
Étude des mouvements et de la nidification du Harfang des neiges au Nunavik

Rapport d'activités présenté au Service Environnement
Mine Glencore Xstrata Nickel, Raglan

25 SEPTEMBRE 2013



Audrey Robillard, Gilles Gauthier,
Département de biologie & Centre d'Études Nordiques, Université Laval, QC

Jean-François Therrien
Hawk Mountain Sanctuary, Pennsylvanie, États-Unis

Joël Bêty
Département de biologie & Centre d'Études Nordiques, Université Du Québec à Rimouski, QC

CONTACTS

Gilles Gauthier, Professeur

Département de biologie et Centre d'Études Nordiques, Université Laval, 1045 avenue de la Médecine, Québec (Québec) G1K 7P4

Tél: 418-656-5507; courriel: Gilles.gauthier@bio.ulaval.ca

Joël Bêty, Professeur

Département de biologie et Centre d'Études Nordiques, Université du Québec à Rimouski, 300, allée des Ursulines, Rimouski (Québec) G5L 3A1.

Tél :418 723-1986, poste 1701, courriel : joel_bety@uqar.qc.ca

Jean-François Therrien, Chercheur

Hawk Mountain Sanctuary, Acopian Center for Conservation Learning, 410 Summer Valley Road Orwigsburg, PA 17961,

Tél: 570-943-3411 poste 104, courriel: therrien@hawkmtn.org

Audrey Robillard, Étudiante au doctorat

Département de biologie et Centre d'Études Nordiques, Université Laval, 1045 avenue de la Médecine, Québec (Québec) G1K 7P4.

Tél: 418-656-2131 poste 6327; courriel: audrey.robillard.2@ulaval.ca

Photographies de couverture : Haut : Harfang mâle, nid SNOW_07. Bas à gauche : Relâche d'une femelle avec émetteur satellite visible (SNOW_05). Bas à droite : nid de Harfang des neiges (SNOW_08) contenant des oisillons de 5 jours à 15 jours d'âge. Photos : A. Robillard.

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	4
Objectifs.....	5
Matériel et Méthodes	5
Aire d'étude.....	5
Recherche de nids, capture et manipulation de harfangs.....	6
Capture de petits mammifères.....	7
Résultats et Discussion	7
Observations sur le terrain	7
Suivi des individus marqués	9
Conclusion et travaux futurs	9
Figures	12
Photos.....	16
Remerciements	17
Références.....	17

INTRODUCTION

Malgré qu'il soit l'emblème aviaire du Québec, le Harfang des neiges (*Bubo scandiacus*) demeure une espèce énigmatique principalement par le fait qu'il habite des régions peu accessibles. En effet, le harfang se reproduit en Arctique, dans la toundra située au nord de la limite des arbres. Extrêmement nomade, les déplacements de cette espèce semblent liés à l'abondance de ses proies principales, les lemmings, et les individus nicheurs rechercheraient à chaque année un site où l'abondance de ces petits mammifères est élevée pour se reproduire (Therrien 2012). Parce que les populations de lemmings subissent de fortes variations saisonnières et interannuelles d'abondance (cycles de 3-4 ans; Krebs 2011, Gauthier et al. 2013; Fig.1), les déplacements des harfangs des neiges sont donc passablement imprévisibles et leurs mouvements définis comme irruptifs (Parmalee 1992, Fuller et al. 2003). L'amplitude des mouvements interannuels, la sélection et l'utilisation de l'habitat et l'écologie de la reproduction de cette espèce demeurent ainsi peu connues.

Le harfang des neiges est considéré comme un prédateur important du réseau alimentaire de la toundra. En effet, plusieurs études suggèrent que la prédation et en particulier celle exercée par les oiseaux, pourrait contrôler l'abondance des petits mammifères de la toundra, du moins pendant l'été (Gilg et al. 2006, Therrien et al. 2013). De plus, les déplacements des harfangs à grande échelle pourrait contribuer à la synchronie spatiale des cycles de petits mammifères de la toundra (Therrien 2012). Par contre, l'imprévisibilité de leurs mouvements et leur éloignement géographique limite l'acquisition de connaissances et explique en partie le manque d'information sur leurs stratégies de déplacements. À une échelle plus fine, l'utilisation de l'habitat, notamment pendant la reproduction et la période hivernale, demeure aussi peu connue. Les émetteurs satellites sont une technologie qui permet de pallier à ces contraintes et de suivre des individus pendant plusieurs mois sur de longues distances, en région éloignée, voire inaccessible, comme l'Arctique (Fuller et al. 2003, Therrien et al. 2011).

Récemment, les déplacements de 12 femelles harfangs marquées à l'île Bylot, Nunavut pendant la période 2007-2010, ont été déterminés à l'aide d'émetteurs satellites. Cette étude a permis de démontrer (1) une utilisation inattendue de longue durée des glaces de mer durant la saison hivernale, et (2) une distance moyenne de déplacement de 725 km entre des sites de reproduction consécutifs, un record chez les oiseaux (Therrien et al. 2011, Therrien 2012). Les oiseaux originalement marqués à l'île Bylot ont niché, au cours des 3 années subséquentes, principalement à travers la Terre de Baffin ainsi qu'au nord du Nunavik. Ces résultats suggèrent, d'une part, un apport de ressources marines dans le régime alimentaire durant l'hiver, et d'autre part l'existence d'une seule population dans l'est de l'Amérique du Nord (Marthinsen et al. 2009). Toutefois, le faible nombre d'individus marqués lors de ces suivis, et à un seul site dans l'Arctique de surcroît, limite la portée de ces conclusions. Considérant les risques de perturbation des milieux arctiques liés aux changements climatiques et anthropiques, il est

primordial de mieux comprendre les patrons de déplacement de cette espèce en Amérique du Nord, tant à l'échelle locale que globale, ainsi que l'écologie de sa reproduction.

