



SOCIÉTÉ EN COMMANDITE MINASKUAT

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

MIN0288
2007

PROJET N° MIN0288

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
Télécopie: (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	NestMonitor ^{md}	2
3.0	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	3
4.0	MÉTHODES.....	3
4.1	Groupe d'étude.....	3
4.2	Repérage des nids	4
4.3	Observation des nids.....	4
4.4	Analyse des données.....	5
4.5	Essai du NestMonitor ^{md}	5
5.0	RÉSULTATS.....	6
5.1	Observations relatives au comportement.....	7
5.1.1	Présence au nid	7
5.1.2	Dates d'éclosion des œufs.....	10
5.2	NestMonitor ^{md}	10
5.2.1	Données de température.....	11
5.2.2	Données relatives au bruit.....	18
5.2.3	Données recueillies aux nids par opposition aux données recueillies aux postes d'observation.....	25
5.2.3.1	Températures et pauses d'incubation.....	25
5.2.3.2	Résultats de l'essai du NestMonitor ^{md}	32
5.2.3.3	Bruit des aéronefs	33
6.0	EXAMEN DE LA QUESTION.....	35
7.0	RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	37
8.0	BIBLIOGRAPHIE.....	38

ANNEXES

- Annexe A Données de température recueillies pendant l'observation de la bernache du Canada au stade de la nidification, juin 2006
- Annexe B Données relatives au bruit recueillies pendant l'observation de la bernache du Canada au stade de la nidification, juin 2006

TABLEAUX

Tableau 1	Données relatives aux nids actifs de bernache du Canada repérés en 2006.....	6
Tableau 2	Dates probables d'éclosion ou situation dans les nids de bernache du Canada observés en 2006.....	10
Tableau 3	Disponibilité des données	11
Tableau 4	Résumé des données de température recueillies aux nids de bernache du Canada, 2-9 juin 2006.....	17
Tableau 5	Différences importantes entre les températures enregistrées par la sonde 1 et le NestMonitor ^{md} (A) et celles enregistrées par la sonde 2 et le NestMonitor ^{md} (B).....	32

FIGURES

Figure 1	Nid type de bernache du Canada.....	7
Figure 2	Assiduité à 5 nids de bernache du Canada pendant les périodes d'observation en 2006.....	8
Figure 3	Températures ambiante et du sujet enregistrées par le NestMonitor ^{md} au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1) le 1 ^{er} juin 2006	12
Figure 4	Températures du sujet enregistrées par le NestMonitor ^{md} au nid et près de l'observateur, nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 3 juin 2006	13
Figure 5	Températures ambiante et du sujet, nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 2 juin 2006 ..	14
Figure 6	Températures ambiante et du sujet, nid 2 de bernache du Canada (CAGO 2), 3 juin 2006 ..	15
Figure 7	Températures ambiante et du sujet, nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3), 5 juin 2006 ..	16
Figure 8	Niveaux de bruit (dB) enregistrés dans le nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) pendant la période d'étude, 1-13 juin 2006.....	19
Figure 9	Niveaux de bruit (dB) enregistrés dans le nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 3 juin 2006	20
Figure 10	Niveaux de bruit (dB) enregistrés près du nid 5 de bernache du Canada (CAGO 5), 3 juin 2006	21
Figure 11	Températures ambiante et du sujet enregistrées dans le bureau de la Minaskuat, 1-2 octobre 2006	23
Figure 12	Niveaux de bruit enregistrés dans le bureau de la Minaskuat, 1-2 octobre 2006.....	24
Figure 13	Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1) indiquant les pauses d'incubation, 2 juin 2006	26
Figure 14	Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1) pendant une période où les œufs n'ont pas été exposés, 2 juin 2006	27
Figure 15	Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) indiquant les pauses d'incubation, 9 juin 2006	28
Figure 16	Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) indiquant les pauses d'incubation, 9 juin 2006	29
Figure 17	Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) pendant une séance d'observation où le nid était laissé sans surveillance (œufs exposés à la température ambiante), 2 juin 2006	30
Figure 18	Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 2 de bernache du Canada (CAGO 2) pendant une séance d'observation où le nid était laissé sans surveillance (œufs exposés à la température ambiante), 2 juin 2006	31
Figure 19	Températures enregistrées par le NestMonitor ^{md} et les thermomètres numériques à intervalles choisis au hasard pour la bernache du Canada le jour 2 de l'essai.....	33
Figure 20	Niveaux de bruit et bruits d'aéronef enregistrés au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 2 juin 2006	34

1.0 INTRODUCTION

Au cours des dix dernières années, 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), des paramètres d'intérêt ont été choisis selon leur capacité d'être mesurés objectivement et d'après l'importance biologique de l'effet mesuré. Ces dernières années, trois espèces d'oiseaux nicheurs, le balbuzard (*Pandion haliaetus*) (Trimper *et al.* 1998a, 1998b; Minaskuat 2003a, 2004a, 2005a), la bernache du Canada (*Branta canadensis*) (Minaskuat 2004b, 2005b), le geai du Canada (*Perisoreus canadensis*) (Minaskuat 2003b, 2004c, 2004d) et une espèce au stade de la mue, le canard noir (*Anas rubripes*) (Minaskuat 2005c), ont fait l'objet d'études SIE approfondies relatives aux perturbations dues au bruit et aux stimuli visuels d'aéronefs volant à basse altitude (ex. : avion à réaction, hélicoptère, 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 couvaision) ou l'exposition des œufs (ou des oisillons) aux températures ambiantes ou B) sur le fait que le nid soit temporairement sans protection. 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.

Vers la fin de 2005, le Comité technique sur la sauvagine de l'ISRE s'est réuni pour discuter des programmes de recherche de l'année suivante. Le comité a recommandé de poursuivre le programme de surveillance de la bernache du Canada en 2006 dans le but de faire l'essai d'un NestMonitor^{md} ovoïde 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. Le NestMonitor^{md} aidera les chercheurs à déterminer si l'adulte reste hors du nid après une perturbation et pendant combien longtemps en utilisant comme indicateur le changement de température ambiante. Ce dispositif peut mesurer dans le nid la température ambiante et le niveau de bruit, avec une précision vérifiée par l'observation sur le terrain.

En 2006, l'ISRE a retenu les services de la Minaskuat pour l'essai sur le terrain du NestMonitor^{md} (dispositif enregistreur) relativement à la bernache du Canada, au pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) et au balbuzard (*Pandion haliaetus*). Le présent document explique dans les grandes lignes le programme proposé en ce qui concerne la composante bernache du Canada.

2.0 CONTEXTE

2.1 NestMonitor^{md}

Le NestMonitor^{md} développé pour la présente étude pouvait mesurer le niveau de bruit en décibels et la température du nid (à la surface de l'«œuf»). L'œuf était muni d'un signal VHF pour faciliter le repérage si le nid était pillé par un renard (*Vulpes vulpes*) ou un autre prédateur (Minaskuat 2004b, 2005b). Le NestMonitor^{md} de TenXsys comportait les caractéristiques suivantes :

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

La grosseur du dispositif 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 rejeterait pas l'«œuf» artificiel.

3.0 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les principaux objectifs du programme de surveillance étaient les suivants :

- Mesurer exactement le niveau de bruit et la température au nid pendant l'incubation;
- Observer le comportement de la bernache du Canada en réaction au NestMonitor^{md};
- Comparer les données recueillies dans le nid et aux environs (pour déterminer 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} (si les données relatives au bruit et à la température peuvent être utilisées pour déterminer les périodes où les œufs sont exposés) en utilisant les constatations sur le terrain pour mesurer l'exactitude;
- Déterminer l'applicabilité de ce dispositif lors d'études SIE ultérieures au Labrador;
- Examiner davantage et documenter les répercussions possibles des aéronefs sur le comportement de la bernache du Canada au stade de la nidification.

4.0 MÉTHODES

Avant le début de la campagne sur le terrain en 2006, un permis a été obtenu de la Direction de la faune, ministère de la Faune et de la Conservation 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 était responsable de la conception du projet et du contrôle de la qualité. L'observation du comportement a été confiée aux personnes suivantes : M. Trimper, M^{me} Karen Rashleigh, M^{me} Caroline Hong, M^{me} MaryAnn Aylward (Innu), M. Corey Cooney (Association des Inuit du Labrador), M. James Michel (Innu) et M. Peter McKay (Innu). Les NestMonitor^{md} ont été placés et ramassés par M. Trimper, M^{me} Rashleigh, M. McKay et M. Donald Blake. M^{me} Lisa Stepnuk s'est occupée de l'essai concernant la température en 2007. M^{me} Hong a assuré un appui technique pour la pose des NestMonitor^{md} et le téléchargement des données. M^{me} Rashleigh, M^{me} Stepnuk et M. Trimper ont été chargés des analyses des données et de la préparation du rapport. La Minaskuat a travaillé étroitement avec Frank Risky et Curt Rideout, employés de la TenXsys, pendant les étapes de planification de ce programme.

4.2 Repérage des nids

Conformément aux procédures de la Minaskuat, des réunions quotidiennes ont eu lieu pour s'assurer que le groupe d'étude connaissait bien les dangers et les procédures de travail sécuritaire.

Le 1^{er} juin 2006, le groupe d'étude a effectué une recherche aérienne de nids actifs de bernache du Canada dans les environs de l'aéroport de Goose Bay, s'intéressant surtout aux régions humides avec petites îles couvertes de lichens et de bruyères, d'épinettes noires (*Picea mariana*) et de mélèzes laricins (*Larix laricina*) rabougris. La plupart des nids actifs ont pu être repérés à partir de l'hélicoptère en raison de la présence d'une femelle au nid, bien que la présence d'un adulte (vraisemblablement le mâle) dans un marais alertait souvent le groupe d'étude de la présence d'un nid actif dans la région.

Après avoir repéré un nid actif à partir de l'hélicoptère, le groupe d'étude débarquait (loin du nid) et déterminait des postes d'observation appropriés (50-100 m du nid). Conformément au permis, M. Trimper s'approchait furtivement du nid actif et posait soigneusement un NestMonitor^{md} dans la couvée naturelle (3-6 œufs). Les femelles étaient généralement réticentes à quitter le nid, s'envolant seulement quand M. Trimper était aussi près que 3 m du nid (maximum 20 m).

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. Des caches ont également été montées avec des épinettes noires et d'autres arbres trouvés dans la région. Il est à noter que les oies adultes n'ont pas été bagueées ou manipulées d'une autre façon afin de réduire la perturbation au minimum.

4.3 Observation des nids

L'observation des nids a commencé le 2 juin 2006, le lendemain de la pose des NestMonitor^{md}. À chaque nid, la femelle couvait ses œufs à l'arrivée de l'équipe. Un observateur, équipé 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 adaptées, a été posté à chaque nid. Un deuxième NestMonitor^{md} et un thermomètre numérique ont été placés au poste d'observation pour comparer les données recueillies par l'observateur avec les données recueillies directement au nid par le dispositif enregistreur.

L'observation a commencé entre 9 h et 10 h et s'est terminée vers 18 h. En ce qui concerne les paramètres de comportements observés, la priorité a été accordée à l'enregistrement de la durée (en secondes) où il n'y avait pas d'incubation (œufs exposés à la température ambiante) et où le nid n'était pas protégé par un adulte. Comme ce fut le cas en 2005, un nid était considéré protégé quand l'un des deux adultes étaient dans le champ de vision de l'observateur et semblait vigilant. Des comportements secondaires, comme des cris d'alarme ou d'autres réactions d'effarouchement de la part des adultes qui couvaient, ont également été enregistrées. Bien que l'attention fût concentrée sur l'adulte au nid (habituellement la femelle), le comportement du mâle, comme le nombre et la durée des visites au nid, a également été enregistré.

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.

Après la période d'observation, le groupe d'étude est retourné aux nids pour récupérer les NestMonitor^{md}.

4.4 Analyse des données

Les données recueillies par les NestMonitor^{md} aux nids et aux postes d'observation ont été téléchargées dans un ordinateur portable et converties en une forme compatible avec MSExcel. Les données ont été transférées et analysées (graphiquement) à l'aide d'un SigmaPlot.

