



Inventaire de l'ours noir dans l'érablière à bouleau jaune en Outaouais à l'été 2014

ENSEMBLE  
on fait avancer le Québec

Québec    

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Auteurs :

Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune

Christian Dussault

Sophie Massé

Sébastien Lefort

Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais

André Dumont

Olivier Cameron Trudel

DUSSAULT, Christian, Sophie MASSÉ, André DUMONT, Sébastien LEFORT et Olivier CAMERON TRUDEL (2016). *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, 22 p.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2016

ISBN 978-2-550-76443-4 (Imprimé)

ISBN 978-2-550-76444-1 (PDF)

© Gouvernement du Québec, 2016

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement toutes les personnes qui ont participé aux différentes phases du projet. Soulignons l'excellent travail de l'équipe de terrain : Bruno Baillargeon, Bruno Beaudoin, Kathleen Bédard, Jocelyn Caron, Vincent Greco Le May, Dominic Grenier, Gaétan Fournier, François Landry, Jérôme Lemaître et Guillaume Tremblay. Les analyses génétiques ont été réalisées par l'équipe du Dr David Paetkau de Wildlife Genetics International. Un merci tout particulier à Leanne Harris et Nicole Thomas de l'équipe de Wildlife Genetics International pour la qualité de leur travail tout au long du processus d'analyse.

RÉSUMÉ

Le présent document décrit les résultats de l'inventaire de l'ours noir (*Ursus americanus*) réalisé en 2014 dans l'érablière à bouleau jaune en Outaouais à partir de la technique d'inventaire de capture-marquage-recapture avec reconnaissance individuelle par génotypage des poils. L'inventaire s'est déroulé dans un secteur d'environ 1 600 km² situé à 100 km au nord-ouest de la ville de Gatineau.

Toutes les étapes de l'inventaire ont été réalisées avec succès. Parmi toutes les stations de collecte de poils, 70 % (106/152) ont été visitées à au moins une reprise au cours des quatre semaines de l'inventaire. Les analyses génétiques ont permis de déterminer que 176 ours (génotypes différents) ont visité au moins une fois l'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 à l'étude à 3,45 ours/10 km² à l'aide de modèles spatialement explicites (intervalle de confiance à 90 % = 2,53 à 4,37, marge d'erreur = 27 %). Cette densité est de 17 % inférieure à celle qui est estimée par simulation de populations (4,15 ours/10 km²) à partir de la modélisation retenue au Plan de gestion de l'ours noir 2006-2013 dans la zone de chasse 10 et pour laquelle les récoltes de 2006 à 2012 ont été ajustées avec celles qu'on trouve dans le système d'enregistrement de la faune au Québec (SEFAQ). Selon le prélèvement enregistré lors des deux saisons de récolte antérieures à l'inventaire (automne 2013 et printemps 2014) dans SEFAQ, le taux d'exploitation de la population dans le secteur d'inventaire se situerait entre 10,7 et 14,6 %. La récolte sportive observée au cours de la dernière année est donc adéquate pour stabiliser la population d'ours dans ce secteur. Celle-ci pourrait cependant être en légère croissance ou en légère décroissance d'une année à l'autre si l'on considère les mortalités liées au contrôle de la déprédation et aux abattages non déclarés.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux.....	IV
Liste des figures	IV
1 INTRODUCTION.....	1
2 SECTEUR A L'ETUDE.....	2
3 METHODES.....	2
3.1 Établissement de la grille d'échantillonnage et des stations.....	2
3.2 Utilisation des leurres et visite des stations pour la collecte des poils.....	5
3.3 Analyses génétiques	6
3.4 Analyses statistiques.....	8
4 RESULTATS.....	8
5 DISCUSSION	13
6 BIBLIOGRAPHIE	17
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	9
TABLEAU 2	Nombre d'ours différents (selon les analyses génétiques) capturés et recapturés chaque semaine de l'inventaire.....	11
TABLEAU 3	Caractéristiques des 7 locus microsatellites selon les 176 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 au cours de la même semaine d'échantillonnage	12
TABLEAU 5	Résultats du processus de sélection du meilleur modèle pour estimer la densité de population d'ours selon l'approche ML SECR dans R.....	13

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	Carte du secteur à l'étude montrant les cellules de la grille d'échantillonnage, les stations de collecte de poils, les lacs et les principales voies d'accès	4
FIGURE 2	Schéma illustrant une station typique de collecte de poils	5
FIGURE 3	Schéma illustrant la façon de désigner les échantillons de poils collectés aux stations	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 à l'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 de la population. En effet, contrairement aux cervidés qui sont le sujet 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, ce qui a pour conséquence que le rétablissement d'une population surexploitée peut être long. Deuxièmement, les données de productivité utilisées dans les simulations de populations datent d'une vingtaine d'années (Jolicoeur, Goudreault et Crête, 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, Vaughan et Fox, 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 1) des transformations de l'habitat liées à l'industrie forestière (Brodeur et autres, 2008) ainsi qu'aux pratiques culturelles (plus de maïs; François Biron, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, communication personnelle), et 2) au 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, Jolicoeur et Lefort, 2006). Au cours des années 1990, des paramètres de suivi indiquaient que certaines populations étaient exploitées à leur niveau maximal et même surexploitées. À titre indicatif, le taux d'exploitation maximal soutenu visé au Québec varie de 7 à 13 % selon la productivité de l'habitat. 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, Jolicoeur et Lefort, 2006). Pendant la même période, Lamontagne, Jolicoeur et Lefort (2006) ont estimé que la population d'ours avait augmenté de 10 000 individus, passant de 60 000 à 70 000 au cours des années 1995 à 2004.

La gestion de l'ours noir est également marquée au Québec par les perceptions parfois très divergentes des différents usagers du territoire, avec lesquelles doivent composer les gestionnaires de la ressource. De nombreux citoyens et exploitants fauniques perçoivent l'ours noir comme une espèce nuisible et dangereuse. Le Plan de gestion de l'ours noir 2006-2013 a ainsi 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, Jolicoeur et Lefort, 2006). Idéalement, la gestion de l'ours noir devrait reposer sur les données les plus précises possibles pour établir des objectifs de récolte respectant le nombre optimal d'individus qu'on peut prélever pour mettre en valeur la ressource disponible sans mettre en péril la population à court et à long terme. Selon nous, la meilleure méthode pour atteindre cet objectif est d'estimer la densité et la taille des populations de façon précise et régulière, pour être en mesure de réagir sans délai et efficacement aux fluctuations de population.

