



Inventaire de l'ours noir dans la sapinière à bouleau blanc en Gaspésie à l'été 2015

ENSEMBLE  
on fait avancer le Québec

Québec  

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Auteurs :

Direction de la faune terrestre et de l'avifaune :

Christian Dussault

Sophie Massé

Sébastien Lefort

Direction de la gestion de la faune Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine:

Martin Dorais

DUSSAULT, CHRISTIAN, SOPHIE MASSÉ, MARTIN DORAIS, SÉBASTIEN LEFORT (2017). *Inventaire de l'ours noir dans la sapinière à bouleau blanc en Gaspésie à l'été 2015*, Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 22 p.

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

ISBN : 978-2-550-77821-9 (PDF)

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement toutes les personnes qui ont participé aux différentes phases du projet. Soulignons l'excellent travail de l'équipe sur le terrain : Ariel Arseneault, Bruno Baillargeon, Kathleen Bédard, Marianne Cheveau, Renée Faubert, Claude Laroque, Denis Lavergne, Marie Genest, Marie-Rose Guimond-Patry, François Landry, François Lebel, Julien Mainguy et Tommy St-Pierre. Les analyses génétiques ont été réalisées par l'équipe du Dr David Paetkau de Wildlife Genetics International. Un merci tout particulier à Jenna Benson et Renee Prive de l'équipe de Wildlife Genetics International pour la qualité de leur travail tout au long du processus d'analyse.

RÉSUMÉ

Ce document présente les résultats d'un inventaire de l'ours noir (*Ursus americanus*) réalisé en 2015 dans la sapinière à bouleau blanc en Gaspésie. La technique d'inventaire utilisée est celle de capture-marquage-recapture avec reconnaissance individuelle par génotypage des poils. L'inventaire s'est déroulé dans un secteur d'environ 1 500 km² situé en périphérie de la ville de Murdochville.

Toutes les étapes de l'inventaire ont été réalisées avec succès. Quatre-vingts pour cent (121/151) des stations de collecte de poils ont été visitées au moins une fois au cours des quatre semaines de l'inventaire. Les analyses génétiques ont permis de déterminer que 178 ours (génotypes différents) ont visité au moins une fois une des stations. Les ours ont été capturés de une à quatre fois chacun, et la plupart des recaptures ont eu lieu dans la même station ou dans une station voisine située à moins de 5 km.

Nous avons estimé la densité dans le secteur d'étude à 1,46 ours/10 km² à l'aide de modèles spatialement explicites (intervalle de confiance à 90 % = 1,23 à 1,69, précision = 16 %). Cette densité est plus de deux fois inférieure à celle estimée en 2013 par simulations de populations (3,41 ours/10 km²) à partir de la modélisation retenue dans le plan de gestion de l'ours noir (2006-2013) dans la zone de chasse 1 et pour laquelle le calcul a été fait en utilisant les données de récoltes réelles de 1992 à 2013 stockées dans le Système d'enregistrement de la faune au Québec (SEFAQ). Selon les données enregistrées dans SEFAQ lors de la saison de récolte antérieure à l'inventaire (printemps 2015), le taux d'exploitation de la population dans le secteur d'inventaire se situerait entre 7,5 et 8,9 %. La récolte sportive observée au cours de la dernière année est donc adéquate pour stabiliser la population d'ours dans ce secteur. La population pourrait cependant être en légère décroissance si l'on considère une baisse de productivité des femelles à la suite des épisodes de disette alimentaire ou des morts liées aux abattages non déclarés.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux.....	IV
Liste des figures	IV
1 INTRODUCTION.....	1
2 SECTEUR D'ETUDE	2
3 MÉTHODES.....	2
3.1 Établissement de la grille d'échantillonnage et des stations	2
3.2 Utilisation des leurres et visites des stations pour la collecte des poils	5
3.3 Analyses génétiques.....	6
3.4 Analyses statistiques	8
4 RÉSULTATS	8
5 DISCUSSION	13
6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	16
ANNEXE 1	19
ANNEXE 2	20
ANNEXE 3	21
ANNEXE 4	22

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1	Modèles d'estimation de la densité pour les populations fermées selon la maximisation de la vraisemblance à partir d'un historique de capture-recapture spatialement explicite. Les modèles incluent un ou plusieurs des effets suivants : le temps (t), la réponse comportementale à une première capture (b) et la variation individuelle dans la probabilité de capture (h).....	9
TABLEAU 2	Nombre d'ours différents (selon les analyses génétiques) capturés et recapturés chaque semaine de l'inventaire. Certains ours ont été capturés à plus d'une station lors de la même semaine d'échantillonnage (ours capturés plusieurs fois)	11
TABLEAU 3	Caractéristiques des 7 locus microsatellites basées sur les 178 individus identifiés	11
TABLEAU 4	Distribution de fréquence du nombre de captures par ours, y compris les recaptures du même ours à plus d'une station lors de la même semaine d'échantillonnage	12
TABLEAU 5	Résultats du processus de sélection du meilleur modèle pour estimer la densité d'ours avec l'approche ML SECR dans R. Chaque modèle est présenté avec le nombre de paramètres (K), la log-vraisemblance (LL), le critère d'Akaike (AIC), la différence avec l'AIC le plus faible (ΔAIC) et le poids AIC (w_i). La densité d'ours des deux meilleurs modèles ($\Delta AIC < 2$, en gras dans le tableau) est présentée et a servi à l'estimation finale de la densité grâce à un modèle moyen (<i>model averaging</i>).	13

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	Carte du secteur d'étude montrant les cellules de la grille d'échantillonnage, les stations de collecte de poils, les principaux plans d'eau voies d'accès.....	4
FIGURE 2	Schéma illustrant une station typique de collecte de poils. Les deux fils barbelés étaient accrochés à au moins trois arbres et des broches étaient utilisées dans chaque coin pour augmenter la tension. Une pile de débris contenant des troncs d'arbres pourris, de l'écorce ou de la mousse était érigée afin de protéger les leurres des intempéries, et ce, à au moins 2 m du contour de la station.....	5
FIGURE 3	Schéma illustrant la façon d'identifier les échantillons de poils collectés aux stations. Les échantillons étaient entreposés individuellement dans des enveloppes en papier et ils étaient identifiés de façon séquentielle avec une lettre (A, B, C... Y, Z, AA, AB...) et selon la présence d'un autre échantillon à proximité. Dans cet exemple, l'échantillon B-B (A) était situé à une pointe de barbelé de l'échantillon A alors que l'échantillon H-C était situé à plus d'une pointe de barbelé de l'échantillon B. Deux échantillons situés sur deux tronçons différents (donc n'étant pas situés entre deux mêmes arbres) ou étant situés à une distance équivalant à plus d'une pointe de barbelé ne devaient pas être associés. Voir la section 3.2 pour plus de détails.	7
FIGURE 4	Distribution de fréquence de la distance entre la recapture d'un ours et le site de sa capture initiale.	12
FIGURE 5	Carte du secteur d'étude montrant le nombre d'ours différents détectés dans les différentes cellules de la grille d'échantillonnage pour la durée totale du projet.	14

1 INTRODUCTION

Au Québec, la gestion de l'ours noir (*Ursus americanus*) représente un défi de taille, car les modalités d'exploitation doivent être établies en l'absence d'inventaire pour estimer la densité. En effet, contrairement aux cervidés qui font l'objet d'inventaires aériens périodiques, la gestion de l'ours noir repose uniquement sur des indicateurs de suivi calculés à partir de la récolte sportive et de simulations de populations. Cette approche requiert de la prudence pour deux principales raisons. Premièrement, l'ours noir est une espèce très sensible à l'exploitation, notamment en raison de sa faible productivité. Ainsi, le rétablissement d'une population surexploitée est susceptible d'être long. Deuxièmement, les données de productivité utilisées dans les simulations de populations datent d'une vingtaine d'années (Jolicoeur et coll., 2006) et pourraient ne plus être représentatives de la réalité. En effet, l'ours est une espèce dont la dynamique de population est grandement influencée par la disponibilité des ressources (Obbard et Howe, 2008; Bridges et coll., 2011) et les femelles doivent atteindre une masse corporelle critique pour se reproduire au cours d'une année donnée (Elowe et Dodge, 1989; Samson et Huot, 1995). Or, il est possible que la productivité des ourses ait augmenté au cours des dernières décennies en raison de la transformation de l'habitat causée par l'industrie forestière (Brodeur et coll., 2008) et le réchauffement climatique, deux mécanismes qui devraient se traduire par une plus grande disponibilité des ressources pour cette espèce.