Les données d'observation relatives à la présence au nid et au bruit d'aéronef, ainsi que les températures enregistrées par les observateurs ont été comparées aux données recueillies par les NestMonitor^{md} dans le nid et près de chaque nid. L'information a permis de déterminer si la présence de l'adulte au nid influait sur (ou neutralisait) la capacité d'enregistrement de données des NestMonitor^{md}.

Les données d'observation ont été examinées en fonction des réactions comportementales au bruit d'aéronef et aussi pour savoir s'il y avait des conséquences significatives sur le plan biologique influant sur la viabilité des œufs ou sur le succès d'éclosion.

4.5 Essai du NestMonitor^{md}

La capacité du NestMonitor^{md} de mesurer avec précision la température à sa surface a été vérifiée en mai 2007 afin de déterminer sa capacité de décrire la température ambiante dans le nid.

Le dispositif a été placé à l'extérieur pour enregistrer la température naturelle la plus basse des jours sans précipitations ni vent extrême. Trois NestMonitor^{md} (un pour chaque espèce étudiée en 2006 : pygargue à tête blanche, balbuzard et bernache du Canada) ont été placés sur des matériaux semblables à ceux qu'utilise chaque espèce (matériau organique comme la mousse dans un bol, brindilles et mousse dans un bol moins profond et duvet respectivement). Une couverture électrique (comme source de chaleur semblable à celle d'un adulte qui couve) a été mise sur le nid et le NestMonitor^{md}. Le thermostat a été réglé à la température normale d'incubation (pour chaque espèce) et utilisé pour contrôler la température maximale (Huggins 1941, Webb 1987). Deux thermomètres numériques ont été posés dans chaque nid pour enregistrer la température ambiante du nid.

Le premier jour, trois essais de deux heures ont été effectués avec la source de chaleur sur le NestMonitor^{md} (correspondant à la présence continue d'un adulte).

Le deuxième jour, la source de chaleur a été enlevée pendant 15 minutes et 60 minutes respectivement au cours des trois essais de deux heures.

Les températures enregistrées par les thermomètres numériques ont été notées au hasard (Zar 1974) 15 fois pendant les 120 minutes de chaque essai. Les températures enregistrées par le capteur du NestMonitor^{md} à ces mêmes moments ont été téléchargées de la carte mémoire SD. Les ensembles de données ont été comparés au moyen d'un test t jumelé bilatéral pour déterminer si les différences entre les températures enregistrées par le NestMonitor^{md} et celles enregistrées par les thermomètres numériques étaient importantes. Les données ont également été reportées sur un graphique pour représenter la température au fil du temps et illustrer les changements de température.

5.0 RÉSULTATS

Les conditions en juin 2006 ont été semblables à celles de 2005 en ce que les conditions printanières ont été décrites comme relativement précoces (d'environ 1-2 semaines). Cinq nids actifs ont été repérés en 2006 dans les environs de l'aéroport de l'Escadre 5 de Goose Bay (tableau 1). Les nids étaient très espacés (>100 m l'un de l'autre), bien que des sites convenables de nidification (îlots) fussent abondants dans la zone d'étude. Les cinq nids étaient situés sur des îlots (figure 1) dans des terres humides où dominent des bruyères, des épinettes noires (*Picea mariana*) et des mélèzes laricins (*Larix laricina*) rabougris.

Tableau 1 Données relatives aux nids actifs de bernache du Canada repérés en 2006

Code	Latitude	Longitude	Description	N ^{bre} d'œufs	1 ^{re} réaction ¹	Distance ² (m)	Observations
CAGO 1	53 19,696N	60 17,849O	Sur une île, parmi un chapelet d'îles; brindilles entrelacées à la base du nid	5	Femelle restée au nid	4	Mâle poussant un cri à l'ouest
CAGO 2	53 19,843N	60 18,846O	Sur une île; nid sur le sol avec herbes	3	Femelle restée au nid	2-3	Mâle poussant un cri tout près
CAGO 3	53 20,378N	60 15,294O	Sur une île, nid d'herbes	5	Femelle restée au nid	20	Mâle non aperçu
CAGO 4	53 16,962N	60 27,819O	Sur une île de petits mélèzes; excellent abri pour le nid; nid sec avec beaucoup de duvet	6	Femelle restée au nid	3	Mâle se déplaçant furtivement, ~60 m du nid
CAGO 5	53 20,911N	60 29,221O	Sur une île	5	Femelle restée au nid	5	Mâle non aperçu

¹Première réaction en rapport avec la première présence de l'hélicoptère.

²Distance entre la personne qui plaçait le NestMonitor^{md} et le nid quand la femelle s'est envolée.

Figure 1 Nid type de bernache du Canada



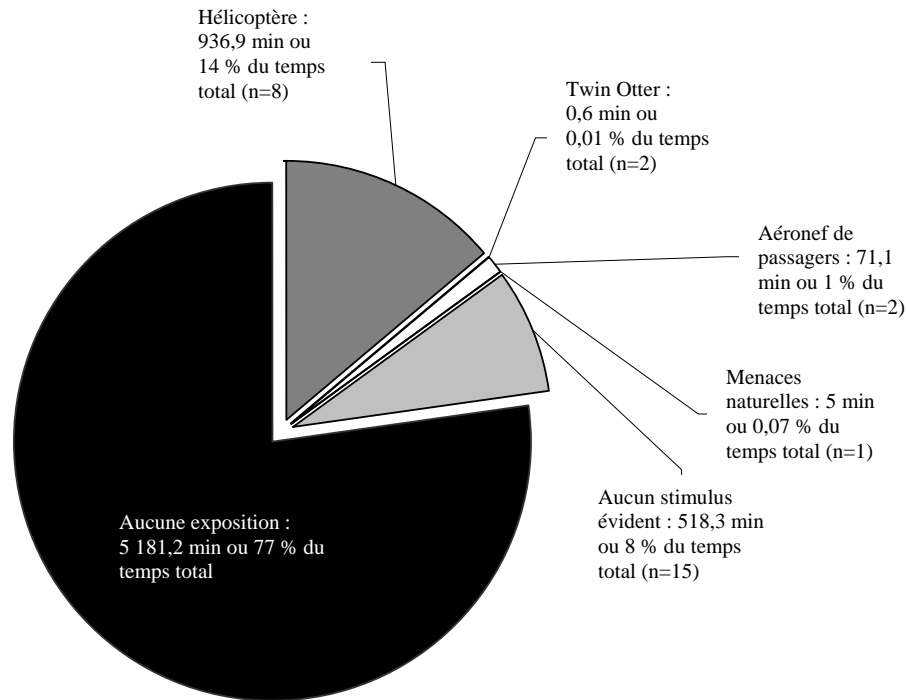
5.1 Observations relatives au comportement

5.1.1 Présence au nid

En l'absence d'un stimulus, au moins un des adultes était généralement présent au nid pendant les 6 713 minutes d'observation en 2006 (figure 2). Pendant 77 % (5 181 minutes) du temps total d'observation, la femelle est restée au nid pour couvrir les œufs (ou les oisillons). Pendant l'observation, les œufs ont été exposés pendant 1 532 minutes (23 % du temps d'observation). L'exposition des œufs était généralement non provoquée (aucun stimulus évident). Elle représentait 8 % du temps total d'observation (518 minutes). Cela comprenait les fois où la femelle se levait, changeait de position, tournait les œufs de temps en temps et s'installait de nouveau, habituellement dans un autre sens.

En comparaison, en 2004 et 2005, la bernache du Canada a passé environ 94 % du temps total d'observation sur le nid. L'exposition des œufs en raison de stimuli inconnus représentait environ 2 % du temps total d'observation (Minaskuat 2005). Il est à noter qu'on avait observé 28 nids pendant plus de 15 000 minutes.

Figure 2 Assiduité à 5 nids de bernache du Canada pendant les périodes d'observation en 2006



Nota :

1. Aucun survol n'a été sollicité (survol non ordonnés).
2. Les survols ont pu ou non avoir lieu à proximité du nid.
3. Les œufs ont été exposés après le passage de six des huit survols d'hélicoptère et de tous les survols de Twin Otter et d'aéronef de passagers un certain temps après le stimulus; ce fut sans doute une coïncidence.
4. Les données ont été recueillies à cinq nids de bernache du Canada durant 3 ou 4 séances d'observation du 2-9 juin 2006.
5. Le pire des scénarios a été supposé. Ex. : quand un adulte a été aperçu hors du nid au début d'une séance d'observation, on a supposé qu'il s'était envolé en raison de la présence de l'hélicoptère qui faisait du survol.

Bruit d'aéronef

Les nids de bernache du Canada surveillés en 2006 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 (Dash-8, Metroliner), hélicoptère et avion à flotteurs. En général, l'observateur pouvait voir l'aéronef. Un aéronef est rarement passé directement au-dessus du nid (ou tout près, à moins de 200 m).

En tout, les survols ont pu contribuer à l'exposition des œufs pendant environ 15 % (1 009 min) du temps total d'observation. Les œufs ont été exposés (sauf dans trois cas) moins de 15 minutes après le stimulus. Une réaction immédiate à un aéronef s'est seulement manifestée pendant l'atterrissage de l'hélicoptère pour faire descendre l'équipe (n=3), ce qui représente 14 % (932 min) du temps total d'observation ou 60 % du temps total où les œufs ont été exposés pendant l'observation. En comparaison, l'exposition des œufs sans stimulus évident représentait environ 34 % du temps.

De fortes réactions à la présence de l'hélicoptère en vol stationnaire avaient été observées en 2004 et en 2005 lors de l'atterrissage pour faire descendre l'équipe (Minaskuat 2004b, 2005b). En moyenne, l'adulte avait laissé le nid sans surveillance pendant 48 minutes. Lors de la présente étude, un adulte au nid 1 est retourné au nid après 204 minutes (3,4 heures). Aux nids 2 et 3, les adultes avaient déjà laissé le nid sans surveillance pendant 6 heures quand l'observateur a quitté pour la journée (367 minutes et 361 minutes d'observation respectivement). Tous ces incidents se sont produits le premier jour d'observation (2 juin) comme ce fut le cas en 2004 et en 2005. Lors des visites suivantes, la femelle était sur le nid couvant les œufs et ne s'est pas envolée lors de l'atterrissage. Il est à noter que, lors de la visite le 1^{er} juin pour placer les NestMonitor^{md}, tous les adultes sont restés au nid et se sont seulement envolés quand un membre de l'équipe s'est approché à une distance de 3-20 m du nid.

Bien qu'on ne pense pas que cela soit significatif sur le plan biologique en ce qui concerne le succès de reproduction, l'adulte a levé ou baissé la tête à plusieurs reprises (n=9) pendant le survol d'un aéronef.

Menaces naturelles

Les prédateurs observés pendant la surveillance des nids en 2006 comprenaient le loup (*Canis lupus*), d'autres bernaches du Canada, le grand corbeau (*Corvus corax*) et un oiseau de proie non identifié. Une fois, une bernache adulte au nid 3 s'est envolée quand un corbeau est entré dans la région et s'est posé à 10 m du nid; les œufs ont été exposés pendant 5 minutes (0,07 % du temps total d'observation). Il est probable que ce fut pure coïncidence, puisque la femelle n'a pas semblé effarouchée et n'avait pas réagi à la présence de corbeaux ou de corneilles près du nid pendant les périodes d'observation en 2004 et en 2005.

En 2005, divers stimuli naturels, le goéland (*Larus* sp.) et d'autres bernaches du Canada, avaient provoqué des réactions comportementales, mais qui étaient plus prononcées quand il s'agissait de prédateurs mammaliens comme le renard. En 2004, un nid avait fait l'objet de prédation à plusieurs reprises (un œuf avait été apporté à chaque visite) par un renard roux (*Vulpes vulpes*), ce qui avait finalement forcé le couple à abandonner le nid.

Réactions provoquées par la présence de l'observateur

Les bernaches du Canada observées au cours de ce programme ont semblé percevoir mais tolérer la présence de l'observateur et en aucun cas, la femelle n'a semblé quitter le nid en raison de cette présence. Toutefois, comme ce fut le cas en 2004 et en 2005, il est arrivé que le couple ait quitté le nid à l'atterrissage de l'hélicoptère et que la présence de l'observateur ait empêché la femelle de retourner au nid.

5.1.2 Dates d'éclosion des œufs

Avant la fin du programme sur le terrain, les œufs étaient éclos dans au moins deux nids. Le tableau 2 présente les dates d'éclosion ou la situation dans les nids le 13 juin, date où les NestMonitor^{md} ont été enlevés.

