

Méthodes de suivi du caribou boréal du CNSCB

LA TÉLÉMÉTRIE AU CANADA



Consortium national du savoir sur le caribou boréal

Méthodes de suivi du caribou boréal du CNSCB

LA TÉLÉMÉTRIE AU CANADA



La télémétrie au Canada

Contenu

Introduction à la télémétrie	1
Savoir autochtone dans les programmes de suivi	2
Détaillants de colliers	2
4. Collecte et suivi des femelles par collier émetteur	3
4.1 EN UN COUP D'ŒIL	3
4.2 APPROPRIATION DU SUIVI	4
4.3 CONSIDÉRATIONS ET EXIGENCES	6
4.4 EXEMPLES DE MISES EN PRATIQUE	10
5. Colliers-caméras	12
5.1 EN UN COUP D'ŒIL	12
5.2 APPROPRIATION DU SUIVI	13
5.3 CONSIDÉRATIONS ET EXIGENCES	17
5.4 EXEMPLES DE MISES EN PRATIQUE	21
BIBLIOGRAPHIE	22

TÉLÉMÉTRIE

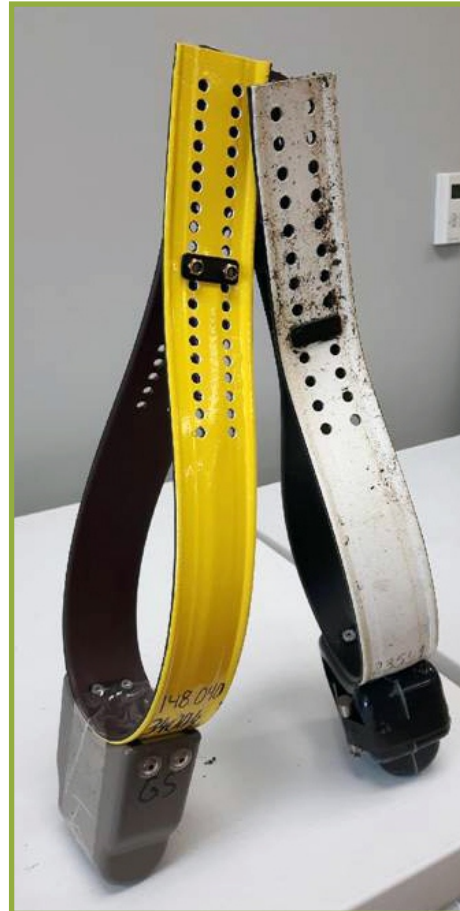


Introduction à la télémétrie

La télémétrie est un outil de collecte de données de géolocalisation utilisé pour le suivi des populations fauniques. Les données sont recueillies à partir des signaux du système mondial de positionnement (Global Position System [GPS]) ou de signaux à très haute fréquence (VHF) émis par un collier porté par un animal (Mech et Barber, 2002). Dans un programme de suivi basé sur la télémétrie, l'émetteur radio VHF ou l'unité GPS permettent la détection à distance de l'animal muni d'un collier. Comme tel, le collier émetteur est bien adapté au suivi des mouvements et des activités des individus et à la collecte des données démographiques sur une aire d'étude à grande échelle (e.g., à l'échelle de l'aire de répartition) (White et Garrott, 1980; Murray, 2006; Larter et Allaire, 2018). Aux fins de ce rapport, nous supposons qu'un collier émetteur est muni à la fois de systèmes VHF et GPS.

Quant au collier-caméra, il s'agit d'un outil de collecte de données comportementales animales également utilisé pour le suivi des populations fauniques (Thompson *et al.*, 2012). Les données sont collectées à partir des images et des fichiers vidéo d'une caméra fixée au collier porté par un animal. Comme tel, le collier-caméra est particulièrement bien adapté aux études comportementales à petite échelle, comme les études sur les comportements liés au mode d'alimentation des animaux. Une caméra sera utilisée seule ou montée en tandem avec les unités GPS/VHF utilisées pour le suivi télémétrique.

Le déploiement des colliers télémétriques nécessite un contact direct avec le caribou. La manipulation et l'immobilisation du caribou doivent suivre des protocoles (y compris lors de l'installation et de la récupération potentielle du collier) afin de minimiser le stress provoqué chez l'animal. De même, les animaux doivent être manipulés uniquement par du personnel qualifié (CCAC, 2003; Sikes et Gannon 2011). En matière d'évaluation de la survie et du recrutement, on privilégie généralement la pose de colliers chez les femelles adultes (e.g.,



Crédit photo : Richard Neville

Rettie et Messier, 1998). Dans le cadre de quelques rares études, des mâles adultes ont été munis d'un collier pour déterminer les emplacements du rut (e.g., Larter et Allaire 2018). Il s'agit d'une pratique exceptionnelle en raison de la conception actuelle des colliers qui n'est pas adaptée au gonflement du cou pendant le rut ni à son rétrécissement ultérieur. Les faons sont rarement suivis ainsi, mais il n'est pas exclu qu'ils soient munis d'un collier ou marqués avec une étiquette émettrice peu après la naissance pour évaluer la survie des faons. Des risques sont associés à la pose du collier chez les faons, notamment le stress supplémentaire exercé sur les femelles adultes lors de la pose, les considérations relatives à la conception des colliers qui sont potentiellement trop lourds (e.g. Rasiulis *et al.*, 2014) et ne sont pas adaptés à la croissance des mollets des faons.

Au Canada, les relevés basés sur la télémétrie GPS/VHF constituent une méthode de suivi du caribou qui ne date pas d'hier : la plupart des provinces et des territoires se sont largement appuyés sur le suivi télémétrique des caribous femelles adultes pour rassembler les données de référence sur la population. Il s'agit par ailleurs de la méthode fournissant la base de la plupart des ensembles de données scientifiques sur le caribou boréal (CNSCB, 2019). De plus, les ensembles de données basés sur la télémétrie GPS/VHF sont souvent combinés avec des ensembles de données de relevés aériens. Les relevés aériens et le suivi télémétrique sont d'importantes sources d'information renseignant la planification réglementaire, dont les mesures de gestion et

de rétablissement des populations de caribous et leur habitat. Les données recueillies par ces méthodes de suivi incluent notamment la taille et le taux de croissance de la population (Environnement Canada, 2011; Hervieux *et al.*, 2013; Johnson *et al.*, 2020) et permettent de modéliser l'utilisation et la connectivité de l'habitat (e.g., Arsenault, 2003; Galpern et Manseau 2013).

L'utilisation des colliers-caméras pour le suivi de la faune est assez nouvelle comparativement à celle des colliers émetteurs. En effet, ce n'est que très récemment que cette technologie a été intégrée dans les programmes de suivi au Canada (e.g., Thompson *et al.*, 2012, 2015, Newmaster *et al.*, 2013).



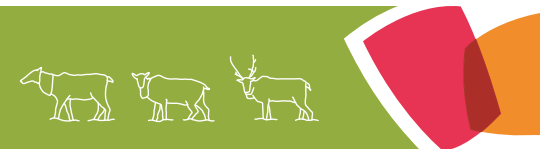
Savoir autochtone dans les programmes de suivi

Dans le cadre de l'élaboration du projet [Suivi du Caribou Boréal au Canada Partie I : Perspectives du groupe de travail du CNSCB responsable du suivi des populations](#), un certain nombre de méthodes de terrain pour le suivi du caribou boréal ont été identifiées comme couramment utilisées au Canada. Ces méthodes ont aussi la caractéristique commune de ne pas être fondées sur des méthodes autochtones. Or, l'application conjointe de savoirs autochtone et non autochtone aux programmes de suivi du caribou présente de nombreux avantages (e.g. Raygorodetsky et Chetkiewicz, 2017). À cet égard, les documents inclus dans la trousse de suivi du caribou boréal font état de l'apport appréciable des peuples autochtones et de leurs connaissances dans le programme de suivi du caribou boréal. De plus, la trousse *Aspects pratiques de la réconciliation des modes de connaissance autochtones et non autochtones* (en cours de préparation) présentera des conseils pratiques pour réunir les divers savoirs sur le caribou et aidera les lecteurs à comprendre les modalités d'une collaboration enrichissante avec les communautés autochtones. Voici quelques exemples non exhaustifs de ces modalités : la coordination de programmes en collaboration avec les peuples autochtones dès le début de la planification; la répartition équitable des prises de décision relatives aux programmes; la communication continue à toutes les phases d'un programme; des engagements relatifs à l'établissement de relations et à l'apprentissage mutuel, un accord sur les principes éthiques entourant la conception et la mise en œuvre de projets; une transparence accrue dans la collecte, l'utilisation et le stockage des données (e.g. [Principes de PCAP](#)); le respect des protocoles établis par les conseils de gouvernance et de cogestion locaux, et l'aménagement dans les programmes de suivi de mesures (en temps, en énergie et en ressource) de renforcement des capacités et d'indemnisation pour la contribution en temps.

Détaillants de colliers

- Ex-Eye LLC, 10224 Broadsword Drive Bristow VA. 20136 USA tél. : 703 319 0976, télé. : 703 330 0021, courriel : Mehdi@Ex-eye.
- Lotek Wireless Inc., Newmarket ON, <https://www.lotek.com/>
- Vectronic Aerospace, Berlin Germany, <https://vectronic-aerospace.com/>





4. Suivi des femelles par collier émetteur

4.1 EN UN COUP D'ŒIL

Les colliers émetteurs utilisés pour le suivi de la faune font appel à aux émissions à très haute fréquence (VHF) et aux unités de système mondial de positionnement (GPS). Ces systèmes et leurs batteries requises sont fixés sur des colliers. Ces colliers sont particulièrement utiles pour surveiller la répartition et l'utilisation de l'habitat, en particulier à l'échelle de l'aire de répartition (White et Garrott, 1980; Chubbs *et. al.*, 1993, Smith *et. al.*, 2000, Joly *et. al.*, 2003, Musiani *et. al.* 2007, Polfus *et. al.* 2018). Il est possible de programmer les capteurs de ces colliers afin de reconnaître différentes activités de mouvement (course ou repos, e.g.), la température ambiante et la mortalité (Mech et Barber, 2002; Rasiulis *et. al.*, 2014; Raponi *et. al.*, 2018).