La récolte annuelle d'ours noirs est enregistrée depuis 1984 (Lamontagne et coll., 2006). Au cours des années 1990, des paramètres de suivi indiquaient que certaines populations étaient exploitées à leur niveau maximal et même surexploitées. Après une baisse essentiellement attribuable à l'interdiction de la vente de la vésicule biliaire et à l'abandon de la chasse automnale en 1998, la récolte annuelle d'ours noirs s'est stabilisée à environ 4 500 ours au milieu des années 2000 (Lamontagne et coll., 2006). Pendant la même période, Lamontagne et coll. (2006) ont estimé que la population d'ours avait augmenté de 10 000 individus, passant de 60 000 à 70 000 durant les années 1995 à 2004. Ce bilan provincial ne décrit cependant pas nécessairement bien la situation qui prévaut dans chacune des régions. En Gaspésie, par exemple, certains renseignements voulant qu'un nombre non négligeable d'ours noirs puissent être abattus de manière illégale sont véhiculés. Cela traduit bien un autre élément rendant la gestion de l'ours noir particulière, c'est-à-dire le fait que les gestionnaires de la ressource doivent composer avec les perceptions parfois très divergentes des différents usagers du territoire. Plusieurs citoyens et exploitants fauniques perçoivent encore l'ours noir comme une espèce nuisible et dangereuse. Le plan de gestion de l'espèce (2006-2013) a souligné l'importance de maintenir les populations à des niveaux biologiquement et socialement acceptables, en plus d'optimiser les retombées économiques liées à son exploitation (Lamontagne et coll., 2006).

Idéalement, la gestion de l'ours noir devrait reposer sur les données les plus précises possible afin d'établir des objectifs de récolte représentatifs du nombre optimal d'individus qu'il est possible de prélever pour mettre en valeur la ressource disponible sans mettre en péril la population à court et à long termes. Selon nous, la meilleure méthode pour atteindre cet objectif est d'estimer précisément et régulièrement les densités et la taille des populations afin de réagir sans délai et efficacement aux fluctuations de population.

Ce projet d'inventaire de l'ours noir en Gaspésie s'inscrit dans une démarche globale d'acquisition de connaissances sur l'ours noir au Québec, dont la première étape consiste à se doter d'une méthode d'estimation de la densité. L'objectif à court terme est de se familiariser avec une méthode d'inventaire reconnue qui permet d'évaluer les densités d'ours sur de grands territoires (> 1 000 km²) avec une précision acceptable pour la gestion. Nous souhaitons appliquer cette méthode à quatre sites d'étude jugés représentatifs de l'habitat de l'ours noir au Québec. Ces sites sont situés dans les quatre domaines bioclimatiques suivants : la pessière noire, la sapinière à bouleau jaune, la sapinière à bouleau blanc et l'érablière à bouleau jaune. Les interactions entre l'ours et les humains sont particulièrement fréquentes dans les deux sites d'étude les plus méridionaux. Dans une perspective à long terme, nous visons à ce que ces secteurs fassent l'objet d'inventaires périodiques pour évaluer l'influence des modalités d'exploitation sur l'évolution des densités d'ours, une information essentielle pour améliorer la gestion de l'espèce.

Les objectifs précis poursuivis à long terme par le programme d'acquisition de connaissances sur l'ours noir sont les suivants :

- Mettre à jour nos valeurs références sur la dynamique des populations d'ours noir au Québec;
- Améliorer la précision des modèles de simulation de populations d'ours noirs;
- Valider les paramètres de suivi (exploitation et productivité);
- Optimiser le potentiel de récolte indiqué dans les futurs plans de gestion dans le but de maximiser les retombées économiques de l'activité;
- Satisfaire les utilisateurs et les partenaires par une meilleure expérience de chasse et de piégeage;
- Améliorer la gestion des conflits ours-humains par la diffusion d'une information de qualité.

La technique d'inventaire retenue est celle de capture-marquage-recapture (CMR) avec reconnaissance individuelle par génotypage des poils. Il s'agit de celle qui est actuellement la plus répandue dans le monde pour estimer la taille et la densité des populations d'ursidés (Boulanger et coll., 2002; Romain-Bondi et coll., 2004; Roy et coll., 2007). Il faut noter que cette méthode a déjà été utilisée au Québec, dans les régions de l'Abitibi-Témiscamingue (Courtois et coll., 2004; Plante et coll., 2014), de la Mauricie (Dussault et coll., 2014a), de l'Outaouais (Roy et coll., 2007; Dussault et coll., 2016) et du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Chicoine, 2014; Dussault et coll., 2014b).

2 SECTEUR D'ÉTUDE

Le secteur d'inventaire (1 500 km²) est situé dans le centre-nord de la région administrative de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine et de la zone de chasse 1 (48,99° N.-65,36° O.) (figure 1). La végétation potentielle sur les sites mésiques est typique de la sapinière à bouleau blanc et, en plus haute altitude, de la sapinière à épinette noire ou même de la pessière à mousses (Robitaille et Saucier, 1998). Les principales essences sont le bouleau blanc (*Betula papyrifera*), le sapin baumier (*Abies balsamea*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et l'épinette noire (*Picea mariana*). Le sous-étage est principalement composé d'arbustes des mêmes essences que celles qui composent la strate arborescente, d'érables à épis et de diverses plantes herbacées comme le cornouiller du Canada (*Cornus canadensis*) et le maïanthème du Canada (*Maianthemum canadense*). Le relief est accidenté et formé de hautes collines et de monts entrecoupés de profondes vallées. L'altitude moyenne est d'environ 525 m dans la portion ouest de l'aire d'étude et 400 m dans la portion est. Près de Murdochville, certains sommets atteignent 900 m d'altitude. L'amplitude altitudinale moyenne est d'environ 215 m (Robitaille et Saucier, 1998). Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1 000 à 1 300 mm, dont environ 35 à 45 % tombent sous forme de neige, et la température annuelle moyenne est de 2,5 °C (Robitaille et Saucier, 1998).

3 MÉTHODES

3.1 Établissement de la grille d'échantillonnage et des stations

Le site d'étude a été subdivisé en 200 parcelles de 7,5 km² (ci-après nommées cellules de la grille d'échantillonnage, figure 1). Au total, nous avons finalement établi une station de collecte de poils dans 151 cellules de la grille d'échantillonnage (figure 1), puisque plusieurs cellules se sont avérées inaccessibles.

L'installation des stations s'est effectuée en deux étapes. Durant la première étape (six jours à quatre équipes de deux personnes), nous avons déterminé les sites où les stations devaient être installées. Chaque station a été établie le plus près possible du centre de la cellule de la grille d'échantillonnage. Les principales caractéristiques recherchées pour l'établissement d'une station étaient les suivantes :

- La proximité d'un chemin carrossable (idéalement de 30 à 50 m);
- La qualité de l'habitat pour l'ours noir (idéalement un site en régénération devait être situé à proximité : < 50 m);
- Une distance de > 500 m des activités humaines comme les campings, les camps forestiers et les regroupements de chalets;
- Une distance de > 300 m d'une coupe forestière en cours ou prévue au cours de l'année;
- Un endroit ombragé avec un couvert arborescent permettant de limiter la détérioration des leurres et de l'ADN contenu dans les poils;
- Un terrain où la topographie était relativement plane, comprenant de trois à six arbres sur lesquels les fils barbelés pouvaient être fixés. La faible dénivellation du terrain était importante pour empêcher les ours de passer sous ou par-dessus les fils barbelés; toutefois, il a parfois été nécessaire de niveler le terrain à l'aide de débris ligneux glanés sur le site afin de corriger les irrégularités du sol les plus évidentes le long des fils barbelés.

Nous nous sommes efforcés d'utiliser le moins de signes visuels possible en bordure des chemins pour éviter d'attirer les personnes de passage. Nous avons installé une pancarte entre le chemin et la station pour avertir les utilisateurs du territoire de la tenue du projet, de façon à ce qu'elle soit bien visible pour un passant qui se serait aventuré en forêt à proximité d'une station. Lors de la première étape, il a été possible de préparer les arbres qui allaient recevoir les fils barbelés, installer les fils barbelés, préparer la pile de débris, poser la pancarte d'avertissement et remplir le formulaire de description de la station (annexe 1). Le contour d'une station devait mesurer environ de 25 à 30 m linéaires. Deux rangées de fils barbelés devaient être installées, respectivement à 65-70 cm et 35-40 cm du sol, et être solidement fixées, idéalement sur trois à six arbres avec des crampes à clôture. Les fils barbelés devaient être tendus le plus possible (figure 2).

Lors de la deuxième étape de l'installation des stations, les équipes sont retournées pour les appâter à l'aide des leurres olfactifs. Par la suite, chaque station était revisitée toutes les semaines, et ce, pendant quatre semaines consécutives.

