



SOCIÉTÉ EN COMMANDITE MINASKUAT

**ESSAI SUR LE TERRAIN DU NESTMONITOR^{MD}
COMPOSANTE BERNACHE DU CANADA (*Branta canadensis*)**

PROJET MIN0439
2007

PROJET No MIN0439

RAPPORT

PRÉSENTÉ À

**L'INSTITUT POUR LA SURVEILLANCE ET LA RECHERCHE
ENVIRONNEMENTALES**

CONCERNANT

**ESSAI SUR LE TERRAIN DU NESTMONITOR^{MD}
COMPOSANTE BERNACHE DU CANADA (*Branta canadensis*)**

2007

Société en commandite Minaskuat
19-21, rue Burnwood
Goose Bay, Labrador
A0P 1C0

Téléphone : 709-896-2070
Télécopieur : 709-896-5863

Avis concernant les droits de propriété

Le présent document contient des renseignements privés de la société en commandite Minaskuat qui ne doivent pas être reproduits ou utilisés dans d'autres documents, divulgués à d'autres ou utilisés pour une autre fin que celle pour laquelle ils sont fournis sans l'autorisation écrite préalable de la société en commandite Minaskuat. Les organismes ou personnes qui prendront connaissance du présent document au cours du processus d'examen ne pourront utiliser ces renseignements dans une demande de proposition ou en réponse à une demande de déclaration d'intérêt pour une adjudication publique sans une autorisation écrite préalable de la société en commandite Minaskuat.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION	1
2.0 CONTEXTE	2
2.1 Appareils techniques de surveillance.....	2
2.2 NestMonitors ^{MD}	2
2.3 AudioMonitors ^{MD}	3
3.0 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	3
4.0 MÉTHODES.....	4
4.1 Groupe d'étude.....	4
4.2 Santé et sécurité	4
4.3 Repérage des nids et pose du NestMonitor ^{MD}	4
4.4 Surveillance des nids.....	5
4.5 Analyse des données	5
5.0 RÉSULTATS.....	6
5.1 Observations relatives au comportement.....	6
5.1.1 Présence au nid	6
5.1.1.1 Bruits d'aéronefs.....	7
5.1.1.2 Autres menaces	7
5.1.1.3 Réactions provoquées par la présence d'observateurs.....	7
5.1.2 Dates d'éclosion des œufs/situation dans les nids	8
5.2 NestMonitors ^{MD}	8
5.2.1 Données de température.....	11
5.2.1.1 Profil des températures durant la période d'observation	12
5.2.2 Données relatives au bruit.....	14
5.2.3 Données recueillies aux nids par opposition aux données recueillies aux postes d'observation.....	15
5.2.3.1 Températures et pauses d'incubation.....	15
5.2.3.2 Niveaux de bruit (dB) et bruit des aéronefs	19
6.0 EXAMEN DE LA QUESTION.....	20
6.1 Mesure de la température au nid.....	20
6.2 Mesure du bruit près du nid	21
6.3 Comportement de la bernache du Canada au stade de la nidification	21
7.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	22
8.0 BIBLIOGRAPHIE.....	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Données relatives aux nids actifs de bernache du Canada repérés en 2006	6
Tableau 2	Assiduité à 5 nids de bernache du Canada pendant les périodes d'observation.....	8
Tableau 3	Dates probables d'éclosion et situation dans les nids de bernache du Canada observés en 2007	8
Tableau 4	Disponibilité des données des NestMonitors ^{MD} et des AudioMonitors ^{MD}	9
Tableau 5	Résumé des données de températures des NestMonitors ^{MD} enregistrées aux nids de la bernache du Canada, 1 – 15 juin 2007, plage de température ± SD	11
Tableau 6	Températures avant la pause et après le début des pauses de la bernache du Canada au stade de la nidification.....	15
Tableau 7	Températures avant la pause et après la fin des pauses de la bernache du Canada au stade de la nidification.....	16
Tableau 8	Changements de température significatifs enregistrés par les NestMonitors ^{MD} aux nids 1 et 2 durant les périodes d'observation	16

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Températures enregistrées au nid 1 durant les deux premières heures de pose du NestMonitor ^{MD}	10
Figure 2	Températures enregistrées au nid 2 durant les deux premières heures de pose du NestMonitor ^{MD}	10
Figure 3	Températures enregistrées au nid 3 durant les deux premières heures de pose du NestMonitor ^{MD}	11
Figure 4	Température ambiante enregistrée au nid 1 pendant la période d'étude du NestMonitor ^{MD}	12
Figure 5	Température ambiante enregistrée au nid 2 pendant la période d'étude du NestMonitor ^{MD}	13
Figure 6	Température ambiante enregistrée au nid 3 pendant la période d'étude du NestMonitor ^{MD}	13
Figure 7	Température du sujet enregistrée au nid 1 pendant la période d'étude du NestMonitor ^{MD}	14
Figure 8	Température du sujet enregistrée au nid 2 pendant la période d'étude du NestMonitor ^{MD}	14
Figure 9	Température du sujet enregistrée au nid 1, bernache du Canada, (CAGO 1), le 9 juin 2007.....	18
Figure 10	Température du sujet enregistrée au nid 2, bernache du Canada, (CAGO2), le 5 juin 2007.....	18
Figure 11	Température du sujet enregistrée au nid 1, bernache du Canada, (CAGO1), le 3 juin 2007.....	19
Figure 12	Température du sujet enregistrée au nid 1, bernache du Canada, (CAGO1), le 7 juin 2007.....	19

1.0 INTRODUCTION

Depuis 1995 (Trimper *et al.* 1998), diverses questions ayant trait à plusieurs espèces d'oiseaux ont été abordées dans le cadre de la surveillance des incidences environnementales (SIE) de l'entraînement aérien à basse altitude à l'Escadre 5 de Goose Bay. Avec l'appui du ministère de la Défense nationale (MDN) et de l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales (ISRE), Minaskuat a choisi et étudié des paramètres d'intérêt selon leur capacité d'être mesurés objectivement et d'après l'importance biologique de l'effet mesuré. Trois espèces de faune aviaire, [le Balbuzard (*Pandion haliaetus*), (Trimper *et al.* 1998a, 1998b, Minaskuat 2003a, 2004a, 2005a), la bernache du Canada (*Branta canadensis*), (Minaskuat 2004b, 2005b), et le geai du Canada (*Perisoreus canadensis*), (Minaskuat 2003b, 2004c, 2004d)] et une espèce de faune aviaire en mue [le canard noir (*Anas rubripes*), (Minaskuat 2005c)] ont fait l'objet d'études SIE approfondies sur la signature du bruit et l'impact visuel associés aux vols subsoniques à basse altitude (par ex., avions à réaction, hélicoptères, Twin Otter).

Des études du comportement de la bernache du Canada au stade de la nidification ont été effectuées en 2004 et en 2005 (Minaskuat 2004b, 2005b). Leur objet était d'examiner si les survols avaient une incidence A) sur l'incubation (ou la couvaison) ou l'exposition des œufs ou des oisillons aux températures ambiantes ou B) sur le temps passé par les adultes à défendre le nid. Les observateurs ont placé des sonomètres à un endroit caché pour quantifier le niveau de bruit perçu au nid lors du passage d'un aéronef. Ainsi, alors que les réactions comportementales ont pu être déterminées objectivement, la température ambiante et l'exposition au bruit dans le nid n'ont pas été mesurées exactement. Il faut noter que, d'après les observations directes de survols non ordonnés sur la bernache du Canada en 2004 et 2005, ces événements n'avaient pas provoqué l'exposition des œufs durant l'incubation.

Vers la fin 2005, le Comité technique sur la sauvagine de l'ISRE a recommandé de poursuivre le programme de surveillance de la bernache du Canada en 2006 dans le but de faire l'essai d'un dispositif ovoïde (NestMonitor^{MD}) développé par TenXsys (voir <http://www.tenxsys.com/nestmonitor.htm>), en plus d'examiner davantage les répercussions possibles des vols à basse altitude. Le dispositif, qui peut être placé dans un nid d'oiseau, a été conçu, entre autres, pour des recherches relatives au niveau de bruit ou à la température. En consultation avec l'ISRE, TenXsys a développé ce dispositif pour la surveillance de nids au Labrador. Ce dispositif peut mesurer la température ambiante et le niveau de bruit. Les changements dans la température ambiante indiquent combien de temps un oiseau adulte quitte le nid suite à une perturbation. Lorsque les observations sur le terrain s'ajoutent aux relevés des appareils de mesure, on peut vérifier les données recueillies et faire le lien avec chaque type de perturbation.

En 2006, l'ISRE a retenu les services de Minaskuat Limited Partnership (Minaskuat) pour l'essai sur le terrain du NestMonitor^{MD} relativement à la bernache du Canada, au pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) et au balbuzard (*Pandion haliaetus*). Minaskuat (2007) a établi que le NestMonitor^{MD} (accepté volontiers par les oiseaux adultes présents) pouvait enregistrer des niveaux de bruits à la surface du dispositif mais ne pouvait pas distinguer les bruits immédiats et éloignés. Les températures enregistrées à l'intérieur du nid par le dispositif étaient consistantes avec celles enregistrées lors d'autres études d'incubation, dont celles liées aux diminutions graduelles démontrées (par les œufs naturels) lorsqu'une femelle quitte le nid. Pour cette raison, l'utilité de cet instrument pour mesurer des départs

imprévus (et les chutes de température à l'intérieur du nid) liés à une perturbation semble être limitée.

Suite à l'étude 2006, plusieurs recommandations ont été établies, dont les suivantes : afin de pouvoir enregistrer le bruit d'aéronef, il est recommandé de soit configurer le capteur pour établir le seuil de bruit selon l'intensité et la fréquence du bruit d'un aéronef ou de placer le dispositif (ou peut-être le capteur) près du nid, mais loin d'autres sources naturelles de bruit et, de plus, étudier la précision du capteur de température dans un environnement plus contrôlé (rapport Minaskuat 2007) et par une adaptation du design. En 2007, Minaskuat a reçu le contrat pour étudier ces recommandations et développer un meilleur aperçu de cette question de recherche. Ce document décrit le programme sur le terrain 2007 pour la bernache du Canada et la technologie correspondante.

2.0 CONTEXTE

2.1 Appareils techniques de surveillance

Suite au programme de surveillance de la bernache du Canada en 2006, TenXsys a reconfiguré les dispositifs afin d'améliorer la cueillette et le traitement des données. Les NestMonitors^{MD} 2006 ne distinguaient pas entre les bruits rapprochés (par ex. : la bernache qui change de position sur le nid) et les bruits éloignés de survols d'intérêt, résultant dans un nombre excessif et inutile d'enregistrements, un stockage inutile et du travail supplémentaire pour le téléchargement, le traitement et l'analyse. Nous avons donc développé, pour l'étude sur le terrain 2007, l'AudioMonitor^{MD} (capteur audio) individuel qui a été utilisé conjointement avec le NestMonitor^{MD}. Il était prévu que les capteurs audio seraient placés dans une zone s'étendant jusqu'à moins de 50m du nid, ce qui permettrait l'enregistrement des perturbations dues aux bruits des aéronefs tels que perçues au nid, tout en éliminant l'enregistrement des bruits à l'intérieur du nid. Les détails de chaque appareil suivent.