OBJECTIFS

Le principal objectif de ce projet était de marquer des harfangs des neiges adultes avec des émetteurs satellites sur leurs sites de reproduction dans l'est de l'Arctique canadien afin d'étudier leurs mouvements migratoires et leur utilisation saisonnière de l'habitat. La reproduction des harfangs à un site étant dépendante de l'abondance des petits mammifères, il est d'abord primordial de localiser des endroits où ces proies sont en abondance pour réaliser une telle étude. Au début de l'été 2013, des rapports préliminaires ont indiqué une forte abondance de petits mammifères dans la péninsule de l'Ungava et la présence possible de harfangs nicheurs, ce qui nous a amené à choisir le secteur de la mine Raglan comme site d'étude. Un deuxième objectif de notre projet était alors de documenter la distribution et la reproduction des harfangs dans cette région de l'Ungava.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

AIRE D'ÉTUDE

Ce projet s'est déroulé dans le secteur de la mine Raglan à l'est de la municipalité de Salluit dans l'Ungava (Québec). L'étude était concentrée aux abords de la route de 127 km joignant le complexe Kattiniq (N61° 41' 15.77'', W73° 40' 41.21'') au port de Baie Déception (N62° 8' 40.21'', W74° 41' 48.31'') et à l'aéroport de Donaldson (N61° 39' 44'', W73° 19' 17'') et s'est déroulée entre le 4 juillet et le 19 juillet 2013 (Fig. 2). Les paysages de la région étudiée sont caractérisés par une toundra arctique majoritairement rocheuse à proximité de la mine mais dont la végétation devient plus luxuriante, notamment dans les nombreuses petites vallées sculptées par les rivières, à mesure qu'on approche de la Baie Déception.

Cette étude a été réalisée sous le permis scientifique n°2013-06-21-129-10-S-F du ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec. Les manipulations sur les oiseaux ont été effectuées conformément aux règles établies par le Comité de Protection des Animaux de l'Université Laval (CPAUL, n° autorisation 2011038-3).

RECHERCHE DE NIDS, CAPTURE ET MANIPULATION DE HARFANGS

La recherche de nids de harfangs s'est effectuée par camion et à pied le long de la route reliant le complexe Kattiniq au port de Baie Déception et à l'aéroport de Donaldson. Une première reconnaissance tout le long de la route a permis de cibler 2 secteurs qui semblaient propices aux harfangs. Le Secteur 1 était situé entre les kilomètres 60 et 64 et le Secteur 2 entre les kilomètres 28 et 38 de la route. Ces deux secteurs étaient caractérisés par une topographie peu accidentée mais parsemée de buttes herbacées, propices à la nidification des harfangs. Le Secteur 1 se trouvait à l'intérieur d'une vallée traversée par une rivière en amont du Lac Watts. Le deuxième secteur se situait à proximité de la sablière, où plusieurs promontoires étaient disponibles tant autour des cours d'eau qu'à la base des collines avoisinant le lac François Malherbe. Au total, une aire d'environ 44 km² a été parcourue pour rechercher des nids de harfangs dans les deux secteurs combinés jusqu'à une distance maximale de 2.9 km de la route.

Les nids ont été localisés à l'aide de jumelles et d'un télescope, en observant et en cherchant des signes de présence (cris d'alerte, adultes observés...) à partir de promontoires. Les nids d'autres rapaces, en l'occurrence de buse pattue (*Buteo lagopus*) et de faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), trouvés de façon opportuniste ont également été notés. Chaque nid trouvé a été localisé précisément à l'aide d'un récepteur GPS. De plus, le contenu des nids de harfangs a été noté (nombre d'œufs, nombre de jeunes, âge des jeunes, identification et nombre de proies mortes autour du nid, etc.). La date de ponte approximative a été estimée à partir de l'âge des jeunes au nid. Finalement, les boulettes de régurgitation présentes autour des nids ont été récoltées pour analyses futures du régime alimentaire.

Tous les individus capturés ont été des femelles adultes reproductrices. Nous avons utilisé un filet en arc (anglais : *bownet*) pour capturer les individus. Le filet était placé autour du nid (Photo 1) et déclenché à distance (>50 m) à l'aide d'une corde lorsque la femelle revenait sur son nid. Cette technique a été utilisée avec succès précédemment et ne cause pas d'abandon quand les captures ont lieu à la fin de l'incubation ou lorsque les œufs ont commencé à éclore (Therrien et al. 2012). Un piège bal-chatri (piège grillagé en forme de demi-cylindre recouvert de plusieurs nœuds coulants avec un appât vivant à l'intérieur, en l'occurrence un lemming) placé dans le territoire des individus a aussi été utilisé mais aucune capture n'a été effectuée avec celui-ci.