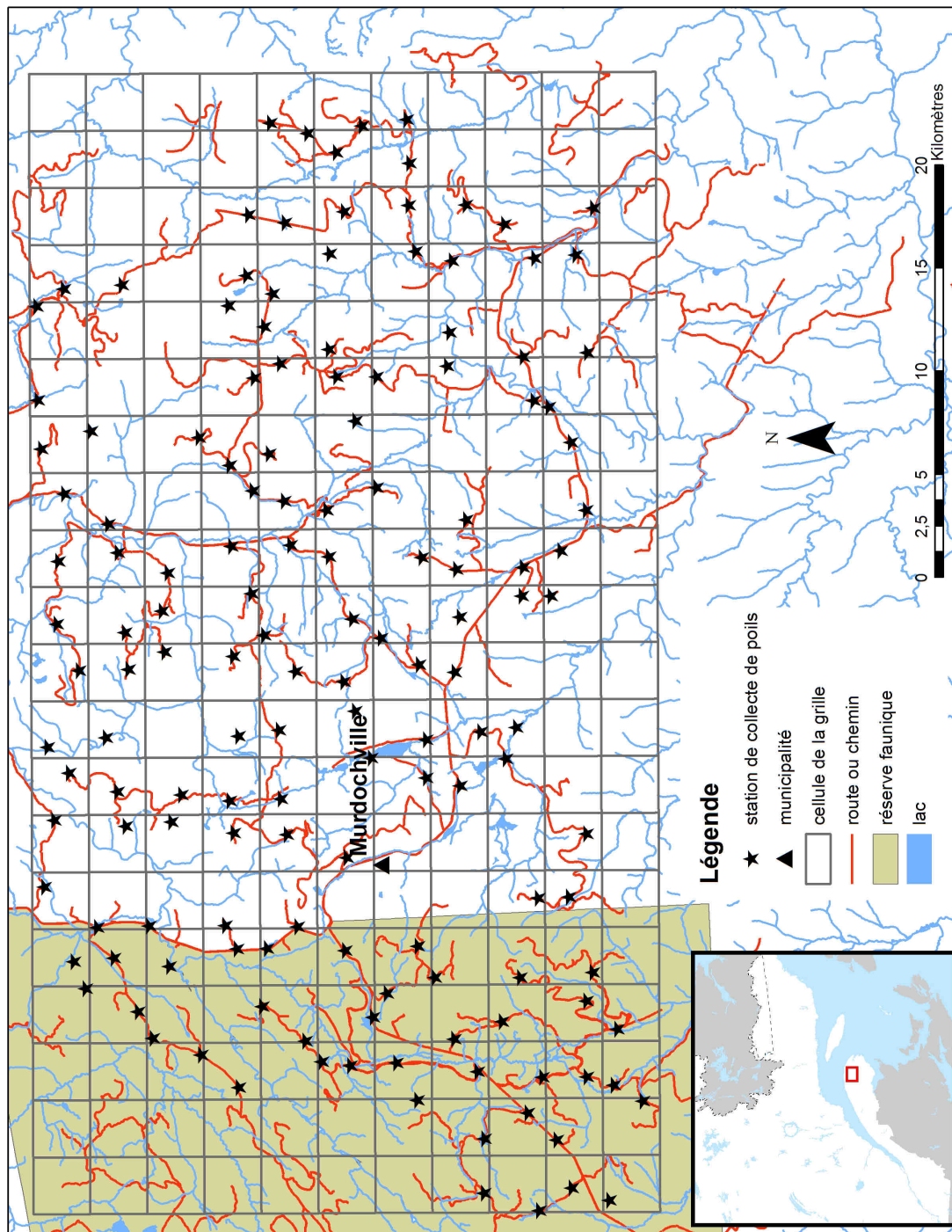


FIGURE 1 Carte du secteur d'étude montrant les cellules de la grille d'échantillonnage, les stations de collecte de poils, les principaux plans d'eau, les routes, les sentiers, les réserves fauniques, les municipalités et les lieux d'accès.

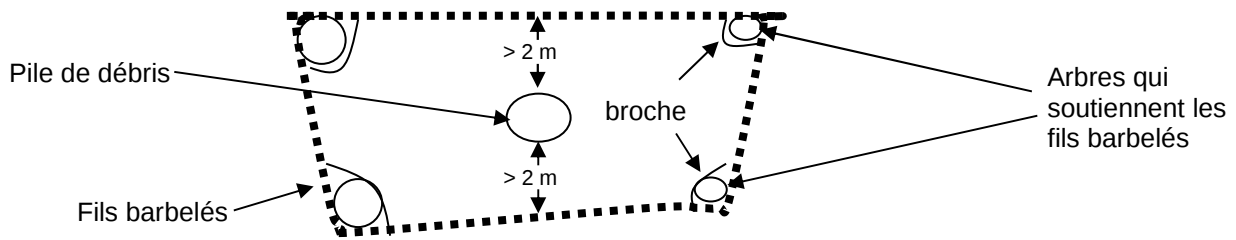


FIGURE 2 Schéma illustrant une station typique de collecte de poils. Les deux fils barbelés étaient accrochés à au moins trois arbres et des broches étaient utilisées dans chaque coin pour augmenter la tension. Une pile de déchets contenant des troncs d'arbres pourris, de l'écorce ou de la mousse était érigée afin de protéger les leurres des intempéries, et ce, à au moins 2 m du contour de la station.

3.2 Utilisation des leurres et visites des stations pour la collecte des poils

Nous avons seulement utilisé des leurres olfactifs pour éviter de conditionner les ours aux stations en leur donnant accès à une source de nourriture à chaque visite de station. Les leurres utilisés étaient du sang de bœuf fermenté, de l'huile de poisson et un mélange composé en parts égales d'essence d'anis et d'huile de friture usagée. Nous avons amoncelé des déchets sur environ 0,5 m de haut sur 1,0 m de diamètre au centre de la station afin d'y déverser le sang de bœuf. Les déchets pouvaient par exemple être des troncs d'arbres, des branches ou de la mousse. Nous avons évité de bloquer la circulation d'air, car nous voulions que le sang fermenté diffuse son odeur dans l'environnement. Il était souhaitable de mettre de l'écorce sur le dessus de la pile de déchets pour offrir une protection contre la pluie et ainsi améliorer la rétention du leurre. De plus, la pile de déchets devait être située à plus de 2 m du fil barbelé dans tous les sens afin que les ours qui se présentaient à la station dussent y pénétrer pour accéder au leurre. Nous avons versé 2 L de sang dans la pile de déchets à la suite de l'installation de la station, puis à chacune des visites subséquentes. Nous avons suspendu une éponge imbibée d'huile de poisson et de sang de bœuf fermenté sur une branche à l'intérieur de l'enclos de fil barbelé, à environ 5 m du sol. L'éponge était insérée dans une boîte de conserve en métal afin de la protéger de la pluie. Finalement, nous avons vaporisé le mélange d'essence d'anis et d'huile de friture usagée sur les arbres autour de la station, et ce, à chacune des visites.

Lors d'une visite, toutes les pointes du fil barbelé étaient examinées afin de collecter les échantillons de poils s'y trouvant. Lors de la collecte des poils, nous avons utilisé une plaquette de plastique de couleur pâle pour mettre en évidence les poils sur les barbelés. Chaque échantillon était inséré individuellement dans une enveloppe en papier. Les poils trouvés sur une même pointe du fil barbelé étaient considérés comme appartenant au même échantillon. Les poils étaient prélevés avec les mains ou des pinces à sourcils en prenant soin de porter des gants de latex pour éviter la contamination par l'ADN humain. À l'aide d'une loupe, la présence ou l'absence de racines était vérifiée et il était nécessaire de collecter les poils sans les casser avant de les insérer dans une enveloppe de papier. Finalement, toutes les données nécessaires à l'identification des échantillons (p. ex., nombre approximatif de poils, présence ou absence de racine) étaient inscrites sur le formulaire récapitulatif de visite des stations (annexe 2) et sur les enveloppes (annexe 3). Une fois les poils collectés, les gants de latex étaient jetés et toutes les traces de poil restantes étaient brûlées le long du fil barbelé à l'aide d'un chalumeau afin de prévenir la contamination des futurs échantillons.