Le présent projet d'inventaire de l'ours noir en Outaouais s'inscrit dans une démarche globale d'acquisition de connaissances sur cette espèce 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 la densité de population d'ours sur de grands territoires (> 1 000 km²) avec une précision acceptable pour la gestion. Nous souhaitons appliquer cette méthode dans 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 les plus méridionaux. Dans une perspective à long terme, nous visons à ce que ces secteurs soient l'objet d'inventaires périodiques pour évaluer l'influence des modalités d'exploitation sur l'évolution de la densité des populations d'ours, une information essentielle pour améliorer la gestion de l'espèce.

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

- mettre à jour nos valeurs de référence 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 en offrant une meilleure expérience de chasse et de piégeage;
- améliorer la gestion des conflits entre les ours et les 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 actuellement de la technique la plus répandue dans le monde scientifique pour estimer la taille et la densité des populations d'ursidés (Boulanger et autres, 2002; Romain-Bondi et autres, 2004; Roy, Albert et Bernatchez, 2007). Il faut noter que cette méthode a déjà été utilisée au Québec, dans les régions de l'Abitibi-Témiscamingue (Courtois et autres, 2004; Plante et autres, 2014), de la Mauricie (Dussault et autres, 2014a), de l'Outaouais (Roy, Albert et Bernatchez, 2007) et du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Chicoine, 2014; Dussault et autres, 2014b).

2 SECTEUR A L'ETUDE

Le secteur d'inventaire (1 600 km²) est situé en plein cœur de la région administrative de l'Outaouais, dans la partie ouest de la zone de chasse 10 (46,19°N - 76,52°O) (figure 1). La végétation potentielle sur les sites mésiques est typique de l'érablière à bouleau jaune et parfois aussi de l'érablière à tilleul (Robitaille et Saucier, 1998). Les principales essences sont l'érable à sucre (*Acer saccharum*), le chêne rouge (*Quercus rubra*), le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) et le bouleau blanc (*Betula papyrifera*) en association avec le pin blanc (*Pinus strobus*), le sapin baumier (*Abies balsamea*) et les épinettes (*Picea spp.*). Le sous-étage est assez riche et il est principalement composé de diverses plantes herbacées, comme le cornouiller du Canada (*Cornus canadensis*) et le maianthème du Canada (*Maianthemum canadense*), et d'arbustes d'espèces variées. Le relief est moyennement accidenté et formé de collines aux sommets arrondis avec des pentes faibles à modérées. L'altitude moyenne est d'environ 260 m et l'amplitude altitudinale dépasse rarement 100 m (Robitaille et Saucier, 1998). Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1 000 mm, dont environ 25 % tombent sous la forme de neige (Robitaille et Saucier, 1998).

3 METHODES

3.1 Établissement de la grille d'échantillonnage et des stations

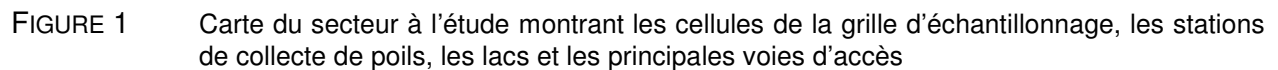
Le site à l'étude a été subdivisé en 230 parcelles de 7,5 km² (ci-après nommées cellules de la grille d'échantillonnage; figure 1). Au total, nous avons finalement établi une station de collecte de poils dans 152 cellules de la grille d'échantillonnage, puisque plusieurs cellules se sont avérées inaccessibles (figure 1).

L'installation des stations s'est effectuée en deux étapes. Durant la première étape (six jours de travail pour 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 entre 30 et 50 m);
- la qualité de l'habitat pour l'ours noir (idéalement un site en régénération devait être à proximité [< 50 m]);
- une distance de > 500 m des sites d'activités humaines tels que 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 attachés. Un terrain plat était important pour empêcher les ours de passer sous les fils barbelés ou par-dessus; toutefois, il a parfois été nécessaire de niveler le terrain à l'aide de débris ligneux présents sur le site pour aplanir les inégalités du sol les plus évidentes le long des fils barbelés.

Nous avons veillé à réduire les signes visuels en bordure des chemins pour éviter d'attirer les passants vers nos installations. Nous avons posé 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. Lors de la première étape, il a été possible de préparer les arbres qui allaient recevoir les fils barbelés, d'installer les fils barbelés, d'ériger la pile de débris (voir plus bas), de poser la pancarte d'avertissement et de 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 à 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 attirer les ours à l'aide de trois leurres olfactifs. Par la suite, chaque station était revisitée toutes les semaines, et ce, pendant quatre semaines consécutives.



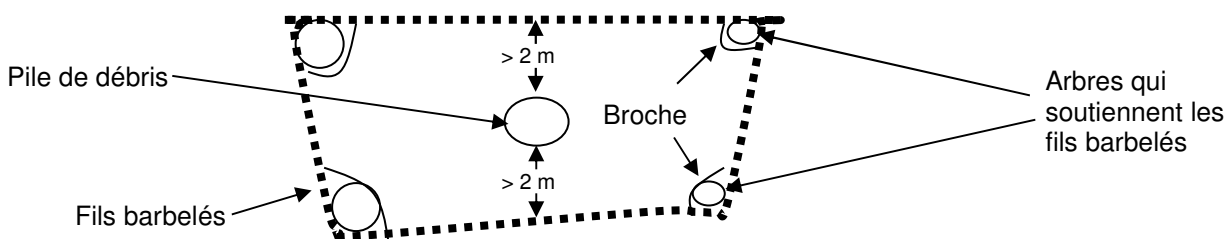


FIGURE 2 Schéma illustrant une station typique de collecte de poils

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 pour protéger les leurres des intempéries, et ce, à au moins 2 m du contour de la station.