Tableau 2 Dates probables d'éclosion ou situation dans les nids de bernache du Canada observés en 2006

Code du nid	Date probable d'éclosion	Situation le 13 juin 2006
CAGO 1	Éclosion : 8-13 juin	Cinq (5) œufs non éclos le 13 juin
CAGO 2	Éclosion : 8-13 juin	Trois (3) œufs non éclos (chauds) le 13 juin
CAGO 3	Éclosion : 9-13 juin	Un (1) œuf non éclos (froid) et trois oisillons le 13 juin
CAGO 4	Nid vide le 8 juin. Oeufs probablement éclos entre le 6 et le 8 juin.	Signes d'éclosion (ex. : sacs vitellins)
CAGO 5	Oisillons présents dans le nid le 8 juin. Oeufs probablement éclos entre le 6 et le 8 juin.	Nid en désordre, probablement pillé, pistes de loup fraîches près du nid.

5.2 NestMonitor^{md}

Les NestMonitor^{md} ont été facilement acceptés par les femelles, comme l'indique leur présence au nid couvant les œufs au cours des périodes subséquentes d'observation. De plus, les données de température (voir ci-dessous) laissent supposer que les femelles sont retournées au nid peu de temps après que les NestMonitor^{md} aient été placés dans les nids et que le groupe d'étude soit parti.

Les NestMonitor^{md} ont été récupérés dans les nids 1, 2 et 3; on présume que les deux autres ont été pris par des prédateurs après l'éclosion des œufs. Aucun signal n'avait été perçu du radiophare VHF de ces deux dispositifs. Le tableau 3 résume les données recueillies des NestMonitor^{md} et les données des observateurs.

Tableau 3 Disponibilité des données

Nid	NestMonitor ^{md}	Données du NestMonitor ^{md}	Données du poste d'observation	Observations
CAGO 1	Récupéré le 13 juin	Flux continu de données 1-13 juin	2 juin – Disponibles 3 juin – Disponibles 6 juin – Non disponibles 8 juin – Non disponibles	Données d'observation non disponibles pour le 8 juin
CAGO 2	Récupéré le 12 juin	Flux continu de données 1-12 juin	2 juin – Disponibles 5 juin – Disponibles jusqu'à 11 h 40 7 juin – Non disponibles 9 juin – Non disponibles	Données d'observation non disponibles pour le 9 juin
CAGO 3	Récupéré le 13 juin	Flux continu de données 1-13 juin	2 juin – Température ambiante et niveau dB seulement ¹ 5 juin – Disponibles 7 juin – Non disponibles 9 juin – Non disponibles	
CAGO 4	NestMonitor ^{md} non trouvé	---	2 juin – Température ambiante seulement ² 3 juin – Température ambiante et niveau dB seulement ¹ 7 juin – Non disponibles	
CAGO 5	NestMonitor ^{md} non trouvé	---	2 juin – Non disponibles 3 juin – Disponibles 6 juin – Disponibles 8 juin – Non disponibles	

¹Données de température du sujet : zéros seulement

²Fichiers de données de température du sujet et de bruit : altérés

Les données des NestMonitor^{md} à deux postes d'observation étaient incomplètes. Un NestMonitor^{md} près d'un observateur a enregistré la température à 0 pendant toute la période d'étude, alors que les données relatives à la température et au niveau de bruit (dB) d'un autre dispositif étaient altérées et n'ont pas pu être converties en une forme utilisable (MSExcel).

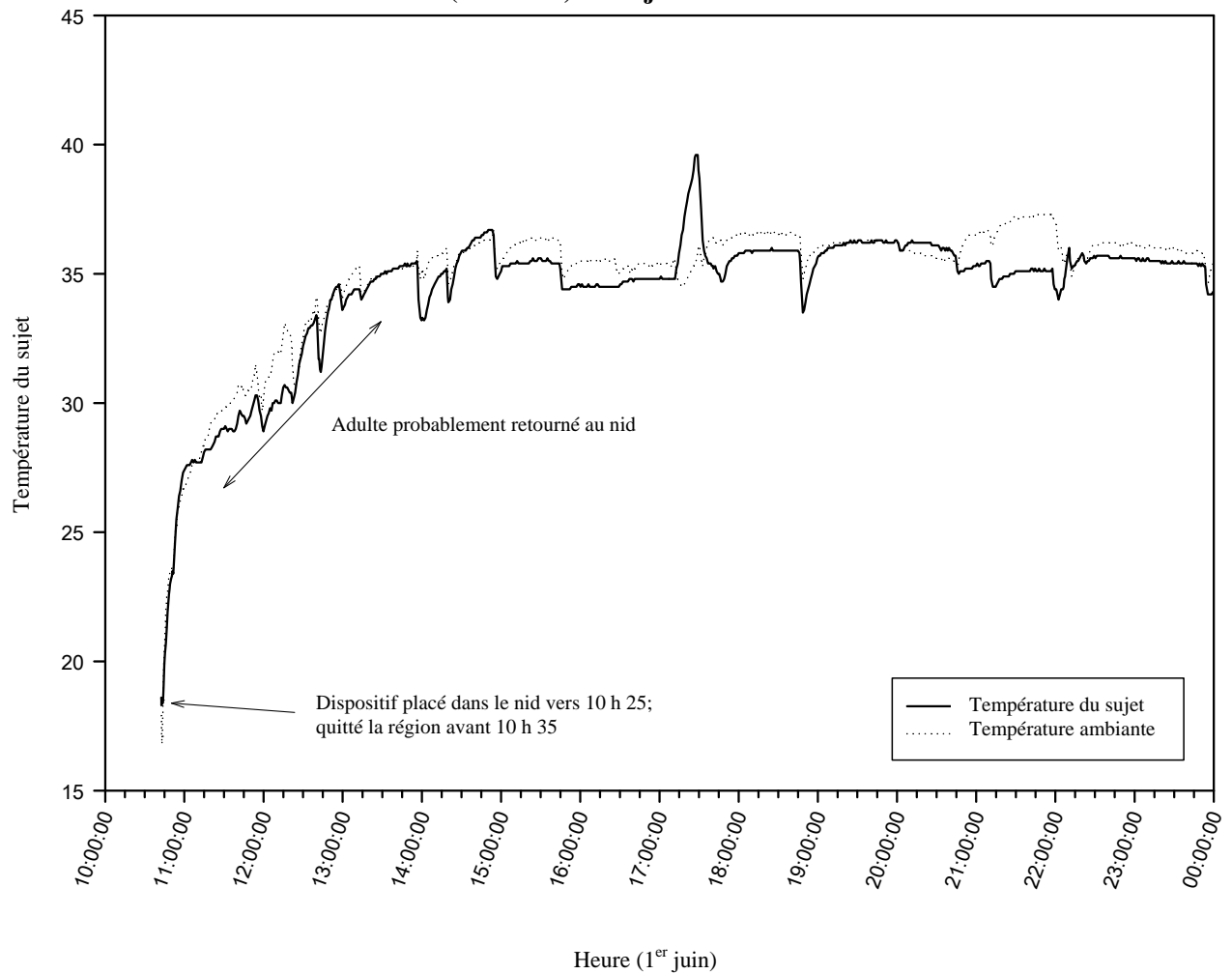
5.2.1 Données de température

Les données de température :

- **Température du sujet** – Enregistrées au centre du NestMonitor^{md}. Le thermosenseur est 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).
- **Température ambiante** – Enregistrée à la surface du NestMonitor^{md} (exposée à l'air ambiant).

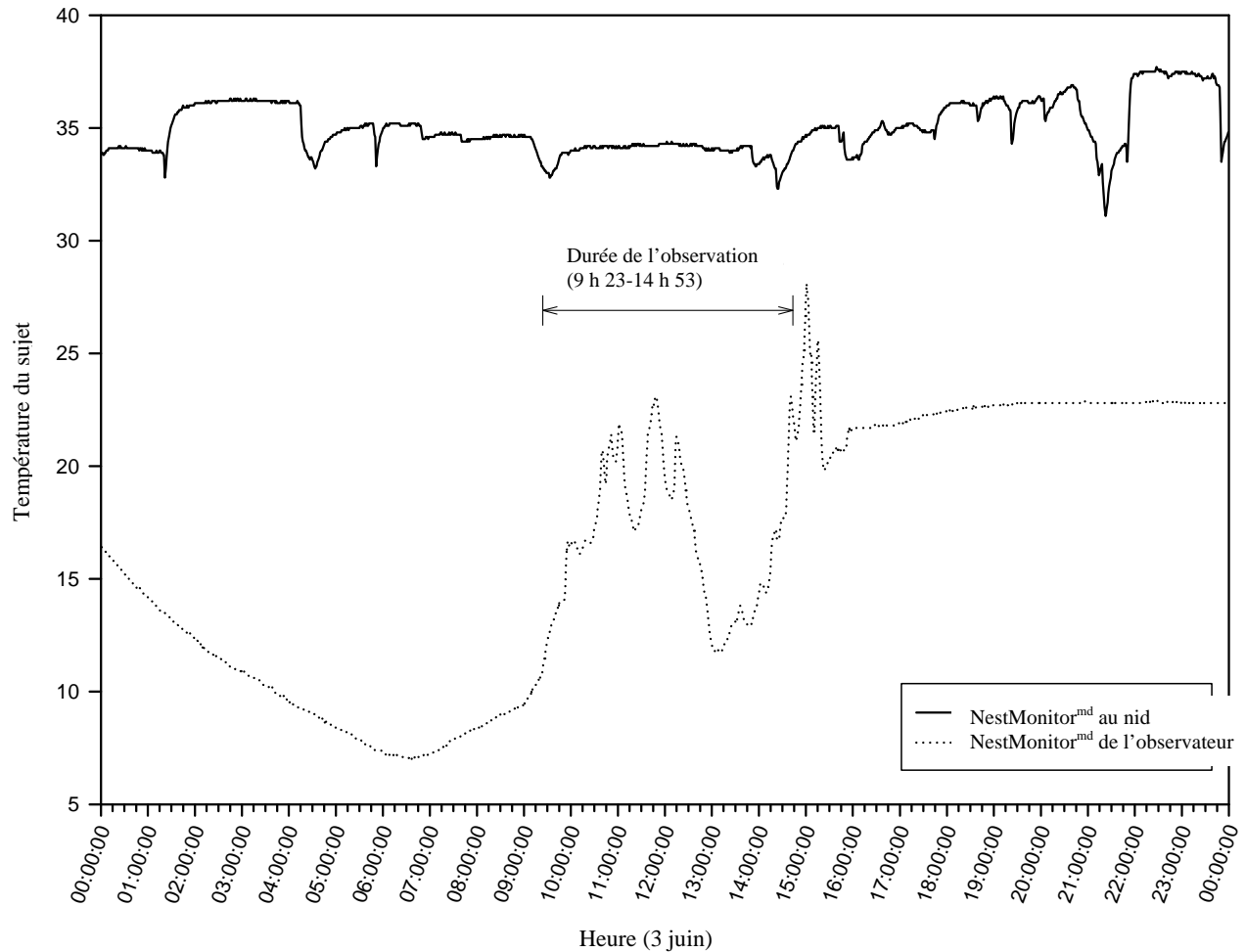
Les NestMonitor^{md} ont pu enregistrer les températures avec une grande sensibilité (figure 3). La température augmentait quand la femelle retournait au nid et continuait à couvrir les œufs.

Figure 3 Températures ambiante et du sujet enregistrées par le NestMonitor^{md} au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1) le 1^{er} juin 2006



La figure 4 montre le changement de température quand l'observateur a apporté le NestMonitor^{md} au nid où il l'a placé dans une aire ouverte (exposé au soleil) pour la durée de l'observation. Pendant cette période, la température ambiante enregistrée par le dispositif dans le nid est restée relativement constante (figure 4).

Figure 4 Températures du sujet enregistrées par les NestMonitor^{md} au nid et près de l'observateur, nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 3 juin 2006



En général, il y avait un écart de moins de 5°C entre la température du sujet et la température ambiante sans que l'une ou l'autre soit nécessairement la plus élevée (ex. : figures 3, 5-7). Étant donné la place des capteurs de température (centre de l'oeuf par opposition à surface), un écart minime de température entre les deux pourrait signifier que l'oiseau couve ses œufs (F. Risky, comm. pers.) alors qu'un écart plus prononcé peut indiquer une pause (interruption) de l'incubation.