Une démarche logique était suivie pour l'identification des échantillons de poils : chaque échantillon était d'abord identifié avec la lettre « H » ou « B », selon qu'il était prélevé sur le fil barbelé du haut ou du bas, puis par une lettre séquentielle (dans l'ordre alphabétique). Ensuite, si cet échantillon était précédé d'un autre échantillon situé sur la pointe de barbelé adjacente sur le même tronçon (un tronçon = ligne de fil barbelé entre deux arbres), il suffisait d'ajouter entre parenthèses l'identification de l'échantillon précédent (figure 3). Les échantillons accrochés au fil du bas à la même hauteur

(moins d'une pointe de barbelé de distance) qu'un autre échantillon sur le fil du haut devaient être associés à ce dernier, puisqu'ils appartenaient fort probablement au même ours. Cet échantillon était identifié avec la même lettre que l'échantillon sur le fil du haut, mais précédée d'un « B » pour indiquer qu'il s'agit du fil du bas. Si plusieurs échantillons sur le fil du bas pouvaient être associés au même échantillon sur le fil du haut, ils étaient différenciés avec un numéro séquentiel (voir l'exemple de la figure 3 où B-D-1 et B-D-2 sont associés à H-D). Si aucun échantillon ne se trouvait sur le fil du haut à moins d'une pointe de barbelé d'un échantillon sur le fil du bas, ce dernier était identifié par une nouvelle lettre. S'il y avait des poils sur le sol en dessous du fil barbelé, ils étaient récoltés et attribués à la pointe du fil barbelé la plus proche. Les poils trouvés dans la pile de débris n'étaient pas collectés.

Les échantillons étaient séchés le plus rapidement possible après leur collecte grâce à l'utilisation d'enveloppes en papier qui absorbent en partie l'humidité. Durant la collecte des poils, les enveloppes étaient conservées dans des sacs en plastique de type « Ziploc » pour les protéger de l'humidité. Les enveloppes n'étaient pas scellées tout de suite après la collecte des poils pour faciliter le séchage. Après chaque visite d'une station, les enveloppes étaient placées dans le véhicule à l'air libre, loin de toute source de chaleur. Le soir, de retour au campement, elles étaient déposées dans un support aéré par un petit ventilateur pour poursuivre le séchage. Dès que les enveloppes étaient sèches, elles étaient scellées en prenant soin d'y insérer un sachet de billes de silicate, puis mises dans un sac Ziploc pour les protéger de l'humidité ambiante. Finalement, elles étaient entreposées dans un endroit frais et sec en attente des analyses génétiques. Lors de la dernière visite, après la collecte de tous les poils, les stations ont été démontées et le matériel, ramassé.

3.3 Analyses génétiques

Nous avons fait parvenir au laboratoire spécialisé Wildlife Genetics International l'ensemble des 2 559 échantillons de poils récoltés lors de l'inventaire. Pour des raisons d'ordre budgétaire, nous avons procédé au sous-échantillonnage des enveloppes de poils pour les analyses génétiques. Le sous-échantillonnage a été réalisé selon l'approche « Mowat 1-dans-3 » développée par le laboratoire Wildlife Genetics International. Les enveloppes ont d'abord été regroupées par station et par date de collecte. Ensuite, pour chaque station et date de collecte, les enveloppes contenant des poils collectés sur des pointes adjacentes de barbelé ont été regroupées en sous-groupes. La technique de sous-échantillonnage « Mowat 1-dans-3 » consiste à choisir seulement une enveloppe sur trois dans chaque sous-groupe (celle avec l'échantillon de poils de meilleure qualité, c'est-à-dire le plus souvent celui avec le plus grand nombre de poils). Nous avons procédé ainsi jusqu'à un maximum de quatre échantillons par station et par date de collecte. Nous avons d'abord choisi un sous-échantillon dans chaque sous-groupe afin de maximiser nos chances de détecter des ours différents. Si la limite de quatre sous-échantillons n'était pas atteinte, la technique de sous-échantillonnage « Mowat 1-dans-3 » était appliquée au reste des échantillons.

L'ADN a été extrait à l'aide d'une trousse d'extraction QIAGEN DNeasy (Qiagen Inc., Valencia, Californie) en utilisant la méthode suggérée par le fabricant. Lorsque c'était possible, 10 racines prélevées sur des poils de garde ont été utilisées. Lorsque seuls des poils de bourre étaient disponibles, tous les poils et non seulement leurs racines étaient utilisés. Les échantillons ont été génotypés à sept locus microsatellites de l'ADN nucléaire avec des marqueurs propres à l'ours : G10L (Paetkau et Strobeck, 1994), G10H, G10M (Paetkau et coll., 1995), Mu10, Mu15, Mu23 et Mu50 (Taberlet et coll., 1997). Le marqueur ZFX/ZFY a également été utilisé pour déterminer le sexe.

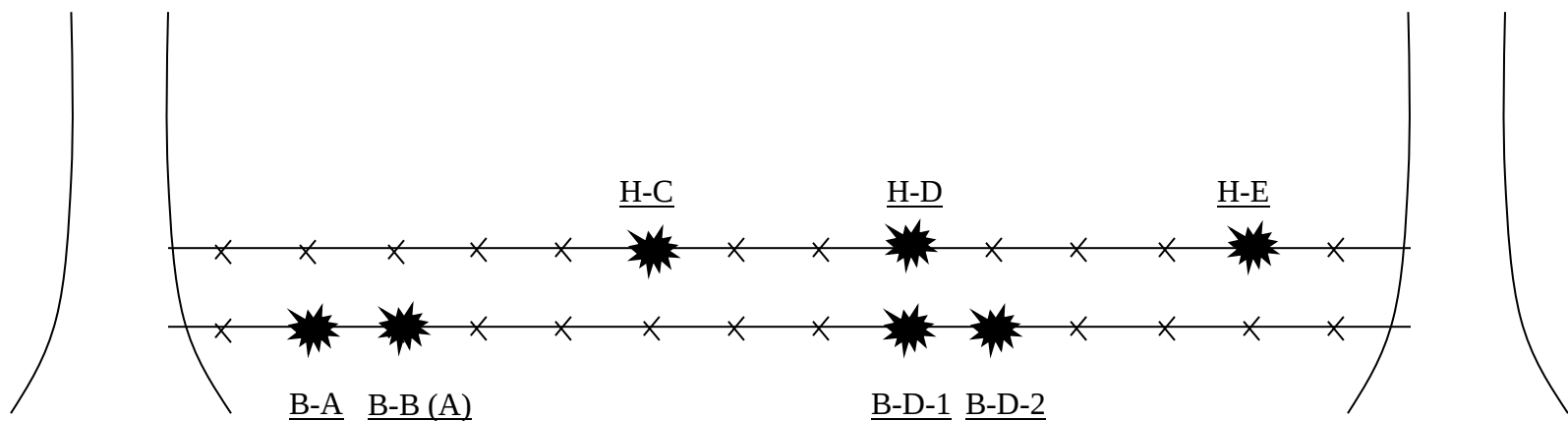


FIGURE 3 Schéma illustrant la façon d'identifier les échantillons de poils collectés aux stations. Les échantillons étaient entreposés individuellement dans des enveloppes en papier et ils étaient identifiés de façon séquentielle avec une lettre (A, B, C... Y, Z, AA, AB...) et selon la présence d'un autre échantillon à proximité. Dans cet exemple, l'échantillon B-B (A) était situé à une pointe de barbelé de l'échantillon A alors que l'échantillon H-C était situé à plus d'une pointe de barbelé de l'échantillon B. Deux échantillons situés sur deux tronçons différents (donc n'étant pas situés entre deux mêmes arbres) ou étant situés à une distance équivalant à plus d'une pointe de barbelé ne devaient pas être associés. Voir la section 3.2 pour plus de détails.

Le processus d'analyse comprenait trois phases : une première passe, un nettoyage et une vérification des erreurs. Après avoir réalisé l'amplification des 8 marqueurs (7 locus et le marqueur pour déterminer le sexe) sur la totalité des échantillons, 84 d'entre eux ont été rejetés, puisqu'ils avaient produit des résultats satisfaisants pour moins de 3 marqueurs ou qu'ils avaient amplifié plus de trois allèles à plus de 3 locus. Ces échantillons étaient très susceptibles d'engendrer des erreurs de génotypage. Durant la phase de nettoyage, tous les génotypes incomplets ou les marqueurs difficiles à lire ont été analysés de nouveau avec 5 μ L d'ADN par réaction au lieu de 3 μ L durant la première passe. À la fin de cette deuxième phase, 20 autres échantillons ont été rejetés à cause des résultats jugés insatisfaisants après plusieurs tentatives. Durant la phase de vérification des erreurs, nous avons analysé de nouveau les marqueurs différents pour les paires de génotypes qui étaient tellement semblables qu'ils étaient susceptibles de résulter d'une erreur de génotypage (Paetkau, 2003). Cette étape permet d'éviter la création de faux individus à cause d'erreurs de génotypage (Kendall et coll., 2009). Une seule erreur a été trouvée au cours de la vérification, pour un taux d'erreur de 0,02 % par locus, ce qui est très satisfaisant pour ce genre d'analyses.