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

Nous avons utilisé seulement des leurres olfactifs pour éviter de conditionner les ours à s'approcher des stations, ce qui aurait été le cas si nous leur avions donné accès à une source de nourriture à chaque visite de station. Les trois leurres utilisés étaient les suivants : 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 érigé un amoncellement de débris d'environ 0,5 m de haut sur 1,0 m de diamètre au centre de la station pour y déverser le sang de bœuf. Les débris pouvaient être, par exemple, des troncs d'arbres, des branches ou de la mousse. Nous avons évité de bloquer la circulation d'air, car nous voulions que l'odeur du sang fermenté se répande dans l'environnement. Il était souhaitable de mettre de l'écorce sur le dessus de la pile de débris pour offrir une protection contre la pluie et ainsi améliorer la rétention du leurre. De plus, la pile de débris devait être située à plus de 2 m du fil barbelé dans tous les sens afin que les ours se présentant à la station soient dans l'obligation d'y pénétrer pour accéder au leurre. Nous avons versé deux litres de sang dans la pile de débris lors 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 d'arbre 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 qui la protégeait 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.

Au cours d'une visite, toutes les pointes du fil barbelé étaient examinées dans le but de collecter les échantillons de poils s'y trouvant. Pour la collecte des poils, nous avons utilisé une plaquette de plastique de couleur pâle pour mettre en évidence la présence de poils sur les barbelés. Chaque échantillon était disposé 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 avec des pinces à sourcils. Nous avons pris soin de porter des gants de latex pour éviter la contamination par l'ADN humain. À l'aide d'une loupe, la présence ou non de racines était vérifiée et il était nécessaire de collecter les poils sans les casser avant de les déposer dans une enveloppe de papier. Finalement, toutes les informations nécessaires à la caractérisation des échantillons (par exemple nombre approximatif de poils, présence ou non de racines) 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 au propane, et ce, pour prévenir la contamination des futurs échantillons.

Une démarche logique était suivie pour désigner les échantillons de poils : chaque échantillon était d'abord désigné par la lettre H ou B selon qu'il était prélevé sur le fil barbelé du haut ou du bas, puis par une lettre séquentielle (en 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 les lettres désignant l'échantillon précédent (figure 3). Les échantillons présents sur le 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 celui-ci puisqu'ils appartenaient fort probablement au même ours. Cet échantillon était désigné par 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 au moyen d'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, celui-ci était désigné par une nouvelle lettre. Si des poils étaient présents sur le sol en dessous du fil barbelé, ils étaient récoltés et assignés à la pointe du fil barbelé la plus proche. Les poils dans la pile de débris n'étaient pas collectés.

Les échantillons étaient séchés le plus rapidement possible après leur collecte, grâce à l'utilisation des enveloppes en papier absorbant en partie l'humidité. Durant la collecte des poils, les enveloppes étaient conservées dans des sacs 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, au campement, elles étaient déposées dans un support aéré par un petit ventilateur pour que se poursuive le séchage. Dès que les enveloppes étaient sèches, elles étaient scellées avec, à l'intérieur, un sachet de billes de silicate, puis mises dans un sac Ziploc pour les protéger de l'humidité. Finalement, elles étaient entreposées dans un endroit frais et sec en prévision 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 782 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 de Wildlife Genetics International. Les enveloppes ont d'abord été regroupées par stations et par dates de collecte. Ensuite, pour chaque station et date de collecte, les enveloppes situées sur des pointes de barbelé adjacentes 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 pour 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 pour le reste des échantillons.

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

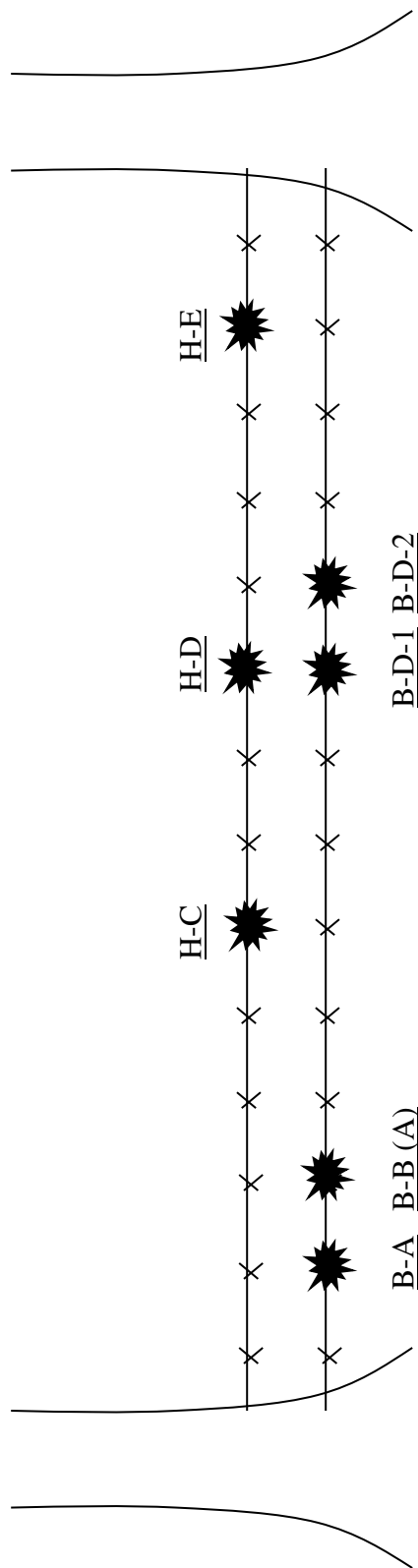


FIGURE 3 Schéma illustrant la façon de désigner les échantillons de poils collectés aux stations

Les échantillons étaient entreposés individuellement dans des enveloppes en papier et ils étaient désignés de façon séquentielle par une lettre (A, B, C... Y, Z, AA, AB...) et selon la présence d'un autre échantillon à proximité. Dans l'exemple ci-dessus, 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 situés à une distance équivalant à plus d'une pointe de barbelé ne devaient pas être associés. Voir le texte pour plus de détails.