Figure 5 **Températures ambiante et du sujet, nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 2 juin 2006**

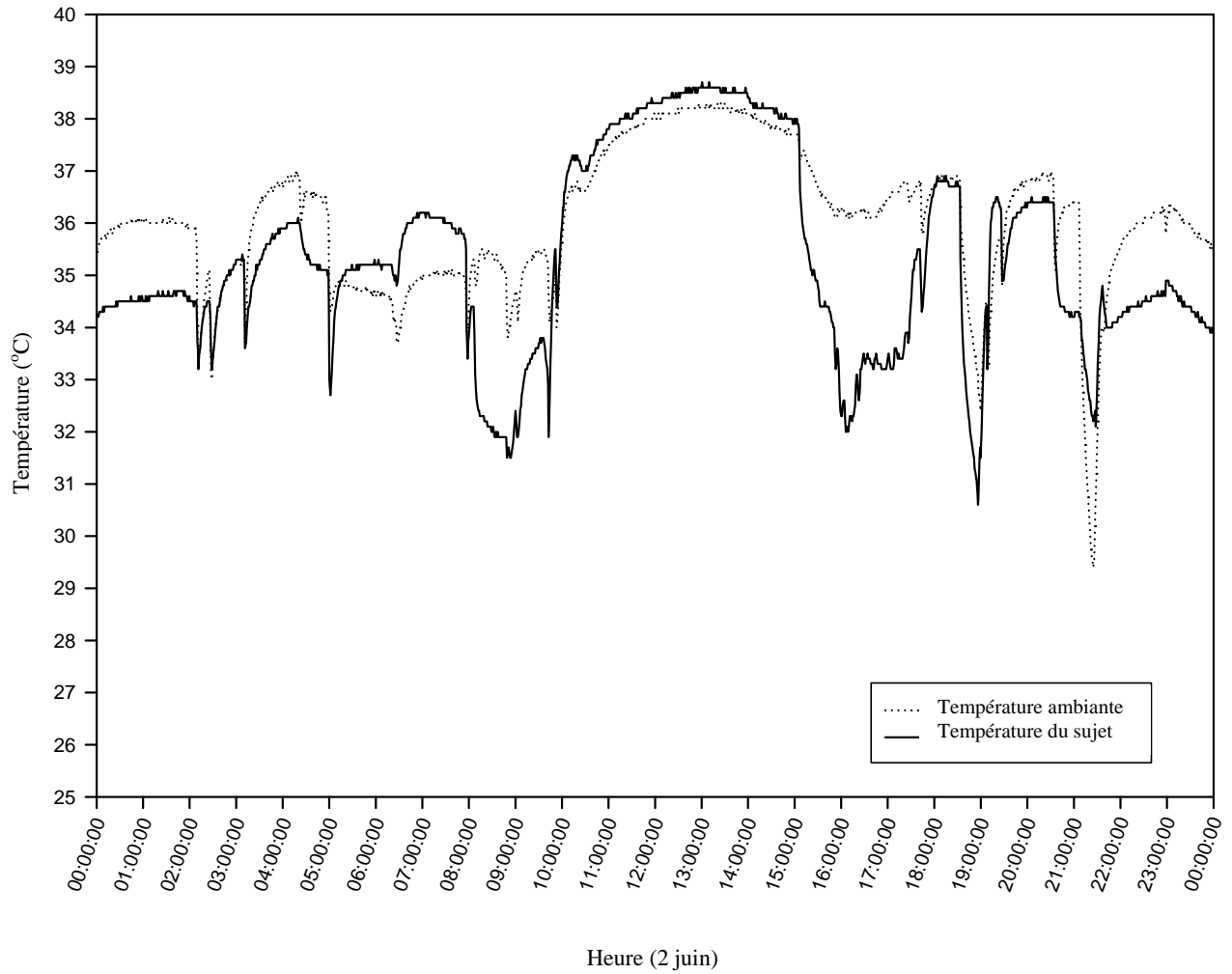


Figure 6 **Températures ambiante et du sujet, nid 2 de bernache du Canada (CAGO 2), 3 juin 2006**

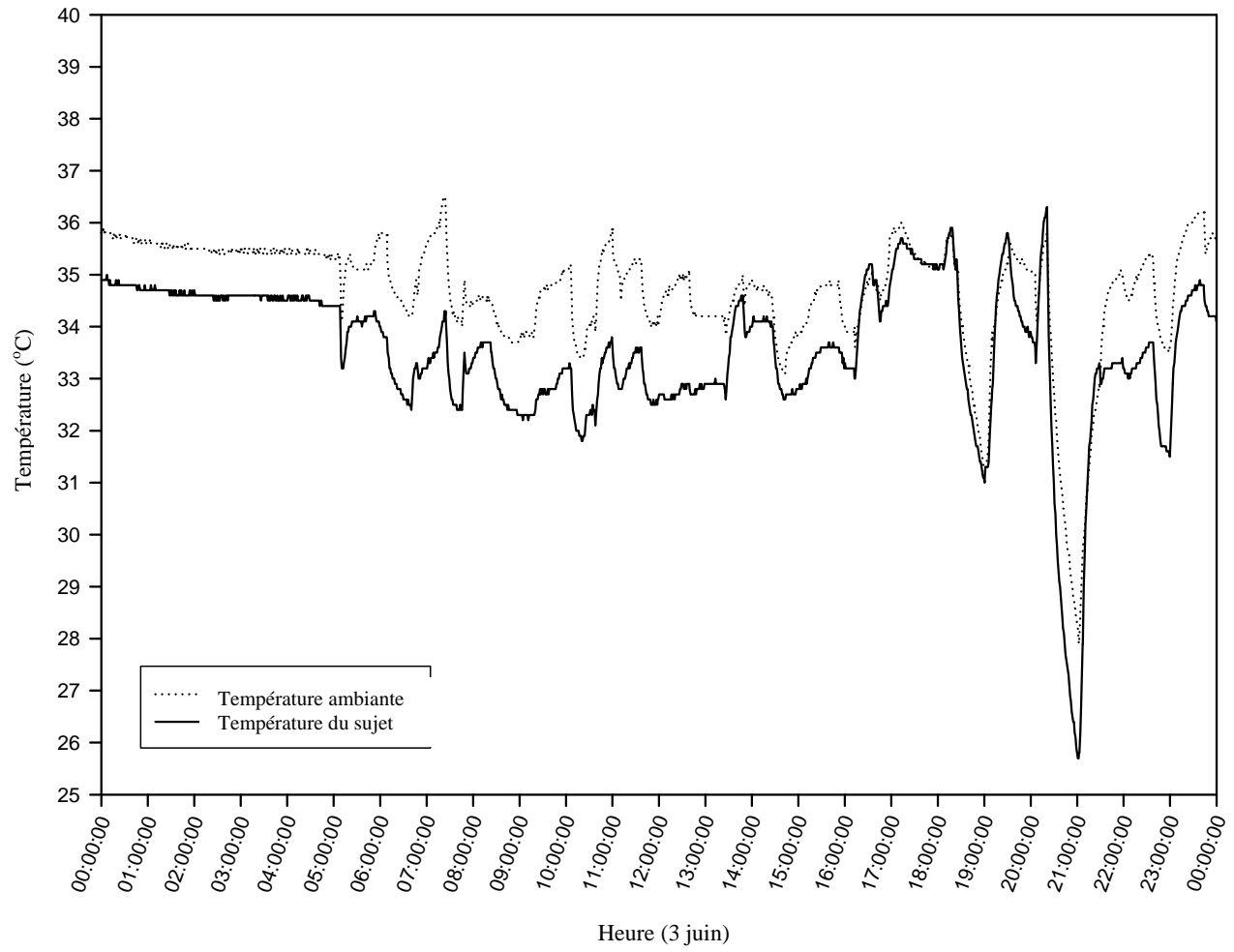
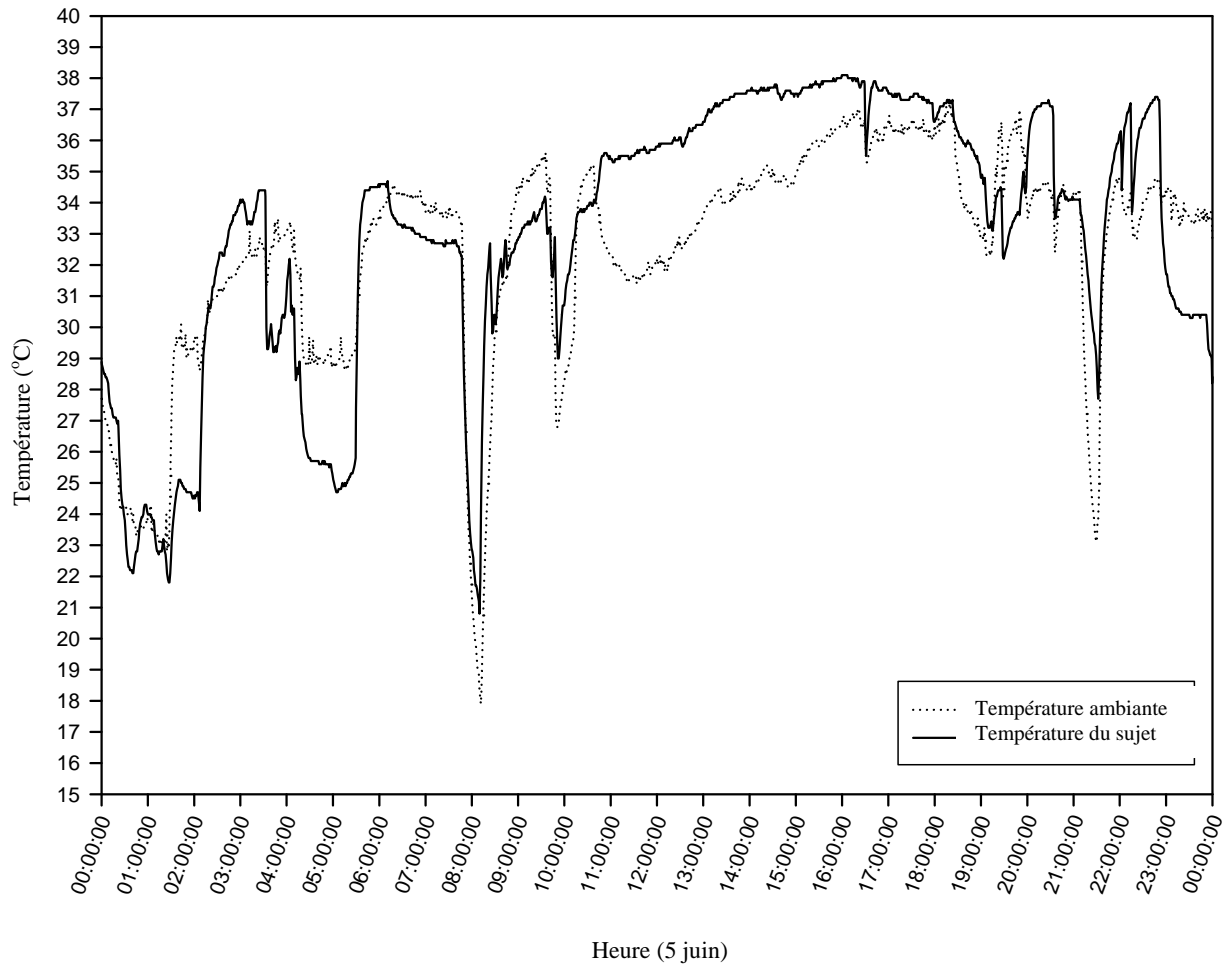


Figure 7 Températures ambiante et du sujet, nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3), 5 juin 2006



La température du sujet enregistrée dans les nids variait d'un minimum moyen de 31,1°C ($\pm 3,6^\circ\text{C}$) à un maximum moyen de 35,7°C ($\pm 2,6^\circ\text{C}$) (tableau 4). La température ambiante enregistrée variait d'un minimum moyen de 32,6°C ($\pm 2,6^\circ\text{C}$) à un maximum moyen de 36,4°C ($\pm 2,4^\circ\text{C}$) (tableau 4). Les températures enregistrées par les NestMonitor^{md} aux postes d'observation (loin du nid) étaient constamment inférieures à celles enregistrées dans les nids (tableau 4). Les données enregistrées par les NestMonitor^{md} aux postes d'observation variaient d'une moyenne de 16,5°C ($\pm 2,7^\circ\text{C}$) à 28,9°C ($\pm 2,5^\circ\text{C}$) pour la température du sujet et de 16,8°C ($\pm 3,2^\circ\text{C}$) à 29,4°C ($\pm 2,4^\circ\text{C}$) pour la température ambiante (tableau 4). De plus, l'écart des données enregistrées par le NestMonitor^{md} aux postes d'observation était plus grand que celui enregistré par le dispositif dans les nids.

