

**Rapport pour Parcs Canada**

**Résumé d'une récente étude sur la variation des microsatellites chez la population de boeufs musqués (*Ovibos moschatus*) et notes sur l'importance de l'île Bathurst pour la préservation du caribou de Peary (*Rangifer tarandus pearyi*) et du bœuf musqué dans le Haut-Arctique**

**Préparé pour la  
Direction de l'établissement des parcs  
Gatineau (Québec)**

**Peter J. van Coeverden de Groot, Ph. D.**

**Décembre 2001**

## Introduction

Les terres réservées à la création du parc national Tuktusiuqviaik dans le nord de l'île Bathurst font partie d'une vaste zone (région naturelle 38 de Parcs Canada) qui a fait l'objet d'études et elles ont été choisies parce qu'il s'agissait du meilleur endroit pour établir le parc, selon un certain nombre de critères (voir ci-dessous). L'importance de cette zone pour le caribou de Peary (*Rangifer tarandus pearyi*) a été un facteur déterminant dans l'examen du critère « faune » pour cette région (Miller, 1990, 1995 et 1998). Pour souligner l'importance de cette région pour les autres ongulés qui s'y trouvent, le présent rapport évalue la conservation du bœuf musqué (*Ovibos moschatus*) de l'île Bathurst par rapport à la diversité génétique générale d'autres bœufs musqués des îles de l'Arctique, du Groenland et du continent. De plus, à l'aide de nouvelles techniques utilisant des données génétiques provenant de bœufs musqués géoréférencés, il a été possible d'estimer l'étendue de la dispersion des bœufs musqués dans la région. Ces estimations permettent d'ajouter un critère à l'évaluation du parc national actuel. Grâce aux nouvelles données génétiques et aux récentes données de recensement sur le bœuf musqué (Miller, 1998), ainsi qu'aux données récentes sur la génétique (Zittlau, comm. pers., 2001) et le recensement du caribou de Peary (Miller, 1990, 1995 et 1998), il est possible d'évaluer le parc national Tuktusiuqviaik du point de vue de la préservation de la biodiversité génétique et des possibilités de dispersion des deux taxons.

Ce rapport comprend cinq parties. La section 1 présente un résumé de ma récente thèse de doctorat sur la variation des microsatellites chez le bœuf musqué, et la section 2 contient une analyse détaillée des répercussions de mes découvertes génétiques sur la conservation. La section 3 porte sur l'intégration des récentes données génétiques et des données de recensement sur le bœuf musqué et le caribou de Peary pour souligner l'importance de la région de l'île Bathurst pour la pérennité des deux espèces dans le Haut-Arctique. Dans la section 4, j'affirme que la plupart des possibilités de dispersion des deux espèces ne pourront vraisemblablement pas être préservées à l'intérieur des limites du parc national Tuktusiuqvialik. J'indique que dans la zone étudiée, l'élargissement de l'aire aurait une certaine importance pour le bœuf musqué, mais que dans le cas du caribou de Peary, l'ajout de terres situées à l'ouest et au nord-ouest de l'île Bathurst – en particulier sur les îles du gouverneur général – améliorera la pérennité de l'espèce. Enfin, la section 5 présente une conclusion sur les incidences de ma thèse, les travaux récemment effectués sur la génétique du caribou de Peary, ainsi que les données de recensement des deux espèces par rapport à l'importance, pour leur pérennité, du parc national Tuktusiuqvialik et de l'agrandissement de l'aire prévue pour ce parc.

## **1.0 Objectifs de la recherche de doctorat et sommaire des résultats**

Au départ, mes objectifs étaient les suivants : 1) caractériser les variations de la génétique moléculaire dans l'ensemble de l'aire de répartition du bœuf musqué endémique; 2) utiliser ces données pour étudier l'influence des étendues d'eau de l'océan Arctique bloquées par les glaces sur l'échange génétique entre les bœufs musqués; 3)

intégrer ces données dans une évaluation génétique des plans actuels de conservation et de gestion de ces bœufs musqués.

À partir des résultats de faible variation génétique chez le bœuf musqué rapportés précédemment (Engel et coll., 1996; Groves, 1997; Holm et coll., 1999), j'ai examiné la variation dans les microsatellites de cette espèce. Les microsatellites sont des séquences d'ADN formées de répétitions de deux à quatre paires de bases, disséminées dans le génome et ayant des taux élevés de mutation (Weber et Wong, 1993; Tautz et Schlotterer, 1994). Les microsatellites prennent la forme, par exemple, d'une répétition de CACACACA, où CA est représenté par  $(CA)_n$ , et où  $n$  correspond au nombre de répétitions. L'endroit dans le génome où se trouve un microsatellite (séquence répétitive) unique s'appelle locus. Dans le cadre de mon étude, je me suis intéressé à la variation de la longueur  $n$  d'une séquence répétitive chez le bœuf musqué et entre les individus selon différents locus.

Pour réaliser mon étude, j'ai répertorié 17 locus de microsatellites spécifiques au bœuf musqué, que j'ai inclus à une première étude sur la variabilité du microsatellite de 30 locus (17 provenant du bœuf musqué et 13 provenant d'autres ongulés) effectuée sur 18 échantillons prélevés dans l'ensemble de l'aire de répartition. Cette étude a permis de démontrer que la variation des microsatellites était plus faible chez le bœuf musqué que la variation moyenne établie pour ces types d'ADN chez d'autres ongulés. Une fois l'étude terminée, j'ai utilisé 14 locus parmi ceux ayant eu la variation la plus élevée pour examiner leur variation chez 169 bœufs musqués de onze populations différentes, dont la plupart provenaient de l'Arctique canadien ainsi que du nord et de l'est du Groenland (voir la figure 1).

### 1.1 *Variation des microsatellites dans l'ensemble de l'aire de répartition du bœuf musqué endémique*

Les principaux résultats de l'étude sur les 14 locus examinés chez 169 bœufs musqués sont les suivants :

- 1) La faible variation génétique chez le bœuf musqué n'est pas la même dans l'ensemble de l'aire; chez les individus des îles de l'Arctique, la variation est beaucoup plus faible que chez ceux vivant sur le continent (voir le tableau 1).
- 2) Le bœuf musqué qui vit sur le continent constitue le groupe frère des deux lignées de bœuf musqué des îles de l'Arctique, c'est-à-dire la lignée des îles du Haut-Arctique et la lignée des îles du Moyen-Arctique (voir la figure 1).

Deux mécanismes pourraient expliquer la faible variation génétique et sa répartition inégale chez le bœuf musqué. Selon la première théorie, le fait que certains bœufs musqués aient été isolés sur l'île Banks alors que les autres vivaient au sud du vaste inlandis laurentien durant le dernier maximum glaciaire du Wisconsin a entraîné à la fois la faible variabilité génétique et la structure généalogique actuelle du bœuf musqué. Selon la deuxième théorie, la faible variabilité chez le bœuf musqué – particulièrement chez celui des îles de l'Arctique – est attribuable à des effondrements répétés de la population au cours des dernières années. On sait que le nombre de bœufs musqués tend à décliner fortement durant les années où les conditions météorologiques sont particulièrement difficiles (Miller et coll., 1977a; Gunn et coll., 1991). On pense que durant ces années, les petites populations de bœufs musqués étaient isolées dans un nombre restreint de refuges polaires (voir la figure 2; Thomas et coll., 1981). Je n'ai pas

été en mesure de dégager les rôles que jouent ces deux théories dans la structuration du polymorphisme des microsatellites chez le bœuf musqué.