Le processus d'analyse comportait trois phases : une première passe, un nettoyage et une vérification des erreurs. Après l'amplification des 8 marqueurs (7 locus et le marqueur pour déterminer le sexe) sur la totalité des échantillons, 38 d'entre eux ont été mis de côté puisqu'ils avaient procuré des résultats satisfaisants pour moins de 3 marqueurs ou qu'ils avaient amplifié plus de 2 allèles à plus de 2 locus. Ces échantillons étaient très susceptibles de générer des erreurs de génotypage. Durant la phase de nettoyage, tous les génotypes incomplets ou les marqueurs difficiles à lire ont été réanalysés avec 5 µL d'ADN par réaction au lieu des 3 µL utilisés durant la première passe. À la fin de cette deuxième phase, 20 autres échantillons ont été mis de côté en raison des résultats jugés insatisfaisants après plusieurs tentatives. Durant la phase de vérification des erreurs, nous avons réanalysé les marqueurs différents pour les paires de génotypes qui étaient tellement semblables qu'elles étaient susceptibles d'être le résultat d'une erreur de génotypage (Paetkau, 2003). Cette étape permet d'éviter la création de faux individus par le biais d'erreurs de génotypage (Kendall et autres, 2009). Sept erreurs ont été trouvées au cours de la vérification, pour un taux d'erreur de 0,2 % par locus, ce qui est conforme à ce type d'analyse.

Une fois les génotypes complétés et vérifiés pour éviter les erreurs potentielles, une identité individuelle a été attribuée à chaque génotype unique. La plupart des génotypes étaient basés sur les 8 marqueurs ($n = 438$), ce qui est amplement suffisant pour obtenir des résultats fiables. Il manquait les informations pour 1 des 8 marqueurs pour 11 échantillons en raison d'une contamination au laboratoire.

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 de Otis et autres (1978) disponible dans l'extension SECR (Efford, 2011) du logiciel R 3.0.2 (R Core Team, 2013).

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, Howe et Kyle, 2010; Efford, 2009). L'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 réaliser (Borchers et Efford, 2008). Nous avons utilisé l'extension SECR du logiciel R pour estimer la densité de la population avec les modèles décrits au tableau 1.

4 RESULTATS

Au total, nous avons fait parvenir 782 échantillons de poils au laboratoire pour les analyses génétiques. Parmi ceux-ci, 225 échantillons (29 %) ont été exclus par les règles de sous-échantillonnage et 108 autres échantillons (14 %) ont été mis de côté pour différentes raisons, par exemple parce que l'amplification de l'ADN n'a pas fonctionné ($n = 58$), qu'il ne s'agissait pas de poils d'ours ($n = 13$) ou que les poils n'avaient pas de racine ($n = 37$). En fin de compte, les analyses génétiques ont été réalisées avec succès sur 449 échantillons (soit 57 % 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 176 génotypes différents : 74 mâles (42 %) et 102 femelles (58 %). Parmi les 152 stations, 106 ont reçu la visite d'au moins 1 ours (70 %). Le nombre d'ours différents capturés chaque semaine a varié de 29 à 80, et il était inférieur durant la dernière semaine de l'inventaire. Le nombre de recaptures par semaine a varié de 11 à 17. Le pourcentage de recaptures était élevé durant tout l'inventaire, avec une moyenne de 33 % (tableau 2).

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).

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 selon 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 selon 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 selon les individus.
$g(h)s(.)$	La fonction de probabilité de capture varie selon 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 selon les individus.
$g(tb)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et par la réponse comportementale après une première capture, et 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 par la réponse comportementale après une première capture et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie selon les individus.
$g(th)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps et varie selon les individus, et 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 selon les individus, et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie selon les individus.
$g(bh)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par la réponse comportementale après une première capture et varie selon les individus, et 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 selon les individus, et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie selon les individus.
$g(tbh)s(.)$	La fonction de probabilité de capture est influencée par le temps, par la réponse comportementale après une première capture et elle varie selon 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, par la réponse comportementale après une première capture et elle varie selon les individus, et l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue varie selon 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 0,041 % pour l'ensemble des locus, ce qui traduit un niveau de précision d'assignement des génotypes acceptable (Mills et autres, 2000). De plus, les valeurs d'hétérozygotie observées (HO de 0,832 à 0,925) sont semblables aux valeurs d'hétérozygotie attendue (HE de 0,795 à 0,917), ce qui indique une reproduction aléatoire des individus au sein de la population (Roy et autres, 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 au cours d'une même semaine d'échantillonnage (ours capturés plusieurs fois).

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4
Ours capturés				
- Une seule fois	74	57	49	28
- Plusieurs fois	6	3	2	1
- TOTAL	80	60	51	29
Ours recapturés	s. o.	17	17	11
% de recaptures	s. o.	28 %	33 %	38 %

s. o. : sans objet

TABLEAU 3 Caractéristiques des 7 locus microsatellites selon les 176 individus identifiés

Locus	N ^{bre} d'allèles	Étendue allélique	PI ^a	PIsibs ^b	HO ^c	HE ^d
G10H	20	233-271	0,013	0,296	0,925	0,917
G10L	14	129-167	0,021	0,310	0,879	0,894
G10M	7	206-218	0,069	0,371	0,832	0,795
Mu10	13	181-215	0,044	0,341	0,838	0,843
Mu15	12	187-209	0,035	0,329	0,913	0,862
MU23	13	114-144	0,034	0,328	0,855	0,864
MU50	18	121-165	0,034	0,331	0,873	0,858

^a PI = probabilité d'identité, soit la probabilité que deux individus différents aient le même génotype 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 = fréquence théorique des hétérozygotes dans une population panmictique (où tous les individus peuvent se reproduire au hasard).