2.2 NestMonitors^{MD}

Puisque des délais de livraison des NestMonitors^{MD} 2007 ont empêché leur utilisation durant la période d'incubation de la bernache du Canada dans la zone d'étude (Minaskuat 2007), les NestMonitors^{MD} 2006 ont été redéployés pour l'étude 2007. Les NestMonitors^{MD} 2006 mesurent le niveau dB et la température. La température du sujet est enregistrée au centre du NestMonitor^{MD} par un thermosenseur, un capteur biomédical très précis, conçu pour capter la chaleur animale seulement de sorte qu'il enregistre 0° C s'il est exposé à une température qui se trouve à l'extérieur de cette plage (F. Risky, comm. pers). La température ambiante est enregistrée à la surface du NestMonitor^{MD} ce qui donne un enregistrement de l'air ambiant. Les NestMonitors^{MD} sont alimentés par piles, ont une vie fonctionnelle de 4 semaines et une horloge en temps réel pour une collecte de données exacte. Une carte mémoire SD stock les données et un logiciel permet la visualisation et le stockage des données en vue de l'analyse.

La grosseur du NestMonitor^{MD} a été déterminée d'après la longueur (89,14 mm), le diamètre (60,53 mm) et la masse (166,85 g) moyens de 140 œufs mesurés à Terre-Neuve en 1995 et 1996 par le Projet conjoint Habitat de l'Est et le Service canadien de la faune (P. Ryan, comm. pers). Puisque la grosseur varie d'un œuf à l'autre dans une population donnée et que la grosseur des œufs les plus petits est seulement 60 % de la grosseur des plus gros (Manning

1978), le groupe d'étude était persuadé que la bernache du Canada adulte ne rejetterait pas l'œuf artificiel.

2.3 AudioMonitors^{MD}

L'AudioMonitor^{MD} est une boîte noire (environ 20 x 20 cm) qui comporte les caractéristiques suivantes :

- Enregistrement du niveau sonore ambiant et de la forme d'onde;
- Carte mémoire SD;
- Enregistrement du bruit;
- Alimenté par pile : vie utile de plus de 4 semaines;
- Horloge en temps réel pour un coefficient d'utilisation exact et la collecte de données; et
- Logiciel permettant la visualisation et le stockage des données en vue de l'analyse.

3.0 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les principaux objectifs du programme de surveillance étaient de continuer à étudier le TenXsys NestMonitor^{MD}, de faire le test initial de l'AudioMonitor^{MD} et de recueillir des données sur le comportement de nidification de la bernache du Canada à plusieurs sites près de l'aéroport de Goose Bay. En particulier, le programme visait les objectifs suivants :

- Mesurer exactement le niveau de bruit et la température au nid pendant l'incubation;
- Observer le comportement de la bernache du Canada en nidification en réaction au NestMonitor^{MD};
- Comparer les données recueillies dans le nid et dans les environs (afin d'évaluer l'influence de l'adulte sur la sensibilité du NestMonitor^{MD});
- Déterminer si une réaction à une perturbation (ex. : envol soudain) peut être décelée par le NestMonitor^{MD} (c.-à.-d. si les données sur le bruit et la température peuvent être utilisées pour déterminer les périodes durant lesquelles les œufs sont exposés) en utilisant les constatations sur le terrain pour déterminer l'exactitude;
- Déterminer l'applicabilité de ces dispositifs lors d'études ultérieures de surveillance des incidences environnementales (SIE) sur l'avifaune au Labrador;
- Continuer d'évaluer les effets de l'entraînement aérien à basse altitude sur le comportement de la bernache du Canada en nidification.

4.0 MÉTHODES

Avant le début du programme sur le terrain, des permis de recherche ont été obtenus de la Direction de la faune, ministère de la Faune et de la Conservation de Terre-Neuve-et-Labrador, et du Service canadien de la faune (SCF), Environnement Canada.

4.1 Groupe d'étude

M. Perry Trimper était le chargé de projet pour cette étude et responsable de la gestion du projet et du contrôle de la qualité. L'observation du comportement a été confiée à une équipe composée d'une combinaison de personnel autochtone et non-autochtone dont M. Apenam Pone (Innu), Mme Jennifer Mitchell (bénéficiaire Nunatsiavut), Mme Lisa Stepnuk, M. Lem Mayo, M. Marcel Gahbauer et Mme Caroline Hong. La pose et la cueillette des NestMonitors^{MD} et des AudioMonitors^{MD} ont été assurées par M. Trimper avec l'aide de M. Pone, Mme Mitchell, Mme Stepnuk et M. Gahbauer. Mme Stepnuk et M. Gahbauer ont été chargés des analyses de données et de la rédaction du rapport. La Minaskuat a travaillé étroitement avec M. Frank Risky de TenXsys pendant les étapes de planification et de préparation de ce programme. Les pilotes durant la pose et la cueillette des œufs et le transport des observateurs étaient MM. Ken Cashin, Lorne Pike et Geoff Goodyear de Universal Helicopters Newfoundland and Labrador.

4.2 Santé et sécurité

Conformément aux procédures de la société concernant la santé et la sécurité, une liste de contrôle a été complétée avant le début du programme sur le terrain et des évaluations quotidiennes de risques de dernière minute ont été révisés afin de s'assurer que le groupe d'étude connaissait bien les dangers et les procédures de travail sécuritaire.

4.3 Repérage des nids et pose des NestMonitors^{MD}

Le 1^{er} juin 2007, le groupe d'étude a fait des recherches aériennes pour identifier des nids actifs de la bernache du Canada à proximité de l'aéroport de Goose Bay (Minaskuat 2007), en se concentrant sur les zones humides avec de petites îles et qui sont surtout recouvertes de lichen et d'une couverture végétale de landes, avec un peu de d'épinettes noires rabougries (*Picea mariana*) et de mélèze laricin (*Larix laricina*). La majorité des nids ont été identifiés des airs par la présence d'une femelle en incubation, même si souvent, la présence d'un adulte (probablement le mâle) dans une zone humide signalait au groupe d'étude la présence d'un nid actif dans la région.

Dès l'identification d'un nid actif, l'hélicoptère atterrissait (au moins 200 m du nid ou plus loin selon le site) et le groupe d'étude identifiait un endroit approprié, à environ 50 à 100 m du nid, pour les observateurs. Ensuite, tel que spécifié dans les permis accordés, M. Trimper marchait ou pataugeait vers le nid actif et plaçait délicatement un NestMonitor^{MD} dans la nichée naturelle. Au même moment, une cache était montée à l'endroit choisi pour l'observation avec des épinettes noires et d'autres arbres trouvés dans la région et, un AudioMonitor^{MD} était placé sur un terrain surélevé à moins de 50 m du nid.

Tous les nids ont été inscrits sur des coupures de cartes topographiques à l'échelle de 1/50 000 et les emplacements ont été confirmés à l'aide d'un système de localisation GPS. Il est à noter qu'afin de minimiser les perturbations, les bernaches adultes n'ont été ni baguées ni manipulées.

4.4 Surveillance des nids

Les observations relatives au comportement aux nids ont débuté le 3 juin 2007, deux jours après la pose des NestMonitors^{MD} et des AudioMonitors^{MD}. Tout le transport aller-retour vers les nids a été assuré par hélicoptère. Sauf pour deux jours au nid 4, la femelle était toujours sur le nid lorsque l'équipe sur le terrain arrivait. Un observateur se plaçait à la cache près de chaque nid et était muni d'une caméra vidéo sur trépied, de jumelles ou d'un télescope d'observation, d'un chronomètre, du matériel de sécurité requis et de fiches techniques. Des thermomètres numériques ont également été placés à chaque site d'observation, afin d'obtenir une indication de la température ambiante actuelle.

Normalement, l'observation commençait entre 9 h 30 et 11 h et finissait vers 16 h ou 17 h, selon la température (à noter que le groupe d'étude ne se rendait pas aux caches lorsqu'il pleuvait). Les observateurs s'intéressaient surtout à l'activité au nid, enregistrant toutes les interruptions à l'incubation, et toute autre réponse vocale ou comportementale de la femelle à une perturbation de vol aérien ou de tout autre perturbation potentielle. Si le mâle était présent, on notait également le lieu et le comportement du mâle, incluant les visites au nid. Comme ce fut le cas en 2005 et en 2006, un nid était considéré protégé quand l'un des deux adultes était dans le champ de vision de l'observateur et semblait vigilant.

De plus, les bruits d'aéronefs non prévus dans les environs d'un nid pendant la période d'observation ont été enregistrés ainsi que le niveau de bruit mesuré ou estimé. Le type d'aéronef et le sens de la trajectoire ont également été notés quand c'était possible. Du 12 au 15 juin, les membres du groupe d'étude se sont rendus aux nids pour récupérer les NestMonitors^{MD} et les AudioMonitors^{MD}.

4.5 Analyse des données

Les données des NestMonitors^{MD} ont été téléchargées vers un ordinateur et converties dans une forme compatible avec MSExcel, système utilisé pour l'analyse graphique. Les données des AudioMonitors^{MD} ont été téléchargées et converties dans une forme compatible avec Windows Media Player. Les fichiers audio ont été écoutés pendant 900 secondes avant et après toute chute de température évidente enregistrée sur les graphiques de température ambiante afin de déterminer si les interruptions dans l'incubation pouvaient être associées à une perturbation identifiable.

Les données sur le comportement observé ont été évaluées par rapport aux bruits d'aéronefs (c.-à.-d. les perturbations) et ont été comparées aux données de température des NestMonitors^{MD} afin d'évaluer l'exactitude des NestMonitors^{MD} par rapport à l'identification des changements dans le comportement d'un adulte qui protégeait le nid.

5.0 RÉSULTATS

Cinq nids actifs de bernache du Canada ont été identifiés dans une zone de moins de 5 km de l'aéroport de Goose Bay (tableau 1). Les nids étaient éloignés l'un de l'autre (>500 m entre chacun), même s'il y avait abondamment de sites de nidification acceptables (c.-à.-d. de petites îles) dans la zone d'étude. Tous les cinq nids étaient situés sur de petites îles (figure 1) dans des zones marécageuses importantes surtout recouvertes d'une couverture végétale de landes, d'épinettes noires rabougries et de mélèze laricin. Chaque nid contenait de 3 à 6 œufs. En général, les femelles hésitaient à quitter le nid, s'envolant seulement lorsque M. Trimper était aussi près que 6 m du nid. Seulement une femelle s'est envolée du nid en raison du bruit de l'hélicoptère.

Tableau 1 Données relatives aux nids actifs de bernache du Canada repérés en 2007

Code	Latitude	Longitude	Description	Nbre d'œufs	1 ^{ère} réaction ¹	Distance ² (m)	Observations
CAGO1	53 19,776N	60 19,900O	Sur une île d'épinettes noires <50 cm de hauteur	5	Femelle restée au nid	6	Mâle à l'ouest a poussé un cri
CAGO2	53 20,586N	60 14,038O	Sur une île de petits mélèzes <40 cm de hauteur	3	Femelle restée au nid	2-3	Mâle vu en premier, plus tard, il a poussé un cri à proximité
CAGO3	53 21,931N	60 26,569O	Sur une île	5	Femelle restée au nid	2-3	Mâle vu en premier
CAGO4	53 19,639N	60 31,617O	Sur une île de petits mélèzes <40 cm de hauteur	6 ³	Femelle restée au nid	2	Mâle non aperçu
CAGO5	53 20,276N	60 30,688O	Sur une île	4	Femelle s'est envolée quand l'aéronef s'est envolé	N/D	Mâle non aperçu

¹ Réaction initiale signifie la réaction de la femelle à la présence de l'hélicoptère lors de la surveillance initiale.

² Distance entre la personne qui plaçait le NestMonitor^{MD} dans le nid et le nid quand la femelle s'est envolée (pose initiale du NestMonitor^{MD}).