Tableau 4 Résumé des données de température recueillies aux nids de bernache du Canada, 2-9 juin 2006

		Température globale moyenne ± écart type	Jour 1		Jour 2		Jour 3		Jour 4	
Nid	Température	Nest Monitor ^{md} dans le nid	Nest Monitor ^{md} dans le nid	Nest Monitor ^{md} observateur	Nest Monitor ^{md} dans le nid	Nest Monitor ^{md} observateur	Nest Monitor ^{md} dans le nid	Nest Monitor ^{md} observateur	Nest Monitor ^{md} dans le nid	Nest Monitor ^{md} observateur
CAGO1	Température du sujet (°C)	34,8 ±1,5 (26,6-40,0)	35,3 ±1,8 (30,8-38,7)	23,6 ±3,0 (16,9-30,9)	35,0 ±1,2 (31,1-37,7)	16,5 ±2,7 (12,2-24,3)	34,9 ±1,4 (27,1-37,4)	---	34,8 ±2,0 (25,9-38,2)	---
	Température ambiante (°C)	35,3 ±1,4 (26,2-38,3)	36,0 ±1,4 (29,4-38,3)	22,7 ±2,8 (15,7-30,8)	34,9 ±1,4 (30,2-37,5)	16,8 ±3,2 (11,7-23,1)	34,9 ±1,4 (26,5-37,0)	---	35,3 ±1,6 (29,0-37,7)	---
CAGO2	Température du sujet (°C)	34,8 ±3,0 (0-49,8)	36,2 ±2,7 (30,4-35,2)	28,9 ±2,5 (21,7-33,7)	34,5 ±6,6 (0-49,8)	26,1 ±3,9 (22,6-23,1)	34,6 ±2,6 (25,7-40,5)	---	35,8 ±1,2 (31,7-38,1)	---
	Température ambiante (°C)	35,4 ±2,4 (21,3-50,0)	36,4 ±2,4 (31,5-44,6)	27,8 ±2,1 (21,8-31,8)	35,8 ±3,9 (24,9-50,0)	25,7 ±3,8 (22,2-32,2)	34,9 ±2,3 (26,9-40,0)	---	36,1 ±1,3 (31,8-39,1)	---
CAGO3	Température du sujet (°C)	32,7 ±4,8 (7,2-49,7)	31,1 ±3,6 (20,9-38,1)	---	33,1 ±4,4 (20,8-38,1)	17,1 ±1,7 (14,4-23,1)	35,5 ±3,7 (26,0-49,7)	---	35,5 ±3,7 (26,0-49,7)	---
	Température ambiante (°C)	33,4 ±4,3 (7,8-46,4)	33,4 ±3,0 (22,1-37,3)	29,4 ±2,4 (22,1-33,6)	32,6 ±2,6 (17,9-37,2)	18,4 ±2,1 (15,0-23,2)	35,7 ±2,6 (24,9-46,4)	---	35,7 ±2,6 (24,9-46,4)	---
CAGO4	Température du sujet (°C)	---	---	---	---	---	---	---	---	s.o.
	Température ambiante (°C)	---	---	28,9 ±2,9 (21,8-33,6)	---	21,6 ±4,2 (15,0-31,6)	---	---	---	s.o.
CAGO5	Température du sujet (°C)	---	---	---	---	18,2 ±3,1 (12,7-27,3)	---	18,1 ±2,7 (14,3-25,0)	---	---
	Température ambiante (°C)	---	---	---	---	18,8 ±3,3 (13,8-28,7)	---	17,5 ±2,4 (14,0-23,1)	---	---

Nota :

1. «---» indique que les données ne sont pas disponibles.
2. Pour les températures globales moyennes, les données recueillies le jour de la pose du dispositif et le jour de la récupération ont été omises. Les températures moyennes pour les nids 1 et 3 sont donc du 2-12 juin et du 2-11 juin pour le nid 2.
3. Les données des dispositifs aux postes d'observation ont été calculées pour la durée de la période d'observation.

Les données de température enregistrées pendant la période d'étude en 2006 se trouvent à l'annexe A.

5.2.2 Données relatives au bruit

Les données relatives au bruit (dB) ont été recueillies à la surface des NestMonitor^{md} (près du capteur de température ambiante) toutes les 60 secondes. De plus, un bruit de 95 dB ou plus déclenchait un enregistrement audio de 10 secondes et l'information était transférée à une carte à mémoire. À cet égard, le groupe d'étude a découvert que le dispositif pouvait facilement enregistrer les conversations.

Les NestMonitor^{md} dans les nids étaient extrêmement sensibles au bruit ambiant. Ils ont enregistré des bruits de 80 dB ou plus (minimum 60 dB, maximum 100 dB) (ex. : figures 8-9). À titre de comparaison, les NestMonitor^{md} aux postes d'observation ont enregistré des bruits plus faibles (fluctuant autour de 60 ou 70 dB), mais ont enregistré un plus grand éventail de valeurs (ex. : figures 9-10). Cette différence était prévue, puisque ces dispositifs ont enregistré des données continuellement pendant le programme et ont donc capté des bruits générés pendant l'atterrissage et le décollage de l'hélicoptère (ex. : figures 9-10).

Figure 8 Niveaux de bruit (dB) enregistrés dans le nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) pendant la période d'étude, 1-13 juin 2006

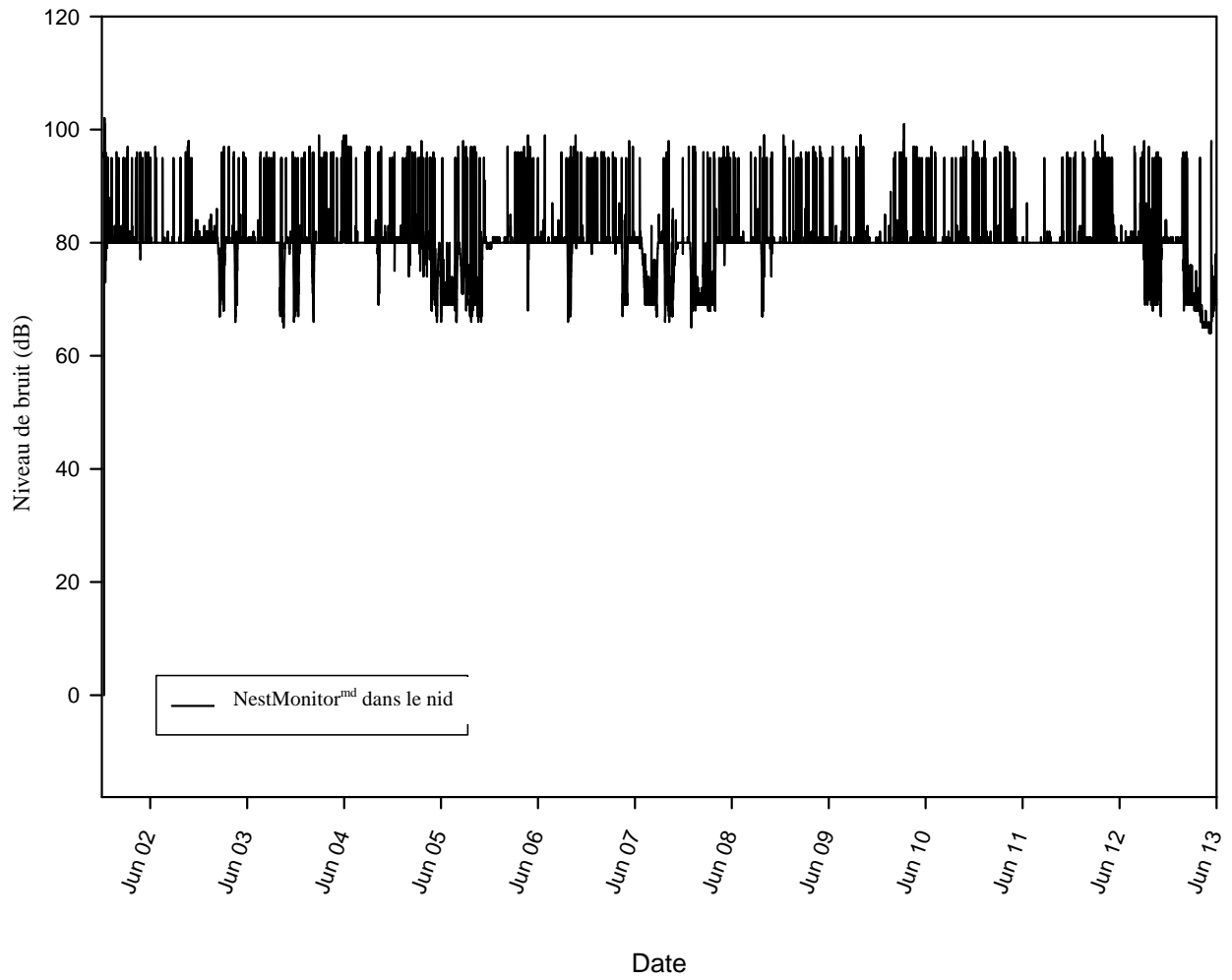


Figure 9 Niveaux de bruit (dB) enregistrés dans le nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 3 juin 2006