La plupart des ours (78 %) ont été capturés une seule fois et 20 % l'ont été deux fois alors que les autres l'ont été trois ou quatre fois (tableau 4). Dans 68 % des cas (n = 36), les individus ont été recapturés à la même station où ils avaient été capturés la fois précédente, alors que 26 % des recaptures (n = 14) sont survenues à une station voisine, située à moins de 5 km de la station visitée précédemment (figure 4). Quelques rares individus ont fait des déplacements considérables, puisque 4 % des recaptures (n = 2, 1 mâle et 1 femelle) ont eu lieu à une station située à plus de 20 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 au cours de la même semaine d'échantillonnage

Nombre de captures	Nombre d'ours	Proportion des ours
1	137	78 %
2	35	20 %
3	3	2 %
4	1	< 1 %

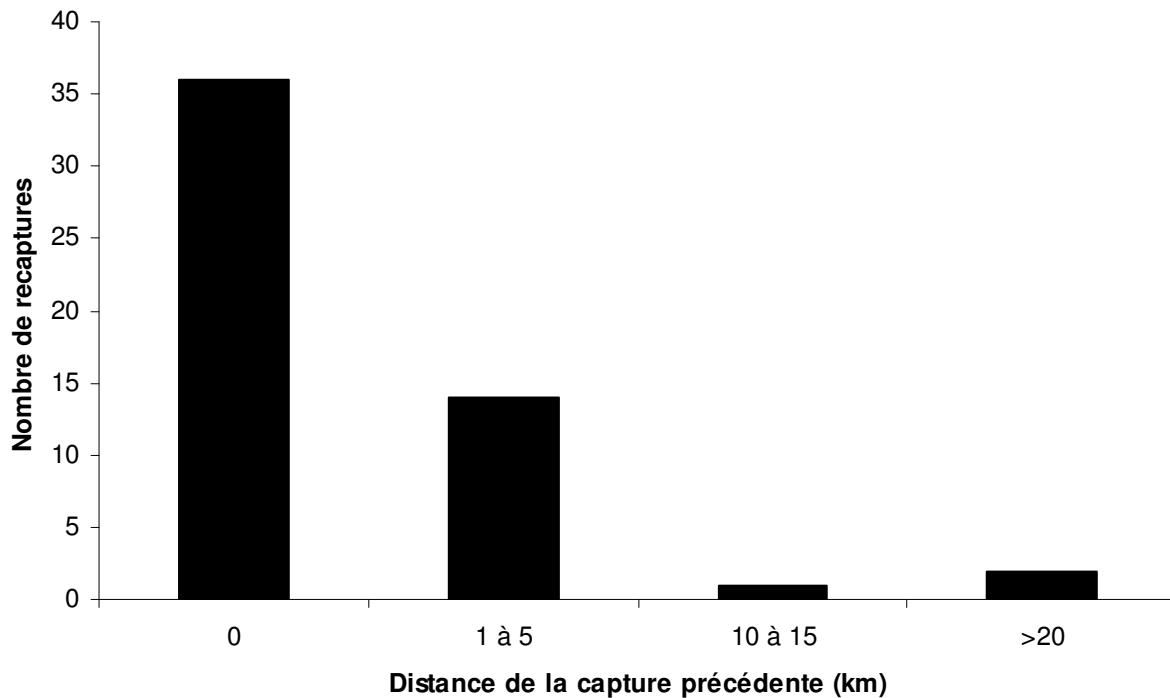


FIGURE 4 Distribution de fréquence de la distance entre la recapture d'un ours et le site de sa capture initiale

La population d'ours respectait le critère de fermeture démographique selon le test de Otis et autres (1978) (Otis statistic = -1,19; $p = 0,12$), ce qui signifie qu'il n'y a pas eu d'émigration ou d'immigration importante durant l'étude. Les deux modèles d'estimation de la densité qui ont offert la meilleure performance présentaient une structure semblable (tableau 5). Ces modèles considéraient que la probabilité de capture variait dans le temps et que l'étendue spatiale sur laquelle la probabilité de capture diminue variait selon les individus.

Selon le modèle moyen, la densité dans le secteur à l'étude était estimée à 3,45 ours/10 km² (intervalle de confiance à 90 % = 2,53 à 4,37). La marge d'erreur de cette estimation est de 27 %.

TABEAU 5 Résultats du processus de sélection du meilleur modèle pour estimer la densité de population d'ours selon l'approche ML SECR dans R

Chaque modèle est présenté selon 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 de population d'ours selon les 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	1489,1	218,4	0,00	
g(.)s(h)	5	1305,4	34,8	0,00	
g(t)s(.)	6	1464,7	194,0	0,00	
g(t)s(h)	8	1279,1	8,4	0,01	
g(b)s(.)	4	1486,2	215,5	0,00	
g(b)s(h)	6	1290,9	20,2	0,00	
g(h)s(.)	5	1487,9	217,3	0,00	
g(h)s(h)	6	1297,6	26,9	0,00	
g(tb)s(.)	7	1463,1	192,4	0,00	
g(tb)s(h)	9	1281,0	10,3	0,00	
g(th)s(.)	8	1463,4	192,7	0,00	
g(th)s(h)	9	1270,7	0,0	0,71	3,49
g(bh)s(.)	6	1484,7	214,0	0,00	
g(bh)s(h)	7	1280,2	9,5	0,01	
g(tbh)s(.)	9	1462,4	191,7	0,00	
g(tbh)s(h)	10	1272,6	2,0	0,27	3,34

5 DISCUSSION

Il s'agissait du troisième inventaire d'ours noirs prévu dans le cadre du programme d'acquisition de connaissances sur cette espèce au Québec. Cet inventaire visait l'érablière à bouleau jaune et, selon nos observations, la composition de l'aire d'étude, en ce qui a trait aux peuplements forestiers, était relativement homogène et caractéristique de ce domaine bioclimatique. Les objectifs de l'inventaire ont été atteints avec succès. Parmi les 152 stations de collecte de poils, 70 % ont reçu la visite d'au moins 1 ours, ce qui est tout à fait acceptable pour de tels inventaires (Courtois et autres, 2004; Roy, Albert et Bernatchez, 2007; Dussault et autres, 2014a et 2014b).