Les manipulations des individus capturés ont été effectuées à plus de 10m du nid pour limiter le dérangement des jeunes. Lors des journées froides et/ou venteuses, une couverture ou un manteau était posée sur les œufs et les jeunes pour limiter les pertes de chaleur pendant les manipulations de la femelle adulte. Tous les individus capturés ont été sexés, pesés et ensuite munie d'une bague de métal à la patte, ainsi qu'un émetteur satellite de 30 g (Microwave technology ou North Star Technology). Chaque émetteur GPS/ARGOS a été installé sur le dos des individus à l'aide d'un harnais muni d'une sangle de ruban téflon autour de chacune des ailes, et reliés ensemble sur la poitrine par un morceau de cuir flexible à l'image d'un sac-à-dos (Photo 2). Une précédente étude a montré qu'aucun effet significatif sur la survie et la reproduction n'a été décelé sur les individus munis de tels émetteurs (Therrien et al. 2012). Des

échantillons de sang et de plumes ont aussi été prélevés dans le but d'étudier le régime alimentaire des individus à court terme (avec le sang) et à moyen terme (avec les plumes) par analyses isotopiques (Hobson and Clark 1992). À l'aide d'une seringue, 0.5ml de sang a été prélevé sur 8 des 10 femelles capturées (Tableau 2) et les échantillons ont été conservés dans l'éthanol 70%. Sur tous les oiseaux capturés, nous avons récolté un total de 12 plumes, soit 2 plumes de chacune des parties du corps préalablement définies (i.e. ailes, tête, cou, flanc, poitrine, croupion). Ces analyses seront effectuées dans les prochains mois. Une fois les manipulations effectuées (<30 minutes), l'individu était relâché et observé à distance pour s'assurer que le harnais ne cause pas d'inconfort, et que l'individu reprenait ses activités normales (couvaision, nourrissage).

Les émetteurs sont programmés pour émettre leur position à tous les 4.5 jours durant l'été et à tous les 2.5 jours durant l'hiver, et ce, pour une période allant de 24 à 36 mois. Les coordonnées des positions sont disponibles en tout temps par internet, et nous sont aussi transmises à tous les deux jours par courriel.

CAPTURE DE PETITS MAMMIFÈRES

Dix pièges Sherman® pour petits mammifères ont été déployés pendant 16 heures pour capturer des petits mammifères (lemming d'Ungava *Dicrostonyx hudsonius* et Campagnol sp.). Les pièges ont été déployés près du nid SNOW_01 au km 60 (N61° 50' 35.0'' W73° 59'22.4), dans des crevasses de terrain montrant des signes récents d'activités de lemmings (i.e. fèces fraîches). L'entrée du piège faisait face aux trous de lemmings potentiellement actifs et les pièges étaient disposés de façon linéaire sur une distance d'environ 50m. Les lemmings utilisés dans le bal-chatri ont été capturés à mains nues dans la toundra, et relâchés une fois la tentative de capture de harfang terminée, soit quelques heures plus tard.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

Durant nos recherches, un total de 24 nids d'oiseaux ont été trouvés. De ce nombre, on compte 18 nids d'oiseaux prédateurs, incluant 12 nids de harfang des neiges, 5 de buse pattue et 1 de faucon pèlerin (Tableau 1, Figure 2). Parmi les nids d'autres espèces qui ont été trouvés, il y a eu 2 nids de lagopède alpin (*Lagopus mutus*) 1 nid de pluvier semi-palmé (*Charadrius semipalmatus*), 1 nid de goéland argenté (*Larus argentatus*), 1 nid de corbeau d'Amérique (*Corvus corax*), et 1 nid de plectrophane lapon (*Calcarius lapponicus*). La position de tous ces nids a été transmise à la banque de données de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (www.atlas-oiseaux.qc.ca).

Le Secteur 1 (situé entre les kilomètres 60 et 64 de la route) comptait 4 nids de harfangs, soit 2 de chaque côté de la route, alors que le Secteur 2 (entre les kilomètres 24 et 32) en comptait 8, soit 4 de chaque côté de la route. Les nids se trouvaient en moyenne à 1.15 ± 0.93 km (moyenne \pm écart type) de la route et étaient relativement proches les uns des autres dans chacun des secteurs, avec une distance inter-nid de 3.55 ± 1.68 km dans le Secteur 1 et de 3.86 ± 1.90 km dans le Secteur 2 (Figure 2). Plusieurs harfangs non-nicheurs ont aussi été observés entre les kilomètres 24 et 60 mais aucune évidence de nidification n'a été notée. La densité de nids de harfangs à Raglan dans les zones favorables à sa nidification (i.e. 0.27 nids/km²) est plus élevée que la densité de nids qu'on peut retrouver durant les années de pic de lemmings à Bylot (i.e. moyenne de 0.10 ± 0.02 nids/km² pour les années 2004, 2008, 2010; Therrien et al. 2013).

La taille de couvée moyenne des harfangs était de 6.6 ± 1.2 œufs ce qui est comparable à ce qui est habituellement observé (Therrien 2012). La date de ponte médiane, quant à elle, correspondait au 1 juin 2013, soit 12 jours plus tard que la moyenne des dates médianes enregistrées sur le site d'étude de l'île Bylot au Nunavut (i.e. 18 mai en 2004, 25 mai en 2007, 17 mai en 2008 et 20 mai en 2010). Cette nidification tardive pourrait être imputable à un printemps tardif et froid dans le nord de l'Ungava en 2013 (Valérie Saucier, comm. pers.). La présence de proies à presque tous les nids suggère que les petits mammifères étaient abondants et facile à capturer durant la saison de reproduction 2013. En moyenne, 17.5 ± 26.8 proies étaient présentes autour des nids, incluant un nombre inattendu de 78 petits mammifères (lemmings et campagnols) observé au nid SNOW_02 (voir Photo 3). Cependant, par contrainte de temps, nous n'avons pu revisiter les nids pour confirmer le nombre de jeunes à l'envol. Néanmoins, l'abondance de nourriture pourrait laisser présager un fort succès à l'envol.