### *1.2 Rôles diversifiés des plans d'eau de l'Arctique*

Dans la troisième partie de mon étude, j'utilise des analyses de régression de la distance des allèles partagés ( $D_{SA}$ ) et des distances géographiques entre les individus pour examiner le rôle des plans d'eau gelés contigus de l'océan Arctique dans l'échange génétique chez le bœuf musqué. La  $D_{SA}$  entre les individus correspond à la proportion de locus microsatellites qui ont le même nombre d'unités répétées (par exemple  $CA_{18}$ ) par séquence d'un individu à l'autre. J'ai découvert que la dispersion du bœuf musqué sur les îles varie en fonction de la présence de traverses de glace de mer, comparativement à celle du bœuf musqué vivant sur des terres contiguës. Selon une analyse mathématique de régression multiple, les eaux bloquées par les glaces dans l'océan Arctique accélèrent ou du moins ne freinent pas la dispersion du bœuf musqué chez les populations plus nordiques des îles du Haut-Arctique. De même, l'analyse généralisée de Mantel indique que les déplacements du bœuf musqué entre les îles du Moyen-Arctique sont parfois ralentis ou accélérés, en comparaison avec ceux vivant sur les terres contiguës de l'aire de répartition du taxon. Même si je n'ai pas réussi à les mesurer, les résultats ci-dessus reflètent bien les différentes conditions de glace ou l'étendue de chaque plan d'eau bloqué par les glaces. Il m'a été clairement impossible de détecter les déplacements du bœuf musqué entre le continent et les îles de l'Arctique adjacentes de Banks et de Victoria.

### *1.3 Évaluation génétique de la conservation et de la gestion du bœuf musqué endémique*

La dernière partie de mon étude porte sur une évaluation des initiatives actuelles de conservation selon trois critères reposant sur le polymorphisme des microsatellites chez le bœuf musqué. Selon le critère n° 1 – la conservation de la structure généalogique chez le bœuf musqué du Canada –, dans les six aires de conservation existantes ou projetées situées dans l’aire de répartition du bœuf musqué endémique, les membres des trois lignées de bœuf musqué (îles du Haut-Arctique, îles du Moyen-Arctique et continental) sont conservés. Selon le critère n° 2 – la conservation de la population la plus diversifiée génétiquement dans chacune des trois lignées de bœuf musqué –, la plupart des populations de bœufs musqués vivant sur le continent et ayant la plus grande diversité génétique sont protégées grâce au refuge faunique Thelon, mais la conservation de la population de bœufs musqués la plus diversifiée des îles de l’Arctique, c’est-à-dire celle de l’île Bathurst (qui fait partie de la lignée des îles du Moyen-Arctique) reste incertaine. La population la plus diversifiée des îles du Haut-Arctique, c’est-à-dire celle de l’île Devon et du fjord Grise, dans le sud de l’île d’Ellesmere, ne reçoivent aucune protection. Le critère n° 3 porte sur la conservation d’aires assez vastes pour préserver le processus de dispersion naturelle. J’ai utilisé ici la « région d’autocorrélation positive » à partir de l’autocorrélation entre la distance génétique  $D_{SA}$  entre les individus et la distance géographique pour estimer l’étendue de la dispersion chez les individus de chacune des trois lignées (voir le tableau 2). Le vaste refuge faunique Thelon, situé sur la partie continentale du Canada, comprend suffisamment d’espace ( $38\,400\text{ km}^2$ ) pour permettre au bœuf musqué continental de se disperser naturellement, puisqu’à cet endroit, l’étendue de la dispersion est estimée, d’après les analyses d’autocorrélation, à  $38\,025\text{ km}^2$ . De même, le grand parc national du nord et de l’est du Groenland ( $200\,000\text{ km}^2$  d’espace non

couvert de glace dans un parc de 970 000 km<sup>2</sup>) permet au bœuf musqué des îles du Haut-Arctique de se disperser suffisamment dans un endroit où l'étendue de la dispersion est estimée à 193 600 km<sup>2</sup>. L'une des principales constatations de cette étude est que le territoire prévu pour accueillir le parc national Tuktusiuqvalik sur l'île Bathurst (8 442 km<sup>2</sup>) est beaucoup plus petit que l'aire d'autocorrélation positive du bœuf musqué des îles du Moyen-Arctique, qui fait 102 400 km<sup>2</sup> (voir le résumé au tableau 1). Les possibilités de dispersion naturelle du bœuf musqué des îles du Moyen-Arctique seraient apparemment réduites si le bœuf musqué devait rester à l'intérieur des limites actuellement prévues du parc national Tuktusiuqvalik.

## **2.0 Conséquences de cette étude sur la conception et la gestion des aires protégées, y compris les parcs nationaux**

### *2.1 Résumé des critères de sélection pour le parc national Tuktusiuqvalik sur l'île Bathurst*

Le nord de l'île Bathurst a été choisi pour y établir un parc national parce qu'il s'agit de l'aire ayant le plus grand nombre de « critères » représentés dans la région naturelle 38 (qui comprend la majeure partie de l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth, soit celles situées à l'ouest des îles Axel Heiberg, Devon et d'Ellesmere et au nord du chenal Parry (Parcs Canada, 1997). Les critères pris en compte dans ce choix sont la géologie, la forme du terrain, la végétation, la faune et l'hydrologie (D. Harvey, comm. pers., 2001). De plus, l'île Bathurst a été choisie parce qu'elle montre peu de signes d'activités humaines, à l'exception du réchauffement climatique

(D. Harvey, comm. pers., 2001). Actuellement, la majeure partie de l'île Bathurst au nord de la réserve nationale de faune de Polar Bear Pass est incluse dans les limites protégées du parc national Tuktusiuqialik. Une portion de terres côtières en sera exclue parce que ces terres appartiennent à des Inuits (voir la figure 3). Le périmètre prévu du parc repose sur le désir de représenter les limites écologiques – le nord étant délimité par le littoral – et d'inclure la région la plus vaste possible (D. Harvey, comm. pers., 2001).

2.2. *Préservation de la biodiversité, potentiel d'évolution et échange génétique : éléments importants d'une stratégie gagnante de conception et de gestion*

Les résultats de mon étude sont particulièrement liés au critère « faune », utilisé pour choisir le parc. Ce critère comprend entre autres la biodiversité, la rareté (de la faune et de la flore) et l'abondance de la population d'un organisme en particulier, qui sont tous des critères importants lorsque vient le temps de choisir un endroit pour établir une réserve (Prendergast et coll., 1999). Il est possible d'estimer la rareté et l'abondance de la population d'un organisme donné grâce à des méthodes écologiques traditionnelles, mais les techniques génétiques que j'ai utilisées répondent aux questions suivantes :

- 1) Où devraient être établies les réserves qui permettent de conserver la plus grande partie de la diversité génétique actuelle du bœuf musqué?
- 2) Quelle taille ces réserves devraient-elles avoir si l'objectif est de conserver les processus responsables du maintien de cette biodiversité?

La préservation de la biodiversité et de la dispersion actuelles constitue un objectif pertinent pour la conservation et la gestion des taxons de l'Arctique.

Puisque très peu d'espèces habitent les vastes régions (en comparaison avec les régions plus au sud), la biodiversité de la faune et de la flore de l'Arctique devrait être quantifiée à la fois selon la sous-espèce (niveau inférieur à l'espèce) et selon les différentes populations géographiques (écotypes). Les techniques génétiques utilisées dans le cadre de mon étude ne permettent pas de décrire la variation chez le bœuf musqué uniquement à partir des données morphologiques. Deux premières sous-espèces de bœuf musqué ont été reconnues – *Ovibos moschatus wardi* et *Ovibos moschatus moschatus* (résumé dans Tener, 1965 et Rowell, 1990) – et mes données montrent qu'il existe trois lignées différentes de bœuf musqué : le bœuf musqué vivant sur le continent, celui des îles du Moyen-Arctique et celui des îles du Haut-Arctique. La première étape vers la préservation de la biodiversité chez cette espèce consisterait à établir un réseau de réserves incluant des individus de chacune de ces lignées. Mon étude sur le bœuf musqué complète un nombre croissant d'études sur la diversité intraspécifique des taxons de l'Arctique (Holder et coll., 1999; Paetkau et coll., 1999; Zittlau et coll., 1999; Ehrich et coll., 2000). Une fois que les données sont obtenues pour l'ensemble de l'Arctique, il est possible d'effectuer une évaluation intraspécifique de la préservation de la biodiversité de la flore et de la faune.