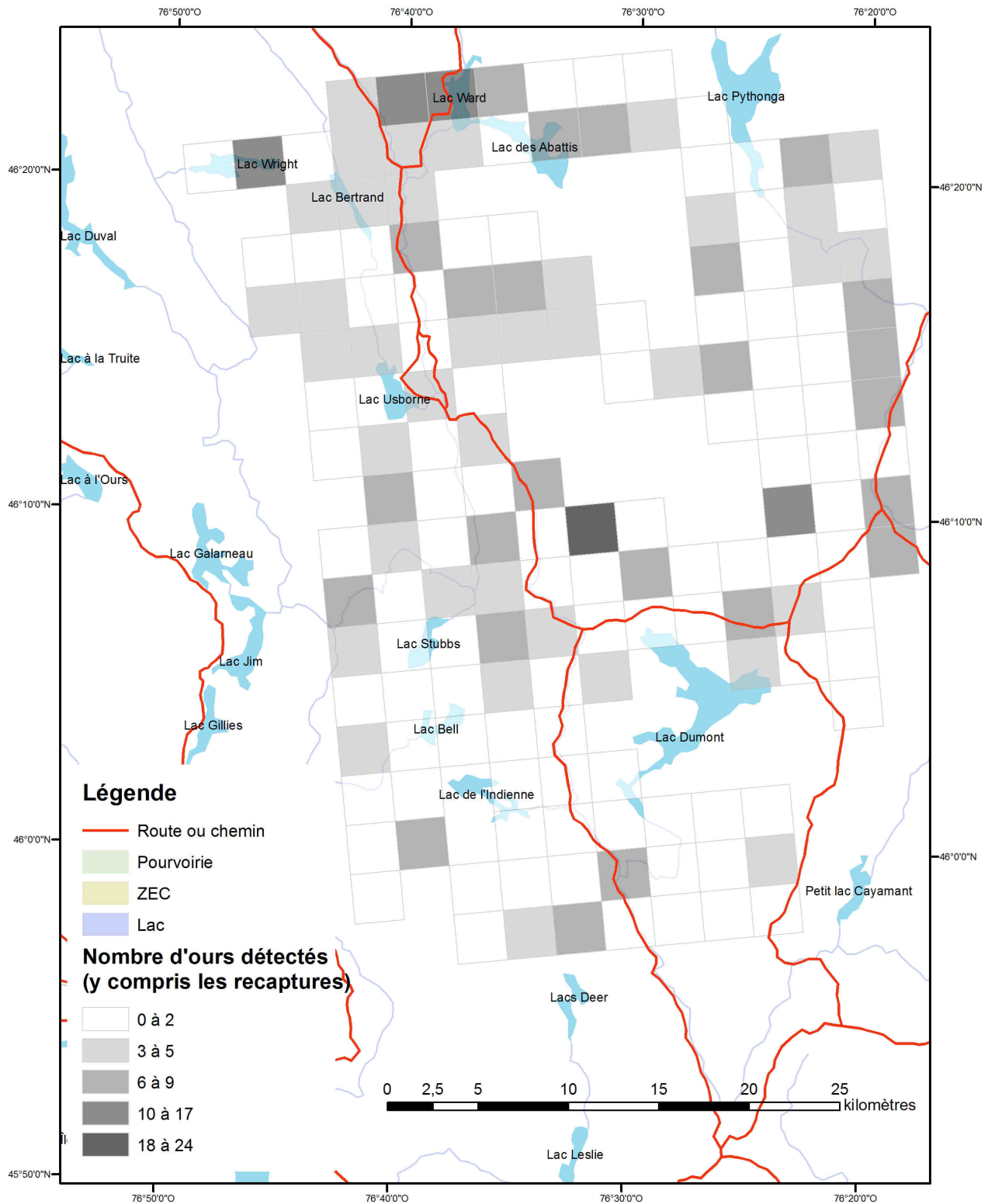


FIGURE 5 Carte du secteur à l'étude montrant le nombre d'ours différents détectés dans les différentes cellules de la grille d'échantillonnage pour la durée totale du projet

La marge d'erreur de l'estimation de densité (27 % avec un intervalle de confiance à 90 %) est légèrement supérieure à ce qui est généralement recherché pour la gestion (environ 20 %; Boitani et Fuller, 2000), mais elle est considérée comme très bonne pour ce type d'inventaire (Plante et autres, 2014). La précision de cet inventaire était notamment meilleure que celle des inventaires de 2012 dans la pessière noire (30 %) et similaire à celle de 2013 dans la sapinière à bouleau jaune (26 %). Il est probable que notre stratégie de réduire la taille des cellules de la grille d'échantillonnage (7,5 km² en Outaouais, 12 km² en Mauricie et 20 km² au Saguenay–Lac-Saint-Jean) visant à augmenter la probabilité de recapture (Boitani et Fuller, 2000; Foster et Harmsen, 2012) ait bien fonctionné et qu'elle ait permis d'obtenir un bon compromis entre la superficie du territoire inventorié et le taux de recapture. Les analyses génétiques ont produit des résultats d'une qualité exceptionnelle avec plus de 87 % des échantillons analysés ayant fourni une identification individuelle à partir des 7 marqueurs microsatellites et de celui pour déterminer le sexe. Les erreurs de génotypage ont été évaluées à 0,2 % par locus, ce qui est tout à fait convenable pour ce type d'étude (David Paetkau, Wildlife Genetics International, communication personnelle). En traitant chaque échantillon de poils comme un échantillon unique et indépendant, et en sélectionnant, pour chaque station et chaque session 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 poils provient de plusieurs ours (ours multiples; Roy, Albert et Bernatchez, 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 permettait très bien de prévenir la dégradation de l'ADN.