Au total, 10 femelles harfangs ont été capturées et équipées d'émetteurs satellite. Les captures ont généralement nécessité une seule tentative, à l'exception de 2 individus (SNOW_02 et SNOW_03). Deux autres individus ne sont pas retournés au nid dans un délai de 30 minutes et n'ont donc pas été capturés (SNOW_09 et SNOW_12). Au moment des captures, 11 nids sur 12 avaient au moins un œuf éclos, et 4 nids sur 12 ne contenaient que des jeunes. Les femelles marquées pesaient en moyenne 2146 ± 116 g, ce qui représente un poids normal (Parmelee 1992) et comparable au poids des femelles mesurées à l'île Bylot (i.e. 2181 ± 150 g, $n = 13$). Aucun individu n'a été blessé durant les captures et les manipulations.

Aucun petit mammifère n'a été capturé dans les pièges Sherman installés à cet effet. Toutefois, ceux-ci (et en particulier des lemmings) ont été observés continuellement durant nos déplacements sur le terrain, indiquant de toute évidence une forte abondance de petits mammifères. La grande quantité de proies ayant été rapportées au nid par les harfangs est un autre indice que les petits mammifères étaient très abondants cet été.

SUIVI DES INDIVIDUS MARQUÉS

À ce jour, tous les émetteurs déployés à l'été 2013 fonctionnent et transmettent leur signal adéquatement. Jusqu'au 31 août, les 10 individus marqués à Raglan étaient toujours dans les environs de leur site de nidification avec un éloignement du nid maximal moyen de 19.4 ± 5.9 km (entre 12.0 km et 29.8 km), ce qui est peu pour un oiseau nomade comme le harfang (Figure 3). En fait, la très grande majorité des localisations étaient à quelques kilomètres à peine de leur nid, ce qui est normal car les parents restent habituellement dans leur territoire ou au voisinage de ceux-ci dans les semaines qui suivent l'envol et contribuent encore au nourrissage de ceux-ci. En date du 24 septembre, 9 des 10 individus marqués semblent avoir débuté leurs déplacements hors de leur site de nidification et se trouvent en moyenne à 162.9 ± 82.3 km de ceux-ci (Figure 4). Six femelles se dirigent vers le sud-ouest (Andrea, Beatrix, Drew, Elise, Gigi, Heidi), deux vers le sud-est (Fiona, Jasmine), et une dernière vers l'ouest (Christie). Les déplacements ont débutés très récemment, soit autour du 12 septembre. Les oiseaux devraient continuer à se déplacer davantage dans les prochains mois. Nous espérons être en mesure de poursuivre le suivi des individus pour une période pouvant aller jusqu'à 3 ans.

CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

Notre séjour dans la région de la mine Raglan nous a permis de constater que le site est utilisé comme site de nidification par plusieurs espèces d'oiseaux, et notamment par de nombreux oiseaux de proie. En effet, outre les harfangs des neiges, nous avons trouvé, de façon opportuniste, plusieurs couples de buse pattue et un de de faucon pèlerin. L'habitat composé de vallées, rivières et falaises semble particulièrement propice pour ces espèces, notamment dans les Secteurs 1 et 2.

Les données issues du marquage des harfangs seront analysées dans le cadre du projet de doctorat d'Audrey Robillard, qui s'intéresse principalement aux mouvements automnaux et hivernaux. Ces données seront jumelées aux données des individus précédemment marqués sur l'île Bylot en 2007 ($n = 12$) et à Mary River en 2011 ($n = 1$) afin d'évaluer les stratégies de déplacements des harfangs tout au long de l'année, incluant la sélection d'habitat pendant l'hiver en fonction de l'abondance de nourriture disponible et des conditions climatiques (e.g. couvert nival). De plus, il sera intéressant de faire le lien entre l'alimentation hivernale, les mouvements migratoires et le succès reproducteur des individus. Puisque nous disposons de 6 émetteurs additionnels, nous prévoyons déployer ceux-ci sur des adultes nicheurs en 2014 à un site accessible dans l'est de l'Arctique canadien (Nunavut ou Nunavik) et où les harfangs nicheront l'année prochaine. Ceci permettra d'augmenter encore plus notre taille d'échantillon et ainsi la robustesse de nos observations. Il reste encore beaucoup d'aspects à étudier chez cette espèce nomade et imprévisible et l'installation de ces émetteurs va fortement contribuer à améliorer nos connaissances.

Tableau 1 : Emplacement des nids d'oiseaux prédateurs et contenu des nids de Harfangs des neiges recensés le long de la route reliant la mine de Raglan à Deception Bay, Nunavik, entre le 4 et 19 juillet 2013.