En plus de déterminer les trois lignées de bœuf musqué qui permettent de définir quelles aires générales de l'habitat de l'espèce doivent être préservées, mes techniques permettent aussi de mieux choisir un site parmi ces vastes aires (voir la figure 1). Les individus de ces trois lignées largement réparties ne peuvent pas tous être préservés. Du point de vue de la conservation de la génétique, il faut donc d'abord préserver les populations ayant la plus grande diversité génétique dans chacune des trois lignées parce

que les populations les plus diversifiées semblent avoir le potentiel d'évolution le plus élevé. Elles devraient donc s'adapter plus facilement et mieux aux changements environnementaux, qui sont de plus en plus préoccupants en raison du changement climatique anticipé dans l'Arctique (Maxwell, 1997). Pour chaque lignée, j'ai ciblé les populations ayant la plus grande variation génétique, et j'ai découvert que la population la plus diversifiée de bœuf musqué des îles de l'Arctique se trouve sur l'île Bathurst.

Afin d'assurer la gestion et la conservation d'une population donnée d'organismes *in situ*, il est essentiel d'estimer l'échange génétique *naturel* qui se produit à l'intérieur de celle-ci ainsi qu'entre les individus de cette population et ceux d'autres populations de la même espèce. L'inclusion de ces paramètres dans la gestion permet d'assurer plus efficacement la pérennité de la population centrale (p. ex., celle d'un parc national) grâce au maintien de son potentiel d'évolution génétique. Toutefois, l'estimation précise de l'échange génétique au sein d'un taxon et entre des taxons qui ont de vastes aires de répartition continues, comme c'est le cas pour le bœuf musqué, est coûteuse du point de la logistique et est très complexe à analyser.

En effet, le bœuf musqué vit dans des aires très éloignées, ce qui rend très difficile l'échantillonnage de tous les donneurs et receveurs possibles de la population. Même si des échantillons adéquats sont obtenus, les méthodes d'analyse habituelles ne sont pas toujours applicables à la répartition naturelle du bœuf musqué (Paetkau et coll., 1995; Waser et Strobeck, 1998). Les limites de mon échantillonnage (voir la figure 1 et le tableau 2) m'empêchent d'obtenir des résultats complets (et probants) sur l'échange génétique chez le bœuf musqué à l'aide de ces méthodes. Enfin, même dans des conditions idéales où l'échantillonnage couvrirait l'ensemble de l'aire de répartition, les

techniques décrites ci-dessus ne permettraient pas d'établir la taille optimale que devrait avoir l'aire protégée.

L'analyse de l'échange génétique en fonction de la dispersion procure deux avantages. Premièrement, il est plus facile de faire le suivi de l'analyse puisque l'échantillon à l'étude est plus petit. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de recenser tous les donneurs et receveurs potentiels d'une population pour obtenir une estimation précise de l'échange génétique au sein de la population cible et avec d'autres populations. Le calcul portera plutôt sur une « aire d'autocorrélation positive » pour chaque groupe d'individus (dans le cas qui nous concerne, chaque lignée de bœufs musqués). Cette estimation est étroitement liée à la dispersion (Epperson, 1995). Deuxièmement, l'estimation de l'étendue de la dispersion est utile pour justifier du point de vue biologique la taille de l'aire protégée. L'utilisation du processus de dispersion dans l'étude du taxon (bœuf musqué) permet de préserver un important processus de production et de conservation de la diversité du bœuf musqué. Comme mentionné précédemment, d'autres méthodes ne permettent pas d'obtenir ces renseignements, car ce type d'analyse génétique doit d'abord être effectué auprès d'autres taxons de l'Arctique.

### **3.0 Île Bathurst : un endroit spécial et unique pour les ongulés de l'Arctique**

Combiné à la réserve nationale de faune de Polar Bear Pass, le projet de parc national Tuktusiuvialik revêt une grande importance pour le bœuf musqué et le caribou de Peary qui vivent dans la région naturelle 38 de Parcs Canada. Cette affirmation est fondée sur les données obtenues depuis les années 1950, selon lesquelles les îles Bathurst,

Melville et Prince Patrick, dans l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth, pourraient avoir contribué à la pérennité de ces populations depuis le retrait du glacier continental qui couvrait la région il y a 8 000 ans. Cette affirmation a pour première source les données de recensement. Ces données montrent en effet que même si leur taille varie sporadiquement au fil des ans, les populations de bœufs musqués et de caribous de Peary de ces régions augmentent pour atteindre des niveaux élevés durant les années plus clémentes. Le même phénomène s'observe particulièrement chez les populations vivant ailleurs dans l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth et certainement chez celles qui habitent dans l'ensemble de ces îles. La capacité de subsister de ces populations est encore plus impressionnante à la lumière des données recueillies au cours des cinq dernières décennies, puisque le nombre de bœufs musqués et de caribous de la région a connu d'importantes variations au cours de cette période (p. ex., Tener, 1963; Miller et coll., 1977a; Miller, 1990, 1995 et 1998; Gunn et Dragon, 2001). Ces deux espèces connaissent parfois des épisodes critiques et même catastrophiques de mortalité massive dans l'ensemble de l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth. Durant les années où les conditions météorologiques sont clémentes, le nombre d'individus des deux espèces augmente dans les deux groupes d'îles. Il est probable que des individus provenant de ces populations en expansion s'ajoutent à des populations adjacentes où seulement un petit nombre d'individus subsiste ou même qu'ils repeuplent des régions où l'espèce avait disparu. Puisque ces données de recensement concernent des changements très récents chez ces espèces dans l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth, il faut recourir aux données génétiques comme deuxième source de données appuyant de l'importance de l'île

Bathurst pour la survie du bœuf musqué et du caribou de Peary dans la région naturelle 38 au cours des 8 000 dernières années.

En général, le bœuf musqué préfère passer la majeure partie de l'année dans la vaste prairie humide végétalisée de la réserve nationale de faune de Polar Bear Pass et des aires similaires des grandes vallées des côtes du sud-est et du sud-ouest de l'île Bathurst (F. L. Miller, comm. pers., 2001). Toutefois, les aires du nord de l'île fournissent d'importantes sources de nourriture au bœuf musqué lorsque, pendant une courte période à la fin du printemps (juin), la prairie humide est gorgée d'eau stagnante. Dans ce cas, le bœuf musqué se déplace temporairement vers des aires plus sèches en plus haute altitude. Plusieurs de ces aires de secours sont situées dans le nord-ouest et le nord-est de l'île Bathurst. La plupart des bœufs musqués retournent dans leurs aires plus accueillantes une fois la prairie asséchée. Il est important de noter que certains individus demeurent dans le nord de l'île Bathurst toute l'année, dans de petites aires adéquates situées à faible altitude (F. L. Miller, comm. pers., 2001).

Les données de recensement montrent que le nombre de bœufs musqués augmente durant les années clémentes et demeure stable lors des années extrêmement difficiles, alors que les individus adoptent les îles Bathurst et Melville comme « refuges » (p. ex., Thomas et coll., 1981). Dans l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth, seules les régions de l'île Bathurst et des îles Melville et Prince Patrick sont reconnues pour assurer la pérennité d'un très grand nombre de bœufs musqués ou de caribous de Peary. Le nombre moyen de ces individus sur les îles Melville, Prince Patrick et Bathurst demeure stable durant les années favorables, mais les déclin qu'ils connaissent durant les périodes de conditions météorologiques difficiles prolongées diffèrent d'une population à l'autre chez

une même espèce et d'une espèce à l'autre vivant sur ces îles. Il est impossible d'effectuer une évaluation complète de l'importance, sur une longue période, de ces deux groupes d'îles pour le bœuf musqué et le caribou de Peary à l'aide des données de recensement existantes, parce que ces données n'ont été recueillies que sporadiquement depuis les années 1950.