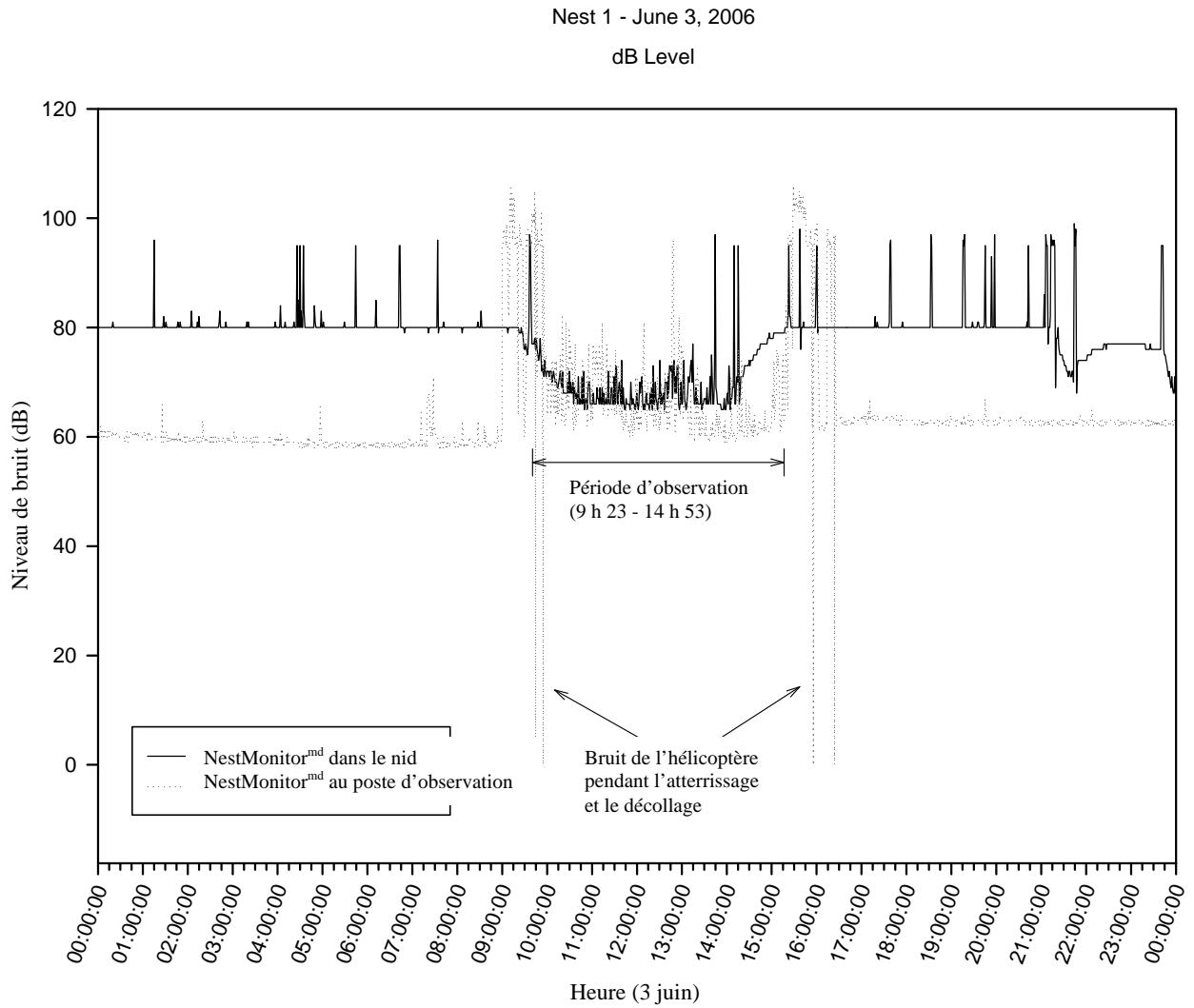
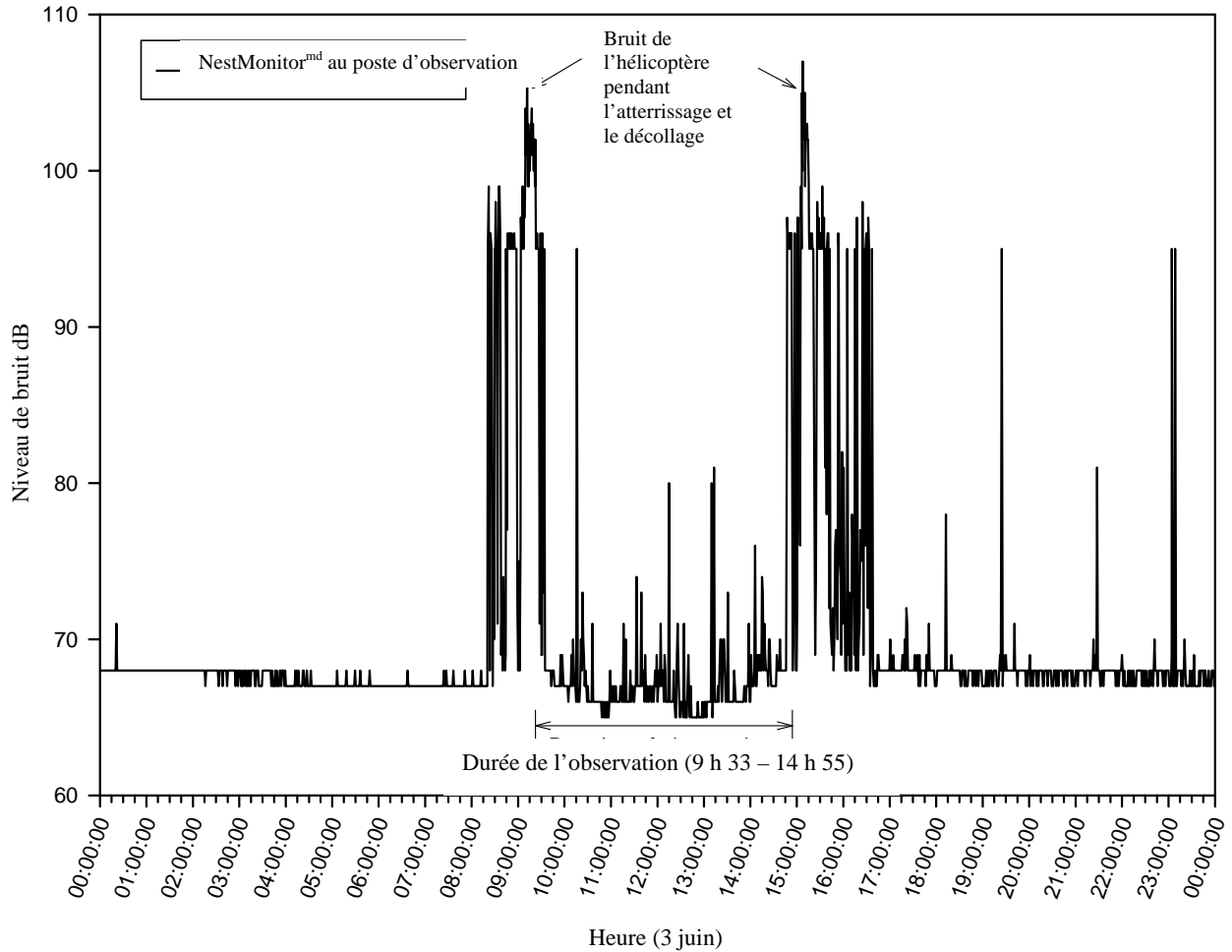


Figure 10 Niveaux de bruit (dB) enregistrés près du nid 5 de bernache du Canada (CAGO 5), 3 juin 2006



Il est à noter que les niveaux de bruit enregistrés par les NestMonitor^{md} aux postes d'observation en dehors de la période normale d'observation (avant 8 h et après 18 h) étaient encore quand même relativement élevés (>60 dB) (figures 9-10). Pour des raisons inexplicées, les niveaux de <40 dB qui auraient dû être enregistrés pendant les périodes où il y avait moins de perturbation ont seulement été enregistrés pendant l'atterrissage et le décollage de l'hélicoptère alors que les niveaux de bruit ont fluctué de 0 dB à >100 dB (ex. : figure 9).

Des fichiers audio (enregistrements de 10 secondes) ont été enregistrés tous les jours dans le nid. Les dispositifs enregistraient normalement les mouvements de l'adulte (et peut-être des oisillons) et les pépiements. À plusieurs reprises, le bruit du vent a été enregistré sur un fichier audio. Les NestMonitor^{md} dans les nids ont enregistré les bruits de l'hélicoptère, principalement lors de l'atterrissage et du décollage. D'autres fichiers audio ont été enregistrés; il pouvait s'agir d'autres types d'aéronef, mais cela n'a pas pu être confirmé.

Les fichiers audio produits par les NestMonitor^{md} aux postes d'observation ont enregistré les conversations entre les membres de l'équipe, l'installation de l'observateur à la cache, le vent et d'autres bruits de fond. Le bruit de l'hélicoptère pendant l'atterrissage et le décollage et le bruit d'autres aéronefs (ex. : avion à flotteurs) ont également été enregistrés.

Les données relatives au bruit enregistrées pendant la période d'étude sont résumées graphiquement à l'annexe B.

Deux NestMonitor^{md} ont été initialisés et laissés au bureau de la Minaskuat pour enregistrer la température et le niveau de bruit sur une période de deux jours. Les résultats des deux dispositifs sont semblables :

- La température du sujet et la température ambiante semblaient refléter la température au bureau;
- Les deux températures avaient un écart de moins de 1°C, la température ambiante étant la plus élevée (figure 11);
- Les niveaux de bruit enregistrés fluctuaient entre 60 et 75 dB (figure 12);
- Au démarrage et à l'arrêt des dispositifs, l'enregistrement était de 0 dB. À part ça, les données étaient constamment >60 dB même pendant la nuit où le bruit aurait dû être entre 35 et 45 dB (MDN 1994) (figure 12);
- Il y a eu des enregistrements audio chaque jour d'échantillonnage. Les enregistrements ont été déclenchés par la manipulation pendant l'installation et la récupération des données ou par l'abolement d'un chien (dans le bureau). Toutefois, il y avait un écart d'environ 13 heures entre l'heure inscrite sur l'enregistrement et le moment réel.

Figure 11 **Températures ambiante et du sujet enregistrées dans le bureau de la Minaskuat, 1-2 octobre 2006**

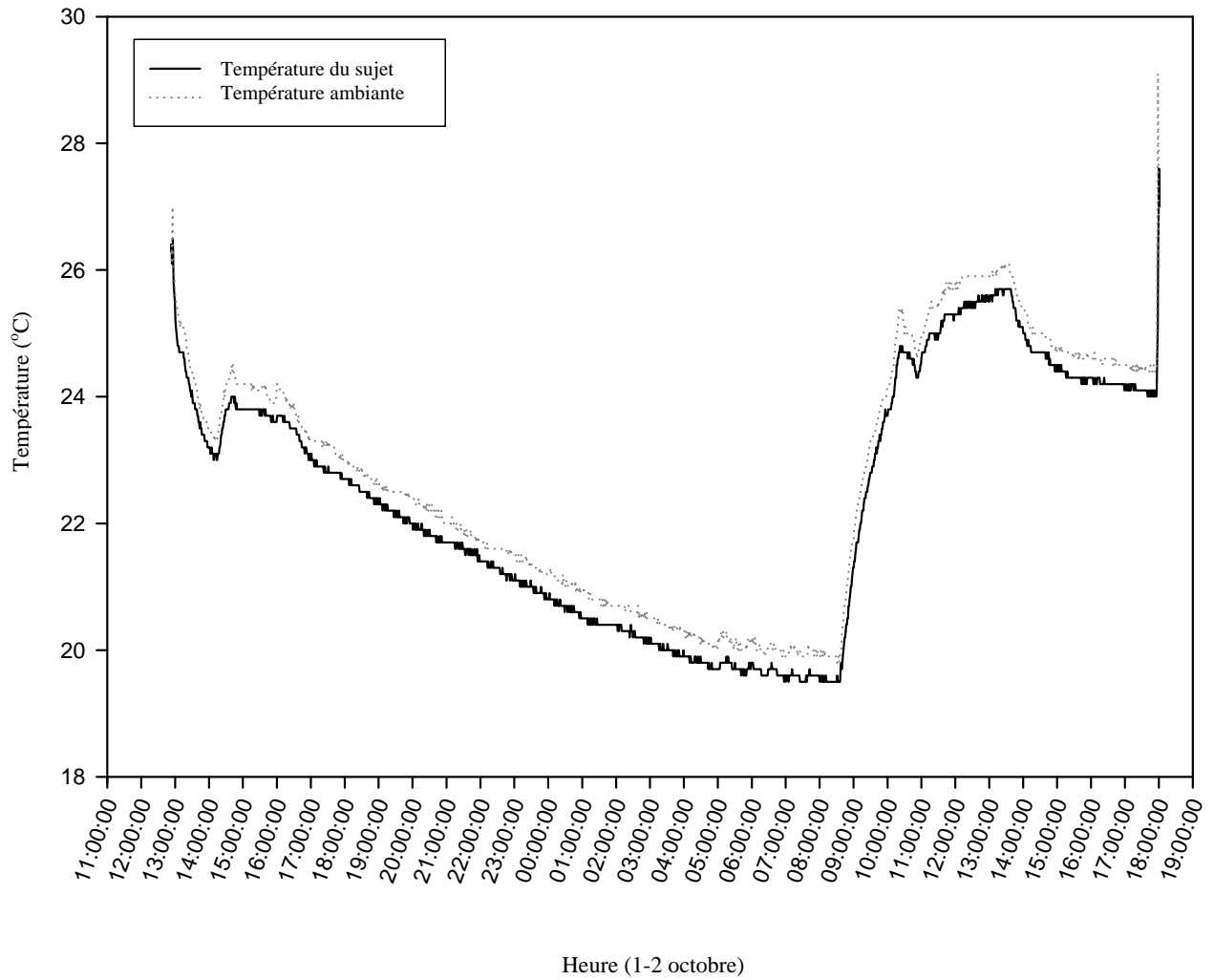
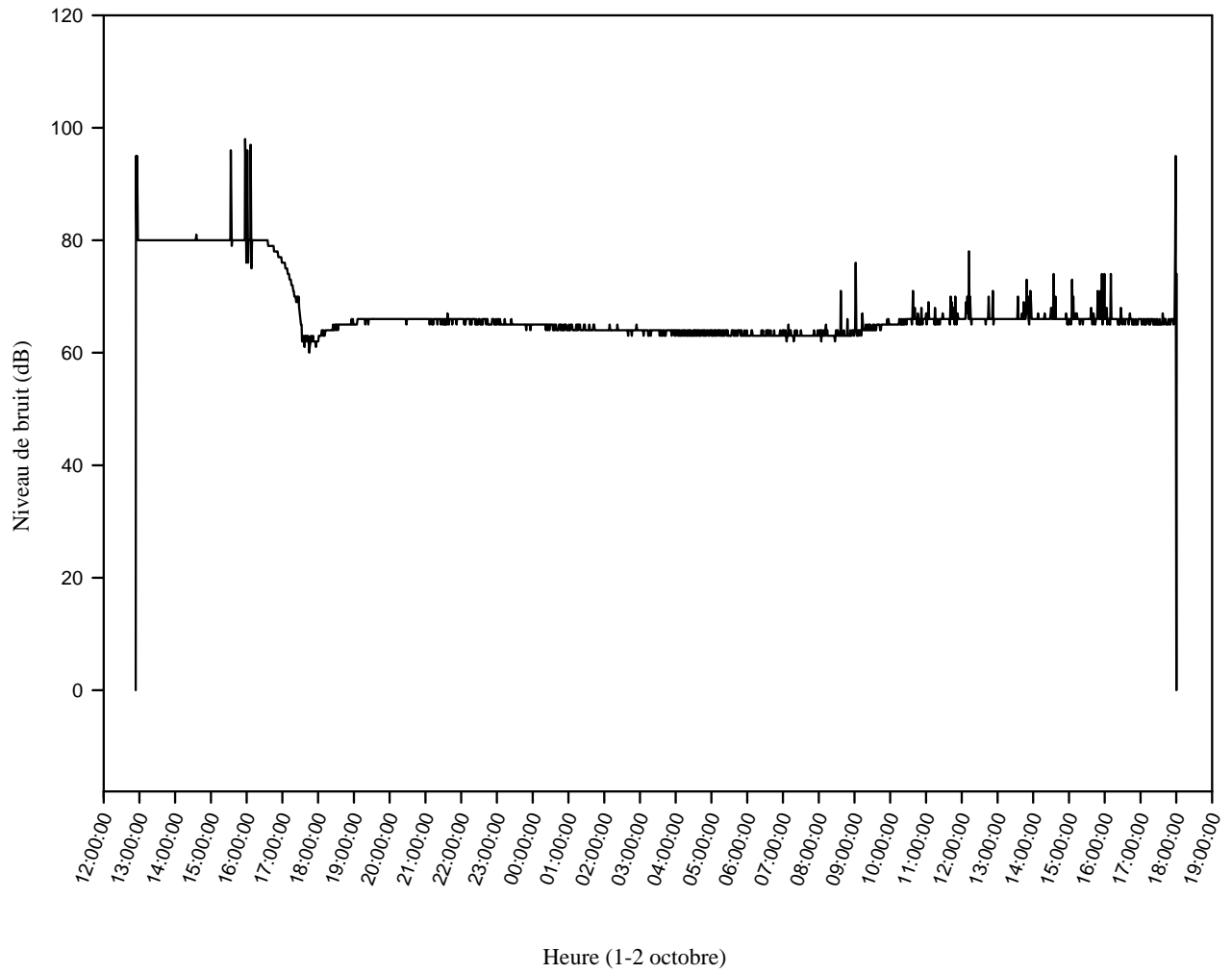