Espèce	Nid¹	X (UTM 18v)	Y (UTM 18v)	Nombre de jeunes	Nombre d'oeufs	Nombre de proies au nid	Taille de cuvée	Date de ponte estimée
Harfang des neiges	SNOW_01	553269	6857743	7	1	0	8	24 mai
Harfang des neiges	SNOW_02	547159	6877706	1	3	78	4	13 juin
Harfang des neiges	SNOW_03	546148	6879252	5	4	6	9	5 juin
Harfang des neiges	SNOW_04	544264	6883226	5	2	1	7	29 mai
Harfang des neiges	SNOW_05	541882	6882087	6	1	7	7	26 mai
Harfang des neiges	SNOW_06	544943	6880772	5	2	33	7	4 juin
Harfang des neiges	SNOW_07	546387	6881869	6	1	6	7	2 juin
Harfang des neiges	SNOW_08	549460	6856512	6	0	13	6	28 mai
Harfang des neiges	SNOW_09	553554	6859650	6	0	64	6	30 mai
Harfang des neiges	SNOW_10	549253	6857016	1	5	1	6	9 juin
Harfang des neiges	SNOW_11	541892	6884777	6	0	0	6	25 mai
Harfang des neiges	SNOW_12	545191	6882565	6	0	1	6	2 juin
Buse pattue	RLHA_01	551324	6857350					
Buse pattue	RLHA_02	542645	6882351					
Buse pattue	RLHA_03	541970	6882954					
Buse pattue	RLHA_04	545856	6881531					
Buse pattue	RLHA_05	549728	6856657					
Faucon pèlerin	PEFA_01	542672	6882347					

¹Acronymes officiels de l'American Ornithological Union: Snowy owl (SNOW), Rough-legged hawk (RLHA), Peregrine Falcon (PEFA)

Tableau 2. Informations relatives à la capture, au marquage et à l'échantillonnage des Harfangs des neiges capturés le long de la route reliant la mine de Raglan à Deception Bay, Nunavik, entre le 4 et 19 juillet 2013. Tous les oiseaux sont des femelles adultes.

Nid	Date	Poids (g)	Numéro de bague	Numéro de l'émetteur	Plumes¹	Sang¹	Nom	Observateurs²
SNOW_01	08-juil	2265	599-44651	106207	oui	oui	Andrea	JFT,AR
SNOW_02	16-juil	1920	599-44620	106396	oui	non	Ivory	JFT, CBS,SC
SNOW_03	16-juil	2150	599-44619	106394	oui	oui	Heidi	JFT,CBS
SNOW_04	09-juil	2225	599-44614	106390	oui	oui	Christie	JFT,AR
SNOW_05	08-juil	2275	599-44613	106208	oui	oui	Beatrix	JFT,AR
SNOW_06	14-juil	2175	599-44618	106393	oui	oui	Gigi	JFT,AR
SNOW_07	14-juil	1970	599-44617	106395	oui	oui	Fiona	JFT,AR
SNOW_08	12-juil	2175	599-44615	106391	oui	oui	Drew	JFT,AR
SNOW_09	15-juil	NA ³	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SNOW_10	12-juil	2175	599-44616	106392	oui	oui	Elise	JFT,AR
SNOW_11	17-juil	2125	599-49621	106397	oui	non	Jasmine	JFT,ID
SNOW_12	18-juil	NA ³	NA	NA	NA	NA	NA	NA

¹ « Oui » signifie que des échantillons de plumes ou de sang ont été récoltés pour analyses au laboratoire.

² Jean-François Therrien (JFT), Audrey Robillard (AR), Christine Blais-Soucy (CBS), Steeve Côté (SC), Isabelle Deguise (ID)

³ NA : désigne les nids où la capture n'a pas réussi.

FIGURES

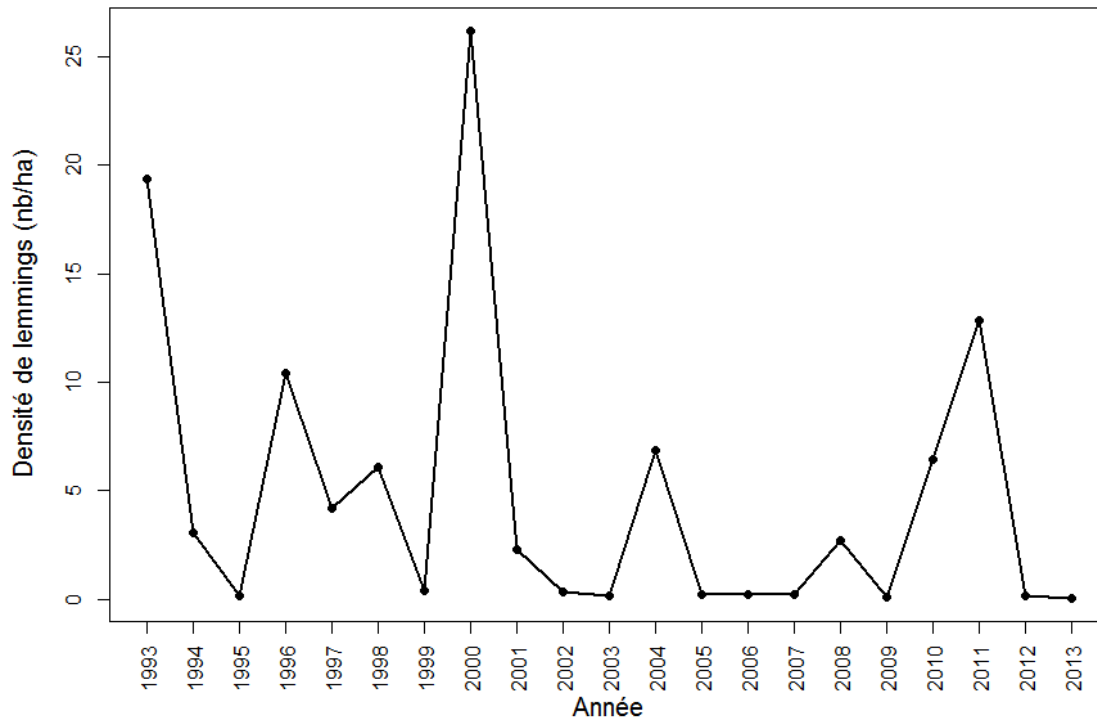


Figure 1. Densité de lemmings sur le site d'étude de l'île Bylot, Nunavut de 1993-2013 (modifié de Gauthier et al. 2013).