³ Un des œufs était environ 40 % plus petit que les autres.

5.1 Observations du comportement

5.1.1 Présence au nid

Les observations à chacun des cinq sites de nidification se sont étalées sur une période de 21 jours-personnes, dont 14 jours où la femelle est restée sur le nid durant toute la période et 2 jours où elle s'est absentée durant toute la période d'observation. Des pauses d'incubation ont seulement été notées pour 3 jours, avec six arrivées et quatre départs enregistrés.

Pendant les 6 580 minutes d'observation, la femelle est restée au nid 74,4 % du temps et possiblement un autre 3,5 % du temps (la visibilité à partir de la cache au nid 5 étant de temps en temps compromise par la position de la femelle). L'exposition des œufs représentait au moins 17,4 % et possiblement un autre 3,5 % du temps total d'observation. Les changements de position de la femelle dans le nid ont été enregistrés comme des minutes sur le nid puisque

la plupart des événements duraient moins qu'une minute et aucun n'a dépassé trois minutes. De plus, d'habitude, la femelle ne se levait pas complètement du nid et continuait à recouvrir les œufs pendant qu'elle se réinstallait. De cette manière, les œufs avaient une exposition minimale au soleil et au vent.

5.1.1.1 Bruit d'aéronefs

Les nids de bernache du Canada surveillé en 2007 se trouvaient à moins de 5 km de l'aéroport de l'Escadre 5 de Goose Bay et étaient donc exposés aux mouvements de divers aéronefs : avion à réaction, Twin Otter et autres avions à hélice, hélicoptères et avions à flotteurs. En général, l'observateur pouvait voir l'aéronef et il est rare qu'un aéronef soit passé directement au-dessus (ou à moins de 200 m) du nid. Le débit de circulation observé à chaque nid variait de 0 à 33 mouvements par jour avec une moyenne quotidienne de 2,2 événements d'hélicoptères et de 10,6 événements d'aéronefs à voilure fixe.

Même si l'hélicoptère effectuait toujours des approches planifiées et éloignées, des bernaches du Canada se sont envolées du nid à plusieurs occasions lorsque l'observateur a été déposé. Pendant trois jours, les oiseaux ne sont pas revenus pour la durée des observations (de 334 à 384 minutes). Ces absences totalisent 1 284 minutes, soit 88 % du temps passé hors du nid. Un autre période de 17 minutes (1 %) a été passée hors du nid en réponse au passage d'un hélicoptère durant la journée. Les autres 157 minutes (11 %) d'absence du nid ne peuvent être attribuées à aucun stimuli apparent : ces absences variaient entre 3 à 84 minutes. À aucun moment a-t-on vu une bernache du Canada quitter le nid en raison du passage d'un aéronef à voilure fixe ou d'un hélicoptère (sans rapport avec cette étude) ou en raison de menaces naturelles dont des prédateurs. De temps à autre, l'adulte en incubation levait (n=24) ou baissait (n=16) la tête ou regardait alentour (n=9) en réponse au passage d'un aéronef. Cependant, ces réactions étaient peu communes et étaient normalement une réaction aux stimuli les plus proches et les plus forts puisque la majorité des déplacements des aéronefs (n=167) ne provoquait aucune réponse apparente du tout.

5.1.1.2 Autres menaces

Aucun prédateur potentiel n'a été vu durant les observations des nids en 2007. Autre que les déplacements d'aéronefs, l'on pouvait entendre, de certains nids, des bruits de motocyclettes hors piste et de véhicules ainsi que certains bruits d'explosions en provenance de travaux de construction à l'aéroport. Les bernaches n'ont pas réagi à ces stimuli, sauf à trois reprises, lorsqu'une bernache a regardé vers la route au moment où un camion bruyant passait. Les explosions ont déclenché une réponse plus évidente; dans trois cas, la bernache a baissé la tête; dans deux cas, elle a levé la tête et, une fois seulement, a semblé ignorer le bruit.

5.1.1.3 Réactions provoquées par la présence de l'observateur

Le sommaire de l'assiduité au nid est présenté sur une base quotidienne (tableau 2). La réaction la plus forte à une perturbation a eu lieu le premier jour lorsque trois des cinq nids sont demeurés inoccupés pour une partie de la journée. Deux bernaches du Canada qui étaient parties du nid le premier jour sont restées sur place les jours subséquents. Cependant, les femelles aux nids 4 et 5 sont demeurées absentes durant toute la deuxième journée et,

également au nid 4, pendant presque toute la troisième journée. Au quatrième jour d'observation cependant, toutes les bernaches du Canada sont demeurées au nid. À noter que, lorsque les NestMonitors^{MD} ont été placés le 1^{er} juin, quatre des adultes en incubation sont restés assis sur le nid et ne se sont pas envolés avant qu'un membre de l'équipe d'étude ne s'approche à moins de 6 m du nid.

Tableau 2 Assiduité à 5 nids de bernache du Canada pendant les périodes d'observation

	Assiduité au nid (minutes / % des observations quotidiennes)				
	Nid 1	Nid 2	Nid 3	Nid 4	Nid 5
Jour 1	148 / 51 %	0/0 %	159 / 52%	76 / 24 %	0<0 %
Jour 2	0 / 0 %	0 / 0 %	0 / 0 %	384 / 100 %	334 / 100 %
Jour 3	0 / 0 %	0 / 0 %	0 / 0 %	357 /	0 / 0 %
Jour 4	0 / 0 %	0 / 0 %	0 / 0 %	0 / 0 %	0 / 0 %
Jour 5	0 / 0 %	n/d	n/d	n/d	n/d

5.1.2 Dates d'éclosion des œufs / situation dans les nids

Avant que le programme sur le terrain ne soit terminé, les œufs dans au moins deux nids étaient éclos. Les dates d'éclosion et la situation dans les nids au moment où les NestMonitors^{MD} ont été récupérés le 13 juin sont des évaluations (tableau 3).

Tableau 3 Dates probables d'éclosion et situation dans les nids de bernache du Canada observés en 2007

Code du nid	Date probable d'éclosion	Situation lors de la dernière visite
CAGO 1	Inconnue	Femelle s'est envolée (à 3 m) de cinq (5) œufs non éclos et chauds, le 14 juin à 17 h
CAGO 2	Inconnue	Femelle s'est envolée (à 2-3 m) de six (6) œufs non éclos et chauds, le 14 juin à 16 h 30
CAGO 3	Inconnue	Couple près du nid à l'arrivée, cinq (5) œufs non éclos et chauds, le 15 juin à 8 h 10
CAGO 4	10-11 juin	Au moins quatre (4) œufs éclos (signes d'éclosion, sacs vitellins), le NestMonitor ^{MD} n'était plus là
CAGO 5	Probablement le 12 juin	Le 12 juin, femelle sur le nid à 12 h 15 ; le 13 juin, couple près du nid (avec 'couche' de duvet en place), s'est envolé à 17 h. Le 14 juin, couple présent, NestMonitor ^{MD} absent et aucun sac vitellin vers 17 h 10

5.2 NestMonitors^{MD}

Les NestMonitors^{MD} ont été récupérés dans les nids 1, 2 et 3 mais les autres appareils avaient disparus à la fin du programme : on présume que des prédateurs s'en sont emparés. Le tableau 4 résume les données recueillies par trois NestMonitors^{MD} et cinq AudioMonitors^{MD}.

Pour des raisons inconnues, il n'y avait pas de données de température du sujet sur la carte de mémoire SD pour le NestMonitor^{MD} au nid 3. Les fichiers de la forme d'onde dans tous les AudioMonitors^{MD} ont seulement enregistré le bruit du vent. Plusieurs centaines de fichiers ont été vérifiées, dont ceux lors de l'atterrissage et du décollage de l'hélicoptère, mais aucun

bruit d'hélicoptère n'a été enregistré même à ces moments-là. Par conséquent, nous n'avons pas pu utiliser les AudioMonitors^{MD} pour déterminer si les baisses de température des NestMonitors^{MD} étaient une indication potentielle d'une interruption d'incubation qui correspondait à une activité d'aéronef. De telles associations ont seulement pu être faites lorsque des observateurs étaient présents.

Tableau 4 Disponibilité des données des NestMonitors^{MD} et des AudioMonitors^{MD}

Nid	NestMonitor ^{MD}	Données des NestMonitor ^{MD}	AudioMonitors ^{MD}	Données des AudioMonitors ^{MD}
CAGO 1	Récupéré le 14 juin	Flux continu de données 1-14 juin	Récupéré le 14 juin	Seul le bruit du vent a été enregistré sur les fichiers audio : aucune autre donnée de perturbation
CAGO 2	Récupéré le 14 juin	Flux continu de données 1-14 juin	Récupéré le 14 juin; était mouillé lorsqu'on l'a ouvert	Aucun fichier sur la carte mémoire SD après les 4 premiers jours : seul le bruit du vent sur les fichiers audio; aucune autre donnée
CAGO 3	Récupéré le 15 juin	Flux continu de données 1-15 juin mais seulement la temp. ambiante	Récupéré le 15 juin	Seul le bruit du vent a été enregistré sur les fichiers audio : aucune autre donnée de perturbation d'aéronefs
CAGO 4	NestMonitor ^{MD} non trouvé le 12 juin	Inconnu	Récupéré le 12 juin	Seul le bruit du vent a été enregistré sur les fichiers audio : aucune autre donnée de perturbation d'aéronefs
CAGO 5	NestMonitor ^{MD} non trouvé le 14 juin	Inconnu	Récupéré le 14 juin	Seul le bruit du vent a été enregistré sur les fichiers audio : aucune autre donnée de perturbation d'aéronefs

Lorsque le NestMonitor^{MD} a été ajouté à chaque couvée, tous les oiseaux présents ont quitté le nid. Les données sur la température portent à croire que l'incubation a repris à l'intérieur de 20 minutes au nid 1 (figure 1) et au nid 2 (figure 2) étant donné que c'est à ce moment-là que la température a commencé à grimper vers un plateau. Au nid 3 (figure 3), aucune augmentation n'a été enregistrée durant les deux premières heures, ce qui porte à croire que la femelle a rejeté le NestMonitor^{MD} dès le début.