Il est possible de démontrer l'importance de l'île Bathurst pour la subsistance à long terme du bœuf musqué des îles de l'Arctique grâce à la distribution du polymorphisme génétique. Si le bœuf musqué, en général, connaît une période d'expansion et qu'il occupe la majeure partie de son aire possible de répartition, les populations vivant dans les aires où l'espèce se réfugie habituellement au cours des années difficiles auront une meilleure diversité génétique. Les données sur les microsatellites du bœuf musqué démontrent que l'île Bathurst lui sert de refuge. De tous les bœufs musqués des îles de l'Arctique étudiés, y compris les individus vivant au Groenland, dans le sud (fjord Grise) et le nord de l'île d'Ellesmere (qui comprend quatre échantillons provenant de l'île Axel Heiberg), ainsi que sur les îles Victoria et Banks, le bœuf musqué de l'île Bathurst est celui ayant la meilleure diversité génétique, bien que la lignée des îles de l'Arctique soit appauvrie (voir la carte de l'échantillonnage à la figure 1). Cette diversité génétique s'explique par le fait que le bœuf musqué habite l'île Bathurst depuis le retrait de l'inlandis il y a environ 8 000 ans.

Certains de ces arguments peuvent aussi servir à démontrer la préservation du caribou de Peary dans le parc national Tuktusiuqvialik projeté. Dans toute la région de l'île Bathurst, c'est dans le nord-est de l'île Bathurst que l'on compte le plus grand nombre de caribous, même lorsque ce nombre est peu élevé (Miller, 1998). Dans le nord

de l'île, le relief est plus accidenté et à découvert que dans le haut plateau central et plusieurs aires côtières du sud de l'île, où les caractéristiques de la neige en général et sa persistance jusqu'au printemps rendent cette région moins favorable. La direction vers laquelle coulent les principaux bassins hydrographiques du nord de l'île et l'abondance de microhabitats dans cette région favorisent la fonte hâtive du couvert de neige par l'action des vents et la sublimation, contrairement aux aires potentielles d'alimentation situées dans le sud de l'île Bathurst. Tous ces éléments poussent le caribou de Peary à se déplacer vers les aires plus favorables du nord de l'île Bathurst et non vers le sud ou vers les îles environnantes de l'Arctique.

Les plus grandes populations de caribous de Peary se trouvent dans les régions de l'île Bathurst et des îles Melville et Prince Patrick. Les récentes estimations (1997) établissent le nombre de caribous de Peary à environ 1 100 individus dans ces deux régions, après trois années consécutives (1994 à 1997) où la population a connu des vagues de mortalités massives à l'hiver et au printemps (Miller, 1998; Gunn et Dragon, 2001). Ce chiffre représente le plus bas niveau historique du nombre de caribous de Peary dans l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth. Il est possible que 1 100 caribous de Peary supplémentaires vivent dans l'ensemble de la région que couvrent les îles de l'est (Ellef Ringnes, Amund Ringnes, Axel Heiberg, Devon et d'Ellesmere), mais aucun recensement n'a permis d'établir qu'une population de cette taille vivait dans cette région. Ce dernier chiffre se rapporte uniquement aux îles constituant 75 % de la masse terrestre totale des îles de la Reine-Élisabeth, puisqu'aucune étude dans cette région n'a prouvé l'existence de plus de quelques centaines de caribous.

Les données génétiques démontrent aussi l'importance de l'île Bathurst pour le caribou de Peary sur une longue période. Les récentes données sur les microsatellites indiquent que les individus des îles Melville et de l'île Bathurst sont génétiquement très différents les uns des autres, mais que la variation génétique entre les populations des îles Melville-Prince Patrick et de l'île Bathurst est faible (K. Zittlau, comm. pers., 2001). Tout comme pour le bœuf musqué, ces données indiquent que ces deux régions sont des refuges de même importance pour le caribou de Peary durant les périodes où les conditions météorologiques difficiles se prolongent.

Deux récentes découvertes indiquent que le nord de l'île Bathurst représente le meilleur endroit pour assurer la préservation du caribou de Peary dans la région naturelle 38 et dans l'ensemble des îles de la Reine-Élisabeth. Selon la première, des données récentes sur les microsatellites montrent que les populations de caribous de Peary des régions des îles Melville et Prince Patrick et de l'île Bathurst sont génétiquement très différentes de celles vivant sur les îles Banks et Victoria (K. Zittlau, comm. pers., 2001). Toutes les mesures de préservation de la biodiversité doivent être élargies pour assurer la conservation du patrimoine génétique unique du caribou de la région de l'île Bathurst. Selon la deuxième découverte, les données récentes de télémétrie indiquent que certains caribous de Peary passent l'année dans le nord de l'île Bathurst (Miller et Barry, présenté). Les besoins de ces individus sont entièrement comblés dans cette région. En revanche, les données du XIX<sup>e</sup> siècle montrent que le caribou de Peary quittait l'est de l'île Melville au début de l'hiver pour y retourner seulement à la fin du printemps suivant (résumé dans Miller et coll., 1977a). Des renseignements plus récents obtenus grâce à des recensements et à des études par

marquage au colorant montrent que le caribou se déplace de l'île Melville vers les aires d'hivernage des îles Prince Patrick et Eglinton, puis retourne sur l'île Melville au printemps (Miller et coll., 1977a et 1977b; Miller, 1990). La préservation du caribou de Peary dans la région des îles Melville et Prince Patrick nécessiterait la conservation de vastes aires sur ces deux îles, mais les besoins d'un grand nombre de caribous de Peary de la région de l'île Bathurst pourraient être comblés dans un parc national qui couvrirait uniquement le nord de l'île Bathurst.

#### **4.0 Réponse aux besoins de dispersion du caribou de Peary et du bœuf musqué et ajout de terres au parc national Tuktusiuqvalik**

L'estimation de l'étendue de la dispersion peut aider à choisir l'emplacement d'un parc national. Cette dispersion (déplacements de l'aire de mise bas à l'aire de séparation) est essentielle à la répartition et au maintien de la diversité génétique, et la conservation de ces aires de dispersion augmente les chances de survie de la population cible. Bien qu'il soit difficile de mesurer les déplacements uniques lorsque la filiation précise n'a pas été établie, les techniques utilisées dans le cadre de mon étude visent à définir l'étendue de la dispersion *moyenne*. D'autres méthodes utilisant la génétique pour repérer les déplacements des populations étudiées permettent d'estimer les déplacements récents, plutôt que la dispersion récurrente *moyenne* (Paetkau et coll., 1995; Waser et Strobeck, 1998). Enfin, grâce aux données génétiques, il est possible de déterminer l'étendue de la dispersion, tandis que les données écologiques peuvent guider le choix

vers les aires de dispersion récurrentes les plus importantes pour le bœuf musqué et le caribou de Peary. Ces données sont particulièrement pertinentes lorsqu'on applique les estimations de dispersion de ces deux espèces aux îles de l'ouest des îles de la Reine-Élisabeth.

Bien que mes données indiquent que l'étendue de la dispersion du bœuf musqué est beaucoup plus vaste que la région couverte par le projet de parc national Tuktusiuqvialik, aucune autre région ou île, à l'exception des vastes prairies du sud de l'île Bathurst, n'est assez intéressante pour être ajoutée au parc, selon les données de recensement. Par exemple, les données de recensement indiquent que les îles à l'ouest de l'île Bathurst faisant partie du groupe du gouverneur général (îles Alexander, Marc, Massey, Vanier et Cameron) et celles au nord, dans le groupe Berkeley (îles Helena, Sherard, Osborn et Hosken) accueillent seulement un petit nombre de bœufs musqués, habituellement moins de dix. Ce nombre atteint rarement 15 à 30 sur une même île à une période donnée (p. ex., Tener, 1963; Miller et coll., 1977a; Miller, 1995 et 1998; Gunn et Dragon, 2001). De même, le nombre de bœufs musqués vivant à l'est, sur l'île Cornwallis et la Petite île Cornwallis n'excède pas plusieurs dizaines d'individus, et en compte habituellement beaucoup moins (p. ex., Tener, 1963; Miller et coll., 1977a; Miller, 1995 et 1998).