Une fois les génotypes déterminés et vérifiés afin de déceler les erreurs potentielles, une identité individuelle a été attribuée à chaque génotype unique. Tous les génotypes étaient basés sur les huit marqueurs, ce qui est plus que suffisant pour obtenir des résultats fiables.

3.4 Analyses statistiques

Nous avons évalué si le critère de fermeture démographique était respecté durant l'étude à l'aide du test de fermeture d'Otis et coll. (1978) disponible dans l'extension SECR (Efford, 2011) du logiciel R 3.2.3 (R Core Team, 2015).

Pour estimer la densité, nous avons privilégié les modèles de capture-recapture spatialement explicites (SECR). La méthode avec maximisation de la vraisemblance pour des captures-recaptures spatialement explicites (ML SECR) permet de considérer l'hétérogénéité spatiale de la probabilité de capture des individus en fonction du positionnement des pièges (Efford, 2009). L'approche ML SECR permet aussi de modéliser les effets du temps, de la réponse comportementale à une première capture et de la variation individuelle dans la probabilité de capture (Obbard et coll., 2010; Efford, 2009). Un des principaux avantages des modèles ML SECR est qu'ils permettent d'obtenir une estimation de la densité sans avoir à passer par une estimation de l'aire effective de piégeage qui est très difficile à estimer (Borchers et Efford, 2008). Nous avons utilisé l'extension SECR du logiciel R pour estimer la densité de la population avec les modèles décrits dans le tableau 1.

4 RÉSULTATS

Au total, nous avons fait parvenir 2 559 échantillons de poils au laboratoire pour les analyses génétiques. Parmi ceux-ci, 1 515 échantillons (59 %) ont été exclus par les règles de sous-échantillonnage et 219 autres (9 %) ont été rejetés pour différentes raisons, par exemple parce que l'amplification de l'ADN n'a pas fonctionné ($n = 81$), qu'il ne s'agissait pas de poils d'ours ($n = 7$) ou que les poils n'avaient pas de racine ($n = 131$). Finalement, les analyses génétiques ont été réalisées avec succès sur 778 échantillons (soit 30 % de la base de données initiale envoyée au laboratoire) qui ont servi à bâtir les historiques de capture-recapture et à estimer la densité. Les analyses génétiques ont révélé la présence de 178 génotypes différents, dont 76 mâles (43 %) et 102 femelles (57 %). En tout, 121 stations parmi les 151 ont reçu la visite d'au moins un ours (80 %). Le nombre d'ours différents capturés chaque semaine a varié de 63 à 91, et il était inférieur durant les deux dernières semaines de l'inventaire. Le nombre de recaptures par semaine a varié de 40 à 47. Le pourcentage de recaptures était très élevé durant tout l'inventaire, avec une moyenne de 60 % (tableau 2).

TABEAU 1 Modèles d'estimation de la densité pour les populations fermées selon la maximisation de la vraisemblance à partir d'un historique de capture-recapture spatialement explicite. Les modèles incluent un ou plusieurs des effets suivants : le temps (t), la réponse comportementale à une première capture (b) et la variation individuelle dans la probabilité de capture (h).

Modèle	Description
$g(.)s(.)$	La fonction de probabilité de capture et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue sont constantes.
$g(.)s(h)$	La fonction de probabilité de capture est constante, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.
$g(t)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.
$g(t)s(h)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.
$g(b)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par la réponse comportementale après une première capture, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.
$g(b)s(h)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par la réponse comportementale après une première capture et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.
$g(h)s(.)$	La fonction de probabilité de capture varie entre les individus, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.
$g(h)s(h)$	La fonction de probabilité de capture et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varient entre les individus.
$g(tb)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et la réponse comportementale après une première capture, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.
$g(tb)s(h)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et la réponse comportementale après une première capture et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.
$g(th)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et varie entre les individus, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.

Tableau 1 (suite)

Modèle	Description
g(th)s(h)	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et varie entre les individus, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.
g(bh)s(.)	La fonction de probabilité de capture est influencée par la réponse comportementale après une première capture et varie entre les individus, mais l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.
g(bh)s(h)	La fonction de probabilité de capture est influencée par la réponse comportementale après une première capture et varie entre les individus et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.
g(tbh)s(.)	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps, la réponse comportementale après une première capture et varie entre les individus et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue est constante.
g(tbh)s(h)	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps, la réponse comportementale après une première capture et varie entre les individus et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie entre les individus.

L'identification des différents individus a permis de caractériser les locus microsatellites (tableau 3). La probabilité d'identité entre individus hautement apparentés (PIsibs), qui indique la probabilité de déclarer deux individus identiques alors qu'ils sont en réalité différents, était de $6,985 \times 10^{-4}$ pour l'ensemble des locus, ce qui traduit un niveau de précision d'assignation des génotypes acceptable (Mills et coll., 2000). De plus, les valeurs d'hétérozygotie observée (HO : 0,758-0,910) sont semblables aux valeurs d'hétérozygotie attendue (HE : 0,774-0,877), ce qui indique une reproduction aléatoire des individus au sein de la population (Roy et coll., 2012).

TABLEAU 2 Nombre d'ours différents (selon les analyses génétiques) capturés et recapturés chaque semaine de l'inventaire. Certains ours ont été capturés à plus d'une station lors de la même semaine d'échantillonnage (ours capturés plusieurs fois).

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4
Ours capturés				
- une seule fois	66	67	54	55
- plusieurs fois	25	16	15	8
- TOTAL	91	83	69	63
Ours recapturés	s. o.	40	47	41
% recaptures	s. o.	48 %	68 %	65 %

s. o. : sans objet

TABLEAU 3 Caractéristiques des 7 locus microsatellites basées sur les 178 individus identifiés

Locus	N ^{bre} d'allèles	Étendue allélique	PI ^a	PIsibs ^b	HO ^c	HE ^d
G10H	12	235-267	0,037	0,332	0,876	0,857
G10L	13	129-169	0,056	0,356	0,860	0,819
G10M	9	204-220	0,083	0,385	0,758	0,774
MSUT-2	11	181-211	0,055	0,355	0,826	0,819
MU23	8	187-205	0,076	0,383	0,815	0,775
MU50	10	114-144	0,029	0,320	0,910	0,877
G10X	11	127-157	0,054	0,354	0,848	0,821

^a PI = probabilité d'identité, soit la probabilité que deux individus différents aient le même patron génotypique pour les marqueurs microsatellites utilisés; ^b PIsibs = probabilité d'identité entre individus hautement apparentés; ^c HO : l'hétérozygotie observée (diversité génétique) est la fréquence mesurée des hétérozygotes (nombre des individus hétérozygotes divisé par le nombre total des individus de l'échantillon); ^d HE : il s'agit de la fréquence théorique des hétérozygotes dans une population panmictique (où tous les individus peuvent se croiser au hasard).

Seulement la moitié des ours (53 %) ont été capturés une seule fois et 29 % l'ont été deux fois, alors que les autres l'ont été trois ou quatre fois (tableau 4). Dans environ 83 % des cas ($n = 195$), les individus ont été recapturés à la même station où ils avaient été capturés la fois précédente ou à une station voisine située à moins de 5 km (figure 4). Quelques rares individus se sont déplacés sur de grandes distances, puisque 16 % des recaptures ($n = 16$) ont eu lieu à une station située à plus de 10 km du lieu de la capture précédente.