Figure 12 Niveaux de bruit enregistrés dans le bureau de la Minaskuat, 1-2 octobre 2006



5.2.3 Données recueillies aux nids par opposition aux données recueillies aux postes d'observation

5.2.3.1 Températures et pauses d'incubation

Les NestMonitor^{md} aux nids ont enregistré des températures plus élevées que les NestMonitor^{md} aux postes d'observation, ce qui indique que les dispositifs ont pu réagir aux températures d'incubation. Comme il a été indiqué à la section 5.1.1, les bernaches du Canada ont souvent pris des pauses d'incubation exposant ainsi les œufs à la température ambiante. Une comparaison des données de température enregistrées aux nids avec les observations du groupe d'étude n'a pas donné un profil clair d'abaissement de la température des œufs quand ils étaient exposés (figure 13). Le tracé a révélé des abaissements de température très faibles (0,1-0,2°C) près des pauses (figure 13); cependant, des abaissements de ce genre ont également été notés pendant des périodes où la femelle était restée au nid (figure 14). Des abaissements de température relativement graduels et plus prononcés (ex. : 3°C) ont été enregistrés après une pause d'incubation (ex. : température du sujet, figure 15). Pendant d'autres périodes d'exposition des œufs, des changements de température de ce genre n'ont pas été manifestes (figure 16). Il faut toutefois noter que, suite à la pause illustrée à la figure 16, la température du sujet a diminué et a continué à fluctuer même si la femelle est restée sur le nid pour la plus grande partie du reste de la période d'observation, sauf pendant 5 minutes à 12 h 08 environ (figure 14).

Figure 13 Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1) indiquant les pauses d'incubation, 2 juin 2006

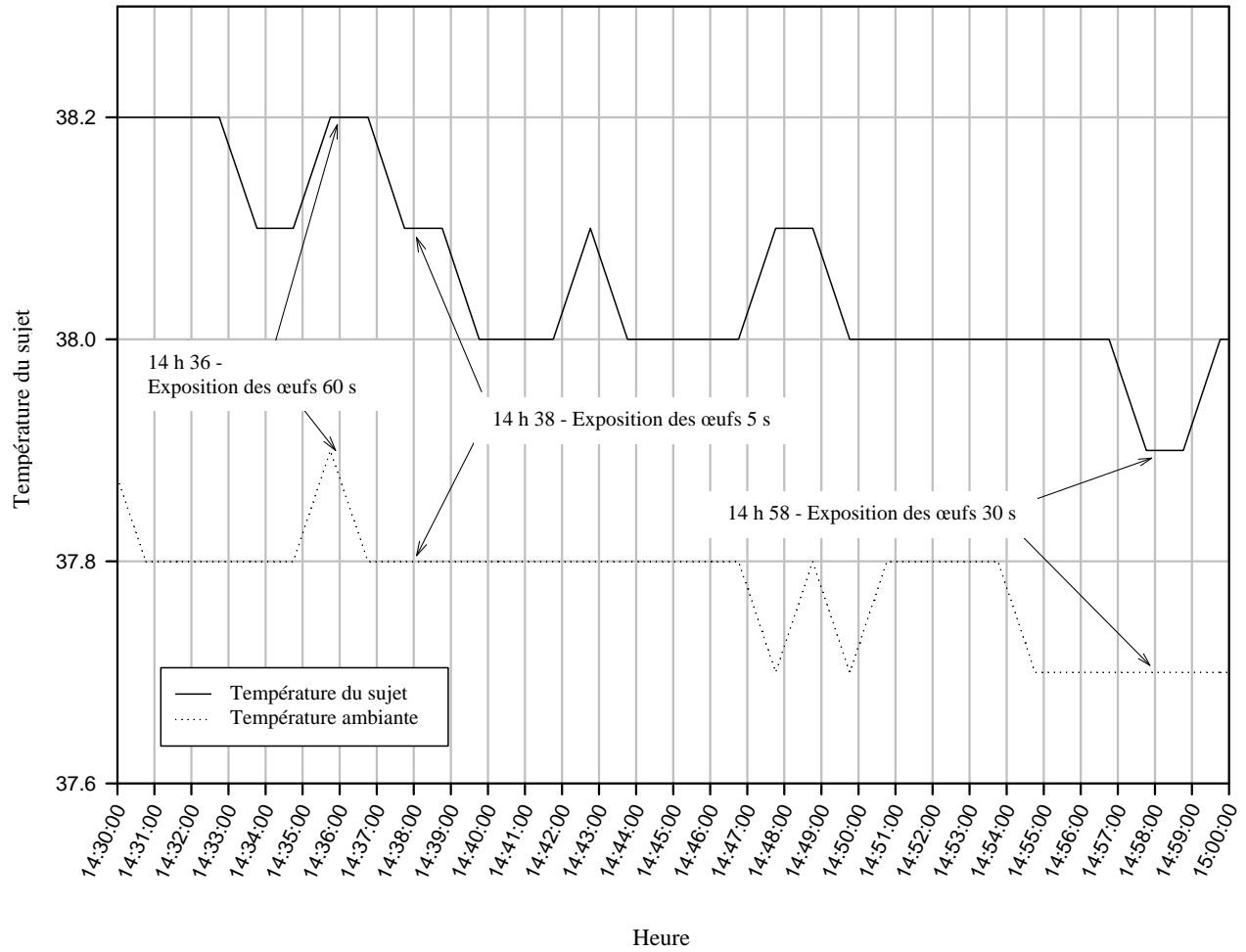


Figure 14 Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1) pendant une période où les œufs n'ont pas été exposés, 2 juin 2006

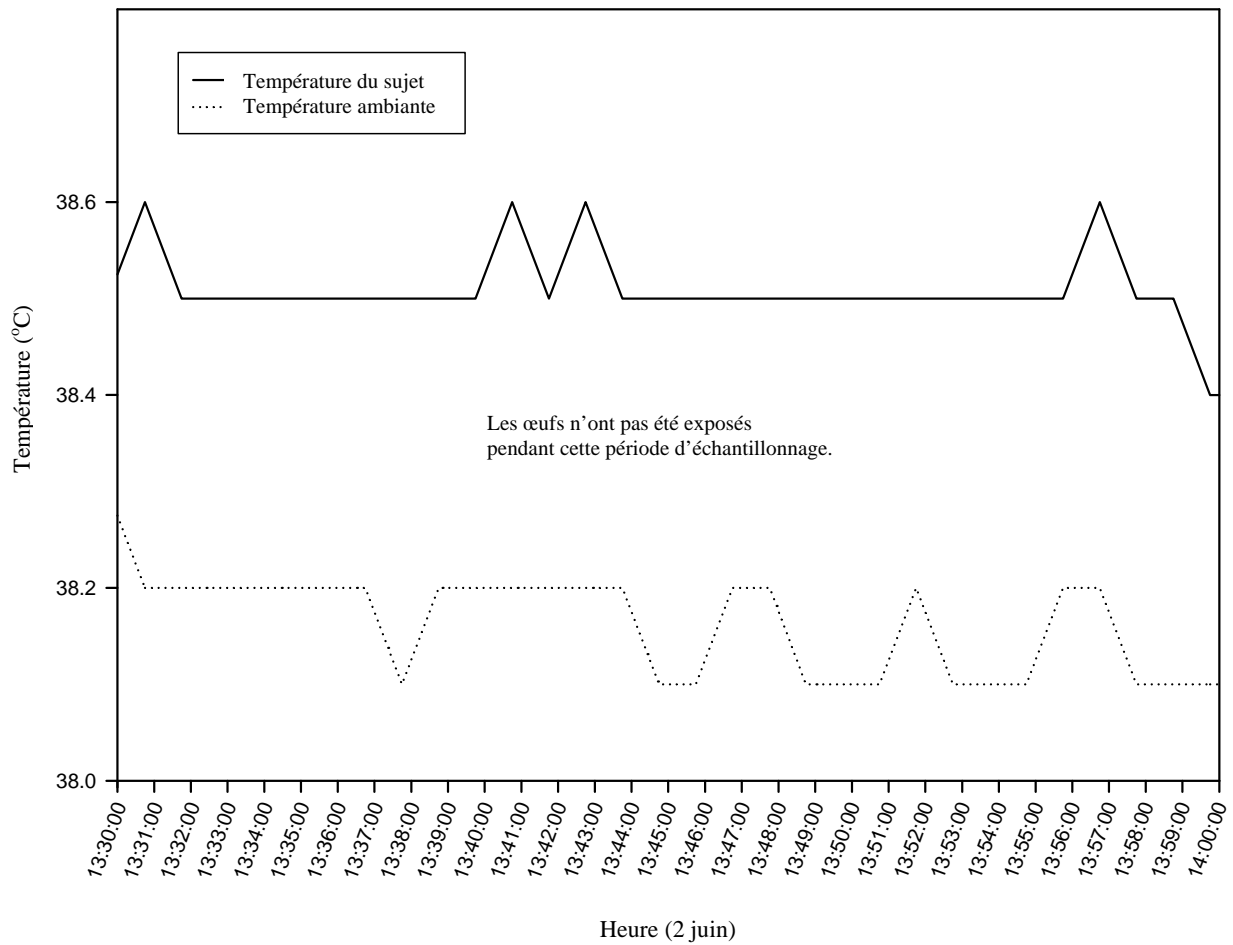


Figure 15 Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) indiquant les pauses d'incubation, 9 juin 2006