Figure 1 Températures enregistrées au nid 1 durant les deux premières heures de pose du NestMonitor^{MD}

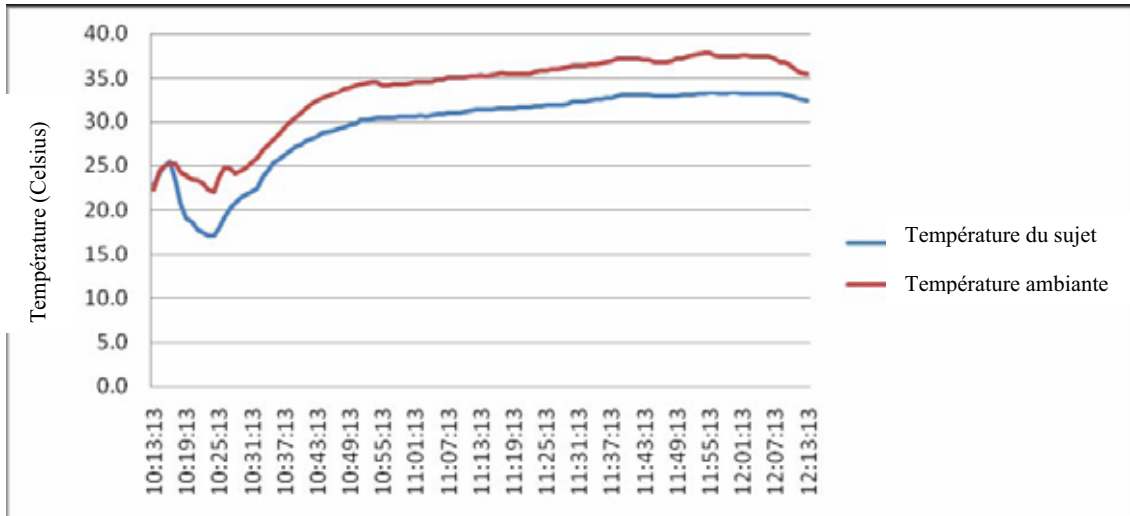


Figure 2 Températures enregistrées au nid 2 durant les deux premières heures de pose du NestMonitor^{MD}

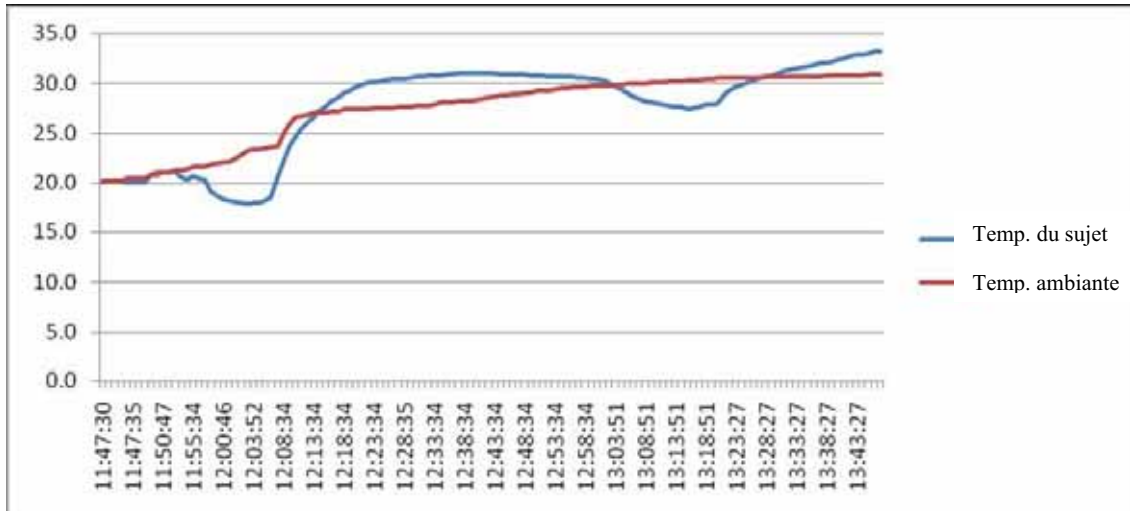
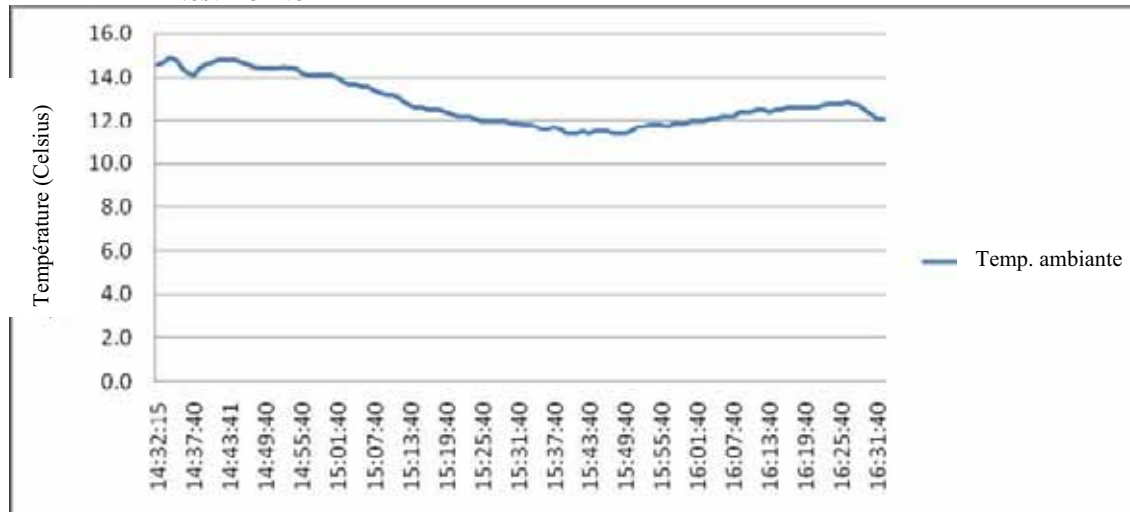


Figure 3 Températures enregistrées au nid 3 durant les deux premières heures de pose du NestMonitor^{MD}



5.2.1 Données de température

Les données de température sur le sujet dans les nids variaient tous les jours (tableau 5). Au nid 1, la moyenne la plus basse ($31,3 \pm 1,7^\circ \text{C}$) a été enregistrée la première journée des observations, correspondant au seul moment durant les cinq jours d'observation où la femelle a quitté le nid : les moyennes de températures pour les autres jours étaient stables et semblables à celles du nid 1, variant de $36,8 \pm 1,5^\circ \text{C}$ à $37,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$. Au nid 2, la bernache du Canada est demeurée sur le nid pendant les quatre jours; les moyennes de températures étaient également stables et semblables à celles du nid 1, variant de $36,1 \pm 0,8^\circ \text{C}$ à $37,1 \pm 1,4^\circ \text{C}$. L'écart-type et les températures ambiantes enregistrées étaient beaucoup plus élevés pour le nid 3 étant donné que le NestMonitor^{MD} semble avoir été rejeté et exposé aux éléments alors que les autres appareils, acceptés dans la couvée, ont été incubés.

Tableau 5 Résumé des données de températures du NestMonitor^{MD} enregistrées aux nids de la bernache du Canada, 1-15 juin 2007, plage de température \pm SD

Nid	Données	Moyenne générale	Observation Jour 1	Observation Jour 2	Observation Jour 3	Observation Jour 4	Observation Jour 5
CAGO1	Température du sujet (°C)	35,1 \pm 3,4 (12,9-41,4)	31,3 \pm 1,7 (28,8-34,2)	37,3 \pm 0,7 (35,9-38,4)	37,5 \pm 0,2 (36,9-37,8)	36,8 \pm 1,5 (28,3-37,7)	37,4 \pm 1,1 (34,1-40,3)
	Température ambiante (°C)	35,6 \pm 3,1 (18,4-41,3)	31,9 \pm 4,0 (26,9-37,4)	37,0 \pm 1,5 (34,0-38,9)	37,1 \pm 0,2 (36,6-37,4)	37,3 \pm 1,5 (29,7-38,2)	38,6 \pm 0,7 (36,8-39,8)
CAGO2	Température du sujet (°C)	35,9 \pm 1,6 (17,8-39,0)	36,1 \pm 0,8 (34,4-37,5)	37,1 \pm 1,4 (34,6-38,4)	36,1 \pm 0,8 (34,6-37,7)	36,8 \pm 0,2 (35,9-37,0)	-----
	Température ambiante (°C)	36,8 \pm 1,4 (20,1-39,9)	37,2 \pm 0,6 (35,9-38,1)	37,0 \pm 0,4 (35,9-37,6)	37,7 \pm 0,5 (36,3-38,2)	37,8 \pm 0,3 (37,2-38,2)	-----
CAGO3	Température du sujet (°C)	---	---	---	---	---	---
	Température ambiante (°C)	15,7 \pm 12,0 (-4,6-47,7)	20,2 \pm 3,7 (14,7-31,3)	34,6 \pm 4,9 (21,9-41,5)	22,6 \pm 2,1 (18,5-27,3)	22,6 \pm 1,7 (18,3-25,3)	---
CAGO4	Température du sujet (°C)	---	---	---	---	---	---
	Température ambiante (°C)	---	---	---	---	---	---

CAGO5	Température du sujet (°C)	---	---	---	---		---
	Température ambiante (°C)	---	---	---	---		---

Note : « ----> indique qu'aucune donnée n'est disponible. La température du sujet est celle au centre du sujet et la température ambiante du NestMonitor^{MD}.

5.2.1.1 Profil des températures durant la période d'observation

La température ambiante a fluctué de manière irrégulière au nid 1 (figure 4), reflétant les variations naturelles de température en raison des interruptions périodiques à l'incubation. Le profil enregistré au nid 2 (figure 5) indiquait une température ambiante qui augmentait continuellement ce qui semble peu probable et porte à croire qu'il y aurait eu un problème avec le capteur. À l'autre extrême, le NestMonitor^{MD} au nid 3 a enregistré des fluctuations importantes au quotidien, les températures la nuit variant entre -4 et 11° C et les maximums le jour variant de 25 à 47° C (figure 6). Un tel cycle porte à croire que le dispositif n'était plus dans le nid et était exposé aux variations naturelles de la température, enregistrant avec précision de basses températures la nuit et des températures anormalement élevées lors de l'exposition au soleil d'après-midi. Cependant, ce NestMonitor^{MD} était dans la couvée naturelle des œufs lorsqu'on l'a récupéré le 15 juin.

Figure 4 Température ambiante enregistrée au nid 1 pendant la période d'étude du NestMonitor^{MD}

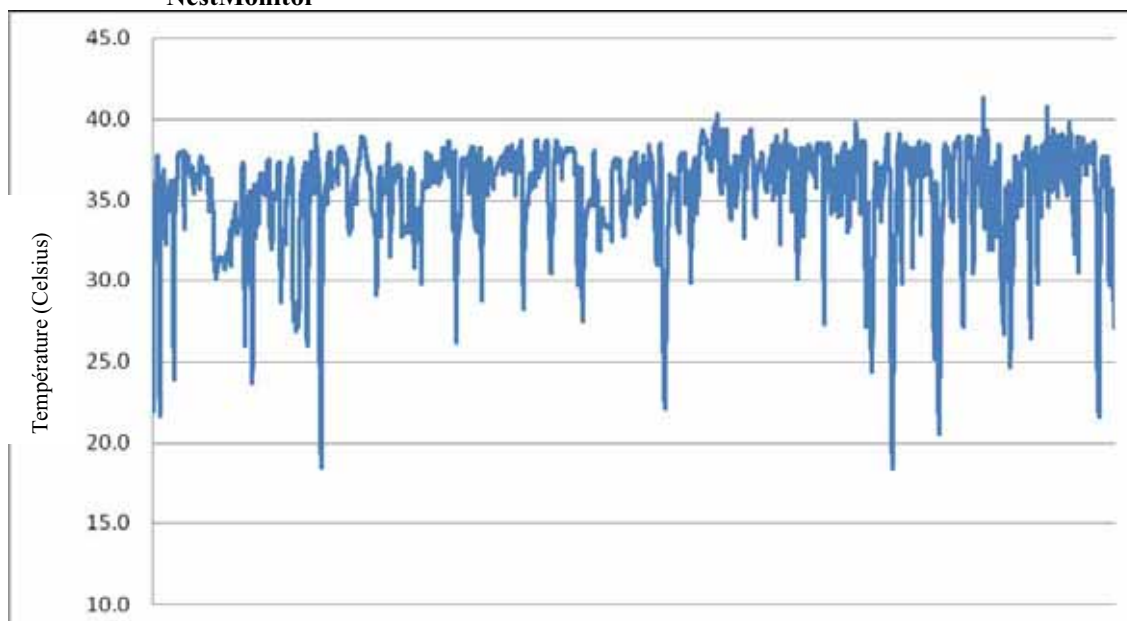


Figure 5 Température ambiante enregistrée au nid 2 pendant la période d'étude du NestMonitor^{MD}