TABEAU 4 Distribution de fréquence du nombre de captures par ours, y compris les recaptures du même ours à plus d'une station lors de la même semaine d'échantillonnage

Nombre de captures	Nombre d'ours	Proportion des ours
1	94	53 %
2	51	29 %
3	22	12 %
4	11	6 %

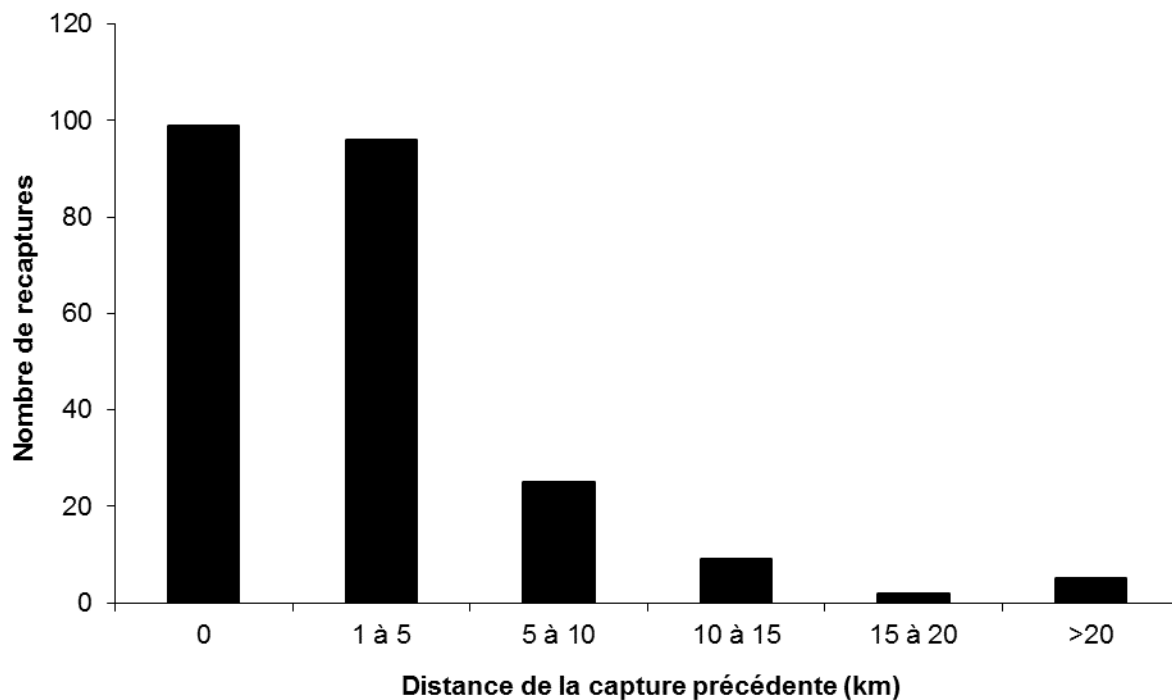


FIGURE 4 Distribution de fréquence de la distance entre la recapture d'un ours et le site de sa capture initiale.

La population d'ours ne respectait pas le critère de fermeture démographique selon le test d'Otis et coll. (1978) (Otis statistic = -2,23; $p = 0,01$). Le modèle d'estimation de la densité qui s'est le mieux comporté considérait que la probabilité de capture variait dans le temps et entre les individus, qu'elle dépendait de la réponse comportementale après une première capture et que l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue variait entre les individus (tableau 5).

La densité dans le secteur d'étude était estimée à 1,46 ours/10 km² (IC 90 % = 1,23 à 1,69). La précision de cette estimation est de 16 %.

TABLEAU 5 Résultats du processus de sélection du meilleur modèle pour estimer la densité d'ours avec l'approche ML SECR dans R. Chaque modèle est présenté avec le nombre de paramètres (K), la log-vraisemblance (LL), le critère d'Akaike (AIC), la différence avec l'AIC le plus faible (ΔAIC) et le poids AIC (w_i). La densité d'ours des deux meilleurs modèles ($\Delta AIC < 2$, en gras dans le tableau) est présentée et a servi à l'estimation finale de la densité grâce à un modèle moyen (*model averaging*).

Modèle	K	AIC	ΔAIC	w_i	Densité (ours/10 km ²)
g(.)s(.)	3	2655,5	175,1	0,00	
g(.)s(h)	5	2535,1	54,7	0,00	
g(t)s(.)	6	2644,3	163,9	0,00	
g(t)s(h)	8	2523,5	43,1	0,00	
g(b)s(.)	4	2655,1	174,7	0,00	
g(b)s(h)	6	2531,0	50,6	0,00	
g(h)s(.)	5	2637,3	156,9	0,00	
g(h)s(h)	6	2493,4	13,0	0,00	
g(tb)s(.)	7	2641,2	160,8	0,00	
g(tb)s(h)	9	2524,0	43,6	0,00	
g(th)s(.)	8	2626,1	145,7	0,00	
g(th)s(h)	9	2480,4	0,0	0,64	1,43
g(bh)s(.)	6	2635,1	154,7	0,00	
g(bh)s(h)	7	2487,5	7,1	0,02	
g(tbh)s(.)	9	2625,1	144,7	0,00	
g(tbh)s(h)	10	2481,7	1,3	0,34	1,50

5 DISCUSSION

Il s'agissait du quatrième inventaire d'ours noirs prévu dans le cadre du programme d'acquisition de connaissances sur cette espèce au Québec. Cet inventaire visait la sapinière à bouleau blanc et, selon nos observations, la composition de l'aire d'étude en matière de peuplements forestiers était relativement homogène et caractéristique de ce domaine bioclimatique. Les objectifs de l'inventaire ont été atteints avec succès. En tout, 80 % des 151 stations de collecte de poils ont reçu la visite d'au moins un ours, ce qui est très élevé pour de tels inventaires (Courtois et coll., 2004; Roy et coll., 2007; Dussault et coll., 2014a, b et c).

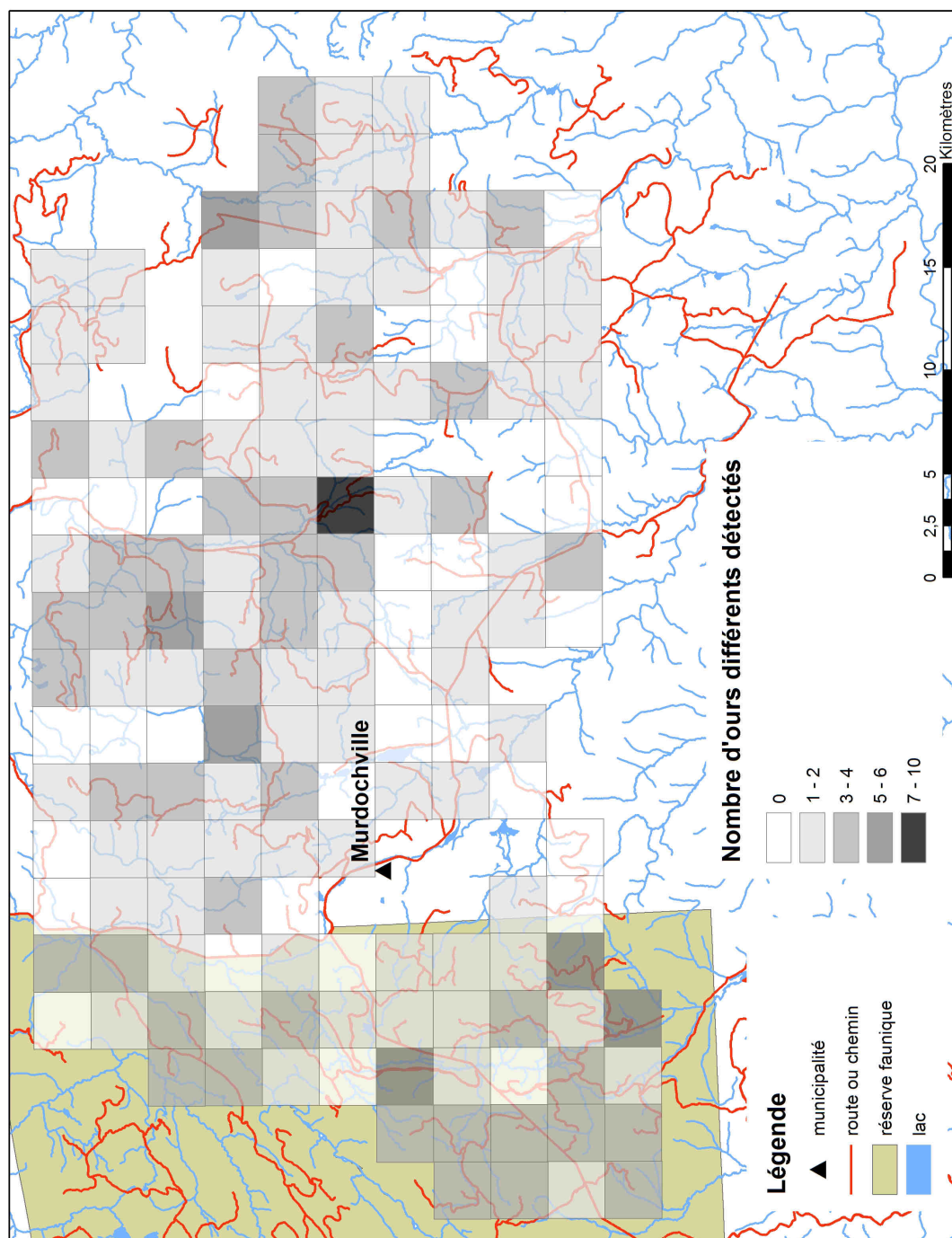


FIGURE 5

Carte du secteur d'étude montrant le nombre d'ours différents détectés dans les différentes cellules de la grille d'échantillonnage pour la durée totale du projet.