Dans le but de permettre au caribou de Peary de se disperser, les îles adjacentes, et particulièrement celles situées à l'ouest dans le groupe du gouverneur général et au nord dans le groupe Berkeley (et peut-être plus au nord encore, sur l'île Lougheed dans le groupe Findlay), pourraient jouer un rôle important. Bien que l'étendue de la dispersion du caribou de Peary n'ait pas fait l'objet d'une étude à l'aide de mes méthodes, on peut

raisonnablement prédire que l'estimation obtenue dépassera les limites du projet de parc national. Les données de recensement et d'autres activités de recherche aérienne indiquent que le caribou de Peary, contrairement au bœuf musqué, utilise davantage les îles du groupe du gouverneur général à l'ouest et celles du groupe Berkeley au nord de l'île Bathurst (p. ex., Tener, 1963; Miller et coll., 1977a; Miller, 1995 et 1998). Par exemple, les études récentes de télémétrie montrent que le caribou de Peary utilise les îles Vanier, Cameron, Alexander, Massey et Marc tout au long de l'année, et que les femelles mettent bas sur les îles Massey et Alexander (Miller, sous presse). Certains individus utilisent quelques-unes de ces îles, ou l'ensemble de celles-ci, en plus de l'île Bathurst (Miller, 1998; Miller et Barry, présenté; F. L. Miller, données non publiées, 1993-97). La télémétrie a aussi permis de déterminer qu'une femelle de caribou avait quitté la région de l'île Bathurst pour se rendre sur l'île Lougheed durant une période de stress environnemental extrême. Après quelques jours, elle s'est déplacée vers l'île Borden où elle est morte peu après son arrivée (Miller, 1998). Ces données laissent entrevoir que l'étendue de la dispersion du caribou de Peary dépasse les limites du projet de parc. En tenant compte de la valeur similaire des régions environnantes, pour le bœuf musqué du moins, les îles adjacentes de l'ouest et du nord qui font actuellement partie de l'« aire étudiée » pour l'établissement du parc national devraient faire partie du parc national Tuktusiuqviulik, dans la mesure du possible.

## **5.0 Conclusions**

On peut dégager cinq répercussions immédiates des résultats génétiques présentés ci-dessus, en associant ces résultats aux données de recensement sur le bœuf musqué et le caribou de Peary, déjà présentées dans le cadre du projet de parc national Tuktusiuqvalik. Ces répercussions sont les suivantes :

- 1) Le parc national Tuktusiuqvalik accueillera une des deux espèces de bœufs musqués des îles de l'Arctique et du Groenland ayant la variation la plus importante (l'étude du bœuf musqué de l'île Melville n'a pas encore été effectuée). Par conséquent, le potentiel d'évolution du bœuf musqué des îles de l'Arctique sera mieux préservé si la population est protégée sur l'île Bathurst.
- 2) Le parc national Tuktusiuqvalik accueillera le caribou de Peary, unique sur le plan génétique. Il s'agit de l'une des deux principales populations de l'espèce (l'autre habite les îles Melville et Prince Patrick) et pour cette raison, la préservation de son patrimoine génétique est essentielle à la pérennité de cette forme distincte de *Rangifer*, en raison des changements climatiques dans l'Arctique.
- 3) Les données génétiques montrent que la région actuellement prévue pour l'établissement du parc national Tuktusiuqvalik est plus petite que l'étendue de dispersion du bœuf musqué.
- 4) Aucune donnée génétique n'existe sur l'étendue de la dispersion du caribou de Peary de l'île Bathurst, mais des données de recensement indiquent que l'actuelle région prévue pour l'établissement du parc national Tuktusiuqvalik limiterait les possibilités de dispersion de la population en ce qui concerne les aires potentielles ou nécessaires.

5) Lorsque l'on combine les données génétiques et écologiques sur les deux espèces, on constate qu'il serait préférable de choisir un parc national Tuktusiuqvalik dont les limites incluraient les îles du gouverneur général. Les données génétiques peuvent contribuer à déterminer l'étendue de la dispersion, mais ce sont les données écologiques qui permettent de cibler les régions qui doivent être comprises dans les limites élargies du parc national Tuktusiuqvalik. Dans le cas du bœuf musqué, les données écologiques sont équivoques en ce qui concerne les îles adjacentes, mais dans le cas du caribou de Peary, le choix des îles du gouverneur général est clair.

## RÉFÉRENCES

- EHRICH, D., V. B. Federov, N. C. Stenseth, et coll. *Phylogeography and mitochondrial DNA (mtDNA) diversity in North American collared lemmings (Dicrostonyx groenlandicus)*. *Écologie moléculaire* 9:329-337, 2000.
- ENGEL, S. R., R. A. Linn, J. F. Taylor et S. Davis. *Conservation of microsatellite locus across species of artiodactyls: implications for population studies*. *Journal of Mammalogy* 77:504-518, 1996.
- EPPERSON, B. K. *Spatial distributions of genotypes under isolation by distance*. *Génétique* 140:1431-1440, 1995.
- GROVES, P. *Intraspecific variation in mitochondrial DNA of muskoxen, based on control region sequences*. *Revue canadienne de zoologie* 75:568-575, 1997.
- GUNN, A. et J. Dragon. *Peary Caribou and muskox abundance and distribution on the western Queen Elizabeth Islands, Northwest Territories and Nunavut, June-July*

1997. Ministère des Ressources, de la Faune et du Développement économique, Territoires du Nord-Ouest. File Report 130:1-93, 2001.
- GUNN, A., C. Shank et B. McLean. *The history, status and management of muskoxen on Banks Island*. Arctic 44:188-195, 991.
- HOLDER, K., R. Montgomerie et V. L. Friesen. *A test of the Glacial Refugium Hypothesis using patterns of mitochondrial and nuclear DNA sequence variation in Rock Ptarmigan (Lagopus mutus)*. Evolution 53:1936-1950, 1999.
- HOLM, L.-E., M. C. Forchhammer et J. J. Boomsma. *Low genetic variation in muskoxen (Ovibos moschatus) from western Greenland using microsatellites*. Écologie moléculaire 8:675-679, 1999.
- MAXWELL, B. *Responding to global climate change in Canada's Arctic*. Environment Canada, Downsview, Ontario, pages 1 à 82, 1997.
- MILLER, F. L. *Rapport de situation sur le caribou de Peary*, rapport du Service canadien de la faune, préparé pour le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (COSEPAC), Edmonton, Alberta, pages 1 à 64, 1990.
- MILLER, F. *Peary caribou conservation studies, Bathurst Island complex, Northwest Territories, July -August 1993*, série de rapports techniques du Service canadien de la faune 230:1-76, 1995.
- MILLER, F. L. *Status of Peary caribou and muskox populations within the Bathurst Island complex, south-central Queen Elizabeth Islands, Northwest Territories, July 1996*, série de rapports techniques du Service canadien de la faune 317:1-147, 1998.