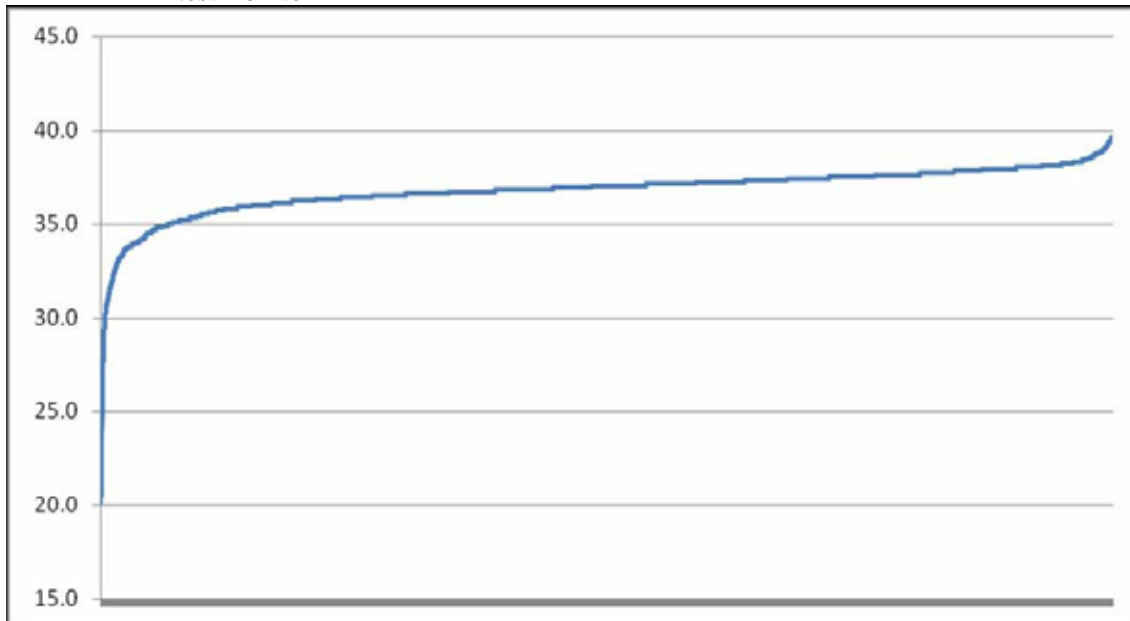
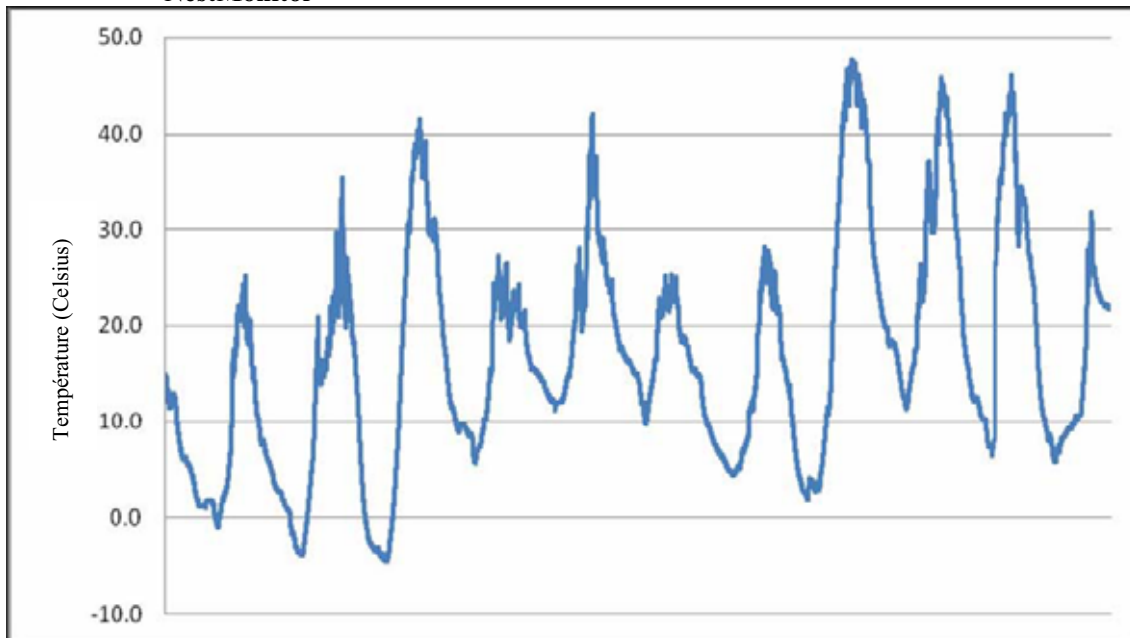


Figure 6 Température ambiante enregistrée au nid 3 pendant la période d'étude du NestMonitor^{MD}



Les températures du sujet au nid 1 (figure 7) et au nid 2 (figure 8) ont fluctué de façon irrégulière durant le cycle d'étude, essentiellement de la même façon que les enregistrements des températures ambiantes.

Figure 7 Température du sujet enregistrée au nid 1 pendant la période d'étude du NestMonitor^{MD}

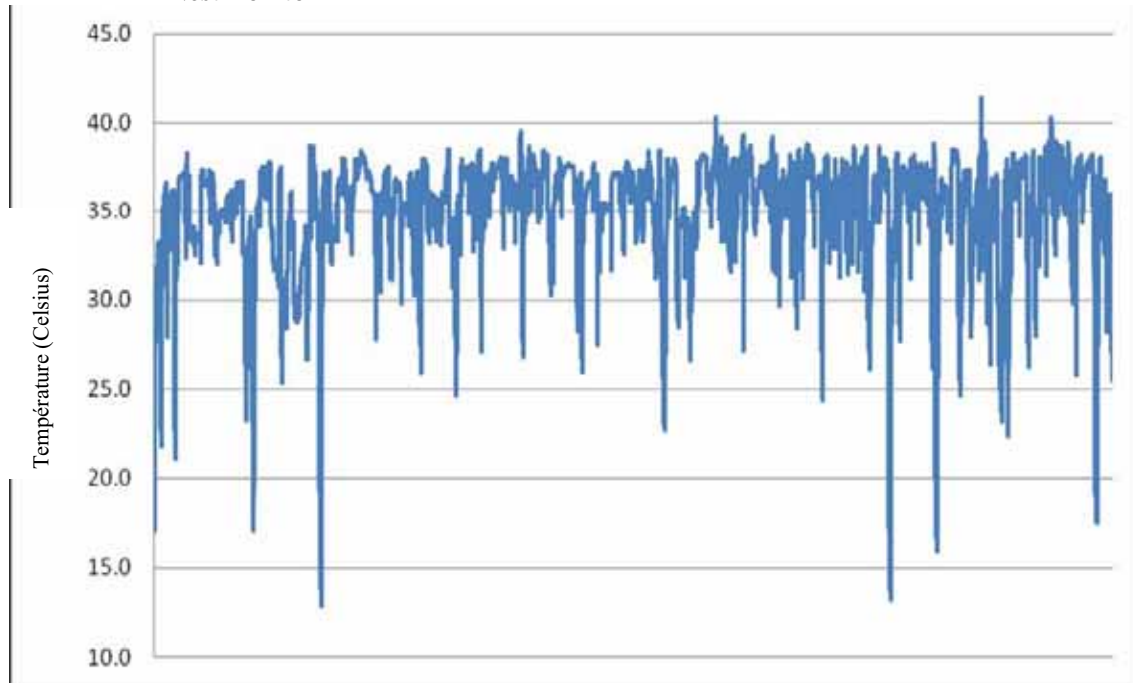
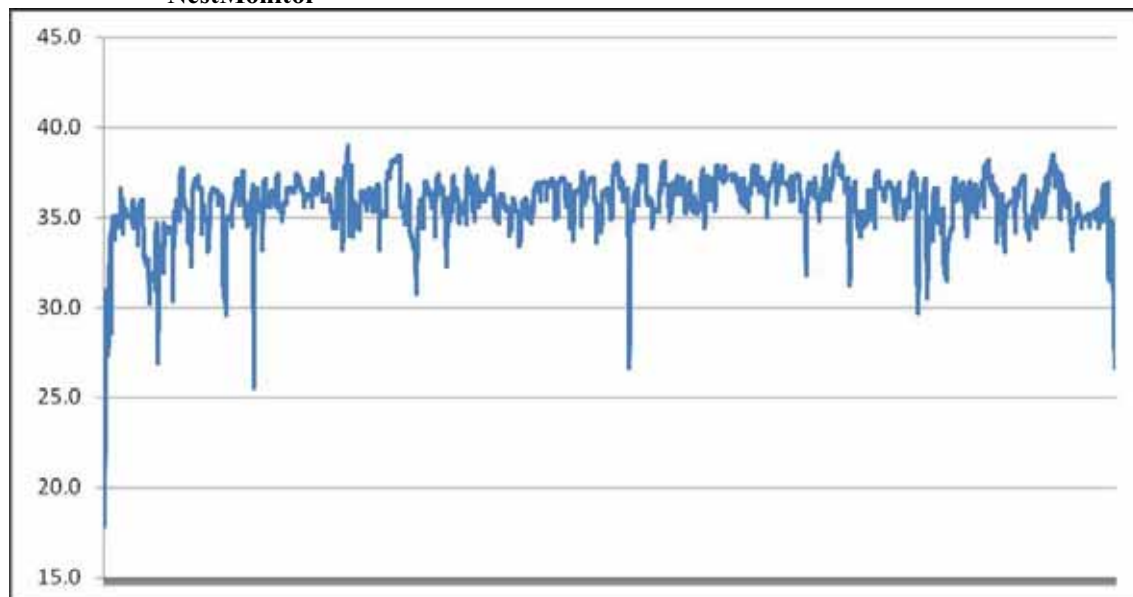


Figure 8 Température du sujet enregistrée au nid 2 pendant la période d'étude du NestMonitor^{MD}



5.2.2 Données relatives au bruit

Les données relatives au bruit [niveaux décibels (dB)] ont été recueillies par les AudioMonitor^{MD} toutes les 60 secondes. De plus, des bruits de 95 dB ou plus déclenchaient un enregistrement audio de 10 secondes et l'information était transférée à une carte à mémoire. Comme cela a été le cas avec les NestMonitors^{MD} en 2006 (Minaskuat 2007), le

groupe d'étude a constaté que l'AudioMonitor^{MD} était tellement sensible et précis qu'il enregistrait facilement les conversations.

Cependant, ces appareils étaient extrêmement sensibles aux bruits rapprochés et en particulier aux effets du vent. De nombreux fichiers audio (enregistrements du bruit pendant 10 secondes) ont été enregistrés tous les jours à partir d'un poste situé à moins de 50 m du nid. Malheureusement, le vent semble avoir été l'unique stimulus de tous les fichiers durant les observations. Aucun bruit d'aéronef n'a été détecté avant que les dispositifs ne soient récupérés sur le terrain (à noter qu'ils n'ont pas été activés avant d'être placé près des nids, des endroits que le groupe d'étude évitait). À la différence des capteurs de son du NestMonitor^{MD} en 2006, les AudioMonitors^{MD} semblent seulement avoir capté les bruits rapprochés tel que le son du vent dans la végétation au sol.