La précision de l'estimation de densité (16 % avec un IC 90 %) est conforme à ce qui est généralement recherché pour la gestion (environ 20 %; Boitani et Fuller, 2000), et elle est excellente pour ce genre d'inventaire (Roy et coll., 2007; Plante et coll., 2014). La précision de cet inventaire était notamment meilleure que celle des inventaires réalisés dans la pessière noire (31 %), dans la sapinière à bouleau jaune (27 %) et l'érablière à bouleau jaune (27 %). Il semble donc que la taille des cellules de la grille d'échantillonnage (7,5 km²) était adéquate et a permis d'obtenir une probabilité de recapture très élevée (Boitani et Fuller, 2000; Foster et Harmsen, 2012). Les analyses génétiques ont produit des résultats d'une qualité exceptionnelle avec 98 % des échantillons analysés ayant fourni une identification individuelle lorsqu'au moins deux poils de garde étaient disponibles. Les erreurs de génotypage ont été évaluées à 0,02 % par locus, ce qui est faible et plus que convenable pour ce genre d'études (David Paetkau, Wildlife Genetics International, comm. pers.). En traitant chaque échantillon de poils comme un échantillon unique et indépendant, et en sélectionnant, pour chaque station et chaque séance d'échantillonnage, les échantillons de meilleure qualité pour faire les analyses génétiques, nous sommes persuadés d'avoir limité au maximum la probabilité de création de faux génotypes. En effet, un faux génotype peut être observé lorsque la quantité ou la qualité de l'ADN est faible (Waits et Paetkau, 2005) ou lorsqu'un échantillon de poil provient de plusieurs ours (ours multiples; Roy et coll., 2007). Selon le laboratoire de génétique Wildlife Genetics International, le taux de succès de l'amplification de nos échantillons était vraiment élevé, ce qui indique que notre protocole de collecte et de conservation des échantillons était très performant afin de prévenir la dégradation de l'ADN.

La densité estimée par l'inventaire, soit 1,46 ours/10 km², est plus de deux fois plus faible que celle estimée en 2013 par une simulation de population (3,41 ours/10 km²; MFFP, données non publiées) à partir de la modélisation retenue dans le plan de gestion de l'ours noir (2006-2013) dans la zone de chasse 1 (population initiale de 1,52 ours/10 km² en 1992, Lamontagne et coll., 2006) et pour laquelle les données de récoltes de 1992 à 2013 ont été modifiées en fonction de celles stockées dans le Système d'enregistrement de la faune au Québec (SEFAQ; toute cause de mortalité, y compris la gestion de la déprédation). Selon le SEFAQ, 18 ours ont été prélevés au printemps 2015 dans le secteur de l'inventaire (il faut noter que la chasse à l'ours noir durant l'automne est interdite dans cette zone de chasse). Cela représente une densité de récolte de 0,11 ours/10 km² et un taux d'exploitation de 8,9 % si l'on utilise, par prudence, la marge inférieure de l'intervalle de confiance pour estimer la taille de la population (1,23 ours/10 km²), et un taux d'exploitation de 7,5 % si l'on utilise la valeur moyenne de la densité (la plus plausible). La récolte totale moyenne de 2009 à 2015 selon le SEFAQ était de 21,1 ours par année, ce qui suggère que le taux d'exploitation que nous avons évalué est relativement stable et représentatif des dernières années. Il s'agit d'un taux d'exploitation convenable pour l'ours noir, puisqu'il est près du potentiel de croissance théorique maximum en l'absence de prélèvement pour cette région (8,9 %, Lamontagne et coll., 2006). Cependant, si deux ou trois années de disette alimentaire devaient survenir, le taux de croissance annuel diminuerait à 6-7 % (MFFP, données non publiées) et, à moyen terme, la population serait en légère décroissance. La récolte observée au cours des dernières années semble donc adéquate pour stabiliser la population d'ours dans ce secteur, mais pourrait se traduire par une baisse de population à long terme si des années défavorables sur le plan météorologique devaient se succéder. De plus, bien que la gestion de la déprédation ne semble pas une cause de mortalité importante dans le secteur d'étude, il existe peut-être un taux de mortalité additionnel associé à des actes de braconnage. Si l'on considère cette source de mortalité, alors la population pourrait être en décroissance. Il faut être prudent avant d'extrapoler ces résultats à d'autres secteurs de la zone de chasse 1, car on ne connaît pas les variations spatiales de la qualité de l'habitat et l'importance de chacune des causes de mortalité.

6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOITANI, L. ET T. K. FULLER (2000). *Research techniques in animal ecology*, Columbia University Press, New York.
- BORCHERS, D. L. ET M. G. EFFORD (2008). "Spatially explicit maximum likelihood methods for capture–recapture studies", *Biometrics*, vol. 64, p. 377-385.
- BOULANGER, J., G. C. WHITE, B. N. MCLELLAN, J. WOODS, M. PROCTOR ET S. HIMMER (2002). "A meta-analysis of grizzly bear DNA mark-recapture projects in British Columbia, Canada: invited paper", *Ursus*, vol. 13, p. 137-152.
- BRIDGES, A. S., M. R. VAUGHAN ET J. A. FOX (2011). "Reproductive ecology of American black bears in the Alleghany Mountains of Virginia, USA", *J. Wildl. Manage.*, vol. 75, p.1137-1144.
- BRODEUR, V., J. P. OUELLET, R. COURTOIS ET D. FORTIN (2008). "Habitat selection by black bears in an intensively logged boreal forest", *Can. J. Zool.*, vol. 86, p. 1307-1316.
- CHICOINE, C. (2014). *Estimation des densités d'ours noirs par CMR et génotypage des poils : améliorations et perspectives liées au suivi télémétrique GPS*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, 94 p.
- COURTOIS, R., J. P. HAMEL, G. LAMONTAGNE, R. LEMIEUX, J. MERCIER ET A. DESROSIERS (2004). *Inventaire de l'ours noir en Abitibi-Témiscamingue à l'été 2001 (premier rapport d'étape)*, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec, 58 p.
- DUSSAULT, C., S. MASSÉ, C. CHICOINE, C. DUSSAULT, S. LEFORT ET M.-H. ST-LAURENT (2014a). *Inventaire de l'ours noir dans la pessière noire au Saguenay–Lac-Saint-Jean à l'été 2012*, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Québec, 25 p.
- DUSSAULT, C., S. MASSÉ, J. MILETTE ET SÉBASTIEN LEFORT (2014b). *Inventaire de l'ours noir dans la sapinière à bouleau jaune en Mauricie à l'été 2013*, Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, 29 p.
- DUSSAULT, C., S. MASSÉ, A. DUMONT, SÉBASTIEN LEFORT ET OLIVIER TRUDEL (2016c). *Inventaire de l'ours noir dans l'érablière à bouleau jaune en Outaouais à l'été 2014*, Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, 23 p.
- EFFORD, M. G. (2009). *DENSITY 4.4: software for spatially explicit capture-recapture*, Department of Zoology, University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- EFFORD, M. G. (2011). *SECR – Spatially explicit capture-recapture in R.*, 25 p.
- ELOWE, K. D. ET W. E. DODGE (1989). "Factors affecting black bear reproductive success and cub survival", *J. Wildl. Manage.*, vol. 53, p. 962-968.
- FOSTER, R. J. ET B. J. HARMSSEN (2012). "A critique of density estimation from camera-trap data", *J. Wildl. Manage.*, vol. 76, p. 224-236.
- JOLICOEUR, H., F. GOUDREAU ET M. CRÊTE (2006). *Étude de la dynamique de deux populations d'ours noirs de l'Outaouais fortement exploitées par la chasse et le piégeage, 1992-1995*, ministère

des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement de la faune et Direction régionale de l'Outaouais, 90 p.

