Island, in 1988 and 1983, *Arctic* 45:115-119.
- REED, A., et P. CHAGNON. 1987. Greater Snow Geese on Bylot Island, Northwest Territories, 1983, *Journal of Wildlife Management* 51:128-131.
- REED, A., J.-F. GIROUX et G. GAUTHIER. 1998. Population size, productivity, harvest and distribution, pages 5-31 dans The Greater Snow Goose: report of the Arctic Goose Habitat Working Group, publication spéciale du Plan conjoint des Oies de l'Arctique (B.D.J. Batt, éd.), U.S. Fish and Wildlife Service et Service canadien de la faune, Washington D.C. et Ottawa (Ontario).
- REED, A., R.J. HUGHES et H. BOYD. 2002. Patterns of distribution and abundance of Greater Snow Geese on Bylot Island, Nunavut, Canada 1983-1998, *Wildfowl* 53:53-65.
- REED, E.T., J. BÉTY, J. MAINGUY, G. GAUTHIER et J.-F. GIROUX. 2003a. Molt migration in relation to breeding success in Greater Snow Geese, *Arctic* 56:76-81.
- REED, E.T., G. GAUTHIER et J.-F. GIROUX. 2004a. Effects of spring conditions on breeding propensity of Greater Snow Goose females, *Animal Biodiversity and Conservation* 27:35-46.
- REED, E.T., G. GAUTHIER, R. PRADEL et J.-D. LEBRETON. 2003b. Age and environmental conditions affect recruitment in Greater Snow Geese, *Ecology* 84:219-230.
- REED, E., G. GAUTHIER et R. PRADEL. 2004b. Effects of neck bands on reproduction and survival of female Greater Snow Geese, *Journal of Wildlife Management* 69:91-100.
- REXSTAD, E. 1992. Effect of hunting on the annual survival rate of Canada Geese banded in Utah, *Journal of Wildlife Management* 56:295-303.
- RIDDINGTON, R., M. HASSALL, S.J. LANE, P.A. TURNER et R. WALTERS. 1996. The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent geese *Branta bernicla bernicla*, *Bird Study* 43:269-279.



- ROCKWELL, R.F., E.G. COOCH et S. BRAULT. 1997. Dynamics of the mid-continent population of Lesser Snow Geese - Projected impacts of reductions in survival and fertility on population growth rates, pages 73-100 dans B.D.J. Batt (éd.), Arctic ecosystems in peril: report of the Arctic Goose Habitat Working Group, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C. et Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- SAMUEL, M.D., D.H. RUSCH et S. CRAVEN. 1990. Influence of neck bands on recovery and survival rates of Canada Geese, *Journal of Wildlife Management* 54:45-54.
- SEDINGER, J.S., P.L. FLINT et M.S. LINDBERG. 1995. Environmental influence of life-history traits: growth, survival, and fecundity in black brant (*Branta bernicla*), *Ecology* 76:2404-2414.
- SERIE, J.R. 1996. Atlantic Flyway waterfowl harvest and population survey data, Patuxent Environmental Science Center, U.S. Fish and Wildlife Service, Laurel (Maryland).
- SERIE, J.R., et R.V. RAFTOVITCH. 2003. Atlantic Flyway waterfowl harvest and population survey data, Patuxent Environmental Science Center, U.S. Fish and Wildlife Service, Laurel (Maryland).
- SKINNER, W.R., R.L. JEFFERIES, T.J. CARLETON, R.F. ROCKWELL et K.F. ABRAHAM. 1998. Prediction of reproductive success and failure in Lesser Snow Geese based on early season climatic variables, *Global Change Biology* 4:3-16.
- SMITH, G.E.J. 1975. Sampling and Estimation Procedures in the 1973-74 Canadian Waterfowl Harvest Survey, CWS Biom. Sect. Manusc. Rep. 12, Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- SMITH, T.J., et W.E. ODUM. 1981. The effects of grazing by Snow Geese on coastal salt marshes, *Ecology* 62:98-106.
- U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (USFWS). 2003. Harvest Information Program: Preliminary estimates of waterfowl hunter activity and harvest during the 2001 and 2002 hunting seasons, USFWS Division of Migratory Bird Management, Laurel (Maryland).
- VAN DER JEUGD, H.P., et K. Larsson. 1998. Pre-breeding survival of barnacle geese *Branta leucopsis* in relation to fledgling characteristics, *Journal of Animal Ecology* 67:953-966.
- WALTERS, C.J. 1986. *Adaptive management of renewable resources*, Macmillan Publishing Co., New York (État de New York).
- WHITE, G.C. 1983. Numerical estimation of survival rates from band-recovery and biotelemetry data, *Journal of Wildlife Management* 47:716-728.
- WHITE, G.C., et K.P. BURNHAM. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals, *Bird Study* 46:S120-S138.
- WILLIAMS, T.D., E.G. COOCH, R.L. JEFFERIES et F. COOKE. 1993. Environmental degradation, food limitation and reproductive output: juvenile survival in Lesser Snow Geese, *Journal of Animal Ecology* 62:766-777.