Profiter de l'installation du collier pour prélever des échantillons permet également d'accumuler des données relatives à la santé, à la maladie, à la taille et à l'état corporel d'un individu. Enfin, il est courant au Canada de combiner les analyses de télémétrie et de relevés aériens pour déterminer les tendances, la taille, la densité et le recrutement de la population (e.g., BC RIC, 2002; Courtois *et. al.*, 2003; ASRD, 2010).

La plupart des colliers de suivi sont munis d'une unité GPS et d'un émetteur VHF, permettant à la fois la collecte de données à distance et le repérage d'aires potentielles de recherche sur le terrain (e.g., Mech et Barber, 2002; WildlifeACT, 2014). Les différences principales entre les deux technologies sont présentées dans le tableau ci-dessous pour comparaison relative :

	Émetteurs très haute fréquence (VHF)	Système mondial de positionnement (GPS)
Acquisition de données	Localisation des animaux requise : l'observateur recherche l'animal à l'aide du signal émis du collier, puis enregistre l'emplacement observé sur un GPS portable ou une carte. Il est également possible de trianguler les signaux radio à partir d'au moins 3 emplacements sans observation directe de l'animal.	La localisation des animaux n'est pas requise*. Les colliers récents envoient les emplacements GPS à l'équipe de suivi à un rythme préprogrammé, permettant la collecte de données à distance pendant la nuit ou le jour.
Capteur de mortalité	Le système émet une impulsion radio plus rapide si l'animal est resté immobile pendant le nombre d'heures préprogrammé, ou plus.	Le collier envoie un message d'alerte indiquant que le collier est resté immobile pendant le nombre d'heures préprogrammé, ou plus.
Autonomie de la batterie	Plus longue (jusqu'à 20 ans)	Moins longue (jusqu'à 5 ans)
Poids total du collier	Plus léger	Plus lourd (alourdi par le système GPS, le dispositif de transfert des données et les batteries)
Prix	Coût d'achat relativement faible (bien que le suivi aérien génère des frais importants)	Relativement plus élevé

Tableau 1: Comparaison entre l'émetteur à très haute fréquence (VHF) et les colliers de repérage du système de positionnement global (GPS) (Mech et Barber, 2002; WildlifeACT, 2014; Rasiulis *et. al.*, 2014). *Les modèles moins récents de colliers GPS stockent les données jusqu'à ce que le collier soit physiquement récupéré, ce qui reste une option pour réduire les coûts d'acquisition des données.



4. Suivi des femelles par collier émetteur

4.2 APTITUDE À LA SURVEILLANCE

4.2.1 PARAMÈTRES DE SUIVI DES POPULATIONS DE CARIBOUS

À partir du tableau comparatif 1 : Choisir une méthode de suivi qui convient le mieux à vos objectifs

x	La méthode n'est pas appropriée à l'évaluation du paramètre	Répartition			Abondance				Démographie			Santé			
		Répartition/ Occupation	Dispersion/ Mouvement	Utilisation de l'habitat	Densité de la population	Taille de la population	Taille effective de la population	Décomptes minimaux	Tendance de la croissance démographique	Survie/Mortalité	Recrutement/ Reproduction	État corporel	Maladies	Autres indicateurs de santé	Recherche de nourriture/nutrition
✓	La méthode permet de collecter des informations ou, combinée à d'autres méthodes, d'émettre des déductions														
✓✓	La méthode permet de collecter des informations considérables et est appropriée à l'évaluation du paramètre														
✓✓✓	La méthode est la plus appropriée ou vise spécifiquement l'évaluation de ce paramètre														
<i>Remarque : le tableau est conçu pour une utilisation combinée à d'autres outils de la trousse de suivi et peut ne pas refléter les particularités associées aux régions lorsqu'utilisé seul.</i>															
Télémétrie	Suivi des femelles par collier metteur/échantillonnage	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓	x	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓

**Notez que les seuls paramètres énumérés ici sont les paramètres primaires de la population qui sont explorés en détail dans le Tableau comparatif 1 pour permettre une comparaison standardisée entre les approches de surveillance. Toutes les autres informations qui peuvent être obtenues à partir de cette méthode sont détaillées dans la section suivante « Paramètres et informations supplémentaires ».

4.2.2 PARAMÈTRES DE SUIVI ET INFORMATIONS (SUPPLÉMENT AU TABLEAU COMPARATIF 1)

Les études télémétriques exigent que les caribous soient capturés vivants et manipulés en vue du déploiement des colliers. Il s'agit d'une occasion rare d'observer l'état corporel de l'animal, ses caractéristiques morphométriques et de collecter des échantillons qui ne seraient autrement pas accessibles (poils, matières fécales d'un individu connu, sang, tissus). Ces éléments d'information aident à évaluer la santé des individus et de la population (Carlsson *et al.*, 2019; et Ewacha *et al.*, 2017). Bien que profitable, cette pratique n'est pas une condition requise au succès de l'étude télémétrique. En tant que tel, nous catégorisons la collection des éléments suivants comme « opportune ».

- L'indice d'état corporel est estimé en notant la graisse sur plusieurs sites et en la multipliant par la masse corporelle (Gerhart *et al.*, 1996).
- L'exposition à différents parasites et maladies peut être dépistée en prélevant des échantillons de sang (Turgeon *et al.*, 2018, Carlson *et al.*, 2019)
- Il est également possible d'évaluer d'autres indicateurs de santé tels que la gestation, l'âge, la parturition, le stress et les oligo-éléments (Rettie et Messier, 1998; Schaefer *et al.*, 1999; Ewacha 2017).
- Des échantillons de matières fécales, de sang ou de tissus peuvent être prélevés par le personnel sur le terrain; une formation sur la collecte sera requise (consulter à ce sujet le travail de Brodeur *et al.* [2017] sur le caribou migrateur).



4. Suivi des femelles par collier émetteur

4.2.3 APPLICATIONS

- Les colliers émetteurs fournissent des données fondées sur l'emplacement qui renseignent la modélisation de la répartition et de l'occupation de l'habitat (White et Garrott, 1980).
- Ils fournissent également des données sur la survie. Un collier en mouvement indique que le caribou est vivant, alors que l'absence de mouvement sur une période préprogrammée indique un changement de comportement (WildlifeACT, 2014; Rasiulis *et. al.* 2014). Par exemple, dans le cadre d'une étude, Thompson *et. al.* (2012) ont défini le signalement GPS de mortalité comme une période de 16 heures d'inactivité.
- Les signalement permettent d'investiguer la cause de la mortalité. Une fois que le signalement GPS de mortalité reçu, le site supposé de l'événement est visité



Crédit photo : Chuck Grandy

- pour y collecter des renseignements et des échantillons biologiques qui permettent généralement de déterminer la cause du décès. Les renseignements recueillis sur le site comprennent des signes de prédation, de stress ou de mortalité naturelle. Les échantillons peuvent inclure des os, de la fourrure ou du sang (Rasiulis *et. al.*, 2014; Mahony *et. al.*, 2016; Larter et Allaire, 2018).
- La parturition et la survie des faons sont aussi déduites à partir des données GPS, sur la base des « mouvements pré-vêlage » (e.g., Thompson *et. al.*, 2012; DeMars *et. al.*, 2013; Larter et Allaire, 2018). Dans leur étude, Thompson *et. al.* ont noté que la réduction des mouvements n'implique pas uniquement un événement de mise bas. Il est possible de vérifier les cycles de mouvement au moyen des colliers-caméras (voir section 5) ou par reconnaissance aérienne (voir section 1).
- Bien qu'il s'agisse d'une pratique courante, l'utilisation des données des colliers pour la délimitation de l'aire de répartition de la population du caribou boréal présente des défis (CNSCB 2019). Premièrement, les individus mâles de l'espèce ne sont fréquemment pas pris en compte, car ils ne sont généralement pas ciblés pour la pose de colliers. Cela peut entraîner des « lacunes » dans les modèles de répartition, comme l'illustrent Brodeur *et. al.* (2017) relativement aux caribous migrateurs. Deuxièmement, si les colliers n'envoient pas les données de localisation assez fréquemment, il est possible que la taille du domaine vital soit faussement représentée (Joly, 2005). Or, si les colliers envoient trop fréquemment les données de localisation, la batterie se décharge plus rapidement, ce qui précipite le besoin de recapturer l'animal (e.g., Mech et Barber, 2002; Joly, 2005). Troisièmement, les communautés autochtones sont en droit de s'opposer aux techniques de suivi invasives telles que la pose de colliers, et un dialogue sérieux devrait être engagé afin de déterminer si cette méthode est appropriée. Par exemple, le CNSCB (2019) a constaté que certains détenteurs du savoir traditionnel s'opposent à la pose de colliers sur les caribous pour la délimitation des aires de répartition. Par conséquent, plutôt que d'utiliser uniquement les données des colliers émetteurs pour délimiter une aire de répartition, on envisagera d'obtenir des données d'observations complémentaires par d'autres méthodes (Dzus, 2001; BC RIC, 2002; ASRD, 2010; MNRF, 2014; DeMars *et. al.*, 2017; MFFP, 2019).



4. Suivi des femelles par collier émetteur

4.2.4 AVANTAGES

- Le suivi de la population par collier émetteur est pratiqué depuis longtemps au Canada, ce qui donne la possibilité de détecter les changements dans l'espace et dans le temps (CNSCB, 2019; Johnson et. al., 2020).
- Les colliers émetteurs télémétriques complètent des projets en cours. Par exemple, dans le cadre d'une étude basée sur des relevés aériens, les données télémétriques serviront d'indice de correction pour redresser des résultats entravés par des problèmes de détectabilité (voir l'introduction du chapitre « Relevés aériens » et les renvois aux références).
- Alors que les relevés aériens ne fournissent qu'un aperçu de la répartition et de l'occupation en hiver, les études télémétriques révèlent la répartition saisonnière et les cycles d'occupation. Il convient de noter que cela suppose que le nombre d'animaux munis de collier suffit à représenter la population comme le

soulignent Murray (2006) et Brodeur et. al. (2017) relativement au caribou migrateur.

4.2.5 INCONVÉNIENTS

- Si les caribous mâles n'ont pas été munis de colliers dans le cadre d'un programme de suivi, la taille, la densité et les rapports de masculinité de la population risquent de ne pas être déterminés de manière fiable à partir des seules données télémétriques.
- Les programmes de suivi basés sur la télémétrie nécessitent généralement un investissement continu de fonds sur une longue période en prévision du déploiement des colliers et des coûts associés à la collecte des données comme telle. Le déploiement des colliers est onéreux, il requiert le pilotage d'un hélicoptère et l'emploi de personnel ayant des compétences spécifiques. Il s'agit en outre d'une pratique gourmande en combustibles fossiles.

4.3 CONSIDÉRATIONS ET EXIGENCES

À partir du tableau comparatif 2 : Comparaison de l'aptitude à la surveillance et des exigences des méthodes de suivi :

Échelle spatiale		Échelle spatiale		Besoins en matière de données **		Implication de la communauté		Ressources			Considérations éthiques		
Zone d'étude locale	Aire régionale	Exigences minimales d'échantillonnage	Capacité à évaluer l'indice de confiance des données	Possibilités locales	Application conjointe du savoir autochtone	Frais d'équipement	Frais de personnel	Compétences requises	Capture/manipulation	Stress potentiel associé au suivi	Empreinte carbone		
✓ La méthode permet de collecter des informations à cette échelle spatiale	✓✓ La méthode est appropriée pour une application à cette échelle spatiale												
✓✓✓ La méthode est la plus appropriée pour une application à cette échelle spatiale													
Application combinée du savoir autochtone : P - Planification D - Collecte des données A - Analyse R - Rapports													
Remarque : Le tableau est conçu pour une utilisation combinée à d'autres outils de la trousse de suivi et peut ne pas refléter les particularités associées aux régions lorsqu'utilisé seul.													
Télémétrie	Suivi des femelles par collier émetteur	✓	✓✓✓	Variable (voir texte)	Élevé	Bas/Modéré	P	Élevé	Modéré	Élevé	Oui	Bas/Modéré	Modéré

**Deux notes relatives à l'échelle spatiale pour l'imagerie aérienne représentent respectivement les aéronefs pilotés et les aéronefs sans pilote // ** Il ne s'agit que de lignes directrices générales; reportez-vous au texte pour plus de détails sur les exigences d'échantillonnage.



4. Suivi des femelles par collier émetteur

- À moins que les faons ne soient ciblés pour la pose de colliers vers l'âge d'un an, l'âge des individus est souvent inconnu* et les évaluations démographiques (succès de reproduction et survie) sont potentiellement biaisées. Cela peut être atténué si l'âge auquel l'animal a été muni d'un collier et le nombre d'années pendant lesquelles l'a porté sont inclus dans les analyses (Schaefer *et. al.*, 1999; Prichard *et. al.*, 2012 [relativement au caribou migrateur]).

*Dans certaines régions, l'âge des individus est estimé au moment de la manipulation, en fonction de l'usure des dents.

4.3.1 SPATIAL SCALE

- Les études fondées sur la télémétrie sont souvent menées à l'échelle de l'aire de répartition de la population, car il est ainsi possible de suivre de nombreux caribous tout au long de la dispersion et pendant tout un cycle annuel, ou aussi longtemps que dure la batterie.



Crédit photo : Al Arsenaault

- L'étendue de la zone géographique couverte par un collier donné est potentiellement limitée par « l'autonomie de la batterie, le poids du collier, la capacité de stockage et de transmission et la fréquence requise de capture des animaux » (Joly, 2005); cependant, les colliers récents couvrent une longue période (autonomie), sont légers et ont la capacité de transmettre des emplacements à distance — c'est-à-dire que l'échelle spatiale qu'ils couvrent est plus souvent circonscrite par la durée de vie du caribou et la durée du programme de télémétrie (Rasiulis *et. al.*, 2012).
- Les colliers de télémétrie sont reconnus pour leur capacité à collecter une abondance de « données spatiales et temporelles de localisation des animaux à petite échelle » (Hebblewhite *et. al.*, 2007) au niveau des individus.

4.3.2 BESOINS EN DONNÉES

- Une évaluation fiable de la survie nécessite le suivi de 35 individus munis d'un collier dans des populations de taille moyenne à grande (i.e. > 100 individus) ou de 20 à 30 individus munis d'un collier dans de petites populations (i.e. de 25 à 50 individus) (Art Rogers, données non publiées).
- Les exigences relatives au nombre de colliers, au nombre d'emplacements par collier et au nombre d'années d'observations sont déterminées par la conception de l'étude et la question de recherche. Considérons par exemple le rapport entre l'objectif des études suivantes et la fréquence de localisation et l'étendue couverte par les relocalisations : l'évaluation de la survie nécessite aussi peu qu'une relocalisation approximative par mois, tandis que la documentation de la sélection de l'habitat exige beaucoup plus de données d'emplacements et qu'elles soient plus précises.

4.3.3 IMPLICATION DES COMMUNAUTÉS

Possibilités d'implications des communautés locales

- Il convient d'impliquer les détenteurs de savoir traditionnel et locaux dans le déploiement et la récupération des colliers, par exemple, pour aider à garantir un échantillonnage représentatif de l'ensemble de la population et pour aider à capturer les animaux vivants (après une formation adéquate). Cependant, le travail sur le terrain est généralement de courte durée et saisonnier. Une fois les colliers déployés, la collecte des données télémétriques est généralement automatisée et effectuée à distance.



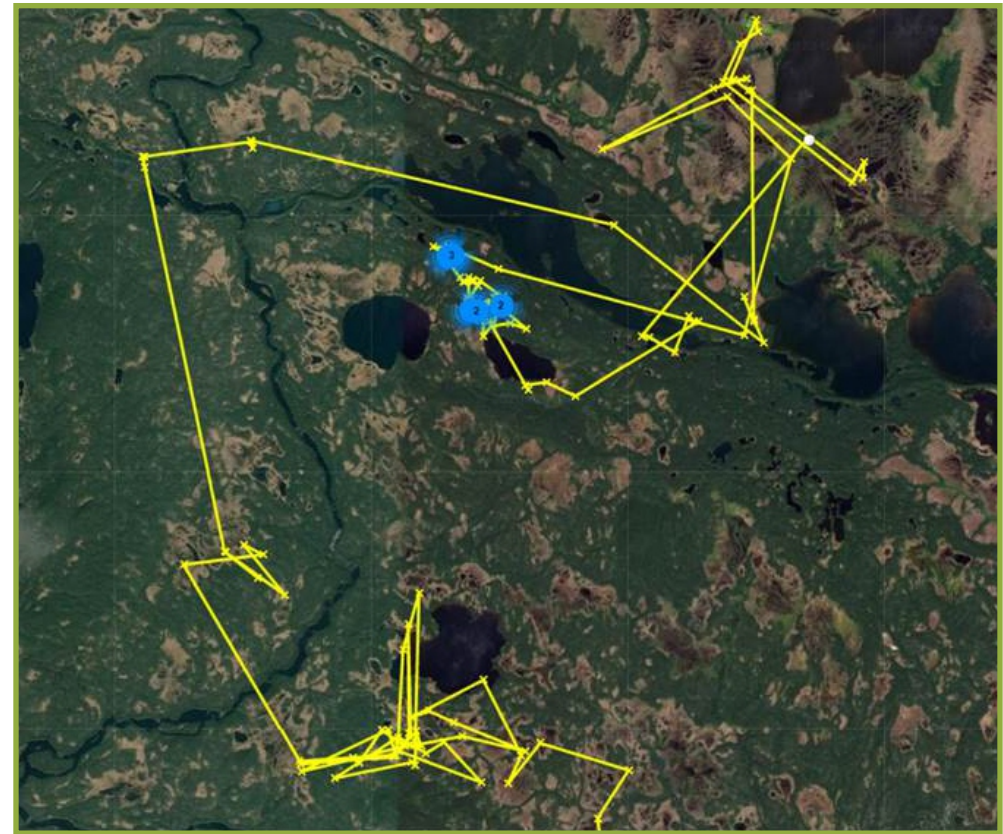
4. Suivi des femelles par collier émetteur

Potentiel d'application conjointe du savoir autochtone

Veillez noter que toute application du savoir autochtone doit être menée de façon transparente et conforme à l'accord de tous les intervenants, elle doit servir les communautés locales d'où proviennent les informations et respecter la gouvernance et la souveraineté des données autochtones locales.

- Planification
 - Le savoir autochtone permet de délimiter de la zone d'étude en l'absence d'autres données sur la répartition du caribou, de compléter les connaissances générales sur la répartition du caribou dans les zones où les données sont insuffisantes, et de vérifier les connaissances sur la répartition historique du caribou.
- Collecte de données
 - Les auteurs notent que bien qu'aucun exemple n'ait été fourni à ce sujet à ce jour, il n'est pas exclu que le savoir autochtone puisse renseigner davantage l'analyse des données de télémétrie. Si le lecteur a des informations susceptibles de compléter ces connaissances, veuillez contacter le secrétariat du CNSCB.
- Analyse
 - Les auteurs notent que bien qu'aucun exemple n'ait été fourni à ce sujet à ce jour, il n'est pas exclu que le savoir autochtone puisse renseigner davantage l'analyse des données de télémétrie. Si le lecteur a des informations susceptibles de compléter ces connaissances, veuillez contacter le secrétariat du CNSCB.
- Rapports
 - Les auteurs notent que bien qu'aucun exemple spécifique n'ait été fourni à ce sujet à ce jour, l'expérience acquise dans le cadre de programmes de suivi régionaux met en évidence les avantages d'une entraide mutuelle, tant dans l'élaboration des rapports de suivi que dans le partage des savoirs et des résultats de suivi. Par exemple, dans le cadre de travail scientifique en vue d'une publication universitaire ou dans une revue, des membres de la communauté locale (notamment les jeunes) auraient la

possibilité de collaborer à l'interprétation des résultats du programme et, par la suite, de partager les connaissances acquises au sein de leur communauté. Comme l'ont noté Raygorodetsky et Chetkiewicz (2017), ces réalisations sont possibles dans la mesure où les programmes de suivi régionaux sont fondés sur une pratique factuelle multiple.





4. Suivi des femelles par collier émetteur

Coût : \$\$\$

4.3.4 RESSOURCES

Frais d'équipement

- Les dépenses à considérer pour le suivi par collier émetteur varieront en fonction de l'utilisation d'un hélicoptère (ou d'un autre aéronef), de l'achat des colliers émetteurs requis, des frais de données associés aux colliers (dont le coût varie selon le système d'exploitation, la fréquence d'enregistrement et la fréquence de transmission des données) et de l'équipement pour la capture des animaux vivants (3 ensembles de filets de capture et de seaux ou plus un pistolet à filet et les entraves à chevilles).
- Pour le suivi aérien et la récupération du collier, l'hélicoptère (ou l'aéronef) doit être muni d'antennes externes pour la localisation télémétrique, comme l'expliquent Brodeur *et. al.*, (2017).

Frais en personnel

- La capture des animaux et l'installation des colliers, ainsi que le repérage aérien ultérieur nécessite l'emploi de personnel qualifié.
- Du personnel est également requis pour la surveillance à distance des données entrantes : la détection rapide des indicateurs de mortalité est particulièrement importante, afin d'accélérer l'accès aux sites d'évènement de mortalité.



Complexité logistique : **MODÉRÉE à COMPLEXE***

*Complexité logistique fortement dépendante de la disponibilité de personnel qualifié et des conditions de capture optimales

Compétences requises

- Le personnel de terrain doit être qualifié pour les soins et la manipulation des animaux.
- Il est particulièrement important que, dans le cadre d'études basées sur VHF, le personnel possède des compétences de localisation des animaux munis d'un collier tant pour la télémétrie au sol qu'à partir d'un aéronef. Le personnel doit également être compétent en matière de sexage, de classification et d'enquête associés aux animaux.
- La capture de caribous à partir d'un hélicoptère fait appel à un pilote possédant un ensemble de compétences et un niveau d'expérience appropriés.
- Quant à la détermination de cause de la mortalité des caribous munis d'un collier, le personnel doit avoir reçu une formation pour la procédure d'autopsie sur le terrain.

Capture/Manipulation : OUI

CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Capture/manipulation

- Les caribous sont manipulés de près pendant l'installation des colliers émetteurs GPS et VHF.
- Les études de télémétrie doivent suivre des protocoles stricts de soins des animaux (Sikes et Gannon, 2011), dont les limites de durée de rassemblement de la harde, de poursuite et de manipulation, sur le poids du collier et d'autres protocoles de suivi de l'état du caribou tout au long de la capture.



4. Suivi des femelles par collier émetteur

- En ce qui concerne le suivi du caribou boréal au Canada, des lignes directrices précises sur le poids, la taille et la forme des colliers n'ont pas encore été établies, mais les chercheurs doivent au moins suivre les lignes directrices établies par le Conseil canadien de protection des animaux (CCAC, 2003). Les colliers de conceptions récentes dont le poids est réduit sont susceptibles de minimiser les effets, tels que l'incidence sur la survie (Rasiulis *et. al.*, 2014). De plus, il est possible de modifier les colliers pour les caribous juvéniles, afin de permettre le suivi de la survie et des causes de mortalité (Mahoney *et. al.*, 2016).

Stress potentiel lié au suivi

- Le stress subi par l'animal est faible pendant le suivi (i.e. entre l'installation et le retrait du collier), bien que les effets du port d'un collier pendant de longues

périodes ne fassent pas l'objet d'un consensus (e.g., Mech et Barber, 2002, y compris les références citées, Rasiulis *et. al.*, 2014; CNSCB, 2019).

- Le collier GPS pour caribou, dont la durée est de 4 ans, pèse environ 700 à 900 g, ce qui représente environ 0,7 à 1,1 % du poids corporel modéré d'un caribou femelle établi sur une moyenne de 80 à 100 kg (Coutu modéré rier *et. al.*, 2009).

Empreinte carbone et impact sur l'environnement

- Modéré : l'accès au terrain pour l'installation des colliers sur les caribous se fait par hélicoptère, et les colliers munis uniquement d'émetteur VHF (sans GPS) impliquent une observation supplémentaire sur le terrain. En raison de la grande étendue spatiale des habitats des caribous, leur observation est également effectuée par avion.

4.4 EXEMPLES DE MISES EN PRATIQUE

LABRADOR Le ministère des Pêches et des Ressources terrestres de Terre-Neuve-et-Labrador utilise le suivi et l'échantillonnage des femelles munies d'un collier comme principale méthode de suivi des populations de caribou boréal. Le nombre de colliers déployés parmi chaque sous-population est déterminé sur la base d'une analyse de puissance afin d'assurer une taille d'échantillon suffisante pour l'évaluation précise des taux de survie annuels. Les caribous femelles adultes sont capturées par tir au filet à partir d'un hélicoptère, immobilisées avec des entraves et ont les yeux recouverts d'une cagoule. Elles sont ensuite munies d'un collier qui enregistre la position du caribou toutes les 12 heures et envoie une notification au personnel du Ministère si le collier cesse de bouger. Ces colliers émettent également un signal VHF, pour aider à localiser le caribou ultérieurement. Lors de la capture, des données et des échantillons liés à la santé et à l'état corporel du caribou sont recueillis. Ce processus dure 20 minutes, après quoi le caribou relâché s'éloigne. Les données de localisation et d'activité enregistrées par les colliers sont téléchargées à distance et fournissent les informations nécessaires pour suivre les taux de déplacement, délimiter les aires de répartition saisonnières et l'utilisation déterminante de l'habitat; les sources de perturbation humaine des populations de caribous et des aires de répartition sont ainsi réduites. Les capteurs de mortalité programmés des colliers permettent d'évaluer les taux de survie annuels à l'aide de modèles de devenir connu. Ils contribuent également à établir les principales causes de mortalité en renseignant le moment et le lieu de l'évènement de mortalité que le personnel pourra examiner. Les données combinées au moyen des emplacements GPS et de la fréquence VHF améliorent l'efficacité des dénombrements aériens ou des relevés de composition, car ils renseignent la stratification des relevés et aident à localiser rapidement les animaux. Les colliers actuellement déployés sur le caribou boréal dans la province ont une durée de vie d'environ 5 ans. Les données et les échantillons recueillis au moment de la capture des colliers sont utilisés pour étudier le stress et les hormones de reproduction, estimer les taux de gestation, surveiller les parasites et les maladies et identifier de potentiels problèmes nutritionnels.



4. Suivi des femelles par collier émetteur

4.4 EXEMPLES

ALBERTA Le gouvernement de l'Alberta utilise le suivi des caribous femelles par collier émetteur pour aider à déterminer le rapport faon/femelle d'une harde. Ces informations permettent d'évaluer la fertilité et le taux net de reproduction (R0) estimé d'une harde. Le suivi est réalisé au moyen de relevés aériens des hardes de caribous boréaux de la province où se trouvent les femelles équipées d'un collier VHF ou satellite. La fréquence spécifique d'un tel collier est transmise au récepteur radio et le signal est suivi jusqu'à ce que l'individu soit localisé. La validation des individus est confirmée par l'identification visuelle d'un collier, et parfois même par une photographie capturée par un appareil muni d'un téléobjectif. Une fois l'individu localisé, les observateurs enregistrent le collier repéré, effectuent un dénombrement de tous les individus présents au sein de la harde et identifient visuellement le sexe et la structure par âge (faon/juvenile/adulte) des individus présents. La prise de photos des groupes repérés assignée à l'un des observateurs lors des relevés de recrutement femelle-faon chez le caribou boréal s'est avérée un moyen efficace de vérifier la classification des individus une fois le relevé terminé. Enfin, le suivi d'un même troupeau sur plusieurs années permet au personnel de déterminer à la fois le taux de recrutement femelle-faon et la probabilité que de nouveaux individus dans la harde puissent contribuer génétiquement à la prochaine génération. Un faible nombre de faons est un indicateur probable de stress de la harde ou d'un taux potentiellement élevé de prédation sur les faons — des recherches supplémentaires (tel qu'un suivi continu) sont justifiées dans de tels cas.





5. Colliers caméra



5.1 EN UN COUP D'ŒIL

Le collier caméra est une technologie récemment intégrée au suivi du caribou, où une caméra vidéo et la batterie requise sont montées sur un collier GPS modifié (Thompson *et. al.*, 2012; Newmaster *et. al.*, 2013). Les caméras enregistrent des vidéos pendant une durée prédéfinie et à intervalles fixes pendant la journée, fournissant un aperçu de la vie de chacun des animaux en étant munies. Ces caméras sont particulièrement utiles pour observer des comportements inhabituels ou rarement détectés, et complètent les émetteurs conventionnels pour localiser et suivre des individus insaisissables. Les colliers seront récupérés pour recueillir les enregistrements vidéo, soit en capturant l'animal, soit en utilisant des colliers munis d'un mécanisme de chute.

La configuration la plus courante pour les ongulés consiste à monter la caméra à la base du collier, vers l'arrière de la mâchoire, de façon à ce que l'objectif soit dirigé vers l'avant. Lotek Wireless Inc. a été la première entreprise à proposer la caméra en complément au collier GPS courant, mais de plus en plus de sociétés les proposent désormais (e.g., Vectronic Aerospace). Il est en outre possible d'acheter les caméras directement auprès du concepteur de caméra (e.g., Ex-eye LLC) et de les fixer sur des colliers préalablement acquis. L'utilisation de colliers-caméras se fait soit indépendamment, soit conjointement à celle des colliers GPS courants dans le cadre de programmes de suivi télémétrique.



5. Colliers caméra

5.2 APTITUDE À LA SURVEILLANCE

5.2.1 PARAMÈTRES DE SUIVI DES POPULATIONS DE CARIBOUS

Par renvoi au tableau comparatif 1 : Choisir une méthode de suivi qui convient le mieux à vos objectifs

		Répartition			Abondance				Démographie			Santé			
		Répartition/ Occupation	Dispersion/ Mouvement	Utilisation de l'habitat	Densité de la population	Taille de la population	Taille effective de la population	Décomptes minimaux	Tendance de la croissance démographique	Survie/Mortalité	Recrutement/ Reproduction	État corporel	Maladies	Autres indicateurs de santé	Recherche de nourriture/Nutrition
x	La méthode n'est pas appropriée à l'évaluation du paramètre														
✓	La méthode permet de collecter des informations ou, combinée à d'autres méthodes, permet d'émettre des déductions														
✓✓	La méthode fournit des informations considérables et est appropriée à l'évaluation														
✓✓✓	La méthode est la plus appropriée ou vise spécifiquement l'évaluation du paramètre														
Le tableau est conçu pour une utilisation combinée à d'autres outils de la trousse de suivi et peut ne pas refléter les particularités associées aux régions lorsqu'utilisé seul.															
Télémétrie	Colliers caméra	✓✓	✓	✓✓	x	x	x	x	x	✓	✓✓	✓	✓	✓	✓✓✓

**Notez que les seuls paramètres énumérés ici sont les paramètres primaires de la population qui sont explorés en détail dans le Tableau comparatif 1 pour permettre une comparaison standardisée entre les approches de surveillance. Toutes les autres informations qui peuvent être obtenues à partir de cette méthode sont détaillées dans la section suivante « Paramètres et informations supplémentaires ».





5. Colliers caméra

5.2.2 PARAMÈTRES DE SUIVI ET INFORMATIONS (SUPPLÉMENT AU TABLEAU COMPARATIF 1)

- L'échantillonnage opportun au moment de la pose et de la récupération du collier caméra comprend la collecte de poils, de sang, d'échantillons fécaux (Brockman *et. al.*, 2017) ou de données sur l'état corporel par le personnel formé ou par une équipe de capture expérimentées, le cas échéant (Cook *et. al.*, 2010).
- Bien que la caméra soit utilisée comme une fonction ajoutée au collier GPS, les vidéos sont à même de fournir des renseignements sur la répartition et l'utilisation de l'habitat.
- En plus des paramètres énumérés ci-dessus, les colliers caméra permettent d'obtenir des renseignements, notamment sur :
 - Les conditions météorologiques, l'abondance et le harcèlement par des insectes et des ressources d'un habitat
 - La mortalité associée à la recherche de nourriture ou à la prédation (comme le font les colliers GPS courants)
 - Les facteurs sociaux comme la taille du groupe et la composition par âge et par sexe
 - La réaction aux prédateurs
 - L'évaluation de l'emploi du temps et des dépenses énergétiques quotidiens. Par exemple, chez les ours, les colliers caméra ont été utilisés pour observer les comportements de traque, de sommeil, d'accouplement, de toilette et les caractéristiques quantitatives d'événements de prédation singuliers tels



Crédit photo : Gerry Racey

- que le temps de traque et de contact (Brockman *et. al.*, 2017)
- L'état des natalités et la période de vêlage (ex. DeMars *et. al.*, 2013; Viejou *et. al.*, 2018; Walker *et. al.*, 2020)
- La survie et santé des faons. Ces paramètres sont autrement difficiles à mesurer, car ce ne sont pas les faons comme tels qui portent les colliers. Les caméras dont sont équipés les colliers des femelles gestantes permettent d'exercer un suivi de la santé et la survie des faons en hiver (Walker *et. al.*, 2020)

5.2.3 APPLICATIONS

- Les colliers-caméras permettent d'obtenir des observations sur les comportements de recherche de nourriture à petite échelle. Par exemple, les vidéos captés au moyen de colliers-caméras s'avèrent particulièrement utiles pour déterminer le régime alimentaire estival du caribou, car la collecte de matières fécales est pratiquement impossible en été (Thompson *et. al.*, 2012; 2015, Cook *et. al.* [recherche en cours]).
- Des colliers-caméras sont utilisés pour vérifier les types d'habitats d'alimentation et corroborer les données de cartographie de l'habitat (Thompson *et. al.* document préliminaire non soumis à la publication).
- La fonction GPS du collier caméra permet de déterminer la répartition et Les colliers-caméras fournissent des renseignements importants sur le comportement reproducteur, la naissance et la survie des faons, et la parturition (e.g., Thompson *et. al.*, 2012; Grégoire, 2017; Viejou *et. al.*, 2018; Walker *et. al.*, 2020)
- Dans le cas où des colliers-caméras sont placés sur des prédateurs du caribou, il est possible d'identifier les classes d'individus prédateurs responsables de la majorité de la mortalité, cette pratique renforcerait la recherche sur les prédateurs et les programmes de gestion (Brockman *et. al.*, 2017)
- Bien que les colliers-caméras renseignent sur la composition du régime alimentaire et le comportement de recherche de nourriture, ils ne permettent cependant pas de collecter deux informations requises à l'évaluation de la valeur nutritionnelle associée aux habitats : la masse des bouchées pour calculer l'apport (grammes par unité de temps) et la teneur en nutriments des régimes alimentaires (énergie, protéines, composés secondaires).



5. Colliers caméra

Actuellement, les données précises sur la masse des bouchées sont recueillies exclusivement par le biais d'études localisées avec des animaux domestiqués. Il est possible d'obtenir des données sur la teneur en éléments nutritifs au moyen de simulation de régime alimentaire auprès d'animaux domestiqués par l'analyse du contenu de l'estomac, bien que les écarts associés à la rapidité de digestion de différents fourrages puissent biaiser les résultats (Shiple, Cook et Hewitt [sous presse]).

- Les colliers-caméras ne conviennent pas à la collecte de données de localisation de l'animal étant donné que ces renseignements sont en mesure d'être obtenus à l'aide d'un collier GPS courant; le poids supplémentaire de la caméra serait dans ce cas superflu.
- Les colliers-caméras sont à proscrire dans les zones d'activités humaines soutenues en raison du respect de la vie privée.

5.2.4 AVANTAGES

- Les renseignements collectés par colliers-caméras complètent efficacement ceux obtenus par colliers GPS ou par appareils à déclenchement automatique.
- Les programmes de suivi par colliers-caméras sont souvent combinés avec les programmes de suivi GPS établis afin de rentabiliser et d'accroître l'efficacité des deux méthodes.
- Les colliers-caméras offrent, à petite échelle, un accès à des détails concernant le comportement du caribou et de la sélection de l'habitat qui étaient auparavant inconnus. De telles connaissances ont le potentiel de renverser (ou de modifier) des perceptions erronées sur le comportement et la sélection de l'habitat (McNeill *et. al.*, 2020; Thompson *et. al.*, document préliminaire non soumis pour publication). Par exemple, Thompson *et. al.* (2012) présentaient une observation de la mise bas du caribou dans un habitat différent de celui déduit d'autres méthodes d'observation (et non sur une île, comme il avait été pressenti, mais plutôt dans un habitat d'épinettes, loin des lacs avoisinants). De même, le programme de recherche Caribou Ungava, dans le nord du Québec, a observé des femelles mangeant le placenta après le vêlage et consommant de nombreux champignons pendant l'été — des comportements non rapportés dans d'autres troupeaux (S. Plante, communication personnelle).

- Une caméra peut être programmée soit pour enregistrer des vidéos à des intervalles spécifiés pendant la journée et d'une durée déterminée, soit pour être activée par des événements précis (selon les motifs d'activation de naissance, de mortalité).

5.2.5 DÉSAVANTAGES

- L'achat initial, le déploiement et la récupération de colliers-caméras constituent des frais importants (amoindris lorsque combinés à un programme de suivi télémétrique avec colliers émetteurs).
- Semblablement à la plupart d'autres colliers de télémétrie, la taille et le poids des colliers-caméras courants, et par ailleurs non extensibles, excluent qu'ils soient posés sur les faons (Rasiulis *et. al.*, 2014)

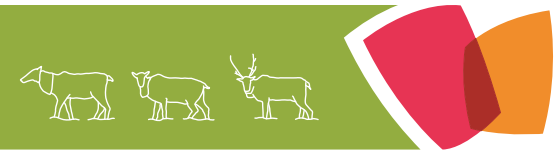




5. Colliers caméra

- Le champ de vision est limité et dépend du placement de la caméra (Cook *et. al.*, *recherche en cours*).
- De plus, la qualité vidéo dépend des conditions ambiantes. Par exemple, si une caméra est déployée pendant les saisons pluvieuses ou enneigées, les vidéos seront probablement brumeuses ou floues; les données ne peuvent pas être collectées la nuit; et des conditions ensoleillées réduisent la qualité des vidéos pour l'analyse (Thompson *et. al.*, 2012, Cook *et. al.*, *recherche en cours*).
- Les taux de défaillance des caméras sont parfois élevés et l'autonomie de la batterie limite la quantité de données pouvant être enregistrées avant la collecte. Les caméras Exeye disposent de 104 heures d'enregistrement, mais avec une perte de batterie de 10 à 15 % par mois, elles ne peuvent enregistrer qu'environ 24 heures de vidéo sur 36 semaines (Thompson *et. al.*, 2012, Cook *et. al.*, *recherche en cours*).
- Pour accéder aux vidéos, les colliers doivent être récupérés (soit en recapturant l'animal, soit par mécanisme de chute); il n'existe actuellement aucune possibilité de transfert par satellite.
- La fiabilité et la précision de cette technique d'étude sur l'alimentation devraient faire l'objet d'une évaluation indépendante et rigoureuse étant donné la variabilité entre les animaux, les conditions de l'habitat, la qualité vidéo et les observateurs vidéo. À ce stade, il convient d'être prudent quant à l'interprétation des données jusqu'à ce qu'une évaluation supplémentaire soit effectuée (Cook *et. al.*, *recherche en cours*).
- L'analyse demande généralement beaucoup de temps, puisque les études sont à même d'inclure des dizaines de milliers de vidéos (Thompson *et. al.*, 2015; Cook *et. al.*, *recherche en cours*).
- La précision de l'analyse peut dépendre de l'expertise de l'observateur (e.g., sa connaissance de la flore locale, du comportement du caribou) (Cook *et. al.*, *recherche en cours*).