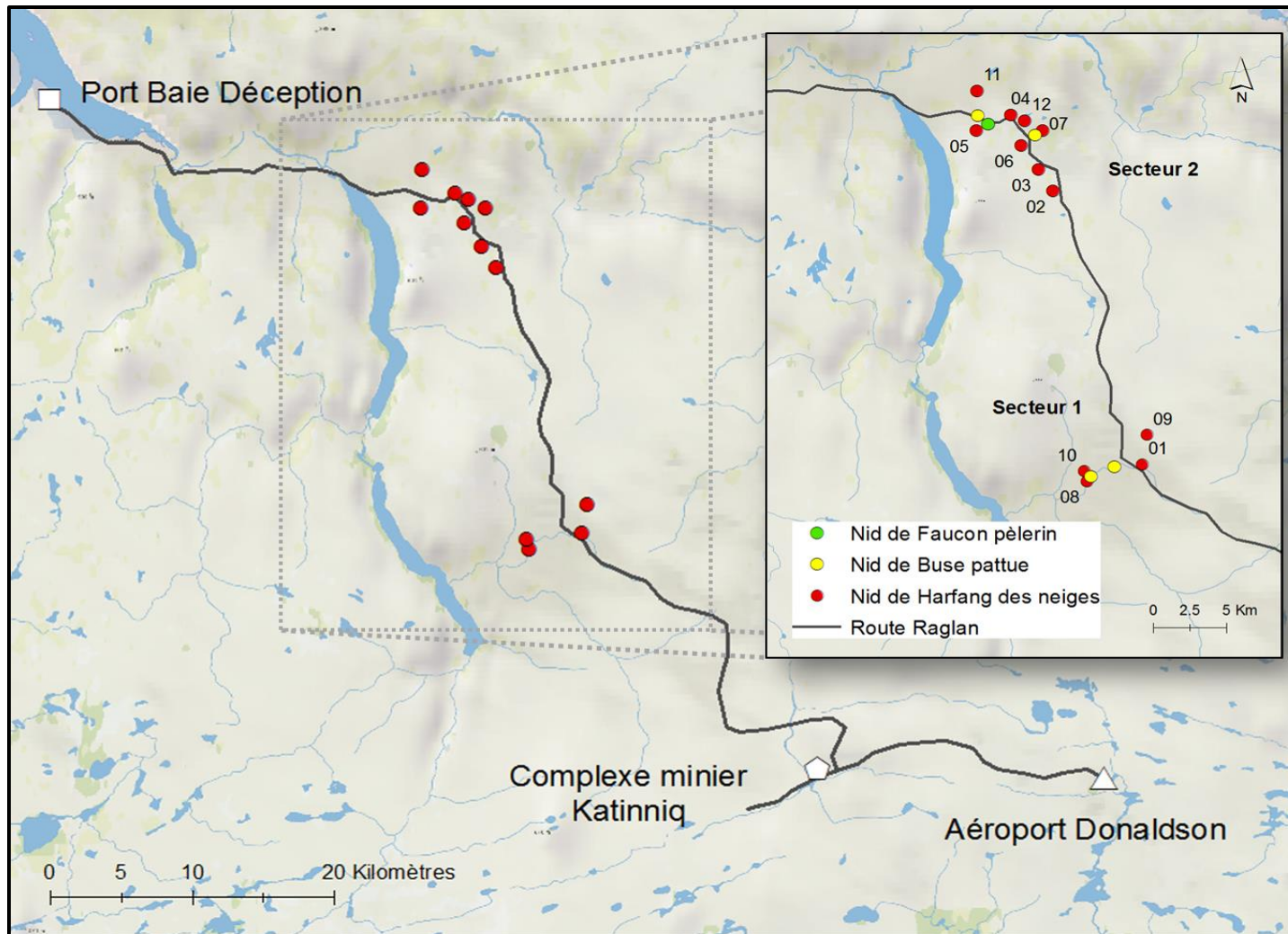


Figure 2. Carte du site d'étude illustrant les nids de harfangs répertoriés aux abords de la route joignant le complexe minier Kattiniq et le Port de Baie Déception. En mortaise, les deux secteurs où des nids de harfangs ont été trouvés et leur identifiants (voir Tableau 1).

