

RAPPORT PRÉSENTÉ À LA
FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC (FFQ)



PROJET CARCAJ'OU ?
HABITAT POTENTIEL DU
CARCAJOU (*Gulo gulo*) AU QUÉBEC

Décembre 2012

PAR



Nous tenons à remercier la Fondation de la Faune du Québec d'avoir soutenu financièrement Nature Québec dans la réalisation de ce projet ainsi que la contribution de Mountain Equipment Co-op pour le volet géomatique du projet.



Gallais, Sophie et François Messier, 2012 (décembre).
Projet Carcaj'ou ? : Habitat potentiel du carcajou (Gulo gulo) au Québec. Rapport présenté à la Fondation de la faune du Québec. Nature Québec, 45 p.

Réalisation du projet et rédaction du rapport

Sophie Gallais, chargée de projet Aires protégées
François Messier, contractuel en géomatique

Crédits photographiques (page couverture)

© Larry Master, www.masterimages.org

ISBN 978-2-89725-012-6 (document imprimé)

ISBN 978-2-89725-013-3 (document PDF)

© Nature Québec, 2012

870, avenue De Salaberry, bureau 207, Québec (Québec) G1R 2T9

Table des matières

SOMMAIRE EXÉCUTIF.....	VI
INTRODUCTION.....	1
Résultats de l'étude ontarienne et perspectives.....	1
Intérêt porté par Nature Québec à la conservation du carcajou	2
Objectif du projet.....	3
MÉTHODOLOGIE	4
Mentions d'observation	4
Absence d'une aire de répartition	6
Acquisition des données	8
<i>Couvert de neige printanier</i>	<i>8</i>
<i>Topographie et escarpement.....</i>	<i>11</i>
<i>Couverture du sol.....</i>	<i>16</i>
<i>Disponibilité de la nourriture</i>	<i>18</i>
<i>Empreinte humaine.....</i>	<i>22</i>
Superposition des critères à l'étude	26
RÉSULTATS.....	28
DISCUSSION	31
Secteurs d'intérêt.....	31
Manque d'informations au nord du Québec.....	34
Effet rescousse à étudier	34
LIMITES DE L'ÉTUDE	36
Résolution.....	36
Précision des données.....	36
Acuité des données	37

RECOMMANDATIONS.....38

CONCLUSION39

RÉFÉRENCES40

ANNEXE.....43

Liste des figures

Figure 1	Le carcajou (<i>Gulo gulo</i>)	1
Figure 2	Répartition régionale des rapports d’observation du carcajou traités par le MRNF depuis 2000 (n=78)	5
Figure 3	Répartition régionale des rapports d’observation du carcajou traités par le MRNF depuis 2000 (n=78) — Agrandissement	6
Figure 4	Aire de répartition possible du carcajou dans le passé.....	7
Figure 5	Couvert de neige.....	10
Figure 6	Sélection du site de mise bas pour le carcajou au sud de la Norvège pour le critère de l’altitude à l’échelle du paysage.....	11
Figure 7	Topographie.....	14
Figure 8	Escarpement	15
Figure 9	Couverture du sol.....	17
Figure 10	Disponibilité de la nourriture.....	21
Figure 11	Empreinte humaine	25
Figure 12	Empreinte humaine — Agrandissement.....	26
Figure 13	Habitats optimaux pour le carcajou.....	29
Figure 14	Habitats favorables pour le carcajou	30
Figure 15	Topographie – Agrandissements de certains secteurs favorables.....	32
Figure 16	Escarpement – Agrandissements de certains secteurs favorables.....	33
Figure 17	Répartition des rapports d’observation probables du carcajou et des habitats optimaux et favorables	35

SOMMAIRE EXÉCUTIF

La première phase du projet *Carcaj'ou? ?* a consisté en la rédaction d'une revue de littérature des connaissances sur le carcajou (*Gulo Gulo*) au Québec¹, dans le but d'apporter de nouveaux éléments concernant les facteurs de l'habitat qui pourraient influencer la présence de cette espèce dans la province.

La dernière synthèse des connaissances du carcajou au Québec remontait à plusieurs années. Un rapport sur la situation du carcajou dans la province a été produit en 1996². En 2003³, une évaluation de la situation de la population de l'Est a été réalisée par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Toutefois, il est important de rappeler qu'aucune étude du carcajou au Québec n'a été réalisée. Cette espèce a été majoritairement étudiée dans l'ouest canadien et états-unien, c'est-à-dire dans des régions montagneuses, de haute altitude. Considérant les différences significatives entre la géomorphologie québécoise et celle de l'ouest de l'Amérique du Nord, il semble donc difficile d'identifier l'habitat potentiel du carcajou au Québec uniquement sur la base de ces travaux.

Récemment, une étude importante s'est déroulée en Ontario dans le cadre du *Ontario Boreal Wolverine Project*⁴. Ce projet revêt un intérêt particulier pour le Québec, car, dans ce projet ontarien, le carcajou est étudié dans la forêt boréale de basse altitude, un biome jusqu'alors non investigué et comparable aux habitats du Québec. Cependant, il est important de noter que les résultats de cette étude soulignent également le manque de connaissances et le besoin d'investiguer davantage en Ontario pour mieux connaître le carcajou.

Ainsi, l'identification de l'habitat potentiel du carcajou au Québec demeure un exercice qui comporte des limites. Compte tenu des nombreux domaines bioclimatiques qui composent l'aire de répartition potentielle du carcajou au Québec (forêt boréale, taïga, tundra, zone arctique), du caractère généraliste du carcajou envers l'habitat, il a été décidé de se baser sur l'identification de sites favorables à la mise bas des femelles. En effet, la littérature révèle que, dans le cas de la sélection du site de mise bas, les femelles ont quelques exigences particulières envers les caractéristiques de l'habitat : couvert de neige, reliefs escarpés, isolement de l'humain, etc. De plus, l'étude ontarienne rapporte que les caractéristiques des sites de mises bas en forêt boréale de basse altitude se rapprochent des caractéristiques rapportées dans les nombreuses études portant sur les populations de l'ouest du pays. Ainsi, les connaissances acquises par les nombreuses études portant sur les régions montagneuses peuvent davantage être mises à contribution dans le présent travail. Toutefois, des recommandations seront formulées à la fin de cet exercice afin de rappeler les limites de ce dernier et les besoins pour mieux connaître le carcajou au Québec.

¹ Nature Québec, 2012.

² Moisan, 1996.

³ COSEPAC, 2003.

⁴ Wolverine Foundation, 2012.

INTRODUCTION

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE ONTARIENNE ET PERSPECTIVES

En 2010, Dawson *et al.*⁵ ont publié un article sur les caractéristiques des sites de mise bas du carcajou et la taille de son domaine vital en forêt boréale de faible altitude. Un des objectifs de cette étude était de comparer ces caractéristiques à celles qui ont été décrites dans des écosystèmes montagneux. Cette étude est la première qui effectue un suivi télémétrique de carcajous dans la zone centre de l'Amérique du Nord et qui décrit un site de mise bas en milieu boréal de faible élévation. Les résultats indiquent que :

- La taille des domaines vitaux des individus est comparable à celle des carcajous de l'ouest du pays.
- Les carcajous privilégient les secteurs de faible densité routière, ce qui corrobore les résultats obtenus dans l'Ouest canadien.
- Les sites de mise bas ne peuvent se retrouver à haute altitude, comme dans les régions montagneuses. Toutefois, le site suivi se retrouvait sur une colline. Aussi, les caractéristiques et la structure du site de mise bas sont similaires à celles de l'Ouest canadien : présence de bloc rocheux et d'arbres tombés. Considérant qu'en Ontario, l'altitude ne peut être un refuge pour les carcajous, la présence de ces structures serait donc particulièrement importante pour la sélection du site de mise bas.



© Larry Master, www.masterimages.org

Figure 1 | Le carcajou (*Gulo gulo*)

⁵ Dawson *et al.*, 2010.

INTÉRÊT PORTÉ PAR NATURE QUÉBEC À LA CONSERVATION DU CARCAJOU

Le carcajou est une espèce à grand domaine vital qui semble avoir besoin de vastes milieux non perturbés, loin de la présence humaine. Au Québec, il pourrait fréquenter les domaines de la forêt boréale, de la toundra forestière jusqu'à la toundra arctique. Toutefois, son écologie au Québec n'a pas été étudiée et sa situation est très mal connue, ce qui rend difficile la mise en place de mesures de conservation adaptées à cette espèce. La désignation du carcajou en tant qu'espèce en voie de disparition a conduit le gouvernement fédéral à mettre en place une équipe de rétablissement ayant pour mandat d'élaborer un plan national de rétablissement du carcajou (population de l'Est). Ce plan a été publié en 2005. Les actions énoncées à l'intérieur de ce document visent l'établissement d'une population autosuffisante de carcajous au Québec et au Labrador, c'est-à-dire, une population capable de se maintenir sans aucune intervention humaine⁶. Pour y parvenir, différents objectifs et une stratégie d'intervention ont été fixés.

Nature Québec a souhaité appuyer les membres de l'équipe de rétablissement dans la mise en œuvre de ce plan de rétablissement et y contribuer en s'impliquant dans la réalisation d'actions ciblées. Parmi les actions énoncées au sein de ce plan de rétablissement, il est à noter que plusieurs d'entre elles visaient en premier lieu à acquérir les connaissances nécessaires sur le carcajou, considérant les lacunes dans ce domaine. Aucune étude scientifique ne porte sur cette population de carcajou et il est difficile de prendre des mesures de protection adéquates sans ce préalable. Aussi, d'autres actions étaient proposées pour mettre de l'avant un programme de communication et d'éducation du public. La mauvaise réputation dont est victime le carcajou nuit à son rétablissement. Cet animal est souvent considéré comme féroce, agressif, saccageur, etc. Tant que cette perception n'aura pas évolué, les communautés nordiques ne collaboreront pas pleinement à son rétablissement. Souhaitant compléter les efforts réalisés par les gouvernements, Nature Québec a donc pris l'initiative de participer aux travaux d'acquisition de connaissances sur le carcajou au Québec en travaillant à l'identification de l'habitat potentiel de l'espèce au Québec. Cette initiative s'inscrit dans les actions envisagées dans le plan de rétablissement publié en 2004, notamment :

- Demeurer à jour relativement à la documentation scientifique sur le carcajou habitant des biomes similaires à ceux du Québec et du Labrador.
- Mettre au point une méthode d'évaluation de la qualité de l'habitat du carcajou au Québec et au Labrador.

⁶ Fortin et coll., 2004.

Il est à noter qu'en 2012, un nouveau programme de rétablissement pour le carcajou (population de l'Est) a été élaboré par le gouvernement fédéral. Ce programme de rétablissement, présentement en consultation, soulève également le manque de connaissances concernant la situation de la population de carcajou au Québec. D'ailleurs, l'objectif premier est de combler les lacunes dans les connaissances relatives à la présence de l'espèce au Québec et sur la probabilité d'un effet rescousse⁷, de même qu'engager l'appui des intervenants locaux afin de définir et de mettre en œuvre l'approche scientifiquement et socialement la plus appropriée pour rétablir l'espèce.

OBJECTIF DU PROJET

Le projet *Carcaj'ou ?* vise à identifier en premier lieu les habitats potentiels du carcajou au Québec. À l'aide de la revue de littérature réalisée⁸ et des rapports d'observation les plus crédibles, le présent travail propose une cartographie des secteurs de la province où l'habitat est le plus propice au carcajou et où les efforts de recherche devraient être concentrés.

⁷ L'effet rescousse fait référence à la possibilité qu'une recolonisation naturelle de la population québécoise de carcajous ait lieu à partir de la migration d'individus en provenance de l'Ontario.


⁸ Nature Québec, 2012.

MÉTHODOLOGIE

MENTIONS D'OBSERVATION

Depuis plusieurs décennies, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) recueille les rapports d'observation de carcajou qui sont transmis par des citoyens. Depuis l'année 2000, près de 78 rapports d'observation ont ainsi été colligés au MRNF.

Les rapports d'observation ont été validés par une grille d'analyse du MRNF. Cette grille permet de juger du niveau de crédibilité de l'observation transmise à partir de différents critères regroupés en trois catégories : la qualité du témoignage, les conditions d'observation et la description de l'animal observé. Ce travail a permis d'écartier certaines observations, jugées peu probables, et de faire ressortir les observations de carcajou les plus plausibles.

Crédibilité	Catégorie	Nombre de rapports d'observation
Forte  Faible	Probable	17
	Vraisemblable	37
	Douteuse	24

Les figures suivantes illustrent la répartition des rapports d'observation du carcajou au Québec (**Figure 2** et **Figure 3**, pages suivantes).

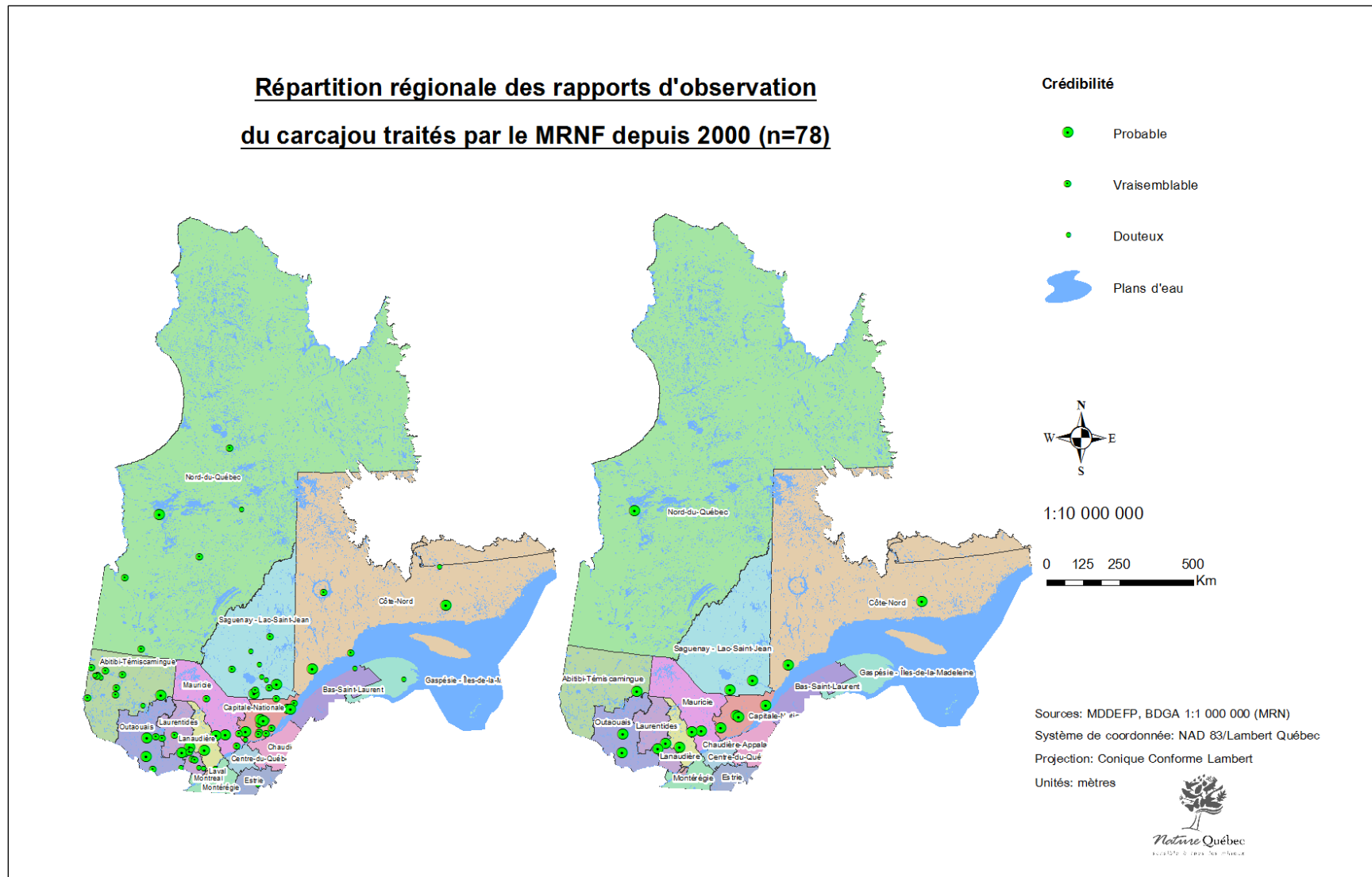


Figure 2 | Répartition régionale des rapports d'observation du carcajou traités par le MRNF depuis 2000 (n=78)