- MILLER, F. L., sous presse. *Multi-island seasonal home range use by two Peary caribou, Canadian High Arctic Islands, 1993-94*, Arctic 55.
- MILLER, F. L. et S. J. Barry, présenté. *Single-island home range use by four female Peary caribou, Canadian High Arctic Islands, 1993-94*, édition spéciale du Rangifer, 9<sup>e</sup> atelier sur le caribou en Amérique du Nord.
- MILLER, F. L., R. H. Russell et A. Gunn. *Distribution and numbers of Peary caribou and muskoxen on western Queen Elizabeth Islands, Northwest Territories, 1972-74*, série de rapports techniques du Service canadien de la faune 40:1-55, 1977a.
- MILLER, F. L., R. H. Russell et A. Gunn. *Interisland movements of Peary caribou (Rangifer tarandus pearyi) on western Queen Elizabeth Islands, Arctic Canada*, Revue canadienne de zoologie 55:1029-1037, 1977b.
- NEI, M. et A. K. Roychoudhury. *Sampling variance of heterozygosity and genetic distance*, génétique 76:379-390, 1974.
- PAETKAU, D., S. C. Amstrup, E. W. Born et coll. *Genetic structure of the worlds polar bear populations*, écologie moléculaire 8:1571-1584, 1999.
- PAETKAU, D., W. Calvert, I. Stirling et coll. *Microsatellite analysis of population structure in Canadian polar bears*, écologie moléculaire 4:347-354, 1995.
- PAETKAU, D., L. P. Waits, P. L. Clarkson et coll. *Variation in genetic diversity across the range of North American Brown bears*, biologie de conservation 12:418-429.
- PARCS CANADA. *Plan de réseau des parcs nationaux*, Ottawa, Ontario, pages 1 à 106, 1998.

- PEAKALL, R. et P. Smouse. *GenAIEx: Genetic Analysis in Excel*, Australian National University, Canberra, 1998.
- PETIT, R. CONTRIBUTION. INRA, Bordeaux, 1999.
- PRENDERGAST, J. R., R. M. Quinn et J. H. Lawton. *The gaps between theory and practice in selecting nature reserves*, *biologie de conservation* 13:484-492, 1999.
- ROWELL, J. *The muskox*, Dans B. Holst, ed. International Studbook for the muskox *Ovibos moscahtus*, Zoo de Copenhage, Copenhage, Suède, pages 2 à 22, 1990.
- TAUTZ, D. et C. Schlotterer. *Simple sequences: Current Opinions Genetic Development* 4:832-837, 1994.
- TENER, J. S. *Queen Elizabeth Islands Game Survey, 1961*, publication hors série du Service canadien de la faune 4:1-50, 1963.
- TENER, J. S. *Muskoxen in Canada: a biological and taxonomic review*, monographie du Service canadien de la faune 2:1-166, 1965.
- THOMAS, D. C., F. L. Miller, R. H. Russell et coll. *The Bailey point region and other muskox refugia in the Canadian Arctic: a short review*, *Arctic* 34:34-36, 1981.
- WASER, P. M. et C. Strobeck. *Genetic signatures of interpopulation dispersal*, *TREE* 13:43-44, 1998.
- WEBER, J. L. et C. Wong. *Mutation of human short tandem repeats*, *génétique moléculaire humaine* 2:1123-1128, 1993.
- ZITTLAU, K., A. Gunn, F. Miller et coll. (Résumé n° 96) *Genetic relatedness and diversity in Peary caribou (Rangifer tarandus pearyi) from the Bathurst Island complex*, 10th Arctic Ungulate Conference, Tromsø, Norvège, Rangifer, rapport n° 4:71, 1999.



Tableau 1

Variation de 14 locus de microsatellites chez 169 bœufs musqués provenant de 11 lieux d'échantillonnage dans leur aire de répartition. Les lieux sont classés selon la lignée à laquelle ils appartiennent et du nord au sud, autant que possible. Les abréviations utilisées pour les figures sont inscrites entre parenthèses. ~~Quatre statistiques résumées sur la variation des microsatellites ont été dégagées :~~ 1) l'estimation non biaisée de l'hétérozygoté attendue  $\pm$  erreur-type (Nei et Roychoudhury, 1974); 2) le nombre d'allèles par lieu d'échantillonnage (les allèles sont les différentes séquences répétées d'un échantillon, par exemple, CA<sub>8</sub> CA<sub>10</sub> et CA<sub>12</sub>); 3) le nombre de locus polymorphiques par endroit varie selon le lieu; 4) la probabilité qu'un bœuf musqué d'un endroit donné soit identique (probabilité d'identité) à un autre bœuf musqué du même endroit, selon les 14 génotypes des locus de microsatellites. La formule pour calculer la probabilité d'identité est tirée de Paetkau *et al.*, 1998. Les données provenant de l'échantillonnage des os trouvés dans le refuge faunique Thelon ne sont pas présentées dans le tableau parce que seulement 4 des 14 locus de la première étude étaient fiables pour ce type de tissus.

Lieu	Lignée*	Latitude (N°)	Taille de l'échantillon	Hétérozygoté Erreur-type	Nombre d'allèles	Locus polymorphique	Probabilité d'identité
Nord d'Ellesmere	(NE) IHA	81,5	9	0,261 (0,078)	29	10	7,84 E-05
Fjord Grise	(FG) IHA	77,1	15	0,274 (0,006)	30	9	9,20 E-05
Groenland	(GD) IHA	74,5	9	0,169 (0,077)	23	6	3,94 E-03
Ile Bathurst	(IB) IMA	76,0	16	0,308 (0,060)	33	10	2,78 E-05
Havre Sachs	(HS) IMA	72,0	19	0,198 (0,040)	23	8	2,92 E-03
Lac Kidjuut	(LKI) IMA	71,7	21	0,189 (0,044)	25	8	2,80 E-03
Baie Wellington	(BW) IMA	69,2	20	0,242 (0,056)	27	9	7,00 E-04
Kugluktuk	(KU) C	68,0	17	0,446 (0,046)	42	13	2,50 E-07
Havre Gjoa	(HG) C	67,5	10	0,456 (0,052)	39	14	2,00 E-07
Lac Baker	(LB) C	65,5	23	0,512 (0,018)	50	14	2,50 E-08
Lutsel Ke	(LK) C	63,0	10	0,478 (0,005)	46	14	2,50 E-08

\*IHA : bœuf musqué des îles du Haut-Arctique; IMA : bœuf musqué des îles du Moyen-Arctique; C : bœuf musqué du continent.



Tableau 2.

Évaluation de la conservation actuelle du bœuf musqué endémique par rapport aux subdivisions importantes et aux aires estimées d'autocorrélation positive chez trois lignées différentes : du continent (C), des îles du Moyen-Arctique (IMA) et des îles du Haut-Arctique (IHA). Pour tous les calculs concernant le bœuf musqué du continent, sauf pour celui ayant la valeur de richesse allélique la plus élevée, 14 locus ont été utilisés. Quatre locus ont été utilisés pour cet autre calcul. Les échantillons ayant la richesse allélique la plus élevée pour chaque étude ont été identifiés par les lettres CONTRIB (Petit, 1999). L'étendue de dispersion se rapporte à l'aire d'autocorrélation positive déterminée dans le cadre de la présente étude à l'aide de l'autocorrélation spatiale des distances génétiques entre les individus et des distances géographiques. Pour ces analyses, les lettres GENAIEX ont été utilisées (Peakall et Smouse, 1998).

Lignée*	Richesse allélique la plus élevée	Aires protégées	Taille de l'aire protégée (km <sup>2</sup> )	Étendue de la dispersion (km <sup>2</sup> )
C	Refuge faunique Thelon <sup>a</sup>	Refuge faunique Thelon	38 400	38 025
		Parc national Tuktut Nogait	16 974	38 025
IHA	Fjord Grise (FG) <sup>b</sup>	Parc national du nord et de l'est du Groenland	200 000 <sup>c</sup>	193 600
		Parc national Quittinirpaaq	37 775	193 600
IMA	Île Bathurst (IB)- Parc national Tuktusiuqviaalik	Parc national Aulavik	12 000	102 400
		Parc national Tuktusiuqviaalik <sup>d</sup>	8 442	102 400

\*IHA : bœuf musqué des îles du Haut-Arctique; IMA : bœuf musqué des îles du Moyen-Arctique; C : bœuf musqué du continent.