- KENDALL, K. C., J. B. STETZ, J. BOULANGER, A. C. MACLEOD, D. PAETKAU ET G. C. WHITE (2009). "Demography and genetic structure of a recovering grizzly bear population", *J. Wildl. Manage.*, vol. 73, p. 3-17.
- LAMONTAGNE, G., H. JOLICOEUR ET S. LEFORT (2006). *Plan de gestion de l'ours noir 2006-2013*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 487 p.
- MILLS, L. S., J. J. CITTA, K. P. LAIR, M. K. SCHWARTZ ET D. A. TALLMON (2000). "Estimating animal abundance using non-invasive DNA sampling: promise and pitfalls", *Ecol. Appl.*, vol. 10, p. 283-294.
- OBBARD, M. E. ET E. J. HOWE (2008). "Demography of black bears in hunted and unhunted areas of the boreal forest of Ontario", *J. Wildl. Manage.*, vol. 72, p. 869-880.
- OBBARD, M. E., E. J. HOWE ET C. J. KYLE (2010). "Empirical comparison of density estimators for large carnivores", *J. Appl. Ecol.*, vol. 47, p. 76-84.
- OTIS, D. L., K. P. BURNHAM, G. C. WHITE ET D. R. ANDERSON (1978). "Statistical inference from capture data on closed animal populations", *Wildl. Monogr.*, vol. 62, p. 3-135.
- PAETKAU, D. (2003). "An empirical exploration of data quality in DNA-based population inventories", *Mol. Ecol.*, vol. 12, p. 1375-1387.
- PAETKAU, D. ET C. STROBECK (1994). "Microsatellite analysis of genetic variation in black bear populations", *Mol. Ecol.*, vol. 3, p. 489-495.
- PAETKAU, D., W. CALVERT, I. STIRLING ET C. STROBECK (1995). "Microsatellite analysis of population structure in Canadian polar bears", *Mol. Ecol.*, vol. 4, p. 347-354.
- PLANTE, S., C. DUSSAULT, S. MASSÉ ET S. LEFORT (2014). *Estimation de la densité d'ours noirs avec la technique de capture-marquage-recapture par génotypage des poils : revue de la littérature, résultats des inventaires réalisés en Abitibi-Témiscamingue de 2001 à 2003 et recommandations*, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, 126 p.
- ROBITAILLE, A. ET J.-P. SAUCIER (1998). *Paysages régionaux du Québec méridional*, ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la gestion des stocks forestiers et Direction des relations publiques, Les Publications du Québec.
- ROMAIN-BONDI, K. A., R. B. WIELGUS, L. WAITS, W. F. KASWORM, M. AUSTIN ET W. WAKKINEN (2004). "Density and population size estimates for North Cascade grizzly bears using DNA hair-sampling techniques", *Biol. Conserv.*, vol. 117, p. 417-428.
- ROY, J., V. ALBERT ET L. BERNATCHEZ (2007). *Projet d'inventaire de l'ours noir dans la zone 10 par la technique de capture-recapture à l'aide de marqueurs génétiques (Projet Outaouais 2005)*, Université Laval et ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 164 p.
- ROY, J., G. YANNIC, S. CÔTÉ ET L. BERNATCHEZ (2012). "Negative density-dependent dispersal in the American black bear (*Ursus americanus*) revealed by non-invasive sampling and genotyping", *Ecol. Evol.*, vol. 2, p. 525-537.

- SAMSON, C. ET J. HUOT (1995). "Reproductive biology of female black bears in relation to body mass in early winter", *J. Mammal.*, vol. 76, p. 68-77.
- TABERLET, P., J. J. CAMARRA, S. GRIFFIN, E. UHRES, O. HANOTTE, L. P. WAITS, C. DUBOIS-PAGANON, T. BURKE ET J. BOUVET (1997). "Non-invasive genetic tracking of the endangered Pyrenean brown bear population", *Mol. Ecol.*, vol. 6, p. 869-876.
- WAITS, L. P. ET D. PAETKAU (2005). "Non-invasive genetic sampling tools for wildlife biologists: a review of applications and recommendations for accurate data collection", *J. Wildl. Manage.*, vol. 69, p. 1419-1433.

ANNEXE 1**FORMULAIRE DE TERRAIN POUR L'INSTALLATION DES STATIONS**

<u>Renseignements sur la station</u>				
Numéro de la cellule de la grille d'échantillonnage (p. ex., 051-1) : _____				
Coordonnées GPS du stationnement (UTM zone 19 NAD83) : LAT _____ / LONG _____				
Croquis pour faciliter le repérage de la station (si pertinent)				
Commentaires (n° de route, repères visuels): _____ _____				
Coordonnées GPS de la station (UTM zone 19 NAD83) : LAT _____ / LONG _____				
Date d'installation: AN _____ MOIS _____ JOUR _____				
Membres de l'équipe : _____				
<u>Caractéristiques de la station</u>				
Signes de présence d'ours (encercler) : fèces fraîches traces fraîches sentiers				
Présence de nourriture pour l'ours dans la végétation (encercler) : oui non espèces : _____				
Distance (m) du chemin le plus près (encercler) : < 15 m 15-30 m 30-50 m > 50 m				
Présence d'un ruisseau à moins 20 m (encercler) : oui non largeur (m) : _____				
Type(s) de peuplement à proximité de la station (à moins de 20 m) (encercler) : Résineux mature (> 7 m) Résineux en régénération (4-7 m) Mixte/feuillu mature (> 7 m) Mixte/feuillu en régénération (4-7 m) Coupe 1,5-4 m Coupe < 1,5 m Autre : _____				
<u>Appâts</u>				
Leurres utilisés : Sang (___ L) Huile de poisson (___ L) Anis Autre : _____				
<u>Photo?</u> oui non				

ANNEXE 2**FORMULAIRE DE TERRAIN POUR LES VISITES DES STATIONS**

<u>Renseignements sur la station</u>
Numéro de la cellule de la grille d'échantillonnage (p. ex., 051-1) : _____
Date de la visite : AN _____ MOIS _____ JOUR _____
Membres de l'équipe : _____
<u>État du site à l'arrivée</u>
Comparé au moment où ils ont été installés, est-ce que les leurres émettent encore une odeur? (encercler)
Forte Modérée Faible Indétectable
Signes de présence d'ours (encercler) : fèces fraîches traces fraîches sentiers
Fil barbelé écrasé (au sol) (encercler) : oui non
Est-ce que la pile de débris entourant le leurre semble avoir été perturbée par un ours? (encercler)
oui non
Est-ce que le leurre suspendu à un arbre semble avoir été perturbé par un ours? (encercler)
oui non
<u>Échantillons de poils</u>
Combien y a-t-il d'échantillons (c.-à-d. enveloppes) de poils d'ours noir à la station? _____
<u>Appâts (recharge)</u>
Leurres utilisés : Sang (___L) Huile de poisson (___L) Anis Autre : _____

ANNEXE 3**ÉTIQUETTE POUR LES ENVELOPPES CONTENANT UN ÉCHANTILLON DE POILS**

<u>Renseignements sur la station</u>					
Numéro de la cellule de la grille de piégeage : _____					
Date de la visite : AN _____ MOIS _____ JOUR _____					
Membres de l'équipe : _____					
Numéro de la pointe du fil barbelé : _____					
Nombre approximatif de poils :		< 5	5-15	> 15	Présence de racine? oui non
Croyez-vous qu'il s'agit de poils d'ours?		oui	non		

ANNEXE 4

LISTE DE MATÉRIEL

Article	Quantité nécessaire
Cartes secteur d'étude + stations	6 copies de chaque
Sciotte + sécateur branches	5
Lunette de sécurité	10
Scie à chaîne 14 po, bidon, huile	4
Sac à outils	4
Pancartes d'avertissement imperméables	225
Rouleau de fil barbelé	6 km
Pince à clôture	5
Crampes à clôture	Plusieurs boîtes
Marteau	5
Gabarit de 45 cm (hauteur fil barbelé)	6
Agrafeuse T-50 + broches ½ po	5
Ruban bleu	8
Ruban jaune (chemin vers station)	30
Ruban rose (bord de route)	10
Ruban vert (bord de route)	10
Ruban électrique	Bleu, jaune, rouge, vert
GPS + piles AA	5 GPS + piles usagées
Crayons à encre indélébile (pointe fine)	15
Crayons de plomb	100
Chalumeau + bombonne	6
Gants de cuir	16 paires
Gants de latex	1 000 paires

Article	Quantité nécessaire
Ficelle (en jute)	6 000 pieds
Contenant pour protéger les leurres de l'eau	225
Carnet de terrain en métal	6
Tablier pour éclaboussures	16
Entonnoirs	6
Essuie-tout industriels (bleu)	12
Savon sec (Purell)	20
Contenants 10 L + leurres	60
Vaporisateur pour anis	6
Formulaires « Installation des stations »	215
Enveloppes de papier pour les poils avec étiquettes préapposées	3 500
Dessiccant à base de billes de silice	1 500
Sacs Ziploc	8 boîtes
Feuille plastique contraste poils	6
Chasse moustique	8
Imperméables + bottes + filet mouches	Chacun pour soi
Formulaires de données pour les visites	850
Corne de brume motomarine/poivre cay.	4 (une par équipe)
Conteneur pour entreposer appâts + matériel	2
Pincés à sourcil	8
Séchoir à poil	2
Cadenas pour les conteneurs	2
Loupe	

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec