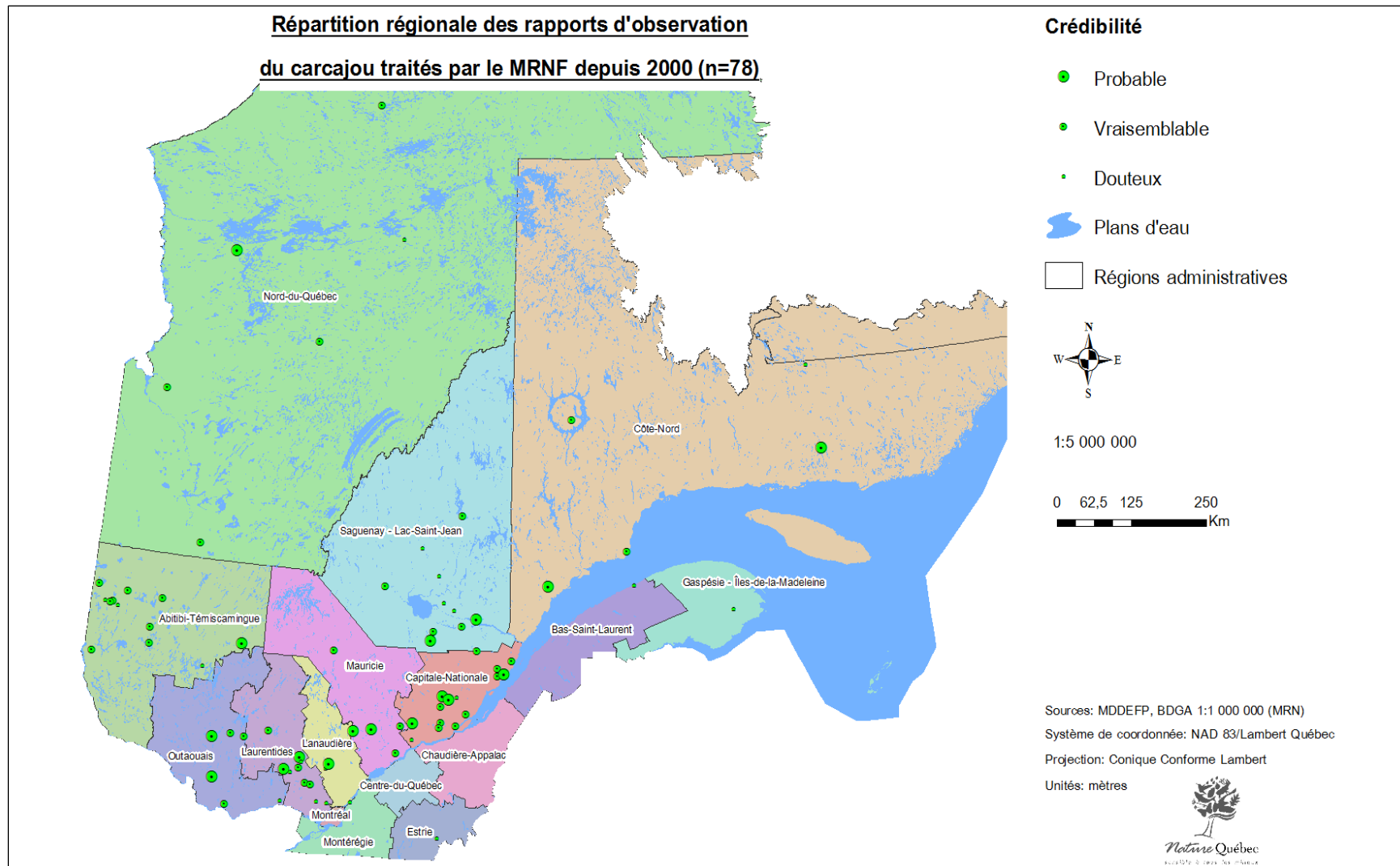


Figure 3 | Répartition régionale des rapports d'observation du carcajou traités par le MRNF depuis 2000 (n=78) —
Agrandissement

ABSENCE D'UNE AIRE DE RÉPARTITION

Dans un premier temps, il a semblé intéressant de considérer l'aire québécoise de répartition potentielle du carcajou, population de l'Est, comme aire d'étude du projet *Carcaj'ou ?* Toutefois, Environnement Canada⁹ ne recommande plus l'utilisation de cette carte (Figure 4 ci-dessous). Elle n'est plus diffusée considérant l'incertitude autour de cette carte et le fait qu'aucune mise à jour n'ait été réalisée. Nous ne pouvons pas nous baser sur ces informations pour établir l'aire d'étude.

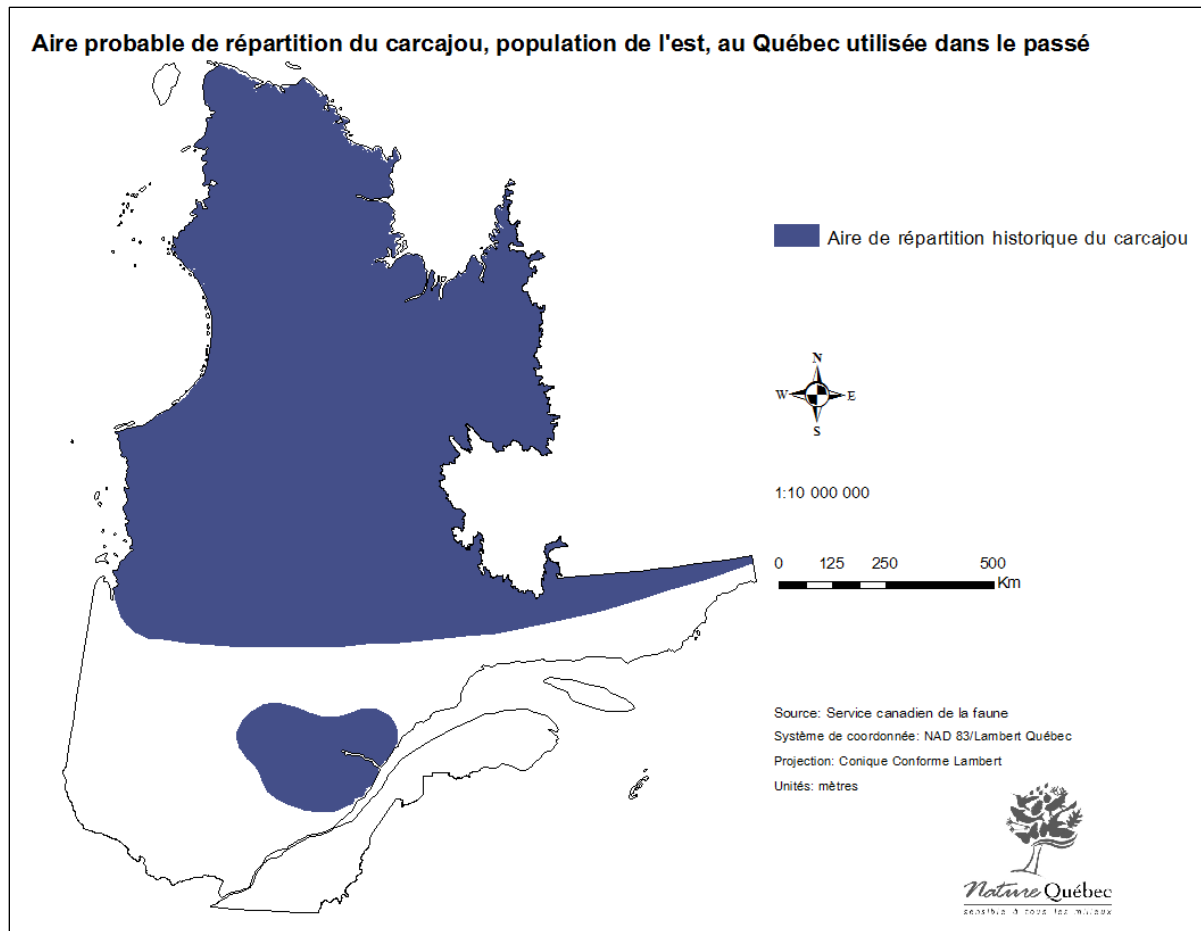


Figure 4 | Aire de répartition possible du carcajou dans le passé

Ainsi, il a été décidé de travailler à l'échelle du Québec pour établir l'habitat potentiel du carcajou. Nous avons utilisé un modèle de sélection de l'habitat en nous basant sur les caractéristiques issues de la revue de littérature. Considérant le manque de connaissances, d'observations confirmées ou de suivis du carcajou au Québec, les variables issues de la littérature ont constitué la meilleure approche pour déterminer les sites les plus propices au carcajou au Québec.

⁹ Filion, 2012.

ACQUISITION DES DONNÉES


COUVERT DE NEIGE PRINTANIER

La présence d'un couvert de neige printanier est un des critères les plus importants pour le carcajou, particulièrement pour les femelles reproductrices^{10 11 12 13}. Les sites de mise bas (tanières) doivent être recouverts de neige, ce qui offre notamment une thermorégulation pour les nouveau-nés¹⁴. Dans l'ensemble des études, il apparaît que ce couvert de neige doit persister jusqu'à la mi-mai.

Rappelons qu'une large étude¹⁵ portant sur 562 sites de mise bas en Scandinavie et en Amérique du Nord a révélé qu'ils sont tous localisés là où la couverture de neige persiste au printemps (du 24 avril au 15 mai). Au-delà de ce besoin pour les femelles reproductrices, l'étude révèle que 95 % des localisations en été et 85 % des localisations en hiver coïncident avec la couverture de neige printanière, ce qui soutient ainsi le fait que tous les carcajous (mâles, femelles, femelles non reproductrices, juvéniles) fréquentent ces secteurs.

Aussi, en Ontario, il est mentionné que les occurrences de carcajous des 25 dernières années ont eu lieu là où la probabilité que le couvert de neige printanier persiste est supérieure à 25 %¹⁶.

Ainsi, en ce qui a trait au maintien du couvert de neige printanier, les seuils retenus pour établir le caractère favorable d'un site sont les suivants :

Sélection	Seuil	Résultat
Forte	0-5 % de probabilité de fonte de neige au 15 mai	Optimal
	5-75 % de probabilité de fonte de neige au 15 mai	Favorable
	> 75 % de probabilité de fonte de neige au 15 mai	Défavorable
Faible		

¹⁰ Ruggiero *et al.*, 2007.

¹¹ Aubry *et al.*, 2007.

¹² Bowman *et al.*, 2010.

¹³ Copeland *et al.*, 2010.

¹⁴ Magoun et Copeland, 1998.

¹⁵ Copeland *et al.*, 2010.

¹⁶ Aubry *et al.*, 2007.

Traitements des données

Le couvert de neige provient de l'Atlas nival¹⁷, un outil développé par Karem Chokmani et son équipe au Centre Eau, Terre et Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). Il s'agit d'une carte interactive illustrant les données journalières du couvert de neige cumulées depuis une période de 12 ans, de 1988 à 1999. Ces données proviennent d'une combinaison d'images satellites du capteur optique AVHRR/KLM à une résolution de 1 km et du capteur à micro-onde passive SSMI, à une résolution de 25 km. Ces images satellites brutes sont composées des bandes spectrales bleue, rouge et verte. Elles font l'objet d'une filtration à travers six seuils restrictifs d'un algorithme, afin de différencier la neige de la non-neige. Il en résulte une image composée de plusieurs pixels symbolisant la neige à une fiabilité de 95 %. Ces données comportent toutefois plusieurs limites. Tout d'abord, il est à noter que la limite de détection maximale du capteur de la neige au sol est de 5 cm. Aussi, le capteur à micro-onde passive n'est pas efficace sur les plans d'eau. Les ombres projetées par les montagnes ainsi que la couverture nuageuse altèrent également la précision des données. Les résultats, issus du calcul de l'algorithme décrit ci-dessus, servent également à déterminer la probabilité que la fonte de neige ne dépasse pas le 15 mai.

Dans le cas présent, la période de sevrage des jeunes carcajous s'étale du mois d'avril au mois de mai¹⁸. Ainsi, nous choisirons le 15 mai comme étant la date limite d'accumulation d'un couvert de neige suffisant pour le maintien de l'habitat du carcajou et de ses fonctions reproductrices. En appliquant le jour julien 135 (15 mai) au calcul de probabilité de fonte de neige, nous obtenons une image représentant les pourcentages de probabilité de fonte de neige pour la date mentionnée, classifiés comme suit : 0-5 %, 5-75 % et 75-100 % (Figure 5, page suivante)

¹⁷ INRS, sd.

¹⁸ Inman *et al.*, 2007a.

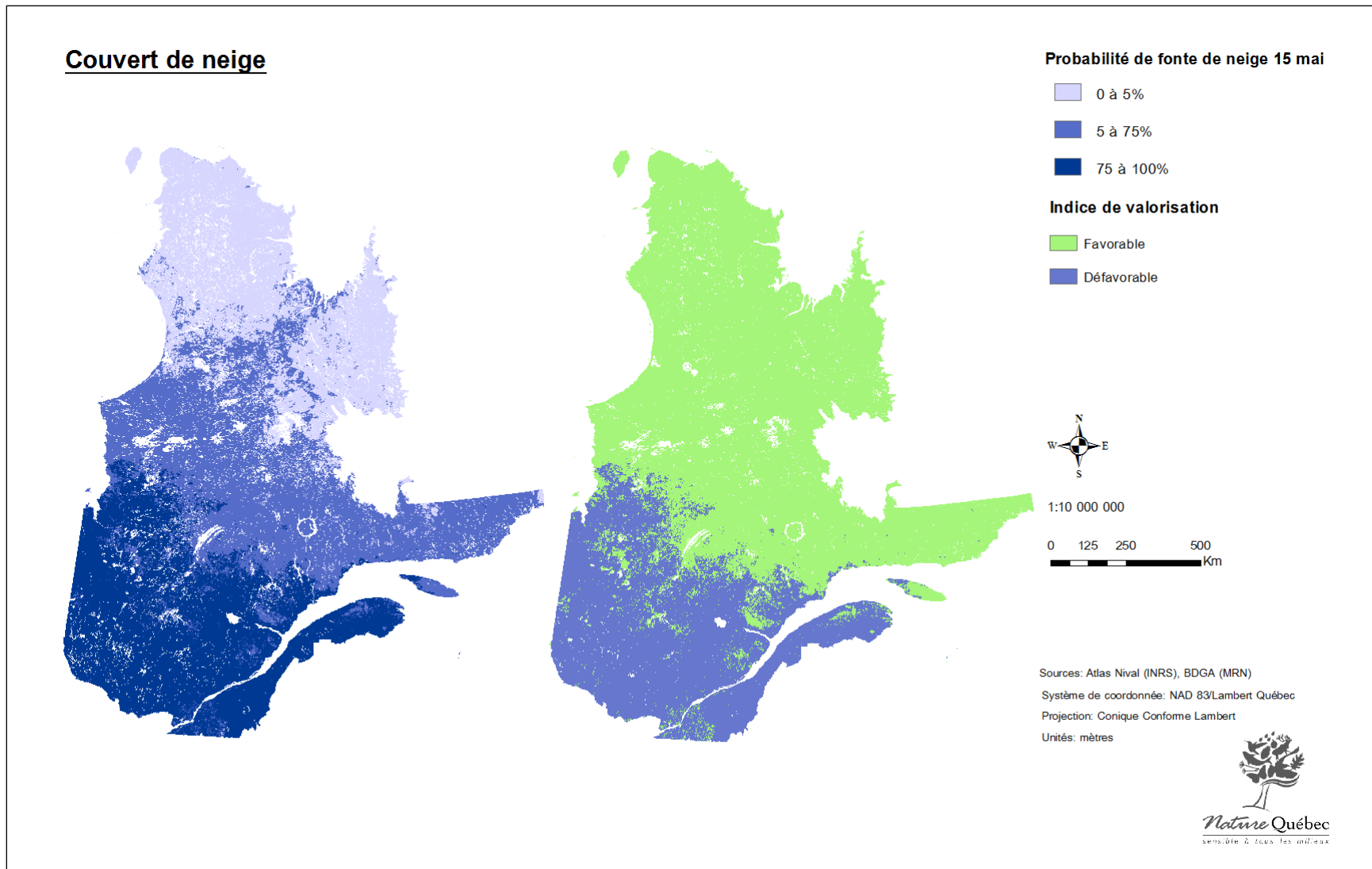


Figure 5 | Couvert de neige

TOPOGRAPHIE ET ESCARPEMENT

Les femelles recherchent des endroits accidentés, en haute altitude, avec accumulation de roches ou de troncs d'arbres tombés, ou encore sous la neige en altitude, avec de la nourriture à proximité^{19 20 21}. Bien que les carcajous puissent fréquenter les milieux de faible élévation, la présence de sites de mise bas à de faibles altitudes semble rare^{22 23}. Récemment, une étude menée en Ontario²⁴ rapporte le fait qu'un site de mise bas a été localisé au niveau de roches et d'arbres tombés recouverts de neige, ce qui correspond à la description qui en est faite dans les zones d'altitude élevée. Ces structures sont rares en forêt boréale de faible altitude, ce qui laisse croire qu'elles sont critiques pour la reproduction des femelles.

Afin de prendre en compte ces structures dans l'habitat potentiel du carcajou, il est essentiel de mettre en place un indice topographique du paysage qui mette en évidence l'altitude et l'escarpement pouvant ainsi mener à la présence de ces structures de l'habitat : éboulements de roches et de troncs d'arbres, etc. Afin d'élaborer cet indice, deux variables ont été utilisées : **l'altitude** et **l'escarpement**.

Dans la littérature, une étude réalisée en Norvège fait état de la sélection de l'altitude par le carcajou (**Figure 6**, ci-dessous)²⁵. Toutefois, la géomorphologie du Québec est différente de celle de la Norvège. Ainsi, les seuils de sélection pour l'altitude ont été adaptés au gradient altitudinal du Québec.

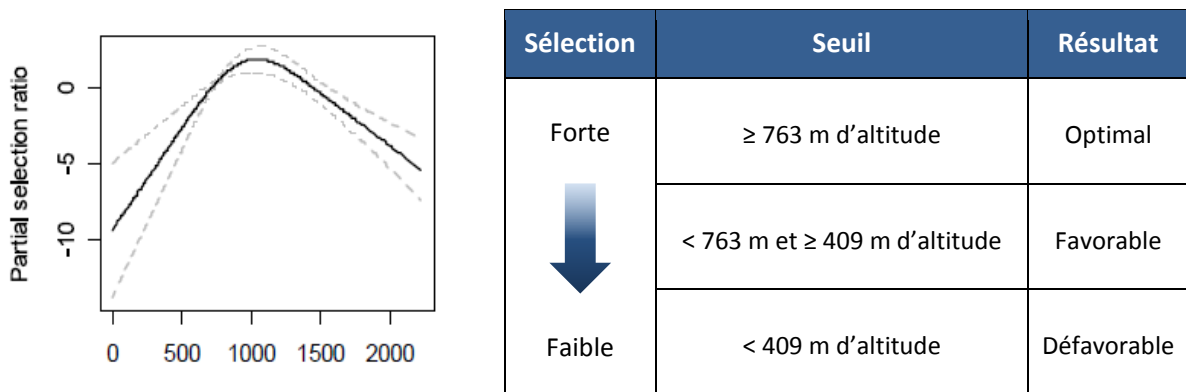


Figure 6 | Sélection du site de mise bas pour le carcajou au sud de la Norvège pour le critère de l'altitude à l'échelle du paysage. Les ratios au-dessus de zéro (axe Y) indiquent une sélection positive du carcajou et en dessous un évitement.

Source : May et coll. 2008

¹⁹ COSEPAC, 2003.

²⁰ Inman *et al.*, 2007b.

²¹ Copeland, 1996.


²² Rausch et Pearson, 1972.

²³ Magoun et Copeland, 1998.

²⁴ Dawson *et al.*, 2010.

²⁵ May *et al.* 2008.

Pour représenter l’escarpement, l’indice de rugosité du terrain (Topographic Ruggedness Index – TRI) a été utilisé. Cet indice varie de 0 à 1319 m, ce qui correspond respectivement à un terrain plat jusqu’à un terrain extrêmement accidenté. Une valeur seuil pour l’indice (TRI) a été évaluée à 240 m dans cette étude, incluant ainsi les terrains modérément, fortement et extrêmement accidentés, c’est-à-dire les sites les plus propices au carcajou.

Sélection	Seuil	Résultat
Forte  Faible	TRI ≥ 240 m 240-497 m : Modérément accidenté 498-958 m : Très accidenté 959-1319 m : Extrêmement accidenté	Favorable
	TRI < 240 m 0-80 m : Plat 81-116 m : Presque plat 117-167 m : Peu accidenté 162-239 m : Moyennement accidenté	Défavorable

Traitements des données

Un modèle numérique d’élévation (MNE) a été employé pour décrire l’escarpement du terrain et les variations d’altitude. Ce MNE constitue un quadrillage d’élévations de terrain qui recouvre le territoire canadien à intervalles réguliers. Il est dérivé des cellules de données numériques d’élévation du Canada (DNEC) à l’échelle de 1:250 000. Les DNEC jouent le même rôle que les courbes de niveau et la représentation du relief par estompage sur les cartes de papier traditionnelles. Elles sont basées sur les éléments hypsographiques et hydrographiques des fichiers numériques de la Base nationale de données topographiques (BNDT) aux échelles de 1:50 000 et de 1:250 000 ou des données de positionnement à diverses échelles obtenues des provinces et territoires.

L’indice de rugosité du terrain (Topographic Ruggedness Index) (TRI) a été calculé selon la méthodologie développée par Riley et coll. en 1999²⁶. Le calcul tient compte de la différence entre la valeur de l’élévation d’une cellule (pixel) et la moyenne des valeurs des huit cellules voisines. Ainsi, le résultat a été obtenu à l’aide de deux matrices maximale et minimale créées à partir des données numériques d’élévation du Canada (DNEC) et de l’outil « Focal Statistics » d’ArcMap ; la formule est décrite ci-dessous (1). Cet indice représente les variations topographiques pouvant déterminer un relief plat à extrêmement accidenté. Les trois dernières catégories, basées sur la classification produite par Riley, dont les valeurs se situent entre 240 m à 1319 m, ont été retenues pour décrire l’escarpement du terrain propre à l’habitat préférentiel du carcajou. Un TRI a aussi été utilisé dans la modélisation de l’habitat du carcajou réalisée dans l’étude de Johnson *et al.*²⁷. Les valeurs TRI retenues sont comprises entre 0 et 180 m. Lorsque ces valeurs sont ≥ 100, elles sont considérées favorables à l’habitat du carcajou, sinon

²⁶ Riley *et al.*, 1999.

²⁷ Johnson *et al.*, 2012.

elles sont considérées défavorables lorsque le TRI est inférieur 100. Néanmoins, le TRI n'a pu être comparé avec l'étude de Johnson et coll., puisque la méthode de standardisation des données et la définition des classes utilisées étaient inconnues.

$$\text{TRI} = \sqrt{|[(\text{FocalStat4x4max})^2 - (\text{FocalStat4x4min})^2]|} \quad (1)^{28}$$

En ce qui concerne l'altitude, nous avons établi un seuil optimal pour l'habitat du carcajou à 763 m²⁹. Ce seuil coïncide avec une altitude moyenne d'utilisation potentielle de l'habitat par le carcajou au Québec, évaluée à 586 m (± 177 m) (voir les calculs 2 et 3). En fait, selon les études réalisées par May en 2007 et 2008, la distribution spatiale des habitats du carcajou en Norvège est intimement liée à la topographie, soit des zones montagneuses situées en moyenne à 855 m (± 223 m) d'altitude et comportant un sommet à 2286 m. En multipliant le ratio d'altitude moyenne divisé par l'altitude maximale provenant des études de May, à l'altitude maximale répertoriée au Québec (1568 m)³⁰ (2), on obtient l'altitude moyenne d'utilisation potentielle de l'habitat par le carcajou au Québec égale à 586 m (± 177 m) (3). Le seuil de 409 m s'avérait également intéressant dans le choix de l'habitat préférentiel du carcajou à l'échelle du paysage³¹. Nous avons donc établi un gradient d'altitude de 409 m à 763 m (**Figure 7**, page suivante).

$$\text{Altitude}_{\text{moy Qc}} = \left[\left(\frac{\text{Altitude}_{\text{moy Ng}}}{\text{Altitude}_{\text{max Ng}}} \right) * \text{Altitude}_{\text{max Qc}} \right] \quad (2)$$

$$\text{Altitude}_{\text{moy Qc}} = \left[\left(\frac{855 \text{ m} \pm 223 \text{ m}}{2286 \text{ m} \pm 223 \text{ m}} \right) * 1568 \text{ m} \pm 177 \text{ m} \right] = 586 \text{ m} \pm 177 \text{ m} \quad (3)$$

²⁸ Équation adaptée de Riley *et al.*, 1999

²⁹ May *et al.*, 2008.

³⁰ Modèle numérique d'élévation (MNE) extrait des Données numériques d'élévation du Canada (DNEC).

³¹ May *et al.*, 2008.

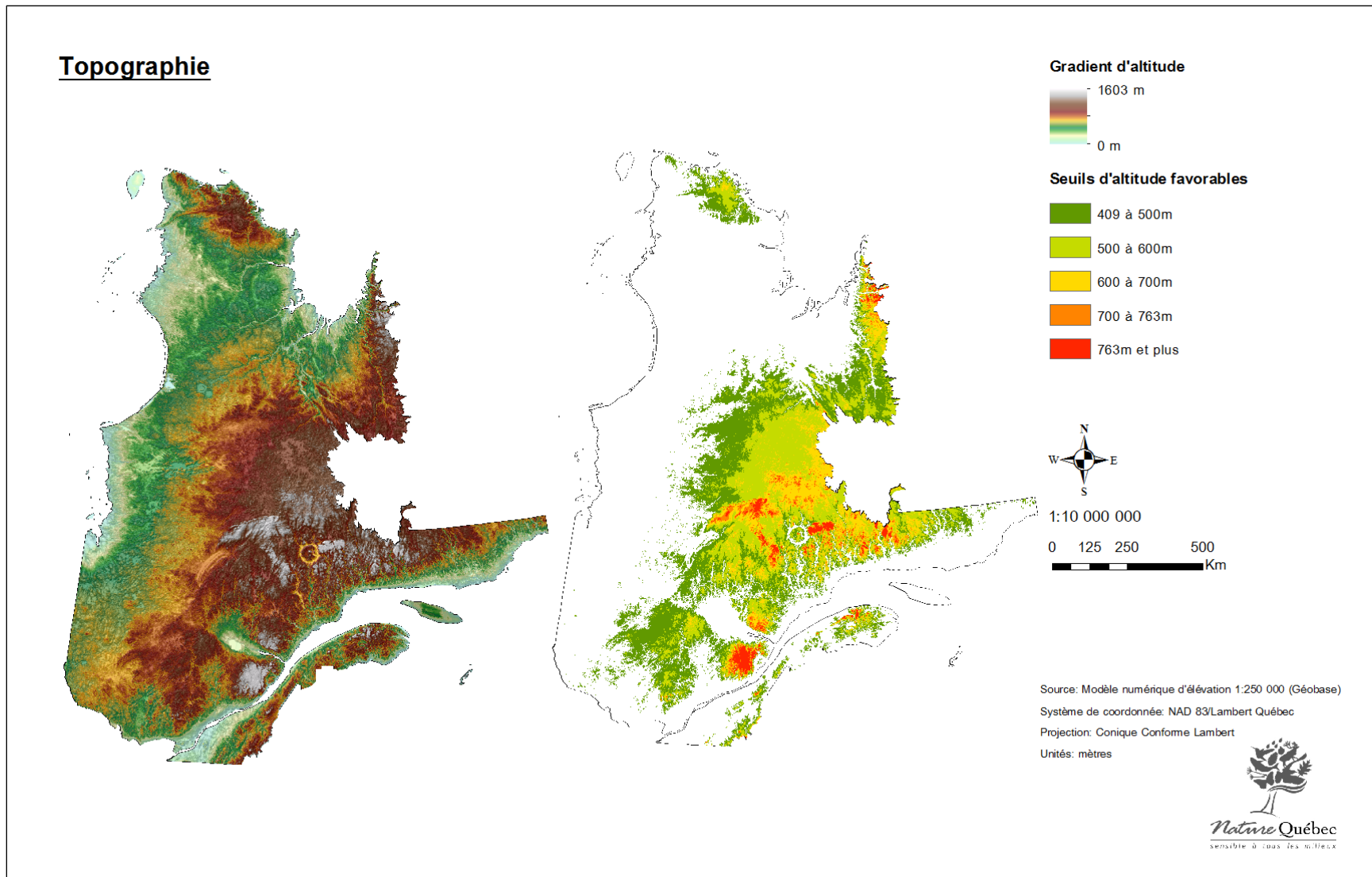


Figure 7 | Topographie

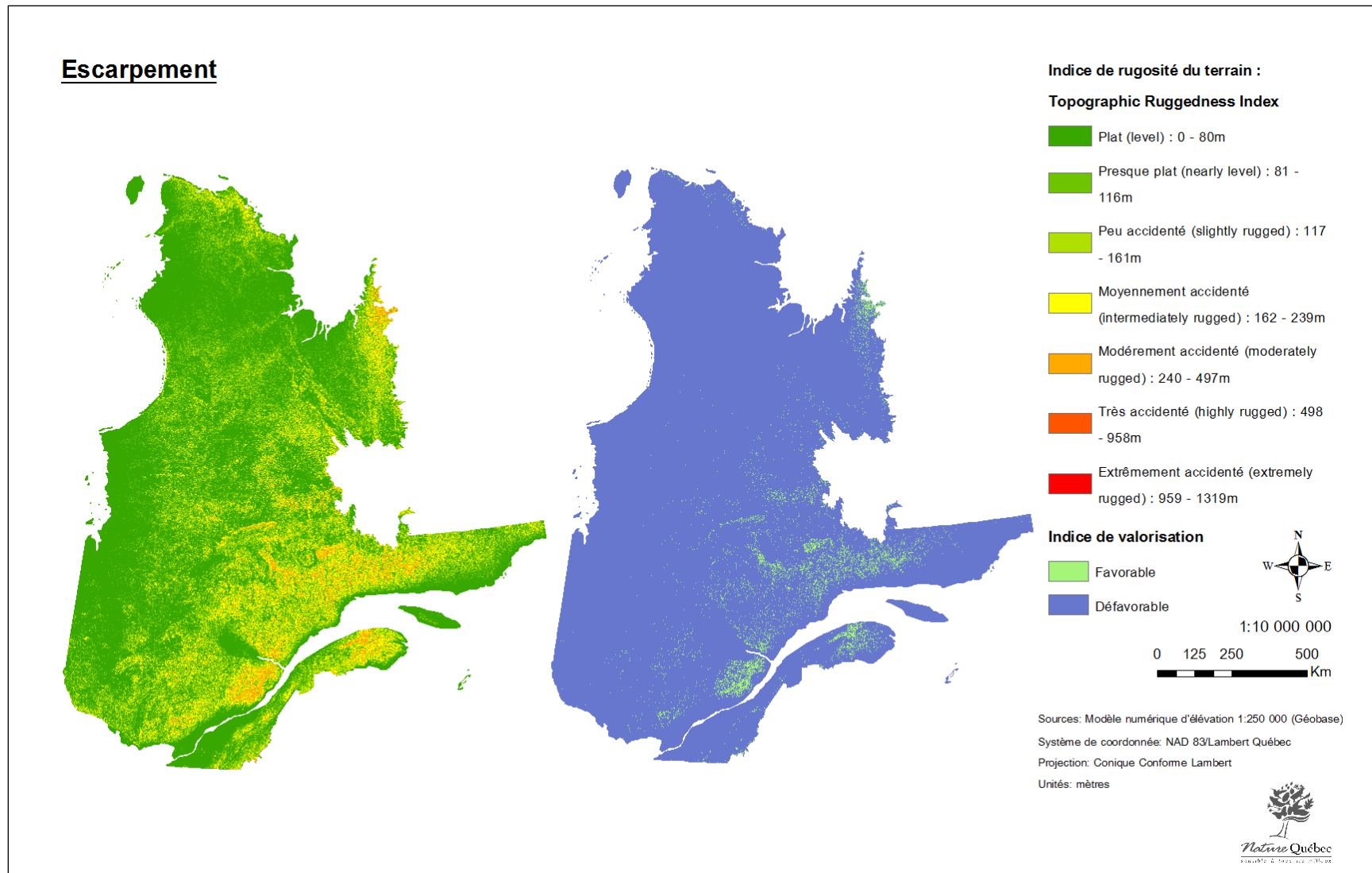



Figure 8 | Escarpement

COUVERTURE DU SOL

Le carcajou fréquente plusieurs milieux, allant de la forêt boréale à la toundra³². Il semble donc assez généraliste de ce point de vue. En Ontario, les résultats de l'étude de Bowman et collaborateurs a établi le fait que le carcajou se trouve en corrélation négative avec la forêt feuillue³³. Ainsi, l'espèce sélectionne les milieux au nord de la zone feuillue du Québec.

Contraintes	Seuil	Résultat
Faibles 	Milieux au nord de la forêt feuillue	Favorable
Fortes	Forêt feuillue, terres agricoles, etc.	Défavorable

Traitements des données

Les informations de la couverture du sol ont été extraites à partir de l'imagerie satellite Spot-Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), développée par la NASA et le U.S. Geological Survey (USGS). La résolution du capteur ETM+ est de 25 m. Afin de pouvoir comparer les critères entre eux dans l'analyse de cette étude, la résolution spatiale de la couverture du sol a été diminuée à 1 kilomètre à l'aide des outils géomatiques « Majority Filter » et « Resample ». L'image de la couverture du sol a été circonscrite pour le territoire de la province du Québec. La classification utilisée dans cette étude a été effectuée préalablement par l'équipe du MDDEP. Le jeu de données se présente en 52 classes de couverture du sol. Il comporte également une sous-catégorie plus générale de 23 classes dans sa table d'attributs. Pour les besoins de l'étude, nous avons effectué une classification plus sommaire dans le but de décrire l'habitat potentiel du carcajou. Chaque catégorie d'entités a été classifiée selon son caractère favorable (valeur = 1) ou défavorable (valeur = 0) à la présence d'habitats de reproduction du carcajou, ainsi que les données neutres (zones d'exclusion de données (données manquantes, nuages et ombres). Le **Tableau 1** (voir Annexe, p. 43) présente une liste des classes d'entités utilisées, leurs codes respectifs et leur caractère favorable ou défavorable. La matrice résultante consiste en une carte de distribution spatiale des couvertures de sol favorables et défavorables pour le carcajou (Figure 9, page suivante).

³² Copeland et Whitman, 2003.

³³ Bowman et Magoun, 2010.

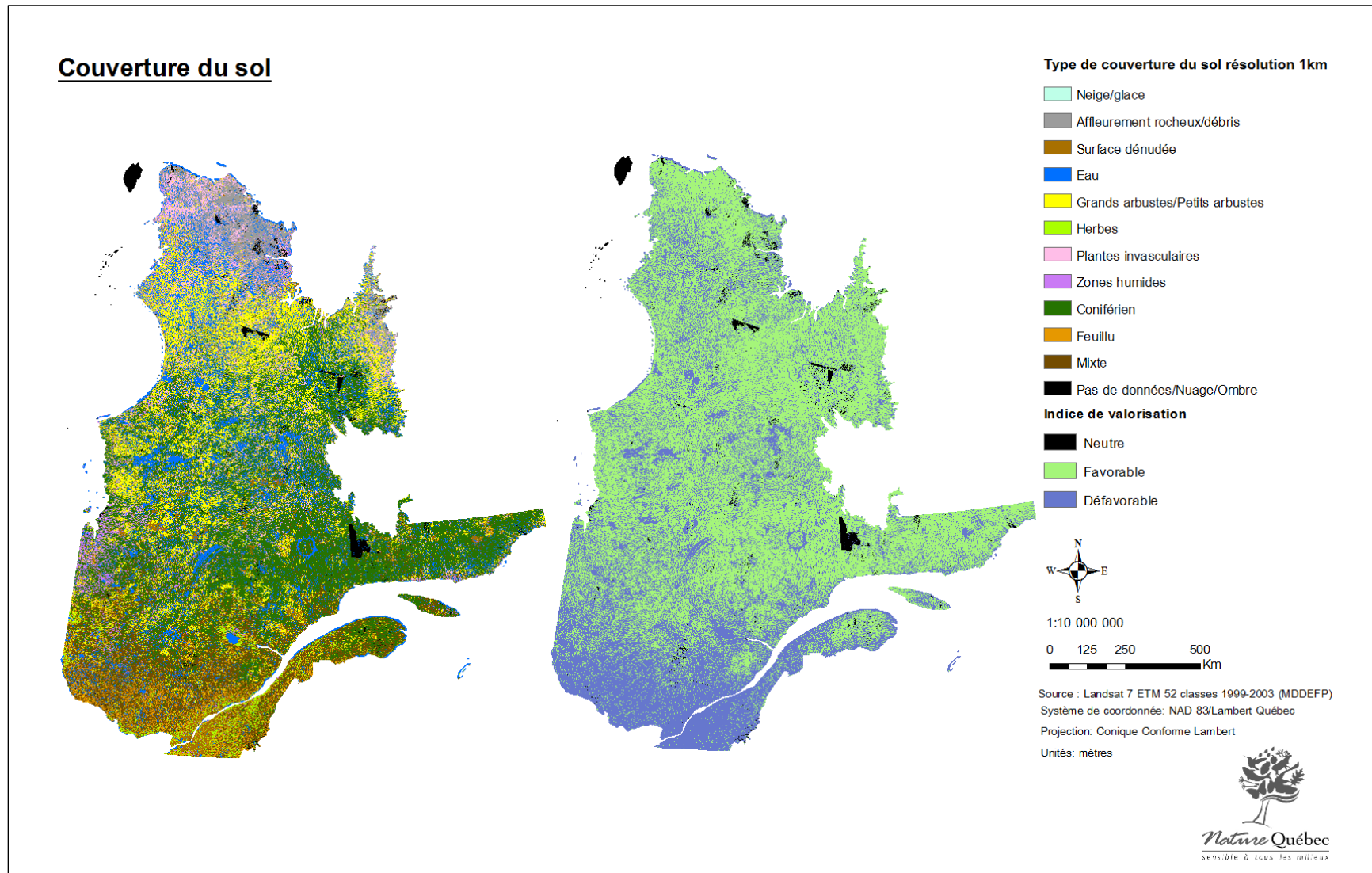


Figure 9 | Couverture du sol

DISPONIBILITÉ DE LA NOURRITURE

Plusieurs études suggèrent que l'habitat du carcajou est probablement mieux défini par la présence suffisante de nourriture à longueur d'année, dans de grandes zones sauvages inhabitées, plutôt que par la présence d'un type particulier de végétation ou de topographie^{34 35}. Les connaissances autochtones vont également en ce sens³⁶. Il semble donc pertinent d'établir un indice lié au régime alimentaire de l'espèce pour déterminer l'habitat potentiel du carcajou au Québec. Le carcajou est avant tout un charognard, particulièrement en hiver. Il n'est donc pas un grand prédateur, mais se nourrit plutôt des carcasses à disposition. Il présente un régime alimentaire qui peut être diversifié. En été, il est plus varié et composé de petits mammifères, baies, etc.^{37 38 39 40}. Toutefois, en hiver, les carcasses d'ongulés demeurent la source de nourriture première du carcajou^{41 42 43}. Une analyse stomacale de 12 carcajous en Ontario a révélé que l'orignal était l'animal le plus fréquemment retrouvé (3), suivi du cerf de Virginie (2), du caribou forestier (1), de la mouffette rayée et de la gélinotte huppée (1)⁴⁴. Au Québec, il est rapporté qu'au nord du territoire les aires de fréquentation des troupeaux de caribous migrants de la rivière Georges et de la rivière aux Feuilles constitueraient les lieux les plus aptes à abriter des populations de carcajou⁴⁵. Au sud du Québec, les forêts conifériennes avec une forte densité d'orignal pourraient également répondre à ses besoins.

Ainsi, Nature Québec a souhaité représenter un indice de disponibilité de nourriture basé sur le caribou toundrique, le caribou forestier, l'orignal et le cerf de Virginie. Différentes sources de données ont été envisagées pour décrire cet indice de disponibilité de nourriture. Puisque les ongulés constituent la principale source de nourriture du carcajou en hiver, l'objectif était d'identifier les secteurs où le caribou toundrique, le caribou forestier, l'orignal et le cerf de Virginie sont les plus abondants.

- **Caribou toundrique.** Le MRNF produit des cartes de suivi des déplacements du caribou par télémétrie satellitaire. Toutefois, il est possible de faire l'acquisition de ces cartes uniquement pour le troupeau de la rivière aux Feuilles. Par contre, les cartes de suivi de la migration sont consultables sur le site internet du MRNF, pour la période 2005 à 2010. Là encore, les données sont incomplètes, car les localisations situées plus au sud, dans les secteurs où le caribou forestier est présent, ne sont pas divulguées. De plus, plusieurs études sont en cours pour la détermination des aires de mise bas et des aires d'hivernage des deux troupeaux, et leur

³⁴ Banci, 1987.

³⁵ Hatler, 1989.

³⁶ Cardinal, 2004.

³⁷ Banci, 1994.

³⁸ Magoun, 1987.

³⁹ Landa *et al.*, 1997

⁴⁰ Rausch et Pearson, 1972.

⁴¹ Magoun, 1987.

⁴² Banci, 1987.

⁴³ Banci, 1994.

⁴⁴ Watson, 2009. Dans Ontario Wolverine Recovery Team, 2011.

⁴⁵ Fortin et coll., 2004.

évolution dans le temps (équipe de recherche Caribou Ungava). Toutefois, à l'heure actuelle, le travail n'est pas encore finalisé. Ainsi, aux fins de la présente étude, la distribution des caribous migrateurs des rivières Georges et aux Feuilles, suivis de 2009 à 2012, a été utilisée. Cela correspond à l'aire de distribution des caribous toundriques au Québec.

- **Caribou forestier.** Le rapport intitulé *Critères et propositions d'aires protégées pour le Caribou forestier* produit en décembre 2007 par Nature Québec a identifié les composantes de l'habitat essentielles à la survie du caribou forestier. Une cartographie des secteurs les plus favorables à l'espèce, ainsi que les secteurs non favorables au maintien à long terme du caribou forestier sur l'ensemble de son aire de répartition québécoise, a été produite dans ce rapport. De même, une étude de Guillaume Bastille-Rousseau a été réalisée afin d'identifier les secteurs de plus forte probabilité d'occurrence annuelle moyenne du caribou forestier en forêt boréale aménagée. Toutefois, dans le cas de l'étude de Nature Québec, les données ne représentent pas la présence du caribou, mais celle de son habitat optimal et, dans le cas de l'étude de Bastille-Rousseau, les travaux ne couvrent pas l'ensemble de l'aire de répartition du caribou forestier (au sud de la limite nordique des forêts attribuables). Ainsi, afin d'obtenir de l'information à l'échelle de l'ensemble de l'aire d'occupation du caribou et de respecter la cohérence avec les autres sources de données sur la répartition des ongulés, l'aire de répartition du caribou forestier tirée du rapport du Comité de rétablissement du caribou forestier au Québec en 2007 a été retenue pour la présente étude.
- **Orignal.** Le bilan de mi-plan du *Plan de gestion de l'orignal 2004-2010*, préparé par le MRNF en mars 2008, présente des résultats d'inventaires aériens par zones de chasse au Québec (nombre d'originaux par 10 km²). De plus, le MRNF nous a transmis les données de récoltes d'originaux morts (chasse, accidents routiers, braconnage, etc.) pour l'ensemble du territoire québécois. Cependant, ces données de récoltes ne représentent pas l'abondance relative de l'espèce. En effet, plus la latitude augmente, moins l'effort de chasse est important, donc moins le taux de récolte reflète l'abondance de l'orignal. Ainsi, afin de ne pas créer de biais et d'assurer la cohérence avec les autres sources de données sur la répartition des ongulés, les données de récoltes d'originaux et les densités estimées par zones de chasse ont été rejetées de l'étude. En contrepartie, l'aire de répartition des originaux au Québec pour la période de 2007 à 2011 a été retenue afin de décrire l'indice de disponibilité de nourriture.
- **Cerf de Virginie.** Une carte a été réalisée en 2009 par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) décrivant l'aire de répartition du cerf au Québec. Cette carte rassemble des données de récoltes, d'accidents routiers et de mentions de présence de cerfs sur le territoire. Selon le MRNF, ces données reflètent l'abondance de l'espèce au Québec. Toutefois, afin de pouvoir intégrer cette information avec celle relative aux autres cervidés, c'est l'aire de répartition du cerf de Virginie au Québec qui a été utilisée.

Au final, l'indice de disponibilité de nourriture pour le carcajou est basé sur les aires de répartition des différents ongulés présents. L'uniformité des sources de données, leur étendue à l'échelle de l'ensemble du Québec et leur fiabilité ont représenté des éléments contraignants dans cet exercice.

Traitements des données

Étant donné le manque de données fiables sur la densité des différentes espèces d'ongulés présentes sur l'ensemble du territoire québécois, le critère de la disponibilité de nourriture a été représenté à partir des aires de répartition des différents ongulés présents : caribou toundrique, caribou forestier, orignal et cerf de Virginie au Québec.

Dans le cas du caribou toundrique, deux aires de distribution des troupeaux migrateurs de la rivière Georges et de la rivière aux Feuilles ont pu être ciblées grâce aux données des suivis télémétriques réalisés par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) et par l'Université Laval. Ces deux polygones représentent l'aire de distribution des caribous durant la période s'étalant de 2009 à 2012.

Aux fins de l'étude, les quatre polygones ont été regroupés en une seule entité à l'aide de l'outil géomatique « Union » d'ArcMap. Ensuite, les différents objets du polygone résultant ont été fusionnés avec l'outil « Dissolve » d'ArcMap et superposés à la limite territoriale de la province de Québec (Figure 10, page suivante).

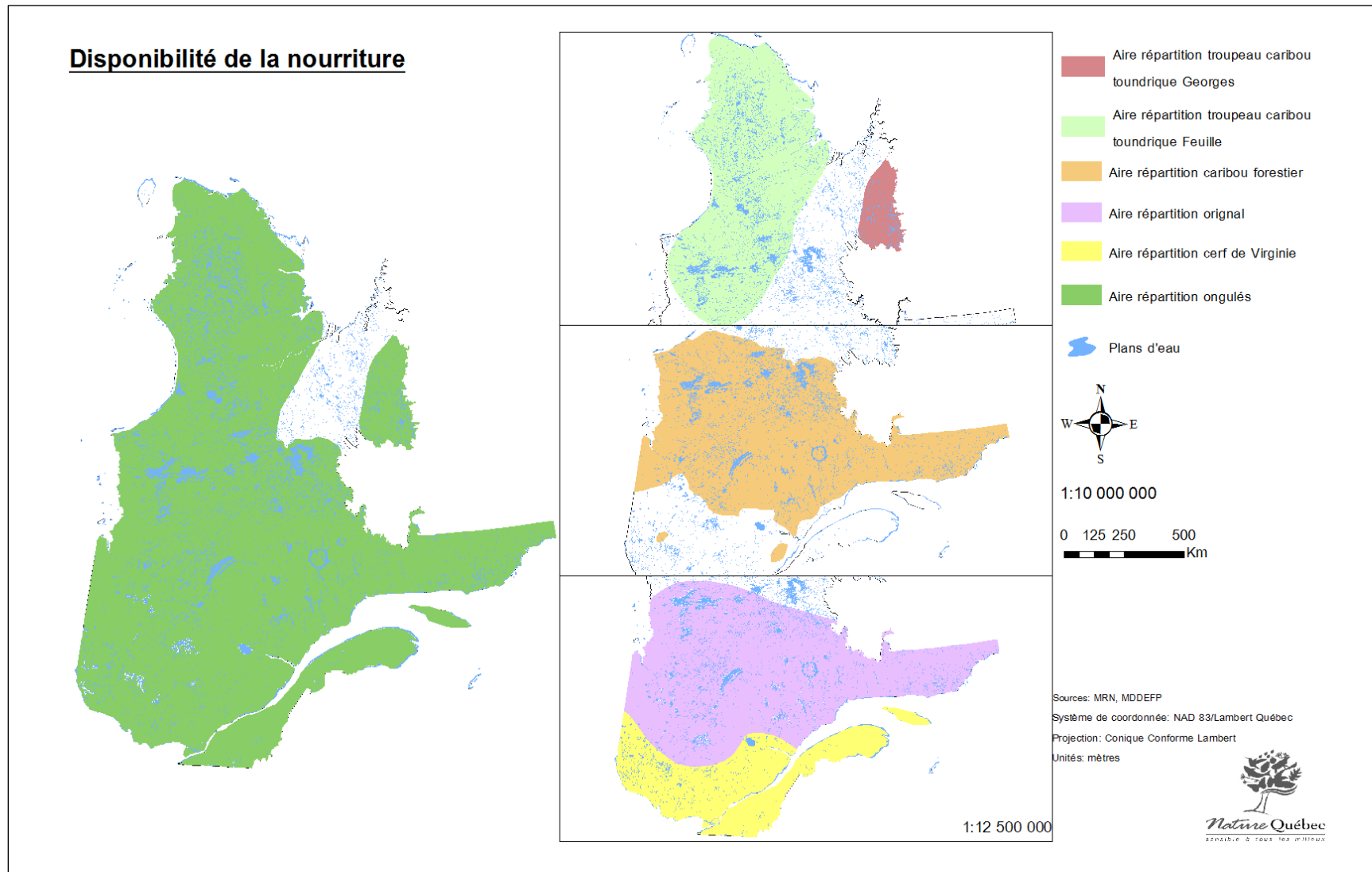


Figure 10 | Disponibilité de la nourriture

EMPREINTE HUMAINE

Le carcajou est une espèce connue pour fréquenter de grandes zones sauvages inhabitées par l'homme. Afin d'établir l'habitat potentiel de cette espèce, il est important de tenir compte de l'impact des activités humaines sur le carcajou, notamment sur les femelles en période de mise bas :

- **Coupes forestières.** Magoun et coll.⁴⁶ rapporte qu'environ 95 % des positionnements des carcajous suivis à l'aide de colliers émetteurs en Ontario sont situés dans des forêts matures ou dans d'autres types d'habitats non récoltés. En Colombie-Britannique, Hatler⁴⁷ rapporte que les carcajous éviteraient les secteurs de coupes de moins de 25 ans⁴⁸. Les femelles seraient particulièrement sensibles aux récentes coupes forestières⁴⁹.
- **Densité humaine.** Plusieurs auteurs considèrent que l'habitat du carcajou nécessite une très faible densité humaine^{50 51 52 53}. Les infrastructures humaines telles que les maisons et cabanes sont elles aussi évitées par les carcajous⁵⁴.
- **Activités récréatives.** Le carcajou est reconnu pour être particulièrement sensible aux dérangements anthropiques pendant la période de mise bas. Entre autres, les activités de loisir de plein air peuvent nuire au succès de reproduction^{55 56}. La motoneige, le ski et l'hélicoptère peuvent avoir un impact sur le comportement des femelles en période de mise bas^{57 58 59}.
- **Les routes et chemins.** Le carcajou évite les routes et chemins. L'éloignement des routes serait beaucoup plus important encore pour la sélection des sites de mise bas par les femelles. Une étude de May⁶⁰ mentionne que les tanières de natalité se situaient en moyenne à 7 461 m (± 206) des routes publiques et à 3 058 m (± 120) des routes privées. Des résultats similaires ont été observés en Ontario, où le site de mise bas le plus proche d'une route forestière se situait à 7 km de celle-ci et à 5 km de la voie d'accès la plus proche, un chemin minier⁶¹. En ce qui concerne la densité de routes, une étude ontarienne⁶² suggère que le seuil à ne pas dépasser pour ne pas nuire à la présence du carcajou est de 0,44 km/km².

⁴⁶ Magoun *et al.*, 2005.

⁴⁷ Hatler, 1989.

⁴⁸ Krebs. Communication personnelle dans Weir, 2004.

⁴⁹ Krebs *et al.*, 2007.

⁵⁰ Beauvais et Johnson, 2004.

⁵¹ Hornocker et Hash, 1981.

⁵² Carroll *et al.*, 2001.

⁵³ Rowland *et al.*, 2003.

⁵⁴ May *et al.*, 2006.

⁵⁵ COSEPAC, 2003.

⁵⁶ Krebs *et al.*, 2007.

⁵⁷ COSEPAC, 2003.


⁵⁸ Krebs *et al.*, 2007.

⁵⁹ Heinemeyer *et al.*, 2001.

⁶⁰ May, 2007.

⁶¹ Dawson *et al.*, 2010.

⁶² Dawson *et al.*, 2010.

Contraintes	Seuil	Résultat
<p>Faibles</p>  <p>Fortes</p>	<p>≥ 7 km de toutes les infrastructures routières (chemin forestier, route, voie ferrée, etc.), des bâtiments, et zones où se déroulent des activités humaines (mines, zones industrielles, piste d'atterrissage, etc.)</p>	Optimal
	<p>< 7 km et ≥ 5 km de toutes les infrastructures routières (chemin forestier, route, voie ferrée, etc.), des bâtiments, et zones où se déroulent des activités humaines (mines, zones industrielles, piste d'atterrissage, etc.)</p>	Favorable
	<p>< 5 km de toutes les infrastructures routières (chemin forestier, route, voie ferrée, etc.), des bâtiments, et zones où se déroulent des activités humaines (mines, zones industrielles, piste d'atterrissage, etc.)</p>	Défavorable

Traitements des données

Deux opérations ont été nécessaires pour caractériser les activités humaines ayant des influences connues sur l'établissement et la reproduction du carcajou. Les données sur les infrastructures humaines ponctuelles (points), linéaires (lignes) et surfaciques (polygones) ont été extraites à partir des bases de données CanVec, du Système d'information écoforestière (SIEF) et du Réseau de transport terrestre du Québec (RTTQ).

CanVec est un produit numérique de référence topographique produit par Ressources naturelles Canada couvrant l'ensemble du territoire canadien. Il est regroupé en différents thèmes tels que bâtiments et structures, énergie, lieux d'intérêt, transport, zones industrielles et commerciales, etc. Il offre une information topographique en format vectoriel. Étant donné que le jeu de données est de type multisource, la résolution spatiale peut varier entre 1:20 000 et 1:50 000.

Le Système d'information écoforestière (SIEF) (3^e et 4^e programme d'inventaire) est un sous-ensemble de données géospatiales produites par le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN), couvrant presque la totalité du territoire québécois situé au sud du 52^e parallèle. Les données sont préparées à partir de la photo-interprétation de photos aériennes. Elles se présentent en format vectoriel à une résolution spatiale de 1:20 000. Dans le cas de notre étude, nous en avons extrait les chemins et les ponts forestiers.

Le Réseau de transport terrestre du Québec (RTTQ) est le fruit d'un partenariat entre le ministère des Transports du Québec (MTQ) et le ministère des Ressources naturelles (MRN). Le contenu de la première version du RTTQ (2012) permet de distinguer quatre grandes catégories de données : les routes et les rues du réseau de la Géobase Adresses Québec, les routes d'accès au territoire, les routes dites complémentaires et les liaisons maritimes issues de la géobase Adresses Québec. La résolution spatiale du jeu de données est de 1:20 000. Le **Tableau 2** (voir Annexe, p. 45) présente une liste des différentes

entités géographiques utilisées pour l'analyse spatiale de l'empreinte humaine, leur catégorie correspondante et leur format de données respectif.

En premier lieu, deux zones tampons de 5 et 7 km ont été créées autour des éléments linéaires à partir de l'outil « Buffer » d'ArcMap. L'étape suivante a consisté à transformer les éléments ponctuels et surfaciques en éléments matriciels (pixels) pour ensuite être en mesure de produire des matrices de distance à l'aide de l'outil « Euclidean Distance » d'ArcMap. En fait, cet outil se traduit par un calcul de la distance à vol d'oiseau entre une cellule (pixel) et les cellules adjacentes à celle-ci. Le résultat de ce calcul est une matrice de distance d'éloignement en kilomètres par rapport à une cellule (point ou surface). Ainsi, les zones tampons et les matrices représentent l'emprise des infrastructures sur l'habitat préférentiel du carcajou. Celles-ci ont ensuite été regroupées en une seule entité matricielle définie comme un critère défavorable à la présence d'habitat du carcajou. À l'inverse, la portion du territoire n'étant pas perturbée par les infrastructures humaines apparaît sur la carte résultante comme un critère favorable à l'habitat du carcajou (Figure 11 et Figure 12, pages suivantes).

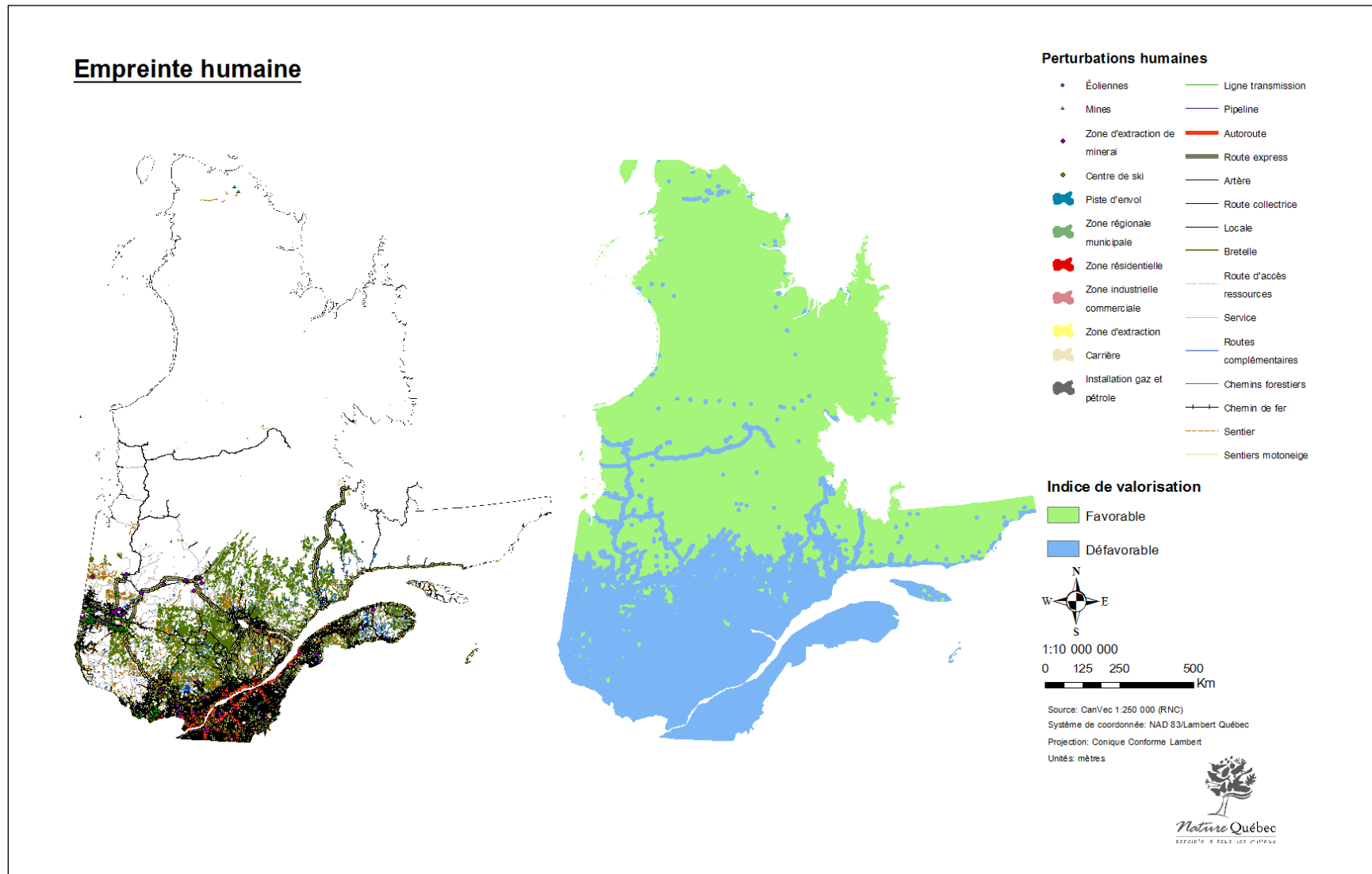


Figure 11 | Empreinte humaine

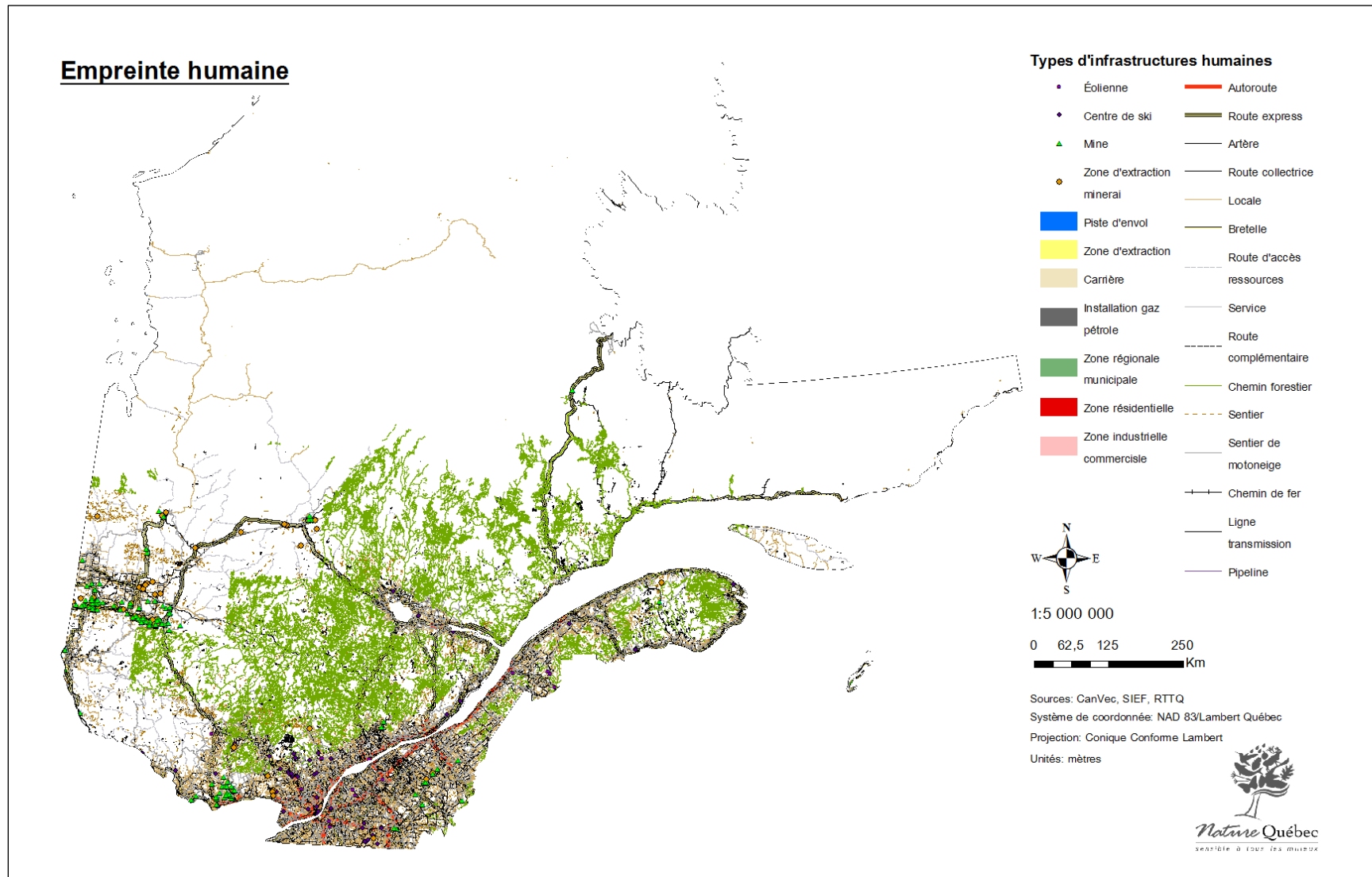


Figure 12 | Empreinte humaine — Agrandissement

SUPERPOSITION DES CRITÈRES À L'ÉTUDE

L'analyse spatiale de cette étude, qui consistait à déterminer les habitats potentiels du carcajou au Québec, a été produite selon un poids équivalent attribué à l'ensemble des critères retenus dans l'étude. Les valeurs attribuées à chacun des critères sélectionnés dans l'étude ont été regroupées selon un indice de valorisation à trois classes tel que décrit dans le tableau 3. Deux matrices binaires résultantes ont été obtenues. Il s'agit de cinq ou six éléments matriciels classifiés sous une forme binaire (valeurs 0 et 1) ayant été additionnés à partir de l'outil « Raster Calculator » d'ArcMap pour former une matrice binaire résultante. La première matrice binaire résultante présente la combinaison de six critères, les valeurs pour chaque critère étant associées à l'indice de valorisation favorable. La deuxième matrice binaire résultante présente les valeurs associées à chaque critère décrivant l'indice de valorisation optimal (Tableau 1, page suivante). Par exemple, les paramètres choisis pour la définition des habitats optimaux présentent une probabilité de fonte de neige pour le 15 mai inférieure ou égale à 5 %, une altitude supérieure à 763 m, un indice de rugosité du terrain supérieur à 240 m, une couverture forestière et une disponibilité en nourriture favorables au carcajou. De plus, ils se retrouvent à plus de 7 km des infrastructures humaines.

Les deux matrices binaires résultantes de ces différentes combinaisons de critères ont permis de définir les habitats optimaux (Figure 13, p. 29) et les habitats favorables (Figure 14, p. 30) à l'établissement du carcajou au Québec. Par contre, pour déterminer les habitats favorables, nous avons calculé la matrice binaire résultante à partir de cinq critères seulement, contrairement à six pour les habitats optimaux. Dans le cas de notre étude, le critère d'escarpement n'a pas été pris en compte dans le calcul de la matrice binaire résultante favorable en raison de la petite échelle spatiale utilisée dans l'analyse. L'escarpement doit faire l'objet d'une analyse spatiale comportant une résolution plus élevée afin de faire ressortir les habitats favorables pour le carcajou.

Il est à noter que chacune des deux matrices binaires résultantes a subi un post-traitement (outils « Boundary Clean », « Majority Filter ») afin d'affiner le rendu de l'image avant d'être transformée en format vectoriel. À la suite de cette opération, les zones vides (trous) situées à l'intérieur des polygones de la couche résultante ont été remplies à partir de l'opération « Fill Holes » créée par « Spatial Techniques », ce qui a permis de faire ressortir le contour de chaque polygone représentant l'habitat potentiel pour le carcajou. Puis, les zones de valeurs neutres ont été ajoutées aux cartes résultantes à partir de la couche de données neutres présentée dans la couverture du sol.

RÉSULTATS

La carte résultante de l'analyse spatiale effectuée au cours de cette étude présente la répartition des différents rapports d'observation du carcajou recensés au Québec depuis 2000. Cette couche d'information des rapports d'observation a été superposée aux habitats potentiels du carcajou, classifiés en fonction des critères d'habitats optimal, favorable, défavorable et neutre.

Tableau 1 | **Indice de valorisation des critères à l'étude**

		Critères sélectionnés					
		Probabilité de fonte de neige	Topographie	Escarpelement	Couverture du sol*	Disponibilité en nourriture	Empreinte humaine
Indice de valorisation	Optimal	5 %	763 m et plus	≥ 240 m	1	Compris dans l'aire de répartition des ongulés	7 km
	Favorable	5 à 75 %	409 à 763 m	≥ 240 m	1	Compris dans l'aire de répartition des ongulés	5 à 7 km
	Défavorable	75 à 100 %	0 à 409 m	< 240 m	0	Non compris dans l'aire de répartition des ongulés	0 à 5 km

*Le critère de couverture du sol a été décrit selon une matrice binaire en fonction de son caractère favorable (valeur = 1) ou défavorable (valeur = 0) à l'habitat du carcajou (voir Tableau 2, Annexe, p. 43).

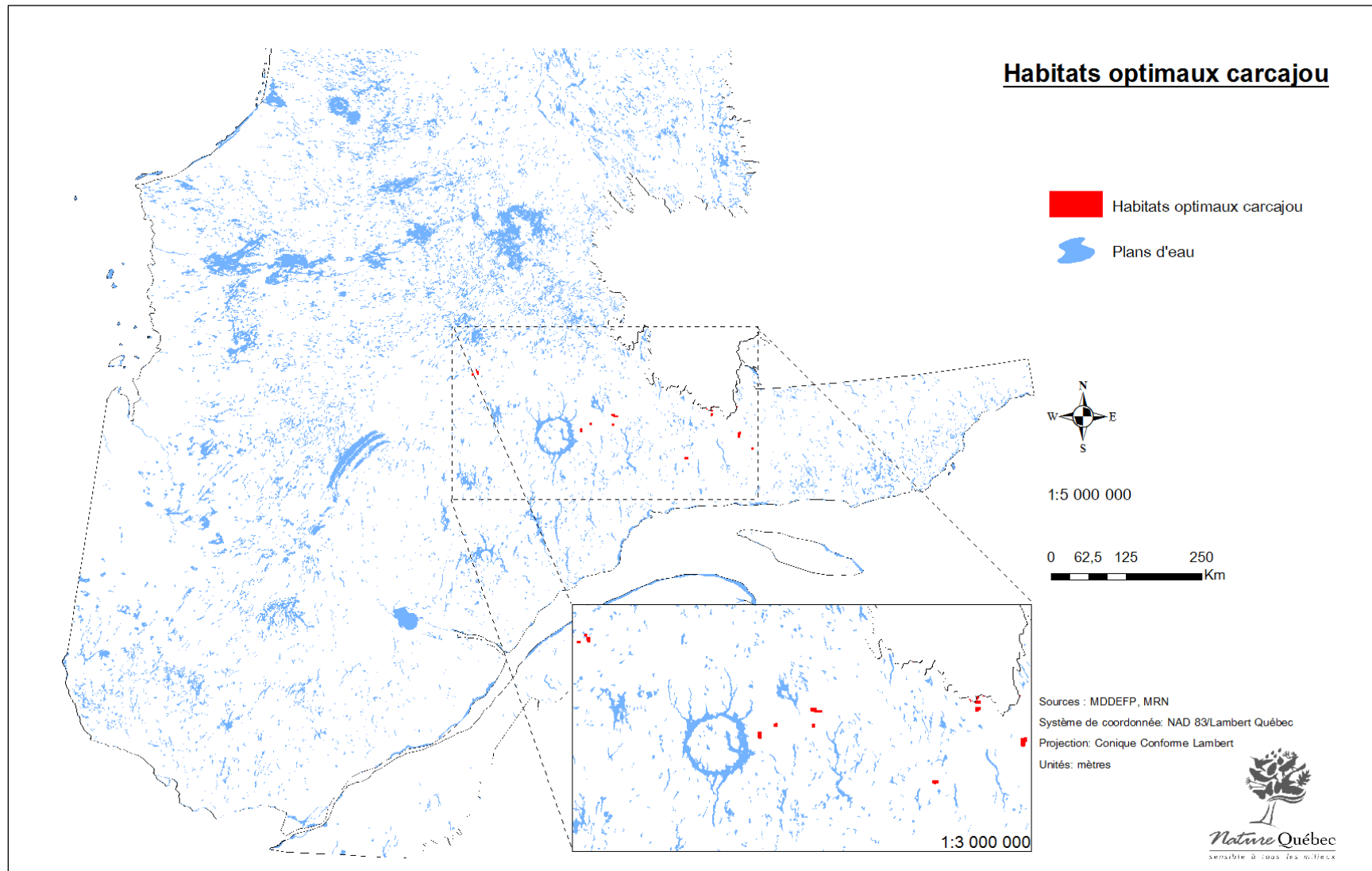


Figure 13 | Habitats optimaux pour le carcajou

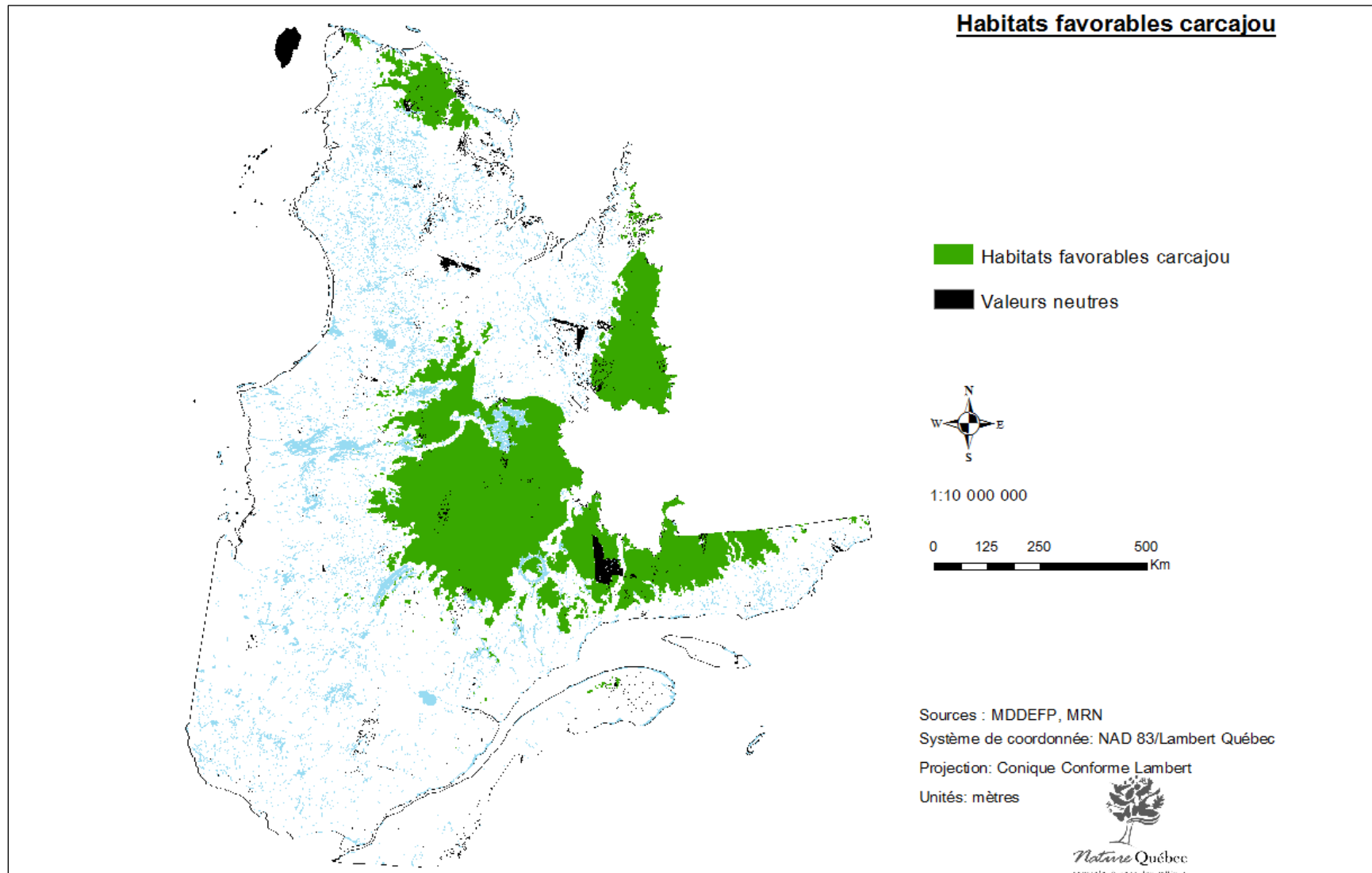


Figure 14 | Habitats favorables pour le carcajou

DISCUSSION

SECTEURS D'INTÉRÊT

L'article rédigé par Johnson et coll.⁶³ propose un modèle de prédiction d'occurrence des sites de mise bas du carcajou. En effet, l'utilisation d'une approche déductive basée sur les SIG a permis de cibler pour deux zones restreintes, soit les monts Groulx et Otish au Québec, le degré de favorabilité à la présence de sites de mise bas du carcajou. Selon les résultats obtenus dans notre étude, la cartographie des habitats favorables ou optimaux du carcajou a permis d'établir des secteurs potentiels pour le carcajou, dont les monts Groulx, Otish et Torngat, ainsi qu'une grande partie de la région de la Côte-Nord, le sud-est de la région Nord-du-Québec et le secteur de Charlevoix (Figure 15 et Figure 16, pages suivantes). Il apparaît donc un lien entre les secteurs potentiels de notre étude et les deux régions choisies dans l'étude menée par Johnson et *al.*. Ce constat a corroboré l'hypothèse selon laquelle des critères spécifiques peuvent être associés aux caractéristiques de l'habitat optimal ou favorable à l'établissement ou à la mise bas du carcajou, indépendamment de l'échelle spatiale utilisée.

⁶³ Johnson *et al.*, 2012

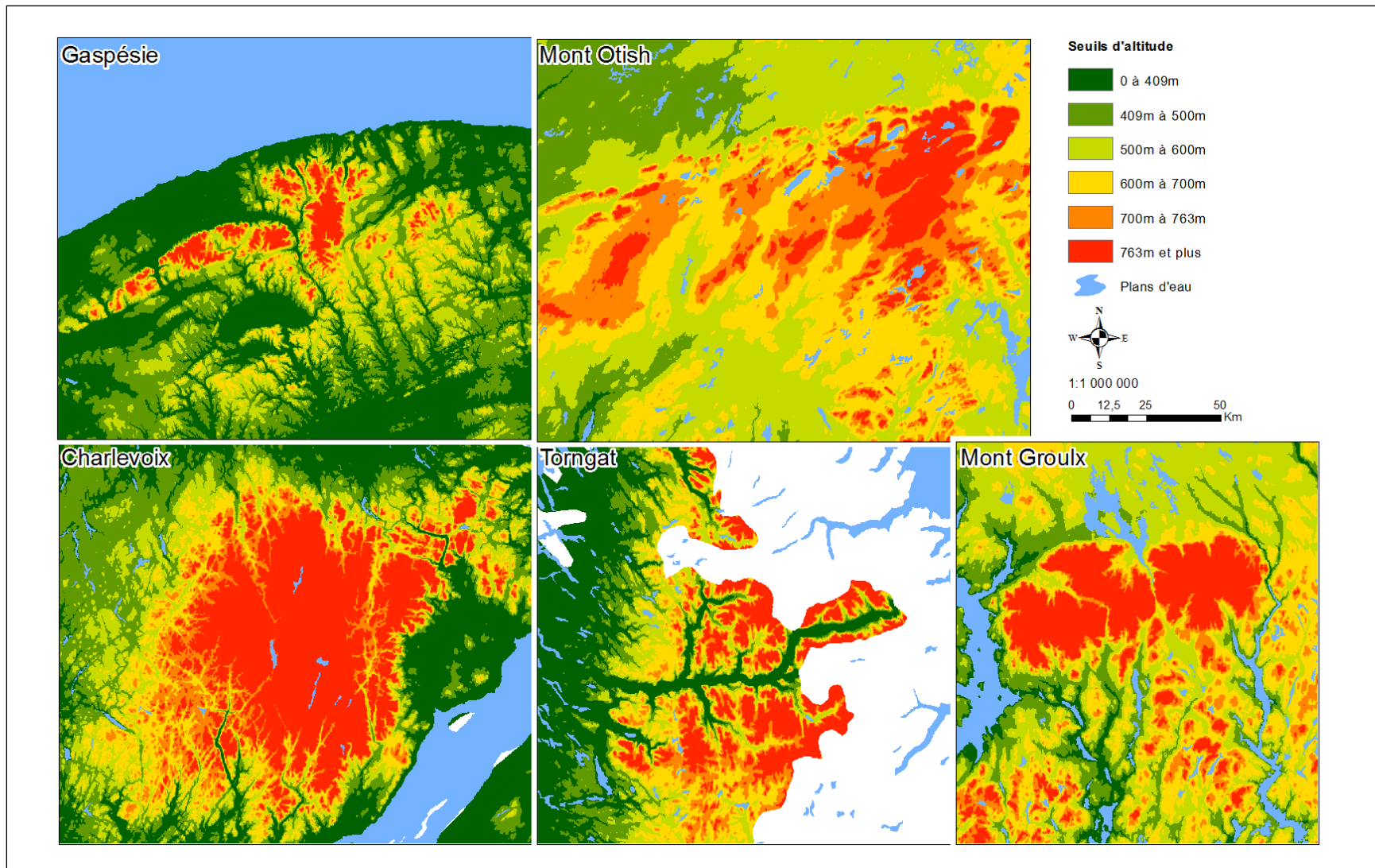


Figure 15 | Topographie – Agrandissements de certains secteurs favorables

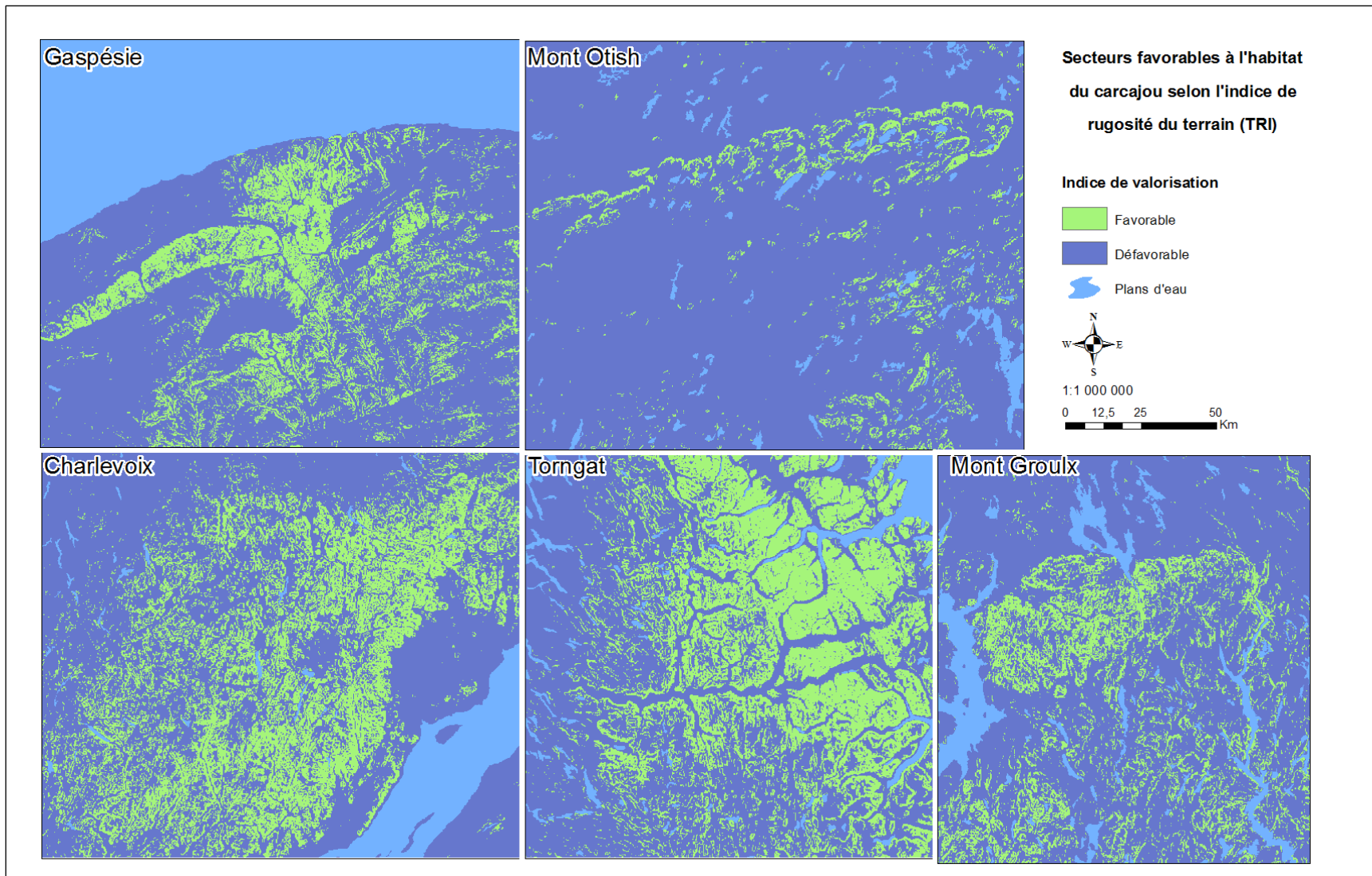


Figure 16 | Escarpement – Agrandissements de certains secteurs favorables

MANQUE D'INFORMATIONS AU NORD DU QUÉBEC

Les 78 rapports d'observation du carcajou traités par le MRNF depuis 2000 sont distribués inégalement sur le territoire de la province du Québec. Des 17 rapports jugés probables, 14 se concentrent principalement le long de la vallée du Saint-Laurent, tandis que 2 ont été répertoriées dans les régions administratives de la Côte-Nord et du Nord-du-Québec. Ainsi, aucune concordance n'est observée entre les rapports jugés probables (majoritairement au sud de la province) et les habitats potentiels du carcajou, localisés plus au nord (Figure 17, page suivante). Ce constat met en évidence le manque d'informations et de connaissances sur le nord du territoire. Certes, la population nordique est relativement faible. Elle représente moins de 2 % de la population québécoise au nord du 49^e parallèle. Toutefois, des efforts devraient être consentis pour impliquer davantage les communautés nordiques autochtones et non autochtones au rétablissement des espèces en péril. Cela pourrait permettre de combler le manque d'information et d'associer plus étroitement la population aux enjeux de conservation de la biodiversité.

EFFET RESCOUSSE À ÉTUDIER

Un autre élément important à considérer, qui n'a été abordé que partiellement dans les quelques études ayant trait à la caractérisation ou à la modélisation des habitats potentiels du carcajou au Québec, concerne l'effet rescousse, c'est-à-dire une recolonisation naturelle du carcajou pouvant être engendrée par la migration de quelques individus en provenance de l'Ontario (population de l'Ouest). En effet, au cours des dernières années, les inventaires réalisés en Ontario et les observations des trappeurs autochtones de cette province ont indiqué une augmentation de la présence du carcajou à l'est de son aire de répartition connue⁶⁴. Une attention particulière devra donc être portée aux déplacements de carcajous provenant de l'Ontario, puisque ces derniers pourraient se retrouver en Baie-James, en Abitibi-Témiscamingue ou au Nord-du-Québec. Cette recolonisation naturelle du carcajou par l'ouest devra être suivie afin d'évaluer l'adaptation des individus dans ces régions, et leurs déplacements à l'intérieur du Québec. En effet, la présente étude identifie les secteurs propices à la mise bas du carcajou à l'est de la province. Il serait donc pertinent de valider si les individus se déplaceraient vers les sites plus favorables à l'est. Dans un tel cas, les schémas de déplacements pourraient mettre en évidence des enjeux de connectivité à prendre en considération dans la planification du territoire.

⁶⁴ Ontario Wolverine Recovery Team, 2011.

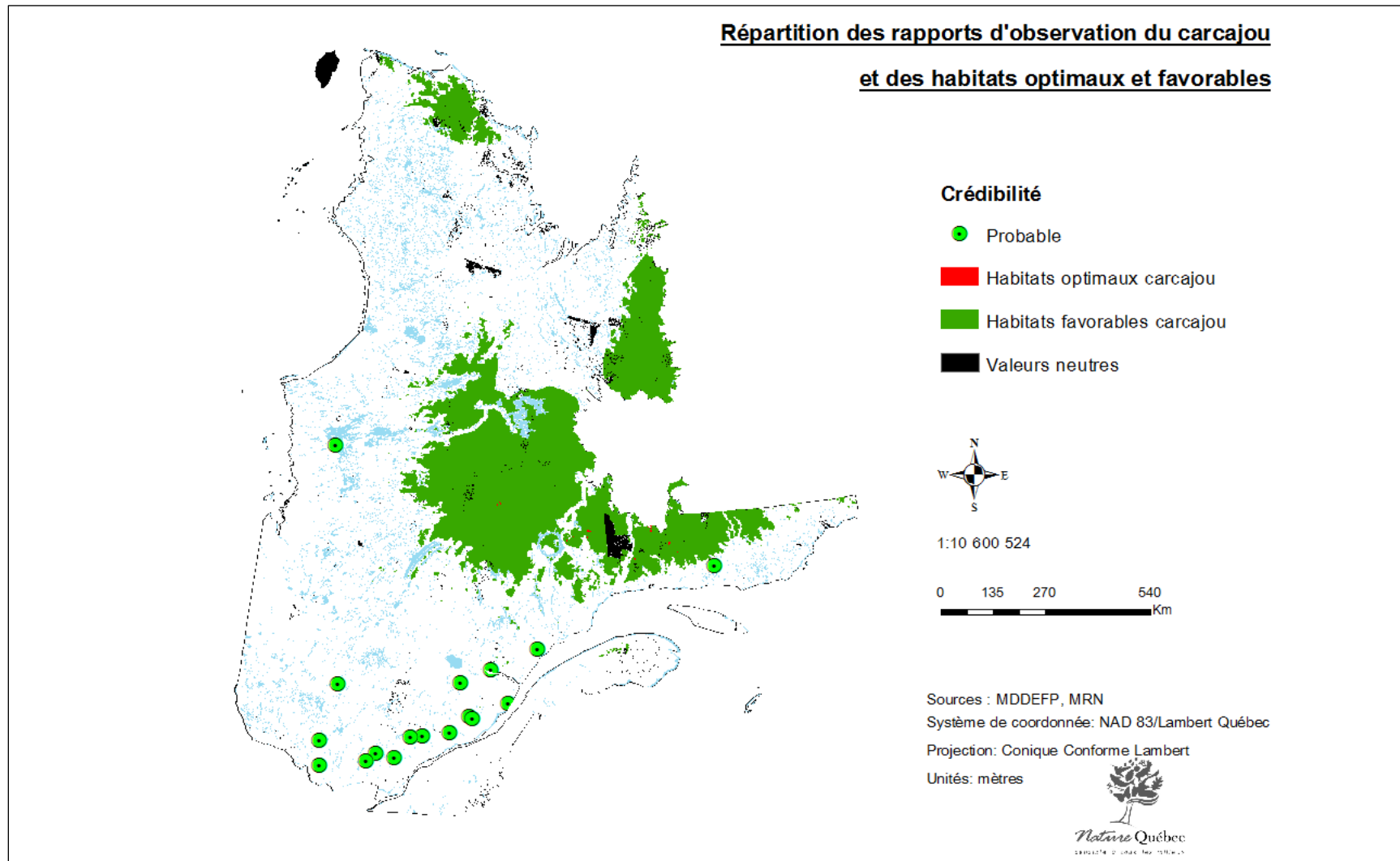


Figure 17 | Répartition des rapports d'observation probables du carcajou et des habitats optimaux et favorables

LIMITES DE L'ÉTUDE

RÉSOLUTION

L'échelle spatiale à laquelle l'analyse a été effectuée s'avère particulièrement grande, ce qui se traduit par une résolution plutôt faible. Les données utilisées et les résultats obtenus lors de l'analyse ont été circonscrits au territoire du Québec à l'échelle 1:10 million. Ainsi, la résolution est considérée moyenne à basse, puisqu'elle varie de 100 m à 1000 m, selon les entités. C'est pourquoi il a été difficile, voire pratiquement impossible, d'inclure certaines données plus régionales, par exemple les densités d'originaux estimées par zone de chasse. Considérant la faible résolution de notre étude et l'échelle nationale utilisée (Québec), il est donc difficile de comparer nos résultats avec des études régionales. D'ailleurs, un travail d'analyse complémentaire à l'échelle régionale permettrait d'intégrer de nouveaux paramètres tels que l'orientation de la pente, la morphologie du terrain, l'épaisseur de neige, etc. Ces paramètres serviraient à décrire de façon beaucoup plus fine les habitats sélectionnés par le carcajou.

PRÉCISION DES DONNÉES

Les données du couvert de neige utilisées dans cette étude constituent des probabilités que la fonte de neige ne dépasse pas le 15 mai. Le calcul de l'algorithme décrivant les valeurs de ces probabilités est contraint par les limites sur la précision des capteurs satellites, variant entre 1 et 25 km, la détection maximale de la neige par le capteur évaluée à 5 cm et l'influence des ombres et des nuages sur la sensibilité des capteurs. L'équipe du laboratoire de télédétection et hydrologie dirigée par Karem Chokmani a élaboré une série de données représentant la cartographie quotidienne du couvert nival adaptée aux conditions régionales de l'est du Canada. Ainsi, les probabilités de couvert de neige sont basées à partir d'une série d'images satellites du capteur optique NOAA-AVHRR à ondes courtes. Ces images sont dotées d'une résolution de 1 km et elles résultent d'un algorithme à seuils restrictifs. Elles représentent une échelle temporelle de 23 ans (1988 à 2011) pour une couverture à l'ensemble de la province du Québec. Cette série de données pourrait notamment servir à affiner l'analyse spatiale à une échelle régionale ou locale.

Les données utilisées pour établir un indice de disponibilité de nourriture pour le carcajou au Québec ne peuvent prédire la présence et l'abondance des espèces d'ongulés dans un secteur donné. En effet, l'étendue des différentes aires de répartition pour les quatre types d'ongulés retenus dans cette étude ne caractérise que grossièrement et partiellement la disponibilité de proies pour le carcajou. De ce fait, une limite s'impose quant à la validité de l'interprétation des données issues de l'indice de disponibilité en nourriture.

ACUITÉ DES DONNÉES

Les seuils d'altitude et d'escarpement choisis pour l'analyse spatiale effectuée dans cette étude contiennent des limites importantes quant à leur degré de représentativité des habitats optimaux et favorables au carcajou. Le seuil d'altitude a été basé sur les résultats issus de l'étude de May réalisée en Norvège⁶⁵. Pour le seuil d'escarpement, l'indice de rugosité du terrain a été tiré des résultats de l'étude de Riley et *al.* et les catégories de rugosité ont été choisies sur une base déductive. Puisque ces seuils ont été déterminés sur une base déductive et qualitative pour l'escarpement et à l'extérieur du cadre géographique du Québec dans l'étude de May pour l'altitude, ces deux critères ne peuvent établir qu'une transposition indirecte des conditions favorables à l'établissement du carcajou au Québec. Toutefois, considérant que peu d'études ont été réalisées sur ces variables, l'approche que nous avons retenue se base sur la meilleure connaissance disponible.

⁶⁵ May *et al.*, 2008.

RECOMMANDATIONS

Comme décrit à la section précédente, une analyse spatiale plus précise visant à faire ressortir des constats régionaux peut s'avérer intéressante pour un travail de recherche ultérieur sur l'habitat du carcajou à une échelle régionale. L'intégration d'une série de données du couvert de neige à haute résolution basée sur une échelle temporelle plus longue et une validité accrue, l'élaboration d'un indice de disponibilité en nourriture basé sur des densités d'ongulés et le développement d'un indice d'escarpement plus fidèle à la réalité du terrain figurent parmi les nombreuses améliorations pouvant être apportées à la modélisation régionale de l'habitat potentiel du carcajou.

La mise en place de projets supplémentaires visant à caractériser les déplacements, les densités et les comportements des populations d'ongulés pourraient s'avérer particulièrement efficace pour retracer les déplacements de certains mammifères opportunistes, tel le carcajou.

Des efforts devraient également être déployés afin d'impliquer davantage les communautés nordiques à l'acquisition de connaissances sur le carcajou. Il serait intéressant d'échanger avec la population sur la situation de cette espèce et sur ce qu'il est possible de faire pour collaborer à son rétablissement, notamment les transmissions de mentions d'observation. Aussi, il serait de bon augure de démystifier les caractéristiques typiques à cette espèce en comparaison avec celles d'autres espèces afin d'éviter la confusion, et ainsi pouvoir être plus confiants envers les rapports d'observation du sud du Québec.

En plus des rapports d'observations, les inventaires effectués sur le terrain permettraient de confirmer la présence du carcajou au Québec et, le cas échéant, de suivre les déplacements du carcajou dans la province. Cela fournirait des renseignements sur les caractéristiques des sites de mise bas privilégiés par l'espèce. Aussi, le suivi télémétrique à partir de colliers émetteurs constituerait un moyen efficace de suivre les déplacements d'individus afin d'améliorer les connaissances sur leur domaine vital et de cibler éventuellement des zones d'intérêt pour la conservation.

CONCLUSION

Le carcajou est une espèce opportuniste qui ne se définit pas strictement en fonction des variables de l'habitat. Aussi, la présence de cette espèce au Québec n'est pas confirmée depuis la fin des années 1970. Le travail réalisé dans le cadre de cette étude constitue une base dans l'acquisition de connaissances sur le carcajou au Québec. Cette base présente des limites qui ont été décrites précédemment.

Toutefois, malgré les incertitudes reliées à cette étude, certains secteurs de la province semblent se distinguer par leur potentiel favorable pour le carcajou. Il conviendrait donc de cibler dans un premier temps des efforts de recherche dans ces régions. Cette recherche pourrait se faire par des inventaires (survol aérien, etc.), mais aussi en échangeant et en communiquant plus étroitement avec les communautés nordiques concernées.

Au-delà de cet aspect, il ne faut pas oublier l'ouest du Québec, et plus particulièrement le secteur de la Baie-James. La possibilité de migration d'individus en provenance de l'Ontario pourrait jouer un rôle crucial dans le rétablissement de l'espèce au Québec.

Enfin, Nature Québec espère que ce travail préliminaire sera suivi d'analyses plus fines, à l'échelle régionale, permettant de circonscrire des secteurs d'importance pour la conservation du carcajou.

RÉFÉRENCES

- Aubry, K.B., K.S. McKelvey and J.P. Copeland, 2007. Distribution and Broad-scale Habitat Relations of the Wolverine in the Contiguous United States. *Journal of Wildlife Management* 71 (7): 2147-2158.
- Banci, V.A., 1987. *Ecology and behavior of wolverine in Yukon*. Thesis, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada.
- Banci, V.A., 1994. Wolverine. Pages 99-127 in L. F. Ruggiero, K. B. Aubry, S. W. Buskirk *et al.*, editors. *The Scientific Basis for Conserving Forest Carnivores, American Marten, Fisher, Lynx and Wolverine in the Western United States*. U.S. Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report RM 254, Fort Collins, Colorado, USA.
- Beauvais, G.P. and L. Johnson, 2004. *Species Assessment for Wolverine (Gulo Gulo) in Wyoming*. Rep. Bureau of Land Management, 47 p.
[En ligne] <http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/wy/wildlife/animal-assessmnts.Par.90309.File.dat/Wolverine.pdf>
- Bowman, J., J.C. Ray, A.J. Magoun *et al.*, 2010. Roads, Logging, and the Large-Mammal Community of an Eastern Canadian Boreal Forest. *Canadian Journal of Zoology* 88: 454-467.
- Brodie, J.F. and E. Post, 2010. Nonlinear Responses of Wolverine Populations to Declining Winter Snowpack. *Population Ecology* 52: 279-287.
- Cardinal, N., 2004. *Aboriginal Traditional Knowledge COSEWIC Status Report on Wolverine Gulo gulo Qavvik*.- Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, Ontario, 40 p.
- Carroll, C., R.F. Noss and P.C. Paquet, 2001. Carnivores as Focal Species for Conservation Planning in the Rocky Mountain Region. *Ecological Applications* 11: 961-980.
- Copeland, J.P., 1996. *Biology of the Wolverine in Central Idaho*. M. S. Thesis, University of Idaho, Moscow.
- Copeland, J.P., K.S. McKelvey, K.B. Aubry *et al.*, 2010. The Bioclimatic Envelope of the Wolverine (*Gulo gulo* spp.): Do Climatic Constraints Limit its Geographic Distribution?. *Canadian Journal of Zoology* 88: 233-246.
- COSEPAC, 2003. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le carcajou (Gulo gulo) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 51 p.
- Dawson, F.N., A.J. Magoun, J. Bowman and J. C. Ray, 2010. Wolverine, *Gulo gulo*, Home Range Size and Denning Habitat in Lowland Boreal Forest in Ontario, Canada. *Canadian Field-Naturalist* 124: 139-144.
- Filion, A., 2012. Environnement Canada. Communication personnelle.
- Fortin, C., V. Banci, J. Brazil *et coll.*, 2004. *Plan national de rétablissement du carcajou (Gulo gulo) [Population de l'est]*. Rapport de rétablissement n° 26. Rétablissement des espèces canadiennes en péril (RESCAPÉ). Ottawa (Ontario). 36 p.
- Hatler, D.F., 1989. A Wolverine Management Strategy for British Columbia. *Wildlife Bulletin* N° B-60, Ministry of Environment, Victoria (Colombie-Britannique). 124 p.

- Heinemeyer, K.S., B.C. Aber and D.F. Doak, 2001. *Aerial Surveys for Wolverine Presence and Potential Winter Recreation Impacts to Predicted Wolverine Denning Habitats in the Southwestern Yellowstone Ecosystem*. Unpublished Report. University of California, Santa Cruz Department of Environmental Studies. 33 p.
- Hornocker, M.G. and H.S. Hash, 1981. Ecology of the Wolverine in Northwestern Montana. *Canadian Journal of Zoology* 59: 1286-1301.
- Inman, R.M., A.J. Magoun, J. Persson *et al.*, 2007a. Reproductive Chronology of Wolverines. Chapter 3 in: *Greater Yellowstone Wolverine Study, Cumulative Progress Report*, May 2007. Wildlife Conservation Society, North America Program, General Technical Report, Bozeman, Montana, USA.
- Inman, R.M., K.H. Inman, M.L. Packila and A.J. McCue, 2007b. Wolverine Reproductive Rates and Maternal Habitat in Greater Yellowstone. Chapter 4 in: *Greater Yellowstone Wolverine Study, Cumulative Progress Report*, May 2007. Wildlife Conservation Society, North America Program, General Technical Report, Bozeman, Montana, USA.
- INRS (Sd). *Atlas nival*. [En ligne] <http://nival.ete.inrs.ca/Atlas/main.php> (consulté le 3 novembre 2012).
- Johnson, L.M., L. L. Willey, M.T. Jones and F. Sangermano, 2012. *Predicting Core Reproductive Habitat for Wolverine (Gulo gulo) in Québec, Canada Using a GIS-Based Deductive Modeling Approach*. Report prepared for Ministère des Ressources naturelles et de la Faune and Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs Province du Québec. 28 p.
- Krebs, J., E.C. Lofroth and I. Parfitt, 2007. Multiscale Habitat Use by Wolverines in British Columbia, Canada. *Journal of Wildlife Management*. 71(7): 2180-2192.
- Landa, A. O. Strand, J.E. Swenson and T. Skogland, 1997. Wolverines and their Prey in Southern Norway. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1292-1299.
- Magoun, A. J., 1987. Summer and Winter Diets of Wolverines, Gulo Gulo, in Artic Alaska. *Canadian Field Naturalist* 101(3): 392-397.
- Magoun, A.J. and J.P. Copeland, 1998. Characteristics of Wolverine Reproductive Den Sites. *Journal of Wildlife Management* 62(4): 1313-1320.
- Magoun, A.J., N. Dawson, J. Ray and J. Bowman, 2005. *Forest Management Considerations for Wolverine Populations in Areas of Timber Harvest in Ontario. Preliminary Recommendations*. January 13, 2005. Project : Boreal Wolverine: a Focal Species for Land Use Planning in Ontario's Northern Boreal Forest. 17 p.
- May, R., Dijk, J. van, Andersen, R. and Landa, A., 2008. Wolverines in a Changing World. *Final report of the Norwegian Wolverine Project 2003-2007*. NINA Report 434. 43 p.
- May, R., 2007. *Spatial Ecology of Wolverines in Scandinavia*. Ph.D. dissertation, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway. 192 p.
- May, R., A. Landa, J. van Dijk *et al.*, 2006. Impact of Infrastructure on Habitat Selection of Wolverines (Gulo gulo). *Wildlife Biology* 12: 285-295.
- Moisan, M., 1996. *Rapport sur la situation du carcajou (Gulo gulo) au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. 68 p.
- Nature Québec (2012). *Projet Carcajou ? : revue de littérature des connaissances sur le carcajou (Gulo gulo)*. Rapport présenté à la Fondation de la faune du Québec. 30 p.

- Rausch, R.A. and A.M. Pearson, 1972. Notes on the Wolverine in Alaska and the Yukon Territory. *Journal of Wildlife Management* 36: 249-268.
- Riley, S. J., S. D. DeGloria and R. Elliot, 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, 5(1-4).
- Rowland, M.M., M.J. Wisdom, D.H. Johnson *et al.*, 2003. Evaluation of Landscape Models for Wolverines in the Interior Northwest, United States of America. *Journal of Mammology* 84(1): 92-105.
- Ruggiero, L.F., K. S. McKelvey, K.B. Aubry *et al.*, 2007. Wolverine Conservation and Management. *Journal of Wildlife Management* 71(7).
- Watson, H., 2009. *Food Habit Study of the Wolverine (Gulo gulo) in Northwestern Ontario: and Analysis of the Stomach and Intestinal Tract using Negative Hair Impressions*. Undergraduate Thesis, Faculty of Forestry and the Forest Environment, Lakehead University. 33 p.
- Weir, R.D., 2004. Wolverine *Gulo gulo*. *Accounts and Measures for Managing Identified Wildlife – Accounts V*. 2004. 10 p.
- Wolverine Foundation, 2012. *Completed Project Reports*. [En ligne]
<http://wolverinefoundation.org/resources/completed-reports/> (consulté le 9 janvier 2012).

ANNEXE

Tableau 2 | Liste des classes d'entités utilisées, leurs codes respectifs et leur caractère favorable ou défavorable

Entité (12 classes)	Code 12 classes	Indice de valorisation	Code 23 classes	Entité (23 classes)	Description	Classes détaillées	Code 52 classes détaillées
Pas de données Ombre/Nuage	999	Neutre	0	Absence de données		Absence de données	0
			12	Ombre		Ombre	1
			11	Nuages		Nuages	2
Neige/glace	0	Favorable	31	Neige/glace	Glacier et neige	Neige/glace	3
Affleurement rocheux/débris	1	Favorable	32	Affleurement rocheux/débris	Champs de blocs, talus, dépôts miniers, coulée de lave.	Affleurement rocheux/débris	4
						Roc et mousse	50
Surface dénudée	2	Défavorable	33	Surface dénudée	Sédiments de rivières, sols nus, sédiments de lacs ou de marais, rives de réservoirs, plages, amas de billots, zone de brûlis, routes, sédiments de vase, rives, moraines, amoncellement de gravier, résidus, surface de chemin de fer, bâtiments et aires de stationnements, ou autres surfaces non végétalisées.	Surface dénudée	5
						Urbain	6
						Brûlis	7
						Coupes	8
Eau	3	Défavorable	20	Eau	Lacs, réservoirs, rivières, rapides, ou eau salée.	Eau	9
Grands arbustes/Petits arbustes	4	Favorable	51	Arbustes – hauts	Au moins 20 % du territoire couvert d'au moins un tiers avec des arbustes ; la hauteur moyenne supérieure ou égale à 2 mètres.	Arbustes hauts	10
						Régénération résineuse	11
						Régénération feuillue	12
						Régénération mélangée	13
			52	Arbustes – bas	Au moins 20 % du territoire couvert d'au moins un tiers avec des arbustes ; la hauteur moyenne inférieure à 2 mètres.	Arbustes bas	14
						Brûlis végétalisés	15
Coupes végétalisées	16						
Lande à arbustes et roc	47						
Herbes	5	Défavorable	100	Herbes	Plantes vasculaires sans tige de bois (gazon, cultures, plantes herbacées dicotylédones, graminées) ; minimum de 20 % de couverture ou bien le tiers de la végétation doit être de l'herbe.	8	17
						1	18
Plantes invasives	6	Favorable	40	Plantes invasives	Bryophytes (mousse, hépatique et anthocerothée) et lichen (foliacé et fruticuleux ; non crustacé) ; minimum de 20 % du territoire couvert ou bien le tiers de la végétation totale doit être composée de mousse ou lichen.	Lichen	19
						Mousse (et roc)	20
						Lande alpine	21
						Mousse, arbustes et herbe	49
						Mousse et herbe	51
Mousse et roc	52						

Entité (12 classes)	Code 12 classes	Indice de valorisation	Code 23 classes	Entité (23 classes)	Description	Classes détaillées	Code 52 classes détaillées
Milieux humides	7	Défavorable	81	Milieux humides arborés	Territoire où le niveau d'eau est près de la surface ou inonde le terrain sur une période de temps suffisante pour favoriser les processus aquatiques et tourbeux, la végétation dominante est le résineux, feuillus, ou mélangés.	Milieux humides arborés	22
			82	Milieux humides arbustifs	Territoire où le niveau d'eau est près de la surface ou inonde le terrain sur une période de temps suffisante pour favoriser les processus aquatiques et tourbeux, la végétation dominante est grande, basse ou un mélange des deux.	Milieux humides arbustifs	23
			83	Milieux humides herbacés	Territoire où le niveau d'eau est près de la surface ou inonde le terrain sur une période de temps suffisante pour favoriser les processus aquatiques et tourbeux, la végétation dominante est l'herbe.	Milieux humides herbacés	24
Conifère	8	Favorable	211	Résineux denses	Densité du couvert supérieur à 60 % ; le peuplement résineux occupe 75 % et plus de la surface.	Résineux vieux	25
						Résineux jeunes	26
			212	Résineux ouverts	Densité de 26 à 60 % ; les résineux occupent 75 % et plus de la surface.	Résineux moyen à fond de mousse	27
						Résineux moyen à fond de lichen	28
						Résineux ouvert à fond de lichen	29
						Résineux ouvert à fond de mousse	30
						Insectes ou mortalité	46
			213	Résineux épars	Densité de 10 à 25 % ; les résineux occupent 75 % et plus de la surface.	Lande boisée résineuse à fond de lichen	31
						Lande boisée résineuse à fond de mousse	32
						Lande boisée résineuse à fond d'arbustes	45
Feuillu	9	Défavorable	221	Feuillu dense	Densité du couvert supérieur à 60 % ; le peuplement feuillus occupe 75 % et plus de la surface.	Feuillu dense	33
						Feuillu dense jeune	48
			222	Feuillu ouvert	Densité de 26 à 60 % ; les feuillus occupent moins de 75 % de la surface.	Feuillu ouvert	34
223	Feuillu épars	Densité de 10 à 25 % ; les feuillus occupent 75 % et plus de la surface.	Feuillu épars	35			
Mixte	10	Défavorable	231	Mélangé dense	Densité supérieure à 60 % ; ni les résineux ni les feuillus compte pour plus de 75 % de la surface.	Tendance feuillue	36
						Tendance résineuse	37
						Tendance feuillue/résineuse	38
			232	Mélangé ouvert	Densité de 26 à 60 % ; ni les résineux ni les feuillus compte pour plus de 75 % de la surface.	Tendance feuillue	39
						Tendance résineuse	40
						Tendance feuillue/résineuse	41
			233	Mélangé épars	Densité de 10 à 25 % ; ni les résineux ni les feuillus compte pour plus de 75 % de la surface.	Tendance feuillue	42
						Tendance résineuse	43
						Tendance feuillue/résineuse	44

Tableau 3 | Liste des différentes entités géographiques utilisées pour l'analyse spatiale de l'empreinte humaine

Entité	Base de données	Échelle	Code entité	Format donnée	Code thème	Thème	Code générique
Carrière - (Quarry)	CanVec	1:50 000	7	Surface	IC	Zones industrielles et commerciales	1350029
Centre de ski - (Ski centre)	CanVec	1:50 000	8	Surface	LX	Lieux d'intérêts	1000029
Chemin de fer - (Railway)	CanVec	1:50 000	9	Ligne	TR	Transport	1020009
Éolienne - (Wind-operated device)	CanVec	1:50 000	25	Point	EN	Énergie	2170009
Installations de gaz et pétrole - (Gas and oil facilities)	CanVec	1:50 000	31	Surface	EN	Énergie	1360049
Mine - (Mine)	CanVec	1:50 000	39	Point	IC	Zones industrielles et commerciales	1350049
Piste d'envol - (Runway)	CanVec	1:50 000	53	Surface	TR	Transport	1190009
Segment routier - (Road segment)	CanVec	1:50 000	70	Ligne	TR	Transport	1760009
Sentier - (Trail)	CanVec	1:50 000	71	Ligne	LX	Lieux d'intérêts	2420009
Zone d'extraction - (Extraction area)	CanVec	1:50 000	88	Surface	IC	Zones industrielles et commerciales	1350039
Zone d'extraction de minerai - (Mining area)	CanVec	1:50 000	89	Point	IC	Zones industrielles et commerciales	2600009
Zone industrielle et commerciale - (Industrial and commercial area)	CanVec	1:50 000	90	Surface	IC	Zones industrielles et commerciales	1360039
Zone régionale municipale - (Municipal Regional Area)	CanVec	1:50 000	91	Surface	LA	Limites administratives	1680019
Zone résidentielle - (Residential area)	CanVec	1:50 000	92	Surface	BS	Bâtiments et structures	1370009
Chemins forestiers	SIEF	1:20 000	01-04, NC, HN, HI	Ligne	CL_CHEM IN	Classes de Chemins forestiers	NA
Routes à des fins de représentation cartographique	RTTQ	1:20 000	«Non accessible»	Ligne	RTE_COM PL	Routes complémentaires	0
Sentiers de motoneige au Québec	FCMQ	1:50 000	NA	Ligne	NA	NA	NA



Nature Québec est un organisme national à but non lucratif (OBNL) qui regroupe plus de 5000 membres et sympathisants et 130 organismes affiliés œuvrant à la conservation de la nature, au maintien des écosystèmes essentiels à la vie et à l'utilisation durable des ressources. Travaillant depuis 1981 au maintien de la diversité des espèces et des écosystèmes, Nature Québec souscrit aux objectifs de la Stratégie mondiale de conservation de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), dont il est membre.

À ces fins, Nature Québec a constitué des commissions autour de grands thèmes intégrateurs. Ces commissions interviennent dans les domaines de l'agriculture, des aires protégées, de la biodiversité, de l'eau, de l'énergie et des changements climatiques, et de la forêt. Prônant le consensus et la vie démocratique, les commissions sont animées par un important réseau de bénévoles et de collaborateurs détenteurs d'une expertise de terrain irremplaçable, ainsi que d'universitaires et de chercheurs spécialisés, par exemple dans les domaines de la biologie, de la foresterie, de l'agronomie et des sciences de l'environnement.

Nature Québec, par son réseau d'organismes affiliés, par l'implication de ses membres et par l'expertise de son personnel, travaille concrètement à la conservation de la nature. Il intervient pour la protection des milieux naturels directement sur le terrain, par la concertation des forces vives, la sensibilisation et la formation. Il intervient également lors de la mise en œuvre de projets publics ou privés, ou lors de l'élaboration de politiques publiques et de programmes gouvernementaux d'aménagement du territoire et de conservation des ressources, par la production de mémoires, d'analyses et de rapports sur lesquels il fonde ses interventions publiques, cherchant ainsi à susciter réflexions et débats pour le bien commun.

Au cours des dernières années, Nature Québec a contribué significativement à la réforme de la loi sur les forêts, à l'agrandissement du parc des Îles-de-Boucherville, à la protection de plus de 8 % du territoire québécois, à l'obtention de l'engagement de protéger plus de 50 % du Nord québécois, dont 20 % en aires protégées d'ici 2020. Nature Québec vient d'obtenir, avec le mouvement *Sortons le Québec du nucléaire*, la fermeture de la centrale nucléaire Gentilly-2 au Québec.

De plus, actuellement, Nature Québec travaille à établir un vaste réseau d'aires protégées représentatives de la biodiversité ; œuvre au rétablissement du caribou forestier et du carcajou ; travaille à la protection d'habitats essentiels pour les oiseaux par le programme *Zones importantes pour la conservation des oiseaux au Québec* (ZICO) ; travaille avec le milieu municipal sur l'aménagement du territoire et particulièrement sur le maintien et l'augmentation des îlots de fraîcheur en ville ; propose des solutions à l'exploitation forestière pour qu'elle respecte la capacité de renouvellement des forêts ; travaille à la protection des lacs et des cours d'eau du Québec, ainsi que des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent ; propose des solutions de remplacement afin de réduire les impacts de l'exploration et de l'exploitation énergétique sur les milieux naturels ; propose des solutions pour diminuer l'impact de l'agriculture sur l'environnement. Finalement, Nature Québec soutient et outille ses membres affiliés afin d'améliorer leur capacité d'action dans leurs projets de conservation.