La densité estimée par l'inventaire, soit 3,45 ours/10 km², est 17 % plus faible que celle estimée par une simulation de population (4,15 ours/10 km²) à partir de la modélisation retenue au Plan de gestion de l'ours noir 2006-2013 dans la zone de chasse 10 (population initiale de 2,5 ours/10 km²; Lamontagne, Jolicoeur et Lefort, 2006) et pour laquelle les récoltes de 2006 à 2012 ont été ajustées avec celles qu'on trouve dans le système d'enregistrement de la faune au Québec (SEFAQ) (soit en moyenne 0,35 ours/10 km²). Roy, Albert et Bernatchez (2007) avaient estimé la densité des populations d'ours à 1,25 ours/10 km² (Bloc Zec Pontiac) et à 2,15 ours/10 km² (Bloc Bois-Francs) en 2005 dans deux secteurs situés à proximité de notre aire d'étude. Les résultats de cette étude étaient selon toute vraisemblance biaisés puisque les échantillons de poils recueillis lors d'une visite à une station étaient regroupés dans deux enveloppes plutôt que récoltés individuellement comme nous l'avons fait, et qu'une seule enveloppe par site était analysée. Cette stratégie a pu aboutir à des échantillons composés de poils provenant d'ours différents (faux génotype), ce qui a pu avoir pour conséquence la sous-estimation de la probabilité de recapture. Selon SEFAQ, 59 ours (45 au printemps 2014 et 14 à l'automne 2013) ont été prélevés dans le secteur de l'inventaire (il faut noter que la chasse à l'ours noir au cours de la saison automnale est permise, mais n'est généralement pas organisée dans les zecs et les pourvoiries de la région). Cela représente une densité de récolte comparable à celle de la partie ouest de la zone 10, soit 0,37 ours/10 km², un taux d'exploitation de 14,6 % si l'on utilise, par prudence, la marge inférieure de l'intervalle de confiance pour estimer la taille de la population (2,53 ours/10 km²) et un taux d'exploitation de 10,7 % si l'on utilise la valeur moyenne (la plus plausible). Il s'agit d'un taux d'exploitation relativement élevé pour l'ours noir. En fonction de la qualité de l'habitat, la productivité des femelles dans ce secteur est sans doute bonne, et, en l'absence de récolte, le taux de croissance annuel serait estimé à environ 10 à 14 % (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, données non publiées). La récolte observée au cours de la dernière année est donc adéquate pour stabiliser la population d'ours dans ce secteur. Un certain taux de mortalité, associé au contrôle de la déprédation et possiblement à des actes de braconnage, s'ajoute à la récolte sportive. Si l'on considère cette source de mortalité, variable d'une année à l'autre, la population pourrait bon an, mal an être en faible croissance ou en décroissance. Il faut être prudent avant d'extrapoler ces résultats à d'autres secteurs de la partie ouest de la zone de chasse 10, car on ne connaît pas les variations spatiales de la qualité de l'habitat et de la pression de chasse. De plus, les ours sont des animaux qui se déplacent sur de grandes superficies, comme le démontrent nos résultats. Selon nous, il n'y a cependant pas de raison de croire que la qualité de l'habitat ailleurs dans la zone de chasse est spécialement moins élevée que dans l'aire d'étude. Ainsi, considérant le taux de récolte observé au cours des dernières années (2003-2014) dans la partie ouest de la zone 10 (0,35 ours/10 km²), nous pouvons estimer le taux d'exploitation de l'ours noir dans la zone de chasse 10

ouest à 13,8 % en utilisant la marge inférieure de l'intervalle de confiance de l'inventaire et à 10,1 % en utilisant sa valeur moyenne. Ces chiffres sont très semblables à ceux de l'aire inventoriée et suggèrent une population stable, si l'on ne prend en considération que la récolte sportive.

La zone 10 est située à la frange des milieux agricoles et forestiers, où des ours importuns s'aventurent près des secteurs habités lors des années de disette de nourriture en milieu naturel. Il serait primordial de mieux comprendre ce phénomène pour éviter des abattages massifs d'ours comme on en a observé en 1995, 2003 et 2009. D'où proviennent les ours responsables de la déprédation? Les ours qui fréquentent le milieu agricole ont-ils une productivité plus élevée liée à l'ingestion de nourriture hautement calorique comme le maïs, qui leur permettrait de croître plus vite et d'accumuler rapidement du gras? Ou au contraire la zone agricole agit-elle comme un puits où les ours du milieu forestier se font abattre? La suite logique du programme d'inventaire est l'étude de la dynamique de population. La réalisation de ce projet, qui prévoit l'installation de colliers de télémétrie GPS sur des ours, permettra de jeter un éclairage sur ces questions importantes.

6 BIBLIOGRAPHIE

- BOITANI, L., et T. K. FULLER (2000). *Research Techniques in Animal Ecology*, New York, Columbia University Press, 464 p.
- 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., et autres (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", *Journal of Wildlife Management*, vol. 75, p. 1137-1144.
- BRODEUR, V., et autres (2008). "Habitat Selection by Black Bears in an Intensively Logged Boreal Forest", *Canadian Journal of Zoology*, 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 téléométrique GPS*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, 94 p.
- COURTOIS, R., 2004). *Inventaire de l'ours noir en Abitibi-Témiscamingue à l'été 2001 (premier rapport d'étape)*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 58 p.
- DUSSAULT, C., et autres (2014a). *Inventaire de l'ours noir dans la pessière noire au Saguenay-Lac-St-Jean à l'été 2012*, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 25 p.
- DUSSAULT, C., et autres (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, 29 p.
- EFFORD, M. G. *Density 4.4: Software for Spatially Explicit Capture-Recapture*, [En ligne], 2009. [<http://www.otago.ac.nz/density>] (consulté le 17 mars 2015).
- EFFORD, M. G. *SECR Spatially Explicit Capture-Recapture in R*, [En ligne], 2011. [<http://www.otago.ac.nz/density/SECR.html>] (consulté le 5 mars 2015).
- 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", *Journal of Wildlife Management*, 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*, Québec, 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., et autres (2009). "Demography and Genetic Structure of a Recovering Grizzly Bear Population", *Journal of Wildlife Management*, vol. 73, p. 3-17.