<sup>a</sup> = Selon 4 locus variables. Les régions à la suite de cette liste sont KU et LB. KU est situé très près du parc national Tuktut Nogait.

<sup>b</sup> = L'échantillon ayant la plus grande diversité dans cette lignée (FG) n'est pas protégé.

<sup>c</sup> = La taille réelle du parc est de 972 000 km<sup>2</sup>, mais seulement 200 000 km<sup>2</sup> ne sont pas couverts de glace.

<sup>d</sup> = Il s'agit d'un projet de parc.

Figure 1. Relations d'évolution chez le bœuf musqué existant, selon 14 microsattellites.

« IHA » correspond au bœuf musqué des îles du Haut-Arctique vivant sur les îles d'Ellesmere, Axel Heiberg, Devon et les îles voisines plus petites, ainsi qu'au Groenland. « IMA » correspond au bœuf musqué des îles du Moyen-Arctique, c'est-à-dire l'île Bathurst et les îles de l'Arctique situées plus au sud. Enfin, « C » correspond au bœuf musqué ayant une plus grande variation et vivant dans le nord du Canada continental. La carte présente aussi les lieux d'échantillonnage, y compris le lieu d'échantillonnage d'os recueillis dans le refuge faunique Thelon (TH) (voir le tableau 1 pour les autres abréviations).

Figure 2. La carte montre les lieux et les aires d'échantillonnage des îles de l'Arctique qui servent de refuge important durant les périodes où les conditions météorologiques sont extrêmement difficiles : pointe Bailey (île Melville), péninsule Fosheim (île d'Ellesmere), fjord Mokka (île Axel Heiberg), réserve nationale de faune de Polar Bear Pass (île Bathurst), vallée de la rivière Thomsen (île Banks) et basses terres Truelove (île Devon) (Thomas et coll., 1981).

Figure 3. Partie de la région de l'île Bathurst actuellement réservée pour l'établissement du parc national Tuktusiuqyalik. La carte ne montre pas l'aire complète d'étude. Avec l'autorisation de Nouveaux parcs dans le Nord

[http://www.newparksnorth.org/images/bathurst\\_e.gif](http://www.newparksnorth.org/images/bathurst_e.gif).