ANNEXES

Annexe A. Nombre total de Grandes Oies des neiges adultes et juvéniles récoltées par saison de chasse entre 1968 et 2002. Remarque : la chasse a été ouverte dans la voie de migration de l'Atlantique seulement en 1975, et la récolte printanière a été ouverte au Québec en 1999 (à la fin de la saison 1998). Données inédites du SCF et du USFWS. Les données étatsuniennes sont tirées d'enquêtes auprès des acquéreurs de « duck stamps », sauf pour 2002 où elles sont des estimations provenant du Harvest Information Program (HIP).

Année	QUÉBEC, EN AUTOMNE		VOIE DE MIGRATION DE L'ATLANTIQUE, EN HIVER ¹		QUÉBEC, AU PRINTEMPS		TOTAL ANNUEL	
	Adultes	Juveniles	Adultes	Juveniles	Adultes	Juveniles	Adultes	Juveniles
1967 ²		16 800						16 800
1968	975	1 725					975	1 725
1969	1 028	2 272					1 028	2 272
1970	4 252	21 048					4 252	21 048
1971	4 361	8 939					4 361	8 939
1972	5 304	796					5 304	796
1973	1 965	24 235					1 965	24 235
1974	5 389	3 611					5 389	3 611
1975	5 690	33 289					5 690	33 289
1976	12 763	16 336	9 098	3 002			21 860	19 339
1977	1 779	18 914	8 571	13 629			10 351	32 542
1978	10 160	33 121	12 108	7 992			22 268	41 113
1979	7 517	20 971	16 092	11 908			23 609	32 879
1980	13 273	58 138	9 647	17 653			22 920	75 791
1981	9 848	18 218	6 585	6 915			16 433	25 133
1982	10 503	31 825	12 191	9 509			22 694	41 334
1983	5 960	40 227	10 745	29 655			16 704	69 883
1984	12 089	36 024	17 327	20 273			29 416	56 297
1985	8 267	16 781	7 872	6 928			16 139	23 709
1986	8 204	2 872	7 607	1 293			15 811	4 165
1987	5 871	34 055	8 074	20 426			13 945	54 481
1988	11 165	34 611	7 867	15 733			19 032	50 344
1989	16 617	28 748	7 435	9 665			24 052	38 413
1990	22 427	39 022	12 647	8 853			35 074	47 875
1991	8 871	42 406	9 231	17 169			18 102	59 575
1992	20 890	6 685	9 123	1 277			30 013	7 962
1993	14 732	90 455	9 325	21 075			24 057	111 530
1994	27 114	14 641	10 173	7 427			37 287	22 068
1995	14 360	36 761	11 090	6 210			25 450	42 971
1996	18 510	51 086	20 194	11 106			38 703	62 193
1997	13 096	50 811	12 626	22 474			25 722	73 285
1998	31 754	71 763	43 320	67 580	27 607	16 564	102 681	155 907
1999	39 967	3 597	38 431	769	53 769	807	132 168	5 172
2000	37 303	71 996	17 636	27 864	37 976	11 794	92 915	111 654
2001	31 549	66 885	28 684	36 716	44 599	27 205	104 832	130 806
2002	34 829	13 758	30 941	8 354	22 169	466	87 940	22 577

1. Il y a eu 9 200 oiseaux récoltés aux États-Unis en 1975, mais le rapport d'âge est inconnu. Ces données ont donc été ignorées.
2. Il n'existe aucune information par groupe d'âge pour 1967. Le chiffre indiqué représente donc le nombre total de Grandes Oies des neiges récoltées.