5. Colliers caméra

5.3 CONSIDÉRATIONS ET EXIGENCES

Par renvoi au tableau comparatif 2 : Comparaison de l'aptitude à la surveillance et des exigences des méthodes de suivi

Échelle spatiale		Zone d'étude locale		Besoins en données **		Implication de la communauté		Ressources			Considérations éthiques		
		Local/study area	Aire régionale	Exigences minimales d'échantillonnage	Capacité à évaluer l'indice de confiance des données	Possibilités locales	Application conjointe du savoir autochtone	Frais d'équipement	Frais de personnel	Compétences requises	Capture/manipulation	Stress potentiel associé au suivi	Empreinte carbone
✓	La méthode permet de collecter des informations à cette échelle spatiale												
✓✓	La méthode est appropriée pour une application à cette échelle spatiale												
✓✓✓	La méthode est la plus appropriée pour une application à cette échelle spatiale												
Application combinée du savoir autochtone : P - Planification D - Collecte des données A - Analyse R - Rapports Remarque : Le tableau est conçu pour une utilisation combinée à d'autres outils de la trousse de suivi et peut ne pas refléter les particularités associées aux régions lorsqu'utilisé seul.													
Télémétrie	Colliers-caméras	✓✓✓	✓	Variable (voir texte)	Inconnu	Modéré	P, A	Élevé	Modéré/Élevé	Modéré	Oui	Faible/Modéré	Modéré

**Deux notes relatives à l'échelle spatiale pour l'imagerie aérienne représentent respectivement les aéronefs pilotés et les aéronefs sans pilote // ** Il ne s'agit que de lignes directrices générales; reportez-vous au texte pour plus de détails sur les exigences d'échantillonnage.

5.3.1 ÉCHELLE SPATIALE

- Les colliers-caméras conviennent aux études à petite échelle (e.g., un sous-ensemble de l'aire de répartition d'une population) en raison de l'autonomie limitée de la batterie. Cette méthode a tout de même pu servir à enregistrer les migrations estivales et automnales des caribous migrateurs couvrant des centaines de kilomètres.
- Les données provenant de plusieurs études à petite échelle peuvent être combinées pour étendre la zone d'étude, moyennant d'un niveau de précision des données, de la taille suffisante de l'échantillon (i.e. du nombre de colliers déployés et de la durée des vidéos collectées) et de la cartographie des caractéristiques déterminantes des habitats.

5.3.2 BESOINS EN DONNÉES ET CONFIANCE

Échantillons minimums par an

- La fréquence d'échantillonnage dépend quelque peu des colliers-caméras comme tels, car la configuration des appareils a une incidence sur l'autonomie de la batterie et conséquemment, sur la période durant laquelle les colliers sont portés par l'animal. Les premières versions de colliers-caméra fournissaient environ 24 heures d'enregistrement vidéo sur 36 semaines (Thompson et al., 2012), mais les produits plus récents peuvent fournir jusqu'à 70 heures de vidéo. Ainsi, la longueur et la fréquence des vidéoclips programmés et enregistrés déterminent la période de déploiement d'une caméra avant sa récupération.



5. Colliers caméra

- Actuellement, on ne sait pas comment la durée des vidéos et l'intervalle entre les captations affectent la confiance des données. Il conviendrait de s'attarder davantage et d'évaluer les stratégies d'échantillonnage afin de les rendre optimales à mesure que cette d'être développée. Par exemple, bien que des vidéos de 10 secondes par heure pendant la journée puissent suffire à capturer la présence d'un veau ou d'autres aspects de la vie des animaux, cet échantillonnage risque de ne pas être suffisant pour une représentation précise de la composition du régime alimentaire ou de l'emploi du temps. Des travaux supplémentaires sont nécessaires à ce sujet.



Crédit photo : Doug Mac Nearney

Années d'échantillonnage minimales

- Les objectifs d'utilisation des colliers-caméras influenceront grandement le nombre d'années de collecte de données nécessaires.
- En général, au moins deux années de données aident à tenir compte des variations de conditions météorologiques d'une année à l'autre et d'autres facteurs.
- En matière d'évaluation démographique, au moins une année de collecte de données est nécessaire pour déterminer la survie, notamment celle des faons. La collecte de données par les femelles appareillées durant la gestation doit durer au moins un an. Il s'agit par ailleurs du minimum requis pour les colliers GPS courants.

Capacité à évaluer l'indice de confiance des données

- Il s'agit actuellement de la plus grande « inconnue » associée à cette méthodologie de suivi. Cook *et. al.* (recherche en cours) ont installé des colliers-caméras sur des caribous, des wapitis, des orignaux, des cerfs de Virginie et des cerfs muets domestiqués, utilisant ainsi l'observation directe de ces animaux afin de déterminer une « norme de référence » de la composition du régime alimentaire évaluée à partir de colliers-caméra à petite échelle. Cette étude a été conçue avec l'objectif d'examiner l'incidence des conditions de l'habitat (e.g., la densité de la végétation), la façon dont les animaux se nourrissent (e.g., la vitesse à laquelle ils mangent, la diversité de leur régime alimentaire, s'il existe un biais en fonction du rôle des individus), des conditions ambiantes (e.g., les conditions météo, l'heure de la journée), de l'expérience des observateurs (e.g., des étudiants, des spécialistes en taxonomie des plantes ou en écologie de l'alimentation) et les variations selon les espèces d'ongulés. Ce projet est toujours en phase d'analyse, mais les résultats préliminaires suggèrent des limites à l'application de la technique en ce qui concerne la recherche de nourriture à petite échelle (Cook *et. al.*, recherche en cours).
- En ce qui a trait à la survie des faons, l'heure de la mort peut généralement être déterminée à un ou deux jours près, car le faon est généralement aperçu sur des enregistrements vidéo tous les jours. À cet égard, la recherche Caribou Ungava a montré que la date de la mort des faons est généralement déterminable au moyen de colliers-caméras (voir à la section d'exemple ci-dessous le projet de doctorat de Vuillaume, 2015 — aujourd'hui).



5. Colliers caméra

5.3.3 IMPLICATION DES COMMUNAUTÉS

Possibilités d'implications des communautés locales

- Les observations des membres de communautés locales permettent de valider les observations des comportements, de l'habitat d'alimentation et des déplacements effectués à partir de vidéos.
- Il conviendrait que les vidéos soient partagées avec les membres de communautés, le cas échéant.
- Il est possible de former des membres de communautés locales pour l'analyse des images et l'interprétation des comportements observés.

Potentiel d'application conjointe du savoir autochtone

Veillez noter que toute application du savoir autochtone doit être menée de façon transparente et conforme à l'accord de tous les intervenants, elle doit servir les communautés locales d'où proviennent les informations et respecter la gouvernance et la souveraineté des données autochtones locales.

- Planification
 - Le savoir autochtone permet de délimiter les aires de relevé et de compléter les connaissances générales sur la répartition du caribou dans les zones où les données sont insuffisantes, et de vérifier les connaissances sur la répartition historique du caribou.
 - Le savoir autochtone contribue à identifier les zones de déploiement des colliers-caméras afin de mieux comprendre les comportements des caribous.
- Collecte de données
 - Les auteurs notent que bien qu'aucun exemple n'ait été fourni à ce sujet à ce jour, il n'est pas exclu que le savoir autochtone puisse renseigner davantage l'analyse des données de télémétrie. Si le lecteur a des informations susceptibles de compléter ces connaissances, veuillez contacter le secrétariat du CNSCB.

- Analyse
 - Les auteurs notent que bien qu'aucun exemple n'ait été fourni à ce sujet à ce jour, il n'est pas exclu que le savoir autochtone puisse renseigner davantage l'analyse des données de télémétrie. Si le lecteur a des informations susceptibles de compléter ces connaissances, veuillez contacter le secrétariat du CNSCB.
- Rapports
 - Les auteurs notent que bien qu'aucun exemple spécifique n'ait été fourni à ce sujet à ce jour, les expériences acquises dans le cadre des programmes de suivi régionaux mettent en évidence les avantages d'une coopération pour l'établissement des rapports et le partage des savoirs et des résultats de suivi. Par exemple, dans le cadre de travail scientifique en vue d'une publication universitaire ou dans une revue, des membres de la communauté locale (notamment les jeunes) auraient la possibilité de collaborer à l'interprétation des résultats du programme et, par la suite, de partager les connaissances acquises au sein de leur communauté. Comme l'ont noté Raygorodetsky et Chetkiewicz (2017), ces réalisations sont possibles dans la mesure où les programmes de suivi régionaux sont fondés sur une pratique factuelle multiple.





5. Colliers caméra

Coût : \$\$\$

5.3.4 RESSOURCES

Frais d'équipement

- Les coûts d'équipement sont élevés — jusqu'à 4 000 CAD par collier-caméra; environ 1 200 CAD pour un collier usagé remis à neuf.
- Les colliers dotés d'un mécanisme de chute programmable sont plus chers. Acheté seul, le mécanisme coûte environ 400 CAD, mais il est généralement inclus dans « l'ensemble collier » (Lotek, Newmarket, Ontario).
- Il est possible d'amortir les coûts élevés associés au déploiement et à la récupération, la plupart du temps effectués en hélicoptère, en combinant une étude par caméra avec d'autres suivis nécessitant l'utilisation de colliers.

Frais en personnel

- Les coûts associés au personnel sont modérés à élevés. Le déploiement et la récupération des colliers demandent beaucoup de temps — il est possible de rentabiliser ces heures en combinant des activités visant d'autres objectifs.
- Une formation sérieuse ou une expertise sont requises, et l'examen et l'analyse des séquences demandent beaucoup de temps.



Crédit photo : Gerry Racey

Complexité logistique : MODÉRÉE à COMPLEXE*

*Complexité logistique fortement dépendante de la disponibilité de personnel qualifié et des conditions de capture optimales

Compétences requises

- Le déploiement et la récupération des colliers nécessitent un niveau de compétence modéré — il s'agit d'une méthode relativement simple, mais l'ajustement des colliers doit être effectué par du personnel expérimenté.
- Un niveau de compétence plus élevé est requis pour l'analyse des vidéos — selon les objectifs, des bénévoles ou des étudiants seront en mesure de s'en charger, mais dans d'autres cas, il est nécessaire de faire appel à un taxonomiste des plantes ou à un expert en botanique autre.

Capture/Manipulation : OUI

5.3.5 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Capture/manipulation

- La capture et la manipulation de l'animal sont nécessaires au déploiement des colliers. Une capture et une manipulation ultérieures seront requises pour récupérer un collier n'étant pas muni d'un mécanisme de chute programmable.
- S'il est effectué par du personnel bien formé, l'ajout d'une caméra vidéo dans les projets de colliers de télémétrie en cours n'implique aucune manipulation ou stress additionnel pour l'animal.

Stress potentiel lié au suivi

- Le stress subi par l'animal est faible pendant le suivi (i.e. entre l'installation et le retrait du collier), bien que les effets du port d'un collier pendant de longues périodes ne fassent pas l'objet d'un consensus (e.g., Mech et Barber, 2002, y compris les références citées, Rasiulis *et. al.*, 2014; CNSCB, 2019).



5. Colliers caméra

- Des batteries plus durables permettent des vidéos plus longues, mais ajoutent également du poids au collier. Les colliers-caméras les plus récents pèsent moins de 500 g, mais peuvent ne convenir qu'à une seule année d'étude en raison de la charge réduite de la batterie.

Empreinte carbone et impact sur l'environnement

- En raison de la nécessité d'utiliser un hélicoptère pour le déploiement des colliers, l'empreinte carbone est modérée ou élevée. Cependant, l'empreinte carbone due à l'ajout d'une caméra à un collier est faible.

5.4 EXEMPLES DE MISES EN PRATIQUE

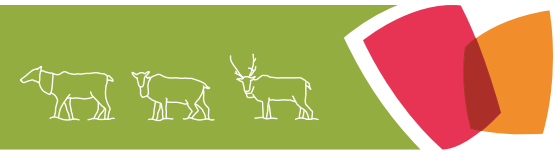
NORD DE L'ONTARIO Au Canada, les colliers-caméras ont été mis au point pour mener des études nutritionnelles dans le nord de l'Ontario (Thompson *et al.*, 2012; 2015; Newmaster *et al.*, 2013). Depuis lors, les vidéos provenant de colliers-caméras sont utilisées pour évaluer divers aspects du cycle biologique du caribou et des modes de sélection de l'habitat (McNeill *et al.*, 2020; Thompson *et al.*, document préliminaire non soumis pour publication). Par exemple, dans une étude récente, Walker *et al.* (2020) ont utilisé des colliers-caméras pour évaluer un modèle (DeMars *et al.*, 2013) qui vise à prédire les événements de naissance (parturition) et les événements de mortalité dans les 4 semaines suivant la naissance. L'identification initiale des événements de parturition et de mortalité néonatale n'aurait pas été possible sans les images du collier-caméra. Elles ont en outre permis aux chercheurs d'évaluer la précision de la modélisation de DeMars *et al.* (2013). La grande précision du modèle pour prédire la parturition (100 %) et la mortalité néonatale (88 %) étant validée, il a fait l'objet d'essais auprès d'individus dont le statut reproducteur était inconnu. Dans ce cadre, les chercheurs ont utilisé les données de localisation GPS associées aux colliers-caméras pour : a) déterminer la sélection de l'habitat pendant les périodes néonatale et post-partum et b) évaluer le risque de mortalité néonatale dans les 35 jours post-partum en relation avec les caractéristiques linéaires et les types de couvertures spatiales.

NORD DU QUÉBEC Deux projets en cours dans le cadre du programme de recherche Caribou Ungava font appel à des colliers-caméras. Par exemple, Vuillaume *et al.*, (*projet en cours*) utilisent des colliers-caméras pour évaluer la survie des faons à partir de la naissance (juin) jusqu'à septembre. Normalement, la classification est effectuée en novembre pour évaluer le recrutement; on en savait peu sur la période entre la naissance et la classification à l'automne. L'appariement des mères et des faons a été rendu possible par l'utilisation des colliers-caméras, ainsi que l'évaluation de la survie des faons sur une base quotidienne. Béland *et al.* (*projet en cours*) utilisent également des colliers de caméra pour évaluer la sélection d'habitats à petite échelle selon deux échelles d'analyse : 1) la sélection de l'habitat local en fonction de l'alimentation, et 2) la sélection des ressources alimentaires parmi la variété disponible. Les chercheurs ont mis au point une fiche de renseignements pour consigner tous les renseignements pertinents et afin de rationaliser le processus très chronophage d'extraction de renseignements détaillés à partir de vidéos (dont une grande partie a été effectuée par l'emploi d'étudiants de premier cycle). En plus de ces types de données ciblées, les vidéos ont fourni des descriptions qualitatives supplémentaires concernant la présence des insectes (absence, modérée, abondance, surabondance); il s'agit d'une première en matière d'évaluation de l'abondance des insectes à petite échelle relativement au caribou migrateur. Pour plus d'informations sur cette recherche en cours, consultez le site Web du projet <https://www.caribou-ungava.ca/>.



BIBLIOGRAPHIE

- Arsenault, AA (2003). Status and conservation management framework for woodland caribou (*Rangifer tarandus Caribou*) in Saskatchewan. Saskatchewan Environment Fish and Wildlife Technical Report 2003-03. 40 p.
- Alberta Sustainable Resource Development (ASRD). (2010). Aerial Ungulate Survey Protocol Manual.
- British Columbia Resources Inventory Committee (BC RIC). (2002). Aerial-based Inventory Methods for Selected Ungulates: Bison, Mountain Goat, Mountain Sheep, Moose, Elk, Deer and Caribou. ISBN : 0-7726-4704-6
- Brockman, C. J., Collins, W. B., Welker, J. M., Spalinger, D. E. et Dale, B. W. (2017). Determining kill rates of ungulate calves by brown bears using neck-mounted cameras. *Wildlife Society Bulletin* 41, 88–97
- Brodeur, V., Rivard, S., Dussault, C., Harvey, L. et Taillon, J. (2017). The Use of Satellite Telemetry to Estimate the Abundance of a Migratory Caribou Population. Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 25 pages. Rapport technique.
- Canadian Council on Animal Care. (CCAC) (2003). Guidelines on the care and use of wildlife. Canadian Council on Animal Care, Ottawa, Ont.
- Carlsson A. M., Curry, P., Elkin, B., Russell, D., Veitch, A., Branigan, M., et. al. (2019) Multi-pathogen serological survey of migratory caribou herds: A snapshot in time. *PLoS ONE* 14, e0219838.
- Chubbs, T. E., Keith, L. B., Mahoney, S. P. et McGrath, M. J. (1993). Responses of woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) to clear-cutting in east-central Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology* 71, 487-493.
- Cook, R. C., Cook, J. G., Stephenson, T. R., Myers, W. L., McCorquodale, S. M., Vales, D. J., Irwin, L. L., Hall, P. B., Spencer, R. D., Murphie, S. L., Schoenecker, K. A. et Miller, P. J. (2010). Revisions of rump fat and body scoring indices for deer, elk, and moose. *Journal of Wildlife Management* 74, 880–896.
- Cook, R. C., Berry, S. L., Crouse, J. A., Cook, J. G., Shipley, L. A., Denryter, K. A., Ulappa, A. et. al. *Recherche en cours*. Evaluation of video collars for use in foraging ecology of large ungulates.
- Courtois, R., Gingras A., Dussault, C., Breton, L., et Ouellet, J-P. (2003). An aerial survey technique for the forest-dwelling ecotype of Woodland Caribou, *Rangifer tarandus caribou*. *Canadian Field-Naturalist* 117, 546-554.
- Couturier, S., S. D. Coté, J. Huot, et R. D. Otto. 2009. Body condition dynamics in a northern ungulate gaining fat in winter. *Journal canadien de zoologie* 87:367-378.
- DeMars, C. A., Auger-Méthé, M., Schlägel, U. E., et Boutin, S. (2013). Inferring parturition and neonate survival from movement patterns of female ungulates: a case study using woodland caribou. *Ecology and Evolution* 3, 4149–4160.
- DeMars, C., Boulanger, J., et Serrouya, R. (2017). A literature review for monitoring rare and elusive species, and recommendations on survey design for monitoring boreal caribou. Rapport technique. Caribou Monitoring Unit, Alberta Biodiversity Monitoring Institute. https://cmu.abmi.ca/wp-content/uploads/2017/10/REPORT_DeMars_et_al_Lit-review-and-recommendations-report-MarchFINAL.pdf
- Dzus, E. (2001). Status of the woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in Alberta. Alberta Environment, Fisheries and Wildlife Management Division, and Alberta Conservation Association. *Wildlife Status Report No. 30*. Edmonton, AB. 47 p.
- Environnement Canada. (2011). Évaluation scientifique aux fins de la désignation de l'habitat essentiel de la population boréale du Caribou des bois (*rangifer tarandus caribou*) au Canada : Mise à jour 2011. https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/CW66-296-2011-fra.pdf
- Ewacha, M. V. A., Roth, J. D., Anderson, W. G., Brannen, D. C. et Dupont, D. L. J. (2017). Disturbance and chronic levels of cortisol in boreal woodland caribou. *Journal of Wildlife Management* 81, 1266-1275. doi:10.1002/jwmg.21288
- Galpern, P. et Manseau, M. (2013). Modelling the influence of landscape connectivity on animal distribution: a functional grain approach. *Ecography* 36, 1004-1016. doi: 10.1111/j.1600-0587.2012.00081.x
- Gerhart, K. L., White, R.G., Cameron, R.D. e Russel, D.E. (1996). Estimating fat content of caribou from body condition scores. *Journal of Wildlife Management* 60, 713-718.
- Grégoire, L. (2017). Caribou cams show calf birth, herd behaviour in Nunavik. Caribou Ungava project uses camera collars to track Leaf River herd. Nunatsiaq News. Consulté en ligne à partir de https://nunatsiaq.com/stories/article/65674caribou_cams_show_calf_birth_herd_behaviour_in_nunavik/ le 2 février 2020.
- Hebblewhite, M., Percy, M., et Merrill, E. H. (2007). Are all global positioning system collars created equal? Correcting habitat-induced bias using three brands in the central Canadian rockies. *Journal of Wildlife Management* 71, 2026-2033



BIBLIOGRAPHIE

- Hervieux, D., Hebblewhite, M., DeCesare, N. J., Russell, M., Smith, K., Robertson, S., et Boutin, S. (2013). Widespread declines in woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) continue in Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 882, 872–882.
- Joly, K., Dale, B. W., Collins, W. B., et Adams, L. G. (2003). Winter habitat use by female caribou in relation to wildland fires in interior Alaska. *Canadian Journal of Zoology* 81, 1192-1201.
- Joly, K. (2005). The effects of sampling regime on the analysis of movements of over-wintering female caribou in east-central Alaska. *Rangifer* 25, 67-74
- Johnson, C. A., Sutherland, G. D., Neave, E., Leblond, M., Kirby, P., Superbie, C. et McLoughlin, P. D. (2020). Science to inform policy: Linking population dynamics to habitat for a threatened species in Canada. *Journal of Applied Ecology* (sous presse). doi:10.1111/1365-2664.13637
- Larter, NC, et Allaire, DG (2010). Dehcho boreal caribou study progress report, April 2010. Environment and Natural Resources, Fort Simpson. https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/resources/progprep15_dehcho_boreal_caribou_study_final_ncl_2.pdf
- Lavelle, M. J., Blass, C. R., Fischer, J. W., Hygnstrom, S. E., Hewitt, D. G., et VerCauteren, K. C. (2015). Food habits of adult male white-tailed deer determined by camera collars. *Wildlife Society Bulletin* 39, 651–657.
- Mahoney, S. P., Lewis, K. P., Weir, J. N., Morrison, S. F., Glenn Luther, J., Schaefer, J. A., Pouliot, D. et Latifovic, R. (2016). Woodland caribou calf mortality in Newfoundland: insights into the role of climate, predation and population density over three decades of study. *Population Ecology* 58, 91-103. doi:10.1007/s10144-015-0525-y
- McNeill, E. P., Thompson, I. D., Wiebe, P. A., Street, G. M., Shuter, J., Rodgers, A. R., et Fryxell, J. M. (2020). Multi-scale foraging decisions made by woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in summer. *Canadian Journal of Zoology* 98, 331-341. <https://doi.org/10.1139/cjz-2019-0197>.
- Mech, L. et Barber, M. (2002). A Critique Of Wildlife Radio-tracking And Its Use In National Parks. U.S. National Park Service Report. 1-78.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec (MFFP). (2019). Inventaire aérien du caribou forestier (*Caribou Rangifer tarandus*) au cours de l'hiver 2019 dans le secteur de la Basse Côte-Nord. ISBN : 978-2-550 — 85343-5
- Ministry of Natural Resources and Forestry, Government of Ontario (MNRF). (2014). Integrated Assessment Protocol for Woodland Caribou Ranges in Ontario. Species at Risk Branch, Thunder Bay Ontario, vii + 95pp.
- Murray, D. L. (2006). On improving telemetry-based survival estimation. *Journal of Wildlife Management* 70, 1530–1543.
- Musiani, M., Leonard, J. A., Cluff, H.D., Gates, C.C., Mariani, S., Paquet, P.C., Vilá, C. et Wayne, R. K. (2007). Differentiation of tundra/taiga and boreal coniferous forest wolves: genetics, coat colour and association with migratory caribou. *Molecular Ecology* 16, 4149-4170.
- Newmaster, S. G., Thompson, I. D., Steeves, R. A. D, Rodgers, A. R., Fazekas, A. J., Maloles, J. R., McMullin, R. T., et Fryxell, J. M. (2013). Examination of two new technologies to assess the diet of woodland caribou: video recorders attached to collars and DNA barcoding. *Canadian Journal of Forest Research* 43, 897–900.
- Polfus, J. L., Heinemeyer, K., Hebblewhite, M., et Taku River Tlingit First Nation. (2014). Comparing Traditional Ecological Knowledge and western science in woodland caribou habitat models. *Journal of Wildlife Management* 78, 112-121.
- Prichard, A. K., Joly, K., et Dau, J. (2012). Quantifying telemetry collar bias when age is unknown: a simulation study with a long-lived ungulate. *Journal of Wildlife Management* 76, 1441–1449. doi: 10.1002/jwmg.394
- Raponi, M., Beresford, D. V., Schaefer, J. A., Thompson, I. D., Wiebe, P. A., Rodgers, A. R. et Fryxell, J. M. (2018). Biting flies and activity of caribou in the boreal forest. *Journal of Wildlife Management* 82, 833-839. doi:10.1002/jwmg.21427
- Rettie, W. J. et Messier, F. (1998). Dynamics of woodland caribou populations at the southern limit of their range in Saskatchewan. *Canadian Journal of Zoology* 76, 251-259.
- Rasiulis, A. L. V., Schmelzer, I., et Wright, C. G. (2012). The effect of temporal sampling regime on the characterization of home range for female boreal woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in Labrador, Canada. *Rangifer*, 20, 227-239.
- Rasiulis, A. L., Festa-Bianchet, M., Couturier, S., et Côté, S.D. (2014). The effect of radio-collar weight on survival of migratory caribou. *Journal of Wildlife Management* 78, 953–956; doi:10.1002/jwmg.722
- Schaefer, J., Veitch, A., Harrington, F., Brown, W., Theberge, J., et Luttich, S. (1999). Demography of Decline of the Red Wine Mountains Caribou Herd. *Journal of Wildlife Management* 63, 580-587. doi:10.2307/3802646
- Shiple, L. A, R. C. Cook, et D. G. Hewitt. Sous presse (2020). Techniques for Wildlife Nutritional Ecology. Pages 439-482 dans N. J. Silvy, éditeur. Research and management techniques for wildlife and habitats. Huitième édition. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA.



REFERENCES

- Sikes, R. S., et Gannon, W. L. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92, 235-253.
- Smith, K. G., Ficht, E. J., Hobson, D., Sorensen, T. C., et Hervieux, D. (2000). Winter distribution of woodland caribou in relation to clear-cut logging in west-central Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 78, 1433-1440.
- Thompson, I. D., Bakhtiari, M., Rodgers, A. R., Baker, J. A., Fryxell, J. M., et Iwachewski, E. (2012). Application of a high-resolution animal-borne remote video camera with global positioning for wildlife study: observations on the secret lives of woodland caribou. *Wildlife Society Bulletin* 36, 365–370; DOI: [10.1002/wsb.130](https://doi.org/10.1002/wsb.130).
- Thompson, I. D., Wiebe, P. A., Mallon, E., Rodgers, A. R., Fryxell, J. M., Baker, J. A., et Reid, D. (2015). Factors influencing the seasonal diet selection by woodland caribou (*Rangifer tarandus tarandus*) in boreal forests in Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 93, 87-98.
- Turgeon, G., Kutz, S. J., Lejeune, M., St-Laurent, M.-H., et Pelletier, F. (2018). *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 2, 90-94.
- Vuillaume, B. (2015-en cours). Projet de thèse de doctorat : Des colliers caméras pour l'étude de la survie des faons. Consulté le 04 avril 2020 à partir de : https://www.caribou-ungava.ca/publications/capsules/capsule__15_FR.pdf
- Viejou, R., Avgar, T., Brown, G. S., Patterson, B. R., Reid, D. E. B., Rodgers, A. R., Shuter, J., Thompson, I. D., et Fryxell, J. M. (2018). Woodland caribou habitat selection patterns in relation to predation risk and forage abundance depend on reproductive state. *Ecology and Evolution* 8, 5863–5872. doi: [10.1002/ece3.4124](https://doi.org/10.1002/ece3.4124).
- White, G. C., et R. A. Garrott. (1990). *Analysis of wildlife radio-telemetry data*. Academic Press, New York, New York, USA.
- Walker, P., Rodgers, A. R., Shuter, J. L., Thompson, I. D., Fryxell, J. M., Cook, J. G., Cook, R. C., et E. H. Merrill. (2020). Comparison of woodland caribou calving areas determined by movement patterns in northern Ontario. *Journal of Wildlife Management* (sous presse). doi:[10.1002/jwmg.21961](https://doi.org/10.1002/jwmg.21961)
- WildlifeACT. (2014). GPS and VHF Tracking Collars used for Wildlife Monitoring. Consulté en ligne à partir de <https://wildlifeact.com/blog/gps-and-vhf-tracking-collars-used-for-wildlife-monitoring/> le 25 mars 2020.