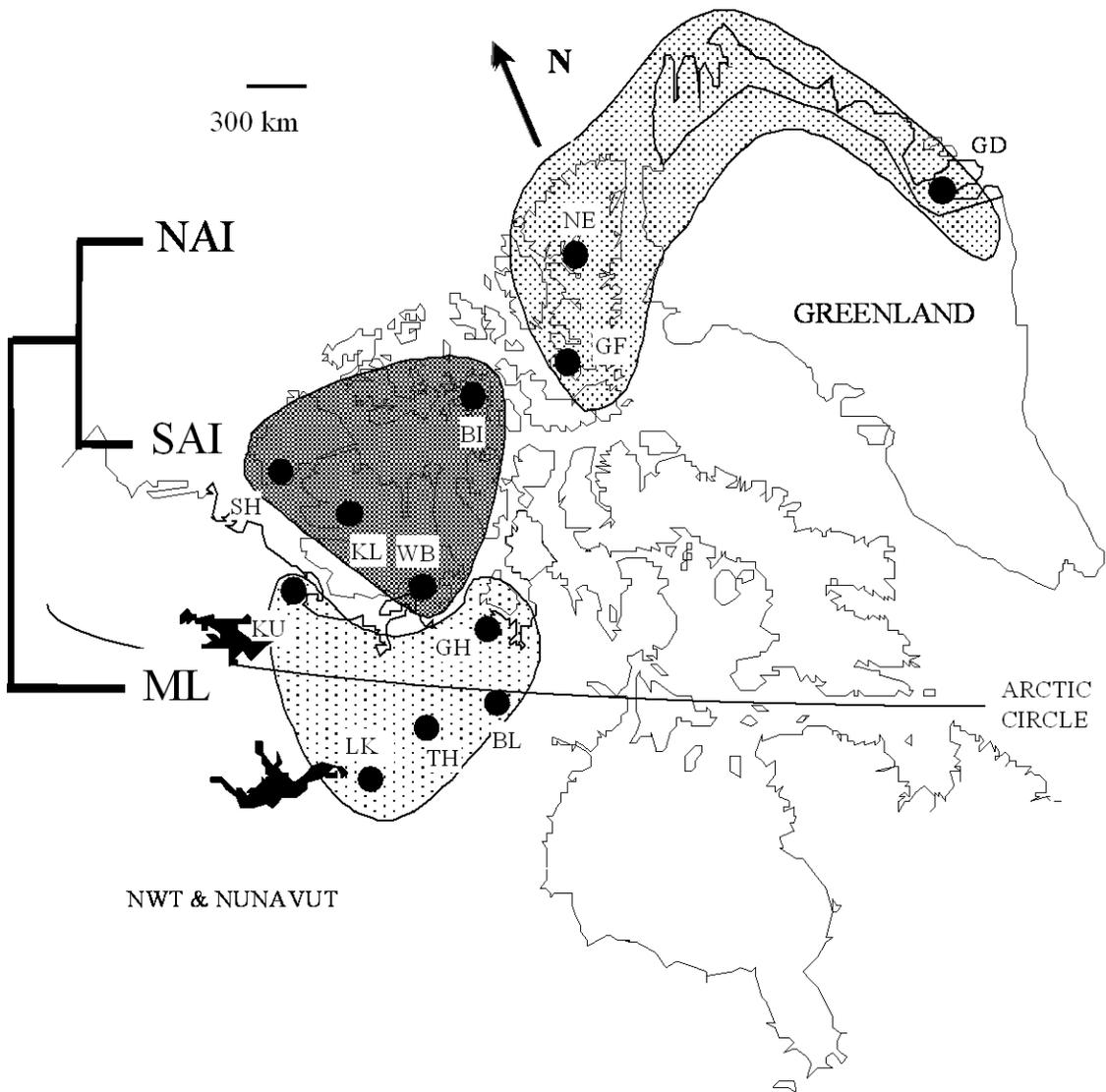


Figure 1

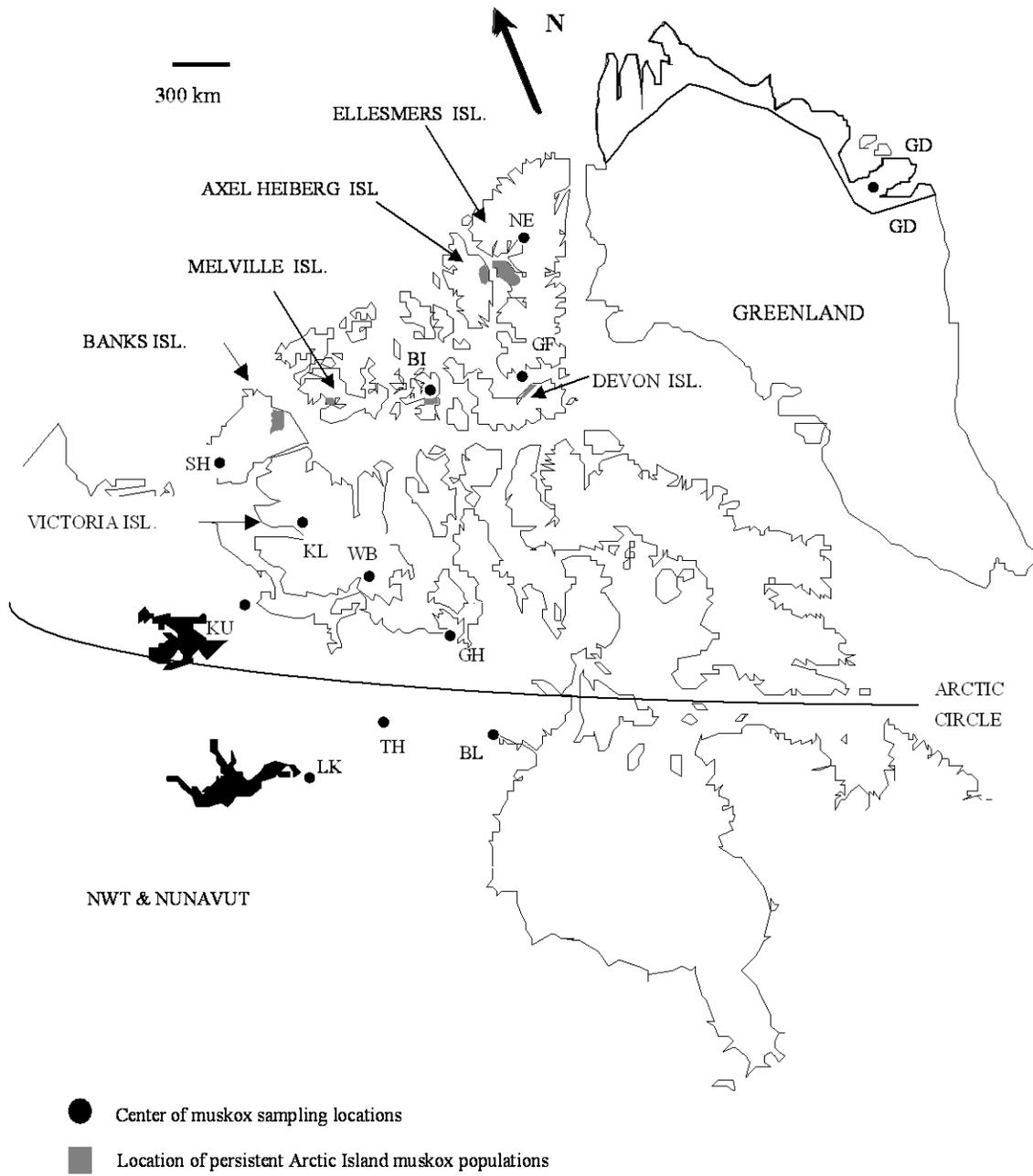


Figure 2

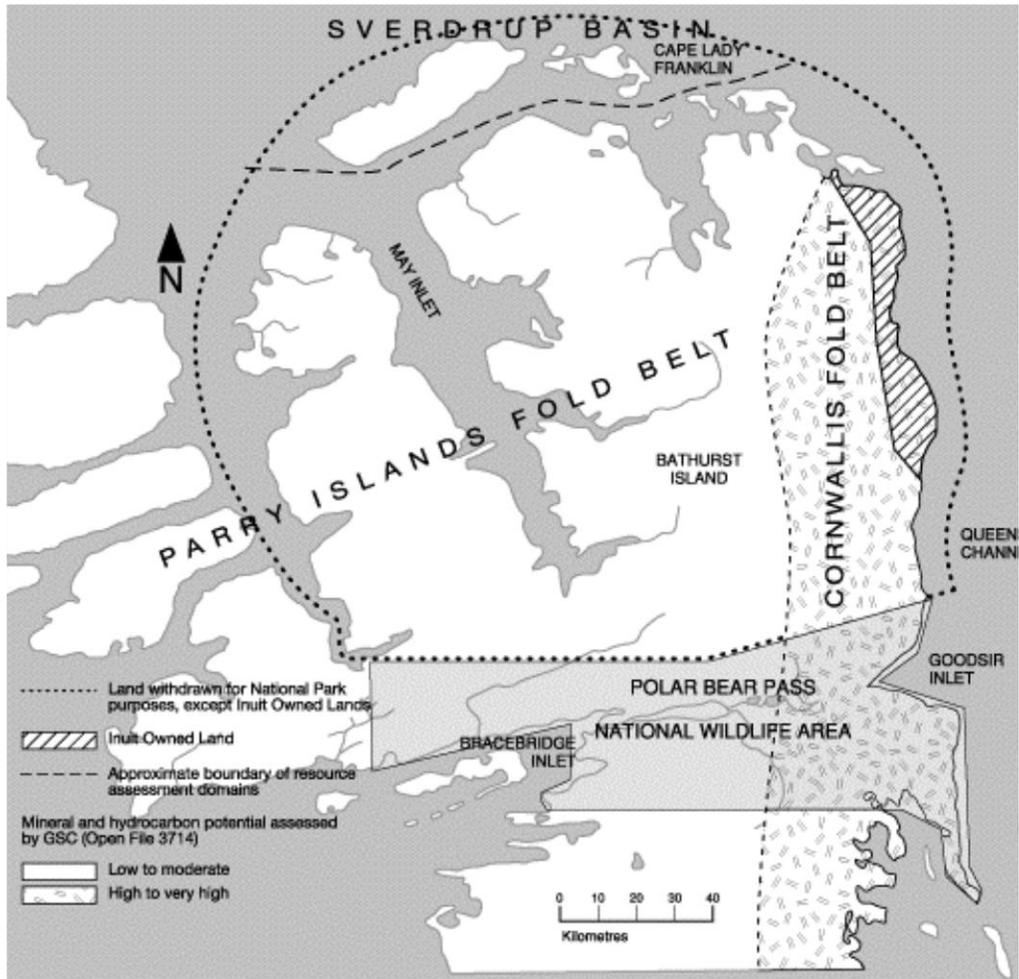


Figure 3

## TRADUCTION DES FIGURES

### FIGURE 1

NAI : IHA

SAI : IMA

ML : C

NE : NE

GD : GD

GF : FG

Greenland : Groenland

Arctic circle : Cercle polaire arctique

BI : IB

SH : HS

KL : LKI

WB : BW

KU : KU

GH : HG

LK : LK

TH : TH

BL : LB

NWT & NUNAVUT : T.N.-O. et NUNAVUT

### FIGURE 2

Ellesmere isl. : île d'Ellesmere

Axel Heiberg isl. : île Axel Heiberg

Melville isl. : île Melville

Banks isl. : île Banks

Victoria isl. : île Victoria

Greenland : Groenland

Devon isl. : île Devon

Arctic circle : Cercle polaire arctique

NE : NE

GF : FG

BI : IB

SH : HS

KL : LKI

WB : BW

KU : KU

GH : HG

LK : LK

TH : TH

BL : LB

NWT & NUNAVUT : T.N.-O. et NUNAVUT

Centre of muskox sampling locations : Lieu d'échantillonnage du boeuf musqué

Location of persistent Arctic Island muskox populations : Habitat des populations de boeufs musqués des îles de l'Arctique subsistantes

### FIGURE 3

Sverdrup Basin : bassin de Sverdrup

Cape Lady Franklin : cap Lady Franklin

May Inlet : bras May

Parry Islands Fold Belt : zone de plissements des îles Parry

Cornwallis Fold Belt : zone de plissements de Cornwallis

Queens Channel : chenal Queens

Bathurst Island : île Bathurst

Polar Bear Pass National Wildlife Area : Réserve nationale de faune de Polar Bear Pass

Brace Bridge Inlet : bras Brace Bridge

Goodsir Inlet : bras Goodsir

Land withdrawn for National Park purposes, except Inuit Owned Land : Territoire réservé à l'établissement d'un parc national, à l'exception des terres appartenant aux Inuits

Inuits Owned Land : Terres appartenant aux Inuits

Approximate boundary of resource assessment domains : Limite approximative du territoire ayant fait l'objet d'une évaluation des ressources

Mineral and hydrocarbon potential assessed by GSC (Open File 3714) : Évaluation du potentiel minier et en hydrocarbures effectuée par la Commission géologique du Canada (CGC), dossier public n° 3714

Low to moderate : Faible à moyen

High to very high : Élevé à très élevé