5.2.3 Données enregistrées aux nids versus les données des observateurs

5.2.3.1 Températures et pauses d'incubation

Changements de température durant les périodes d'observation où les œufs n'étaient pas couvés

Les périodes pendant lesquelles des œufs n'étaient pas couvés ou étaient temporairement exposés sont un élément typique du processus d'incubation. Or, les seules comparaisons disponibles sont celles des températures enregistrées et des comportements observés aux nids 1 et 2 puisque les NestMonitors^{MD} des nids 4 et 5 n'ont pas été retrouvés et que les données du NestMonitor^{MD} au nid 3 démontrent qu'il a été rejeté du nid. Au nid 2, étant donné que la femelle est demeurée sur le nid pendant les quatre premiers jours d'observation, (c.-à.-d., aucune interruption observée), il n'y a pas de données par rapport aux changements de température durant les périodes où les œufs n'auraient pas été couvés. Réciproquement, les températures enregistrées durant ces quatre jours d'observation démontrent que le dispositif fonctionnait correctement. Les données pertinentes du nid 1 se limitent à la première journée d'observation, lorsque la femelle a quitté le nid pendant une première période de 44 minutes pour ensuite prendre trois autres pauses plus tard dans la journée.

Trois départs du nid 1 ont été observés (tableau 6). Les températures ambiante et du sujet ont augmenté légèrement durant les cinq premières minutes de la pause. Lors du premier départ, la température ambiante a baissé après dix minutes et la température du sujet après vingt minutes. Plus tard dans la journée, les deux températures ont chuté à nouveau après dix minutes. Cependant, l'écart était moins de 0,5 Celsius à la fois pour les températures ambiante et du sujet au moment du départ. Un tel changement est bien inférieur à la plage naturelle de variation observée dans une journée où l'incubation se poursuit.

Tableau 6 Températures avant la pause et après le début des pauses de la bernache du Canada au stade de la nidification

Nid	Date/heure	Températures (sujet / ambiante)					
		5 min avant	Au départ	3 min après	5 min après	10 min après	20 min après
1	3 juin, 11 h 54	29,6 / 28,1	29,8 / 28,2	29,8 / 28,3	29,9 / 28,6	30,3 / 28,4	29,9 / 27,8
1	3 juin, 13 h 27	30,4 / 28,5	30,9 / 29,0	31,1 / 29,3	31,4 / 29,5	31,2 / 29,1	n/d
1	3 juin, 13 h 45	n/d	31,5 / 33,5	31,8 / 34,0	n/d	n/d	n/d

n/d : la bernache du Canada était de retour au nid avant que le temps ne soit écoulé ou avait déjà pris une pause.

Trois retours au nid ont également été observés (tableau 7). Lors de deux retours, les températures ambiante et du sujet ont augmenté graduellement sur une période de 10 à 20 minutes. Dans l'autre cas, la bernache du Canada est seulement restée sur le nid pendant neuf minutes et les deux températures ont chuté durant cette période.

Tableau 7 Températures avant la pause et après la fin des pauses de la bernache du Canada au stade de la nidification

Nid	Date/heure	Température (sujet / ambiante)					
		5 min avant	Au départ	3 min après	5 min après	10 min après	20 min après
1	3 juin, 11 h 44	29,1 / 27,7	29,3 / 27,9	29,5 / 28,0	29,6 / 28,1	29,8 / 28,2	n/d
1	3 juin, 13 h 18	30,1 / 28,5	30,8 / 28,7	30,4 / 28,3	30,4 / 28,6	n/d	n/d
1	3 juin, 13 h 48	31,3 / 32,6	31,8 / 34,0	32,0 / 34,5	32,0 / 34,7	32,0 / 35,0	32,1 / 35,4

Autres changements de température durant les périodes d'observation

Pour les nids 1 et 2, là où des NestMonitors^{MD} compléaient les observations, les courbes de température ont été examinées pour des changements significatifs et définies comme étant soit une augmentation ou une diminution d'au moins 0,5° C dans un intervalle de 15 minutes ou moins. Au total, 10 augmentations et 22 diminutions ont rencontré ces critères (tableau 8). Deux augmentations et neuf diminutions étaient de courte durée – soit moins de dix minutes – avec des changements de température de deux degrés C ou moins. Des changements plus importants de température ont été enregistrés pour des profils qui ont duré un minimum de 15 minutes, variant d'une diminution de 6,5 degrés à une augmentation de 7,4 degrés. Bien que la plupart des changements soient relativement graduels, deux augmentations et sept diminutions démontrent un rythme de changement d'au moins 0,5 degré par minute durant les trois premières minutes.

Tableau 8 Changements de température significatifs enregistrés par les NestMonitors^{MD} aux nids 1 et 2 durant les périodes d'observation

Nid	Date	Heure	Change-ment	Temp air	Temp. initiale	Changement de temp. après :				Comportement observé
						1 min	3 min	10 min	15 min	
1	3 juin	11 h 06	-	10	33,9	-0,7	-1,7	-3,4	-4,1	Déjà quitté nid
1	3 juin	12 h 08	-	10	30,3	-0,1	-0,3	-1,2	-1,4	Déjà quitté nid
1	3 juin	12 h 33	-	10	30,3	-0,1	-0,2	-1,2	-1,3	Déjà quitté nid
1	3 juin	13 h 05	+	10	29,1	-0,1	+0,3	+1,2	+1,4	Retourné au nid
1	3 juin	13 h 36	-	11	31,3	-0,1	-0,9	n/d	n/d	Quitté le nid
1	3 juin	13 h 39	+	11	30,4	+0,5	+0,8	+1,5	+1,6	Retourné au nid
1	3 juin	15 h 43	-	14	34,1	-0,3	-1,1	-4,7	-6,5	Partie, l'équipe en déplacement
1	4 juin	14 h 35	-	19	36,8	-0,1	-0,1	-0,3	-0,5	Sur les œufs, pas de chang.
1	7 juin	13 h 31	-	19	37,5	-0,6	-1,9	n/d	n/d	Sur les œufs, pas de chang.
1	7 juin	14 h 33	-	19	36,3	-1,1	-3,3	-5,6	n/d	Debout
1	7 juin	14 h 46	+	18	28,3	+1,5	+3,7	+6,6	+7,4	S'assoit à nouveau
1	9 juin	11 h 59	-	23	38,1	-0,8	-1,8	n/d	n/d	Changement de position
1	9 juin	12 h 57	-	29	36,8	-0,1	-1,5	n/d	n/d	Debout
1	9 juin	13 h 00	+	29	35,3	+0,5	+1,2	n/d	n/d	S'assoit à nouveau

1	9 juin	13 h 06	-	29	37,2	-0,4	-1,5	n/d	n/d	Sur les œufs, pas de chang.
1	9 juin	13 h 34	-	29	35,6	-0,1	-0,5	-1,5	n/d	Sur les œufs, pas de chang.
1	9 juin	13 h 44	+	29	34,1	+0,3	+1,2	+2,8	+3,3	Changement de position
1	9 juin	14 h 17	-	30	37,9	-0,1	-0,7	n/d	n/d	Changement de position
1	9 juin	14 h 48	+	30	37,7	+0,1	+0,9	n/d	n/d	Debout
1	9 juin	14 h 51	-	30	38,6	-0,9	-1,3	n/d	n/d	S'assoit à nouveau
1	9 juin	14 h 58	+	30	37,2	+0,4	+0,9	+2,5	+2,9	Sur les œufs, pas de chang.
2	4 juin	11 h 59	-	20	37,3	-0,5	-0,8	-1,2	-1,4	Sur les œufs, pas de chang.
2	4 juin	14 h 36	-	20	36,0	-0,1	-0,2	-0,6	-0,6	Sur les œufs, pas de chang.
2	4 juin	15 h 26	-	20	35,2	-0,4	-0,6	-0,8	-0,8	Sur les œufs, pas de chang.
2	5 juin	13 h 43	-	19	38,4	-0,4	-2,1	-2,6	-2,6	Sur les œufs, tête levée
2	6 juin	11 h 21	-	n/d	35,9	-0,3	-0,7	-1,1	n/d	Sur les œufs, pas de chang.
2	6 juin	11 h 31	+	n/d	34,8	+0,6	+1,5	+2,5	+2,7	Sur les œufs, pas de chang.
2	7 juin	11 h 04	-	20	36,9	-0,1	-0,4	-0,5	-0,5	Sur les œufs, tête levée
2	7 juin	11 h 53	-	19	36,5	-0,6	n/d	n/d	n/d	Debout
2	7 juin	11 h 55	+	19	35,9	+0,2	+0,5	+0,9	+1,0	S'assoit à nouveau
2	7 juin	13 h 58	-	17	36,9	-0,5	n/d	n/d	n/d	Sur les œufs pas de chang
2	7 juin	14 h	+	17	36,0	+0,2	+0,4	+0,7	+0,8	Sur les œufs, pas de chang.

Nous avons établi des renvois entre les changements enregistrés de température et les observations sur le comportement. Dans 12 cas, la bernache du Canada a poursuivi l'incubation de ses œufs et est demeurée assise sur le nid sans changer de comportement. Dans deux autres cas, le seul mouvement observé a été un mouvement du cou lors du passage d'un aéronef. Malgré cela, la température enregistrée par le NestMonitor^{MD} a augmenté par autant que 2,9° C pendant 15 minutes (ex. : à 14 h 58, figure 9) et aussi rapidement que 2,1 degrés dans 3 minutes (ex. : à 13 h 43, figure 10).

Dans plusieurs cas, les observations sur le comportement correspondaient étroitement aux données des NestMonitors^{MD}. Dans les deux cas où la bernache du Canada est revenue au nid après une pause, une augmentation modeste de 1,4 à 1,6 degré a été enregistrée après 15 minutes (ex. : à 13 h 05 et 13 h 39, figure 11). Il y a aussi eu quatre cas documentés où la bernache du Canada s'est levée pour ensuite se rasseoir sans toutefois quitter son nid. Dans trois cas, les températures enregistrées par les NestMonitors^{MD} ont chuté lorsque la bernache du Canada s'est levée à nouveau après s'être repositionnée sur les œufs (ex. à 14 h 33 et 14 h 46, figure 12) mais dans un cas, le profil inverse a été noté (à 14 h 46 et 14 h 51, figure 9).

Des neuf cas où les températures ont changé rapidement à un rythme d'au moins 1,5 degré à l'intérieur de trois minutes, il y a eu quatre occasions où la bernache du Canada semblait être en incubation tout le temps sans avoir changé de position et un autre cas où l'oiseau n'était

pas au nid durant toute la période. Les autres quatre incidents correspondaient à des moments où la bernache du Canada a été vue debout pour ensuite se repositionner rapidement sur ses œufs. Des diminutions rapides et significatives ont été enregistrées même lorsque la température de l'air était plutôt chaude. Par exemple, la diminution la plus importante enregistrée était de 8,0 degrés à l'intérieur de 13 minutes au milieu de l'après-midi du 7 juin lorsque la température de l'air était de 18° C (voir 14 h 33 à 14 h 46, figure 12). À ce moment-là, la température a chuté de 3,3 degrés durant les trois premières minutes alors que, le 3 juin à 13 h 36, lorsque la température de l'air n'était que de 11° C, la température du sujet n'a chuté que de 0,9 degrés durant les trois première minutes où la bernache du Canada a quitté le nid.