- LAMONTAGNE, G., H. JOLICOEUR et S. LEFORT (2006). *Plan de gestion de l'ours noir 2006-2013*, Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 487 p.
- MILLS, L. S., et autres (2000). "Estimating Animal Abundance Using Noninvasive DNA Sampling: Promise and Pitfalls", *Ecological Applications*, 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", *Journal of Wildlife Management*, vol. 72, p. 869-880.
- OBBARD, M. E., E. J. HOWE et C. J. KYLE (2010). "Empirical Comparison of Density Estimators for Large Carnivores", *Journal of Applied Ecology*, vol. 47, p. 76-84.
- OTIS, D. L., et autres (1978). "Statistical Inference from Capture Data on Closed Animal Populations", *Wildlife Monograph*, vol. 62, p. 3-135.
- PAETKAU, D. (2003). "An Empirical Exploration of Data Quality in DNA-Based Population Inventories", *Molecular Ecology*, vol. 12, p. 1375-1387.
- PAETKAU, D., et C. STROBECK (1994). "Microsatellite Analysis of Genetic Variation in Black Bear Populations", *Molecular Ecology*, vol. 3, p. 489-495.
- PAETKAU, D., et autres (1995). "Microsatellite Analysis of Population Structure in Canadian Polar Bears", *Molecular Ecology*, vol. 4, p. 347-354.
- PLANTE, S., et autres (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*, Québec, 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*, Québec, Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la gestion des stocks forestiers et Direction des relations publiques, Les Publications du Québec, 214 p.
- ROMAIN-BONDI, K. A., et autres (2004). "Density and Population Size Estimates for North Cascade Grizzly Bears Using DNA Hair-Sampling Techniques", *Biological Conservation*, 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)*, Québec, Université Laval et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 164 p.
- ROY, J., et autres (2012). "Negative Density-Dependent Dispersal in the American Black Bear (*Ursus americanus*) Revealed by Noninvasive Sampling and Genotyping", *Ecology and Evolution*, 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", *Journal of Mammalogy*, vol. 76, p. 68-77.
- TABERLET, P., et autres (1997). "Noninvasive Genetic Tracking of the Endangered Pyrenean Brown Bear Population", *Molecular Ecology*, vol. 6, p. 869-876.
- WAITS, L. P., et D. PAETKAU (2005). "Noninvasive Genetic Sampling Tools for Wildlife Biologists: A Review of Applications and Recommendations for Accurate Data collection", *Journal of Wildlife Management*, vol. 69, p. 1419-1433.

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

<u>Informations sur la station</u>				
Numéro de la cellule de la grille d'échantillonnage (ex. : 051-1) : _____				
Coordonnées GPS du stationnement (UTM zone 19 NAD83) : LAT _____ / LONG _____				
Croquis pour faciliter le repérage de la station (si pertinent)				
Commentaires (numéro de route, repères visuels) : _____ _____				
Coordonnées GPS de la station (UTM zone 19 NAD83) : LAT _____ / LONG _____				
Date d'installation : ANNÉE _____ MOIS _____ JOUR _____				
Membres de l'équipe : _____				
<u>Caractéristiques de la station</u>				
Signes de présence d'ours (encrer) : fèces fraîches traces fraîches sentiers				
Présence de nourriture pour l'ours dans la végétation (encrer) :				
oui non espèces : _____				
Distance (m) du chemin le plus près (encrer) : < 15 m 15-30 m 30-50 m > 50 m				
Présence d'un ruisseau à moins de 20 m (encrer) : oui non largeur (m) : _____				
Types de peuplements à proximité de la station (à moins de 20 m) (encrer) :				
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>Informations sur la station</u>
Numéro de la cellule de la grille d'échantillonnage (ex. : 051-1) : _____
Date de la visite : ANNÉE _____ MOIS _____ JOUR _____
Membres de l'équipe : _____
<u>État du site à l'arrivée</u>
Par rapport 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>Informations sur la station</u>					
Numéro de la cellule de la grille de piégeage : _____					
Date de la visite : ANNÉE _____ MOIS _____ JOUR _____					
Membres de l'équipe : _____					
Numéro de la pointe du fil barbelé : _____					
Nombre approximatif de poils :		< 5	5-15	> 15	Présence de racines? oui non
Croyez-vous qu'il s'agit de poils d'ours?		oui	non		

ANNEXE 4

LISTE DE MATÉRIEL

Article	Quantité nécessaire	Article	Quantité nécessaire
Cartes du secteur d'étude + stations	6 exemplaires de chaque carte	Ficelle (en jute)	6 000 pieds
Sciotte + sécateur pour couper les branches	5	Contenant pour protéger les leurres de l'eau	225
Lunettes de sécurité	10	Carnet de terrain en métal	6
Scie à chaîne de 14 pouces, bidon, huile	4	Tablier pour éclaboussures	16
Sac à outils	4	Entonnoir	6
Pancarte d'avertissement imperméable	225	Essuie-tout industriel (bleu)	12
Rouleau de fil barbelé	6 km	Savon sec (Purell)	20
Pince à clôture	5	Contenant 10 L + leurre	60
Crampe à clôture	Plusieurs boîtes	Vaporisateur pour anis	6
Marteau	5	Formulaire de terrain pour l'installation des stations	215
Gabarit de 45 cm (hauteur fil barbelé)	6	Enveloppe de papier pour les poils avec étiquettes préapposées	3 500
Agrafeuse T-50 + broches 1/2	5	Dessiccants avec billes de silice	1 500
Ruban bleu	8	Sac Ziploc	8 boîtes
Ruban jaune (chemin vers station)	30	Feuille plastique contraste poils	6
Ruban rose (bord de route)	10	Chasse-moustiques	8
Ruban vert (bord de route)	10	Imperméable + bottes + filet contre les mouches	Chacun pour soi
Ruban électrique	Bleu, jaune, rouge, vert	Formulaire de terrain pour les visites des stations	850
GPS + piles AA	5 GPS + piles usagées	Corne de brume motomarine/poivre de Cayenne	4 (une par équipe)
Crayon à encre indélébile (pointe fine)	15	Conteneur pour entreposer appâts + matériel	2
Crayon de plomb	100	Pince à sourcils	8
Chalumeau + bombonne	6	Séchoir à poil	2
Gants de cuir	16 paires	Cadenas pour les conteneurs	2
Gants de latex	1 000 paires	Loupe	

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec