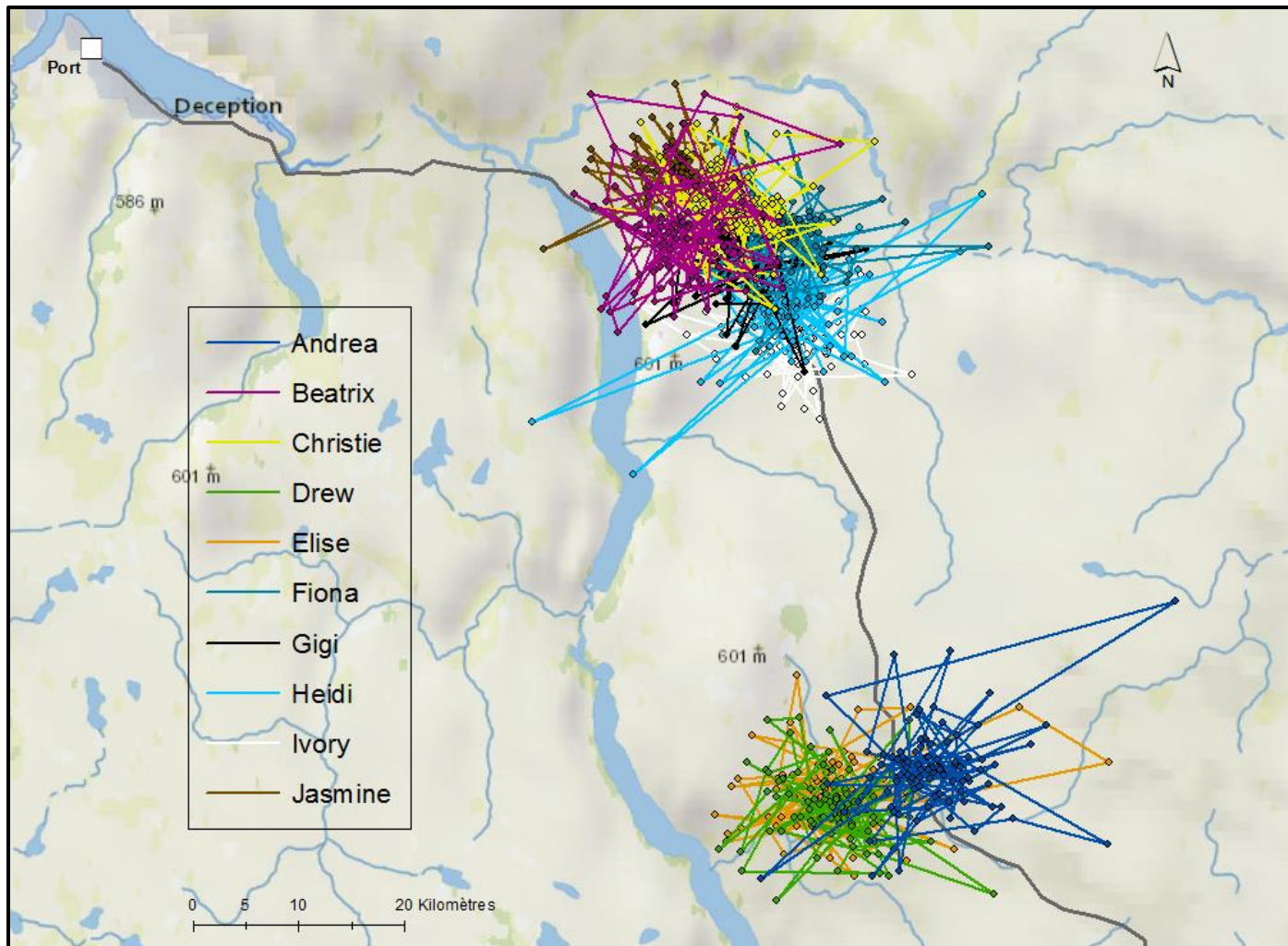


Figure 3. Carte de déplacements estivaux des 10 harfangs femelles capturés à Raglan entre le 8 juillet et le 31 août 2013. Chaque individu est représenté par une couleur différente.