Annexe B. Indice de la productivité de la Grande Oie des neiges, d'après des estimations visuelles des volées. La proportion de juvéniles en vol (avec la taille de l'échantillon) et la taille des famille (nombre de jeunes) ont été estimées par des inventaires d'automne dans l'estuaire du Saint-Laurent, au Québec, entre 1973 et 2003 et par des inventaires d'hiver dans la voie de migration de l'Atlantique de 1956 à 2002. Données tirées de Reed *et al.* (1998 et références citées), de A. Reed (données inédites) et du département de l'Intérieur des États-Unis (2004).

ANNÉE	INVENTAIRE VISUEL AU QUÉBEC		INVENTAIRE VISUEL DANS LA VOIE DE MIGRATION DE L'ATLANTIQUE		
	Proportion de juvéniles		Taille des famille		Proportion de juvéniles
1956					33,8
1957					34,4
1958					3,1
1959					42,7
1960					34,1
1961					1,2
1962					28,4
1963					33,9 (2 728)
1964					20,5 (8 179)
1965					2,8 (2 524)
1966					37,0 (5 516)
1967					12,4 (5 236)
1968					12,5 (3 613)
1969					24,3 (5 004)
1970					46,8 (6 930)
1971					11,3 (8 334)
1972					0,4 (3 214)
1973	40,6	(800)	2,94	(49)	41,1 (4 900)
1974	6,4	(7 282)	2,19	(119)	2,0 (6 148)
1975	31,2	(17 579)	2,71	(1 294)	37,3 (11 460)
1976	12,6	(20 847)	2,46	(419)	9,8 (34 892)
1977	23,9	(10 297)	2,28	(396)	23,8 (7 531)
1978	17,9	(9 679)	2,34	(309)	14,7 (16 159)
1979	28,2	(20 849)	2,65	(1 226)	23,2 (8 041)
1980	35,3	(12 120)	2,76	(651)	36,3 (12 140)
1981	16,3	(10 683)	2,30	(229)	17,0 (17 229)
1982	25,1	(9 577)	2,48	(661)	23,8 (12 773)
1983	47,4	(12 353)	2,86	(1 246)	48,9 (19 206)
1984	30,4	(39 781)	2,63	(2 434)	27,4 (11 133)
1985	25,8	(33 700)	2,49	(1 682)	31,0 (14 972)
1986	2,3	(22 998)	1,89	(74)	2,3 (13 109)
1987	40,2	(33 278)	2,77	(1 882)	37,9 (17 467)
1988	33,1	(40 246)	2,76	(2 444)	31,2 (14 467)
1989	31,1	(29 191)	2,59	(2 014)	30,1 (17 735)
1990	23,6	(20 313)	2,54	(830)	17,2 (24 439)
1991	38,3	(15 102)	2,69	(1 247)	26,2 (27 805)
1992	5,4	(32 252)	2,06	(404)	4,5 (10 501)
1993	47,8	(24 136)	2,75	(2 743)	44,6 (23 082)
1994	9,2	(16 444)	2,44	(242)	13,4 (19 726)
1995	16,6	(19 519)	2,47	(665)	13,3 (13 221)
1996	25,1	(22 595)	2,34	(1 247)	30,5 (23 728)
1997	36,8	(17 586)	2,69	(1 222)	28,7 (30 905)
1998	33,1	(17 982)	2,52	(1 440)	26,5 (43 321)
1999	2,1	(20 822)	2,09	(91)	2,8 (21 619)
2000	22,7	(26 492)	2,54	(1 302)	34,6 (25 022)
2001	27,5	(22 106)	2,36	(1 072)	21,2 (12 646)
2002	6,0	(18 930)	1,91	(274)	2,8 (20 444)
2003	27,0	(15 900)	2,36	(1 092)	15,8 (9 201)
2004	17,8	(26 206)	2,44	(1 031)	12,1 (33 748)



Annexe C. Districts de chasse aux oiseaux migrateurs au Québec (Comité sur la sauvagine du SCF, 2001a).