Figure 9 Température du sujet enregistrée au nid 1, bernache du Canada, (CAGO 1), le 9 juin 2007

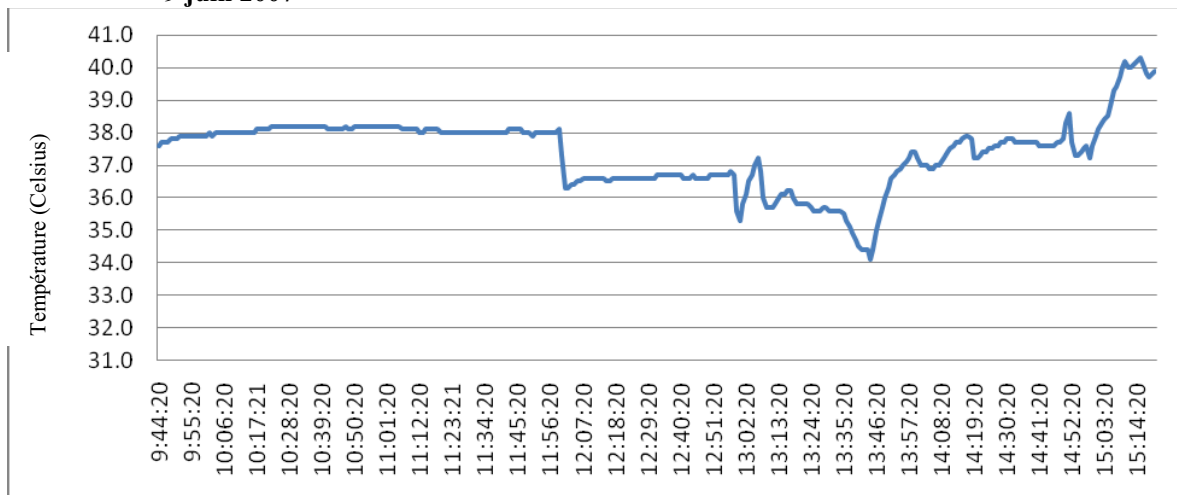


Figure 10 Température du sujet enregistrée au nid 2, bernache du Canada, (CAGO2), le 5 juin 2007

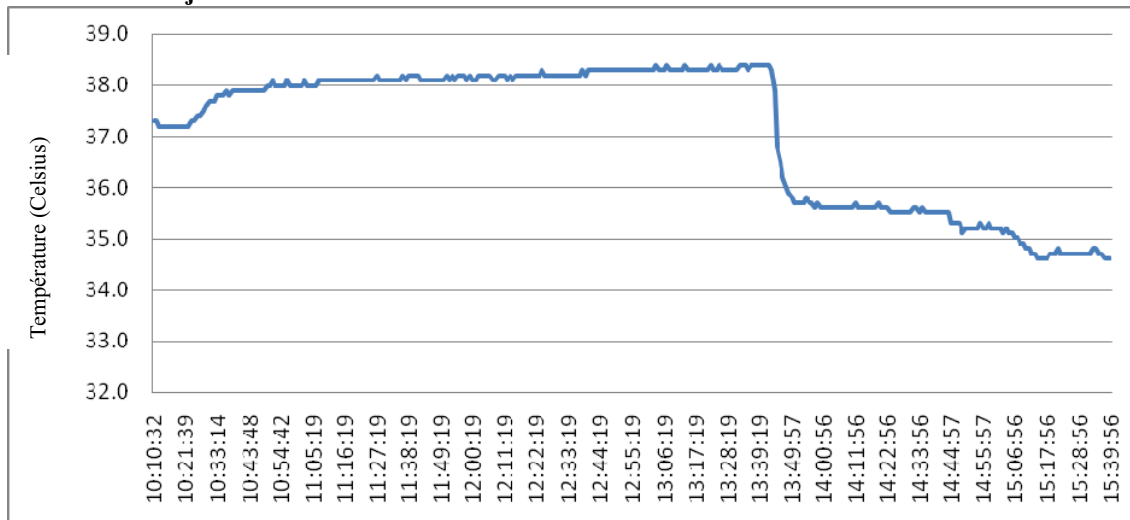


Figure 11 Température du sujet enregistrée au nid 1, bernache du Canada, (CAGO1), le 3 juin 2007

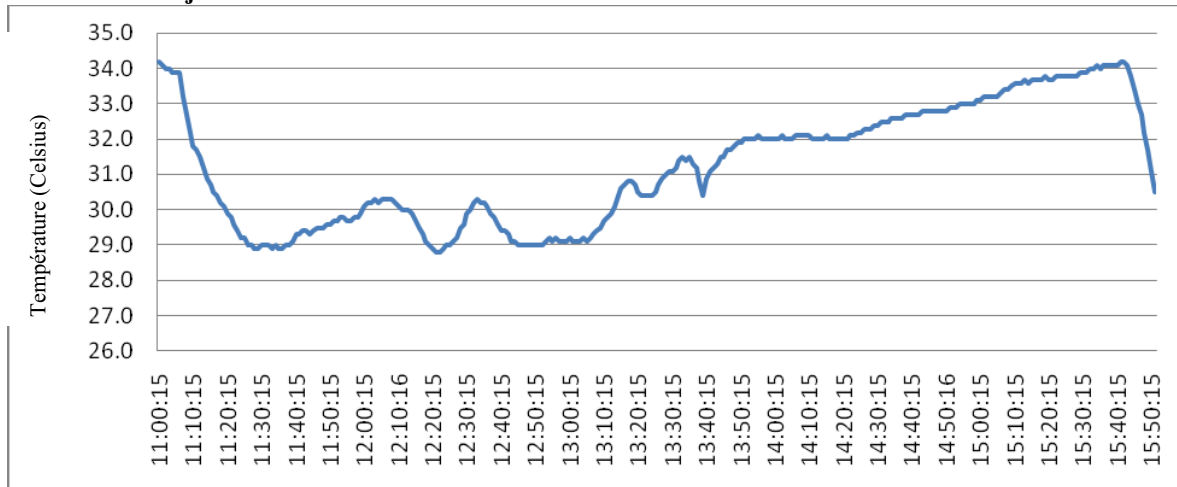
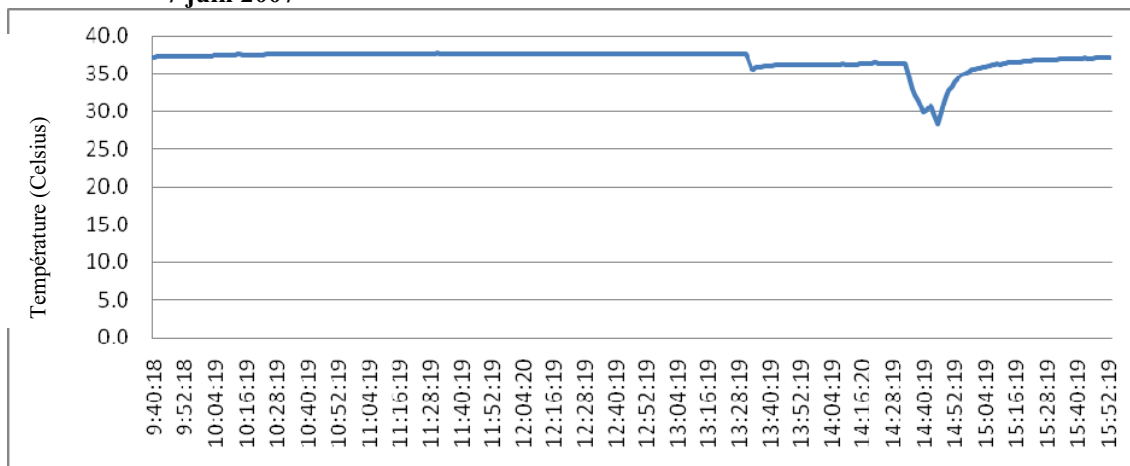


Figure 12 Température du sujet enregistrée au nid 1, bernache du Canada, (CAGO1), le 7 juin 2007



Les horloges internes de deux des trois cartes électroniques récupérées étaient en retard de façon significative sur l'heure normale, l'une de 1,5 minute et l'autre de 10 minutes. Cet écart a été corrigé lors du croisement des données des NestMonitors^{MD} et les observations sur le comportement. Toutefois, ce problème devrait être noté pour l'avenir.

5.2.3.2 Niveaux de bruit (dB) et bruit des aéronefs

Les bruits d'aéronef enregistrés pendant les périodes d'observation comprenaient ceux de l'hélicoptère (pendant l'atterrissage et d'autres occasions), d'un Twin Otter, d'un avion à réaction et d'un avion à flotteurs. Comme l'indique la section 5.2.2, les AudioMonitors^{MD} n'ont pas enregistré de crêtes dans les niveaux dB par rapport à ces événements.

6.0 DISCUSSION

6.1 Mesure de la température au nid

Des trois NestMonitors^{MD} récupérés et analysés, seul un appareil avait enregistré des valeurs à la fois pour la température du sujet et la température ambiante, valeurs qui semblent être précises. Un deuxième appareil a enregistré les deux types de température mais les données sur la température ambiante manquaient évidemment d'exactitude puisque la température a augmenté continuellement durant la période d'étude. Quant au troisième appareil, les températures ambiantes semblaient réalistes mais il n'y a eu aucun enregistrement sur la température du sujet. Durant les essais sur le terrain 2006 pour le pygargue à tête blanche, le balbuzard et la bernache du Canada (Minaskuat 2006), nous avons eu moins de problèmes à cet égard.

Les températures du sujet enregistrées par les NestMonitors^{MD} étaient largement consistantes à long terme et les moyennes aux nids 1 et 2 pendant toute la période d'étude se rapprochaient de la limite supérieure de la plage (31,7 – 36,1° C) données par d'autres (Huggins 1941, Webb 1987). Cependant, durant les pauses dans l'incubation (lorsque les œufs n'étaient pas couvés), la température du sujet a chuté aussi bas que 28,3° C. Aucun profil n'a pu être établi entre le taux de changement de température du sujet et la température de l'air, même que certains changements à des températures plus fraîches ont été moins rapides que certains changements lorsque les températures étaient plus élevées. De tels écarts pourraient refléter des différences de vent et/ou de soleil dans des microsites, aspects qui ne pouvaient pas être perçus par les observateurs.

Pour ce qui est de la température, même si les NestMonitors^{MD} ont enregistré des changements de température subtile dans le creux du nid, ceux-ci ne correspondaient pas nécessairement aux changements dans le comportement. Comme prévu, certains des plus importants changements de température correspondaient à un départ ou à un retour au nid mais plusieurs changements d'intensité et de cadence semblables se sont produits à des moments où la bernache du Canada semblait continuer le processus d'incubation sans avoir changé de position. À d'autres moments, les fluctuations de température de plus d'un degré pendant dix minutes se sont produites à des moments où la bernache du Canada avait quitté le nid, ce qui reflète la sensibilité du microclimat du nid à des facteurs tels que le vent et le soleil direct. Par conséquent, les données actuelles du NestMonitor^{MD} ne peuvent pas être considérées, à elles seules, des prédicteurs fiables du comportement au stade de l'incubation puisqu'elles suggèrent des pauses plus fréquentes que celles qui se sont produites.

Dans l'étude 2006, les abaissements marqués de température n'ont pas été enregistrés (Minaskuat 2006), phénomène expliqué par la production de chaleur embryonnaire qui facilite le réchauffement tout en retardant le refroidissement (White et Kinney 1974, Poussart *et al.* 2000). Cependant, à plusieurs reprises durant l'étude 2007, la température du sujet a diminué soudainement et rapidement, même lorsque l'incubation avait toujours lieu. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le NestMonitor^{MD} se trouvait à l'extérieur de la couvée d'œufs à ces moments-là et/ou l'infertilité de l'un ou de plusieurs œufs adjacents [quoique noter que tous les œufs naturels non éclos semblaient viables (chauds) lorsque les capteurs ont été récupérés].

6.2 Mesure du bruit près du nid

Lors d'études antérieures (Minaskuat 2006), l'utilisation du NestMonitor^{MD} pour mesurer les bruits d'aéronefs n'a pas donné les résultats escomptés puisque l'on ne pouvait pas distinguer les événements d'aéronefs à même les données. L'hypothèse envisagée est celle selon laquelle les bruits éloignés, tels que ceux créés par un aéronef, étaient compensés par les bruits rapprochés du nid, par exemple, un grattement sur la surface du dispositif causé par les mouvements de la femelle pour se mettre à l'aise et/ou que le bruit de l'aéronef était assourdi par la bernache du Canada en incubation. Afin d'éliminer cette variable confusionnelle, un AudioMonitor^{MD} autonome a été placé près du nid en 2007. Cependant, une fois de plus, les fichiers de données n'ont démontré aucune crête dans le niveau de bruit en décibels correspondant à des survols, même lorsque les observateurs notaient que les survols étaient particulièrement bruyants. Même si le vent peut expliquer le niveau élevé de bruits naturels certains jours, le niveau décibel était constamment supérieur même lors de journées sans vent. Ce problème d'un équipement d'enregistrement extrêmement sensible au bruit avait été rencontré par le groupe d'étude à la rivière Naskaupi en 1996 alors que des oiseaux chanteurs déclenchaient l'enregistrement des fichiers de mesure du bruit (Trimper *et al.* 1998b). Cependant, ce phénomène n'a pas été noté durant l'étude 2007 sur la bernache du Canada et l'on ignore pourquoi les niveaux de bruit enregistrés sont si constamment supérieurs. Malheureusement, l'on doit conclure que les AudioMonitors^{MD} sont incapables, dans leur configuration actuelle, d'identifier des bruits distincts sur le terrain.

6.3 Comportement de la bernache du Canada au stade de la nidification

Comme prévu (Lessells 1986, Mowbray *et al.* 2002), la majorité des bernaches du Canada a accepté le NestMonitor^{MD} comme faisant partie de la couvée. Quand le dispositif a été placé dans le nid, la femelle est restée au nid jusqu'à ce que l'observateur soit à moins de 10 m comme l'avait fait la grande oie blanche (Poussart *et al.* 2000) vers la fin de la période d'incubation. Au moment de la récupération, le dispositif se trouvait toujours parmi les œufs naturels, sauf dans un nid où la femelle avait rejeté le NestMonitor^{MD} dès le départ.

Pendant les périodes d'observations, la bernache du Canada a passé environ 74 % du temps total d'observation sur le nid et possiblement jusqu'à 83 % du temps si elle est restée au nid pour couvrir les œufs lorsque le statut d'incubation était incertain. Ces chiffres sont moins élevés que ceux des études 2004 et 2005 (Minaskuat 2005), soit 94 % du temps passé sur le nid, mais ils sont semblables aux 77 % enregistrés par les essais du NestMonitor^{MD} en 2006 (Minaskuat 2006). Tout comme en 2006, la majorité du temps passé hors du nid correspondait à l'atterrissage de l'hélicoptère, surtout le premier jour où les observateurs arrivaient. D'autres mouvements de divers aéronefs représentaient seulement 1 % du temps passé hors du nid en 2006 mais n'ont pas semblé provoquer de pauses dans l'incubation en 2007.

Les bernaches du Canada observées au cours de ce programme ont semblé percevoir mais tolérer la présence des observateurs. Toutefois, il est arrivé qu'ils quittent le nid à l'atterrissage de l'hélicoptère et qu'ils demeurent absents pour des périodes pouvant aller jusqu'à plusieurs heures. Dans de tels cas, il est impossible de déterminer jusqu'à quel point la présence de l'observateur a empêché la femelle de retourner au nid mais il est probable que cela a nuit considérablement, étant donné que toutes les femelles sont restées sur place durant

la pose des dispositifs alors que plusieurs sont demeurées à l'écart pendant de longues périodes la première journée où l'observateur était présent. Ce constat est appuyé par des données qui démontrent que le temps passé à l'extérieur du nid par la bernache du Canada était plus élevé le premier jour des observations, comme cela fut le cas dans chacune des trois premières années d'étude (Minaskuat 2004b, 2005b, 2006). Dans tous les cas, dès que la bernache du Canada est revenue au nid, aucune activité de la part de l'observateur n'a semblé causer une réaction de sa part. En 2004-2005 (Minaskuat 2004b, 2005b), de fortes réactions ont été notées lorsqu'un hélicoptère en vol stationnaire déposait les observateurs.

Les années passées, les membres de l'équipe avaient documenté divers stimuli naturels qui avaient provoqué des réactions comportementales de la part de la bernache du Canada en incubation (Minaskuat 2004b, 2005b, 2006). Les réactions étaient plus prononcées quand il s'agissait de prédateurs mammaliens comme le renard mais des réactions avaient également été notées en présence de goélands, de grands corbeaux et d'autres bernaches. Cependant, de tels comportements n'ont pas été vus en 2007.

7.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1. Les températures enregistrées dans le nid par le NestMonitor^{MD} correspondaient à celles constatées lors d'autres études mais la série de données a dû être examinée au départ parce que certains capteurs n'enregistraient pas correctement.
2. Le AudioMonitor^{MD} n'a pas pu distinguer et enregistrer les survols d'aéronefs et, par conséquent, aucun renseignement sur les liens possibles entre ces événements et le comportement de nidification n'a été obtenu. Il faudrait peut-être configurer le capteur pour établir le seuil de bruit selon une intensité plus élevée afin d'isoler les bruits individuels où l'adapter afin qu'il soit moins sensible aux bruits immédiats.
3. Dans quatre des cinq nids, le NestMonitor^{MD} a été facilement accepté par la bernache du Canada comme un élément de la couvée «naturelle». Le cinquième dispositif semble avoir été immédiatement rejeté; c'est la première fois en deux ans et 10 nids d'utilisation que cela arrive.
4. Le NestMonitor^{MD} a immédiatement enregistré des changements perceptibles de température en réponse à des changements de position de la bernache du Canada mais a également enregistré des augmentations ou des diminutions d'intensité et de cadence semblables même si la position de l'oiseau sur le nid demeurait inchangée. Pour cette raison, les données du NestMonitor^{MD} à elles seules ne peuvent pas indiquer avec précision les périodes durant lesquelles leurs œufs étaient exposés.
5. Des améliorations aux capteurs permettraient au NestMonitor^{MD} et au AudioMonitor^{MD} d'offrir de nombreuses possibilités lors d'études semblables se rapportant aux répercussions environnementales possibles de l'entraînement militaire au Labrador. La vie utile de la pile, la grande capacité de mémoire, la facilité de transport, de mise en place et de récupération et le fait que le dispositif soit largement accepté par les oiseaux sont tous des caractéristiques invitantes. Le défi est d'améliorer le AudioMonitor^{MD} afin que le dispositif puisse filtrer les sources naturelles de bruit et enregistrer de façon constante les bruits éloignés tels que les survols et, d'ajuster la sensibilité du NestMonitor^{MD} afin que le dispositif reflète avec plus de précision la présence ou

l'absence d'un adulte en incubation. D'autres études sur le terrain seront nécessaires afin de s'assurer que les données du NestMonitor^{MD} et de l'AudioMonitor^{MD} offrent un niveau suffisamment élevé de concordance avec celles enregistrées par les observateurs humains.

6. Les observations sur le comportement laissent supposer qu'il existe un niveau élevé de tolérance de la part de la bernache du Canada au stade de la nidification vis-à-vis les survols puisque seuls les hélicoptères atterrissant près des sites où se trouvaient les nids poussaient l'oiseau à quitter le nid alors que la plupart des autres survols n'entraînaient aucune réaction visible.

8.0 BIBLIOGRAPHIE

- Harrison, C. 1978. A field guide to the nests, eggs and nestlings of North America. Collins, Toronto, ON.
- Huggins, R.A. 1941. Egg temperatures of wild birds under natural conditions. *Ecology*, 22: 148-157.
- Lessels, C.M. 1986. Brood size in Canada Geese – a manipulation experiment. *Journal of Animal Ecology*, 55: 669-689.
- Minaskuat. 2003a. 2003 Osprey Monitoring Program in the Low-Level Training Area of Labrador. Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, Happy Valley-Goose Bay, T.-N.-L., 9 p. + annexes.
- Minaskuat. 2003b. Nesting behavior of Gray Jays (*Perisoreus canadensis*) during military aircraft noise events. Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, Happy Valley-Goose Bay, Terre-Neuve-et-Labrador. 20 p. + annexes.
- Minaskuat. 2004a. 2004 Osprey Monitoring in the Low-Level Training Area of Labrador. Rapport final préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, Happy Valley-Goose Bay, T.-N.-L. 6 octobre 2004. 28 p. + annexes.
- Minaskuat. 2004b. Jet Aircraft Effects on Nesting Canada Geese (*Branta canadensis*). Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, octobre 2004. 19 p. + annexes.
- Minaskuat. 2004c. Gray Jay (*Perisoreus canadensis*) 2003 fall banding program. Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, Happy Valley-Goose Bay, Terre-Neuve-et-Labrador. 39 p.
- Minaskuat. 2004d. Gray Jay (*Perisoreus canadensis*) monitoring in relation to military aircraft at 5 Wing Goose Bay Airport, 2003-2004. Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, Happy Valley-Goose Bay, Terre-Neuve-et-Labrador. 10 p. + annexes.

- Minaskuat. 2005a. 2005 Osprey Monitoring in the Low-Level Training Area of Labrador. Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, Happy Valley-Goose Bay, T.-N.-L. 25 octobre 2005. 27 p. + annexes.
- Minaskuat. 2005b. Jet, Rotary and Fixed-wing Propeller Driven Aircraft Effects on Nesting Canada Geese (*Branta canadensis*). Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, octobre 2005. 51 p.
- Minaskuat. 2005c. Response of moulting Black Duck to jet aircraft activity – preliminary investigation. Rapport préparé pour l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales, mai 2005. 36 p.
- Mowbray, T.B., Ely, C.R., Sedinger, J.S. et Trost, R.E. 2002. Canada Goose (*Branta canadensis*). Dans A. Poole, P. Stettenhelm et F. Gill (éd.) The birds of North America, n° 682. The American Ornithologists' Union, Washington, D.C. The Academy of Natural Sciences. Philadelphie.
- Poussart, C., Larochelle, J. et Gauthier, G. 2000. The thermal regime of eggs during laying and incubation of Greater Snow Geese. The Condor, 102: 292-300.
- Trimper, P.G., Standen, N., Lye, L.M., Lemon, D., Chubbs, T.E. et Humphries, G. 1998a. Effects of low-level jet aircraft noise on the behaviour of nesting Osprey. Journal of Applied Ecology, 35: 122-130.
- Trimper, P.G., Chubbs, T.E., Standen, N. et Humphries, G. 1998b. Effects of intensive aircraft activity on the behaviour of nesting Osprey. Dans N.L. Carter et R.F. Soames Job (éd.) 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney, Australie.
- Webb, D.R. 1987. Thermal tolerance of avian embryos: a review. The Condor, 89: 874-898.
- White, F.N. et Kinney, J.L. 1974. Avian incubation – interactions among behaviour, environment, nest and eggs result in regulation of nest temperature. Science, 186: 107-115.