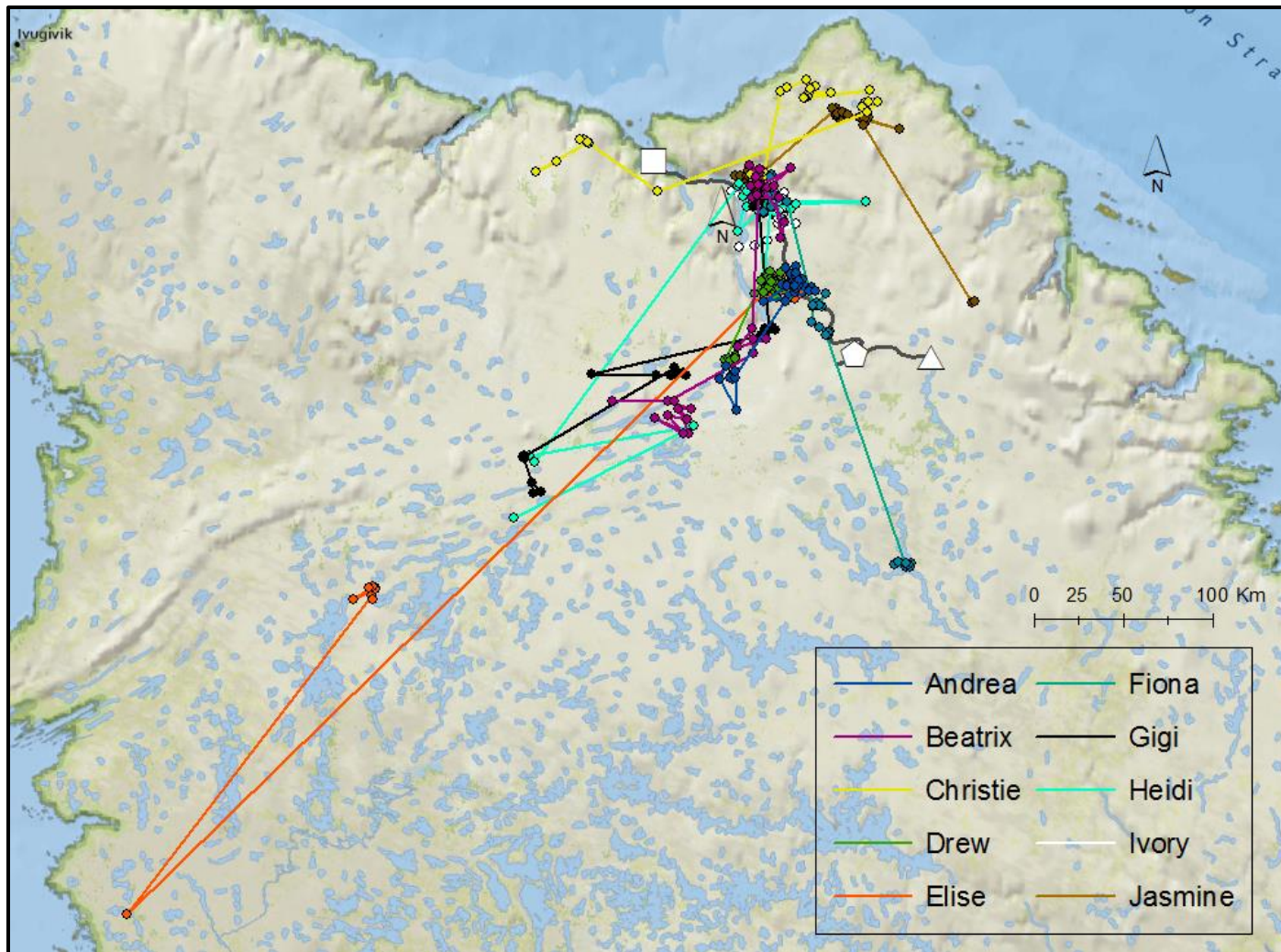


Figure 4. Carte de déplacements des 10 harfangs femelles capturés à Raglan en juillet 2013, du 1 au 24 septembre 2013. Chaque individu est représenté par une couleur différente. Les icônes blancs représentent les bâtiments (carré : Port; pentagone : Complexe; triangle : Aéroport).

PHOTOS



Photo 1. Installation d'un filet en arc autour d'un nid de harfang contenant 7 jeunes et 1 œuf (nid SNOW_01).



Photo 2. Émetteur satellite installé sur le dos de Andrea, la femelle du nid SNOW_01.



Photo 3 : Nid SNOW_02 contenant 1 jeune et 3 œufs, et entouré de 78 proies empilées (i.e. 70 lemmings et 8 campagnols).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement tout le personnel de Glencore Xstrata Nickel et tout particulièrement Joël Pagé et Mélanie Côté pour leur appui enthousiaste à ce projet et pour la diligence dont ils ont fait preuve à nous fournir les autorisations requises et le soutien logistique dont nous avons besoin. Frédéric Lapointe, Christine Blais-Soucy, Isabelle Deguise et Monica Thibodeau du Service Environnement ont également apporté un soutien moral, technique et logistique exemplaire. Leur aide sur le terrain et leur intérêt pour notre projet tout au long de notre séjour ont été grandement appréciés. Nous voulons aussi remercier le personnel de l'infirmierie et Steeve Côté, professeur à l'Université Laval, pour l'assistance sur le terrain. Finalement, nous remercions également Denis Vandal et Anne-Marie Bouchard du Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec pour leur aide dans le traitement accéléré de notre demande de permis de recherche. Ce projet a bénéficié de l'appui financier de la compagnie Glencore Xstrata Nickel, du Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies et du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada.

RÉFÉRENCES

- Fuller, M., D. Holt, and L. Schueck. 2003. Snowy owl movements: Variation on the migration theme. Springer-Verlag Berlin, Berlin.
- Gauthier, G., J. Bety, M. C. Cadieux, P. Legagneux, M. Doiron, C. Chevallier, S. Lai, A. Tarroux, and D. Berteaux. 2013. Long-term monitoring at multiple trophic levels suggests heterogeneity in responses to climate change in the Canadian Arctic tundra. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* **368**.
- Gilg, O., B. Sittler, B. Sabard, A. Hurstel, R. Sane, P. Delattre, and L. Hanski. 2006. Functional and numerical responses of four lemming predators in high arctic Greenland. *Oikos* **113**:193-216.
- Hobson, K. A. and R. G. Clark. 1992. Assessing avian diets using stable isotopes II: Factors influencing diet-tissue fractionation. *Condor* **94**:189-197.
- Krebs, C. J. 2011. Of lemmings and snowshoe hares: the ecology of northern Canada. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **278**:481-489.
- Marthinsen, G., L. Wennerberg, R. Solheim, and J. T. Lifjeld. 2009. No phylogeographic structure in the circumpolar snowy owl (*Bubo scandiacus*). *Conservation Genetics* **10**:923-933.
- Parmalee, D. F. 1992. Snowy Owl (*Bubo scandiacus*). in A. Poole, editor. *The Birds of North America Online*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca.
- Therrien, J. F. 2012. Réponses des prédateurs aviaires aux fluctuations d'abondance de proies dans la toundra. Thèse de doctorat. Université Laval, Québec.
- Therrien, J. F., G. Gauthier, and J. Bety. 2011. An avian terrestrial predator of the Arctic relies on the marine ecosystem during winter. *Journal of Avian Biology* **42**:363-369.
- Therrien, J. F., G. Gauthier, and J. Bety. 2012. Survival and reproduction of adult snowy owls tracked by satellite. *Journal of Wildlife Management* **76**:1562-1567.
- Therrien, J. F., G. Gauthier, E. Korpimäki, and J. Bety. 2013. Predation pressure by avian predators suggests summer limitation of small mammal populations in the Canadian Arctic. *Ecology* (sous presse).