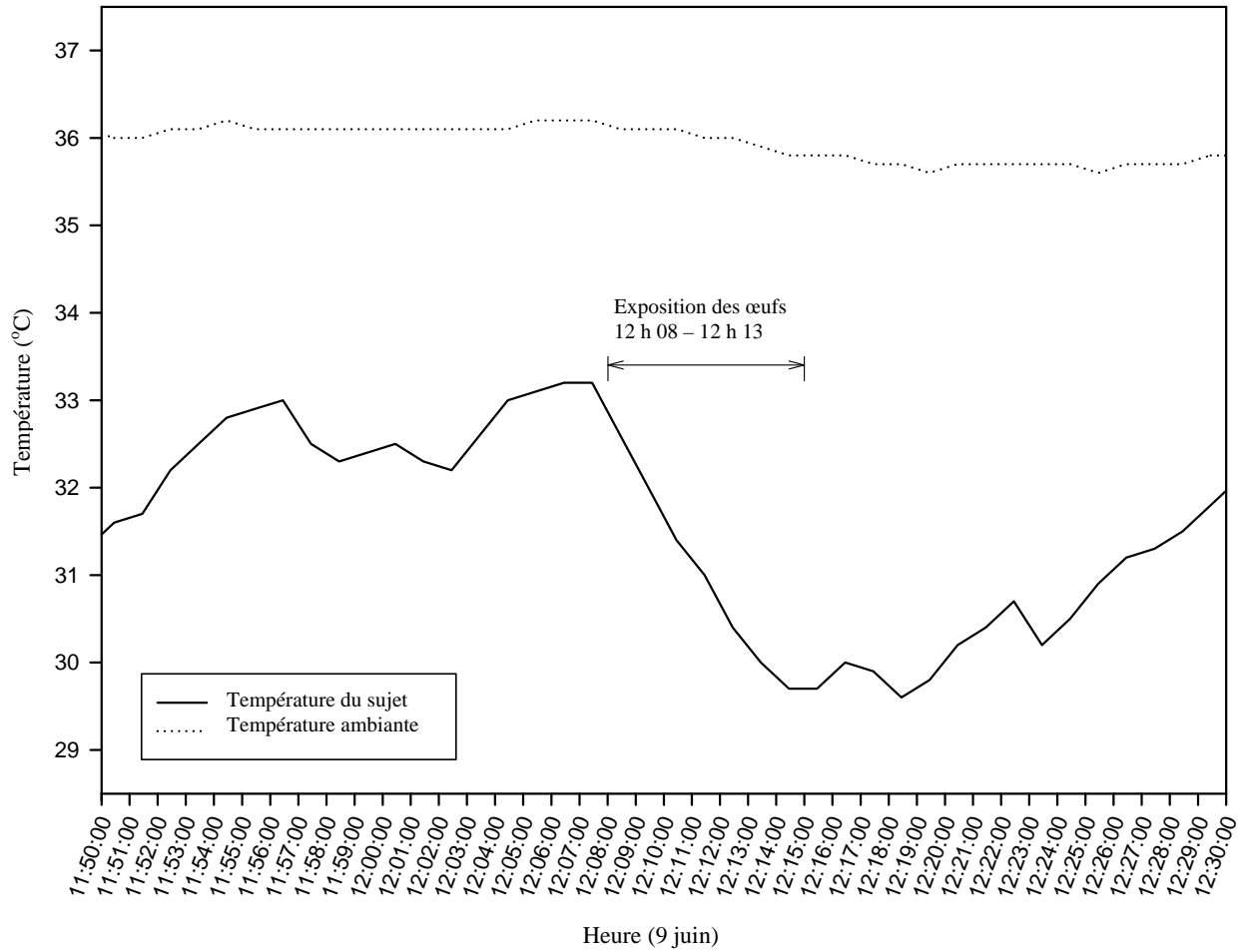
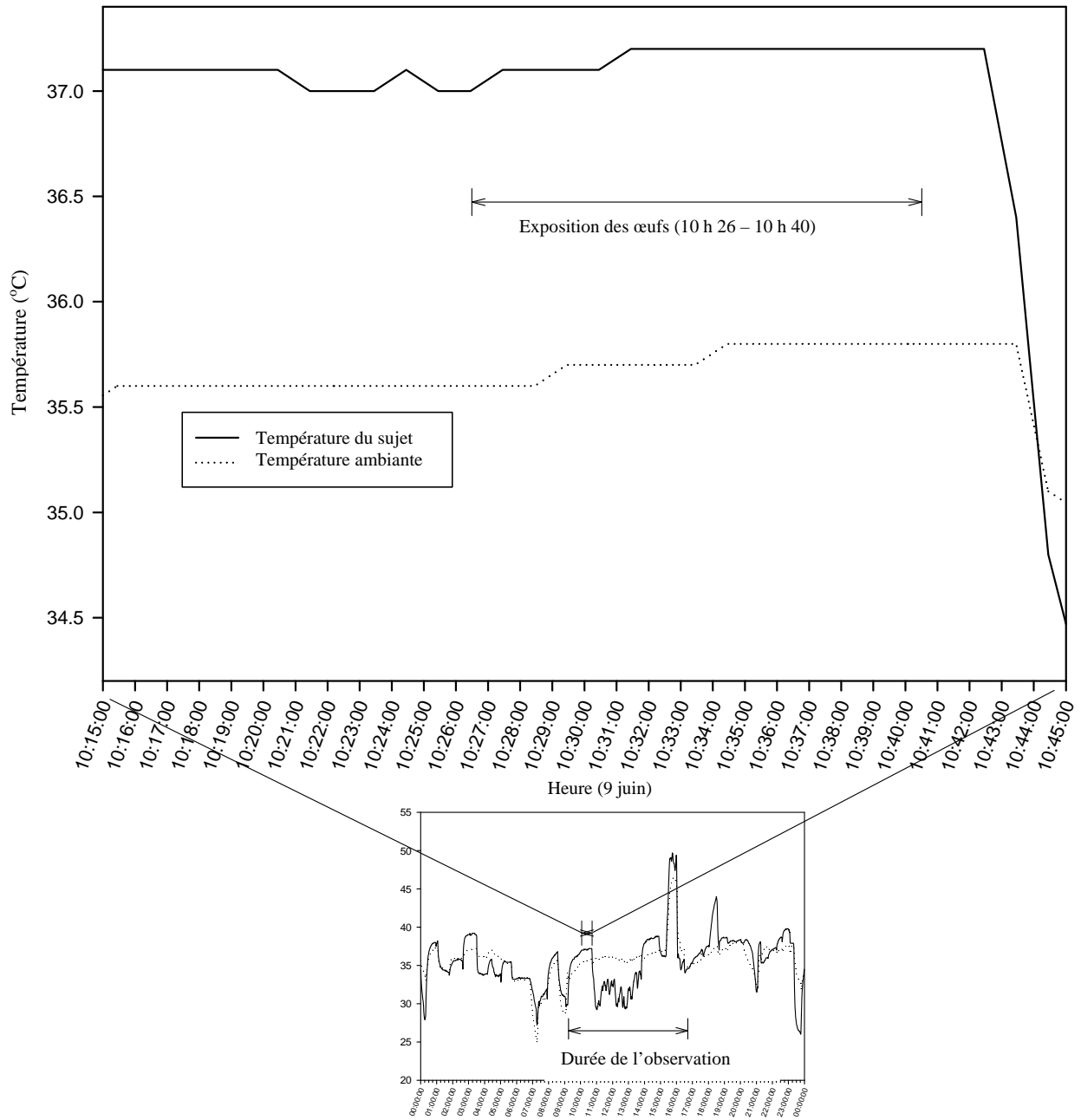


Figure 16 Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) indiquant les pauses d'incubation, 9 juin 2006



Quand les œufs étaient exposés pendant de longues périodes (ex. : 2 juin, alors que les femelles aux nids 1, 2 et 3 ont été absentes pendant toute la période d'observation), le groupe d'étude a observé une variation de température d'un nid à l'autre et d'une date d'échantillonnage à l'autre (ex. : figures 17 et 18).

Figure 17 Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 3 de bernache du Canada (CAGO 3) pendant une séance d'observation où le nid était laissé sans surveillance (œufs exposés à la température ambiante), 2 juin 2006

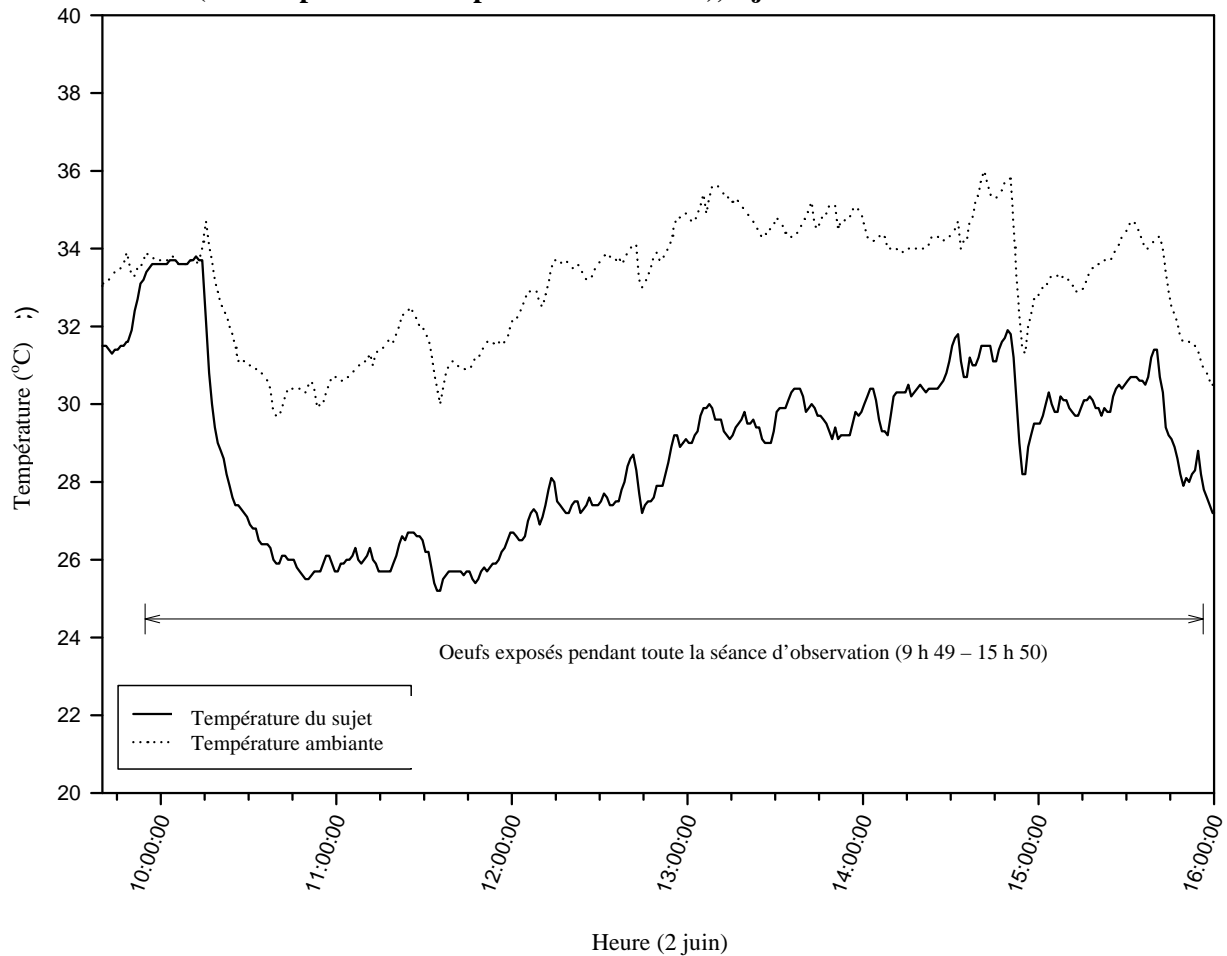
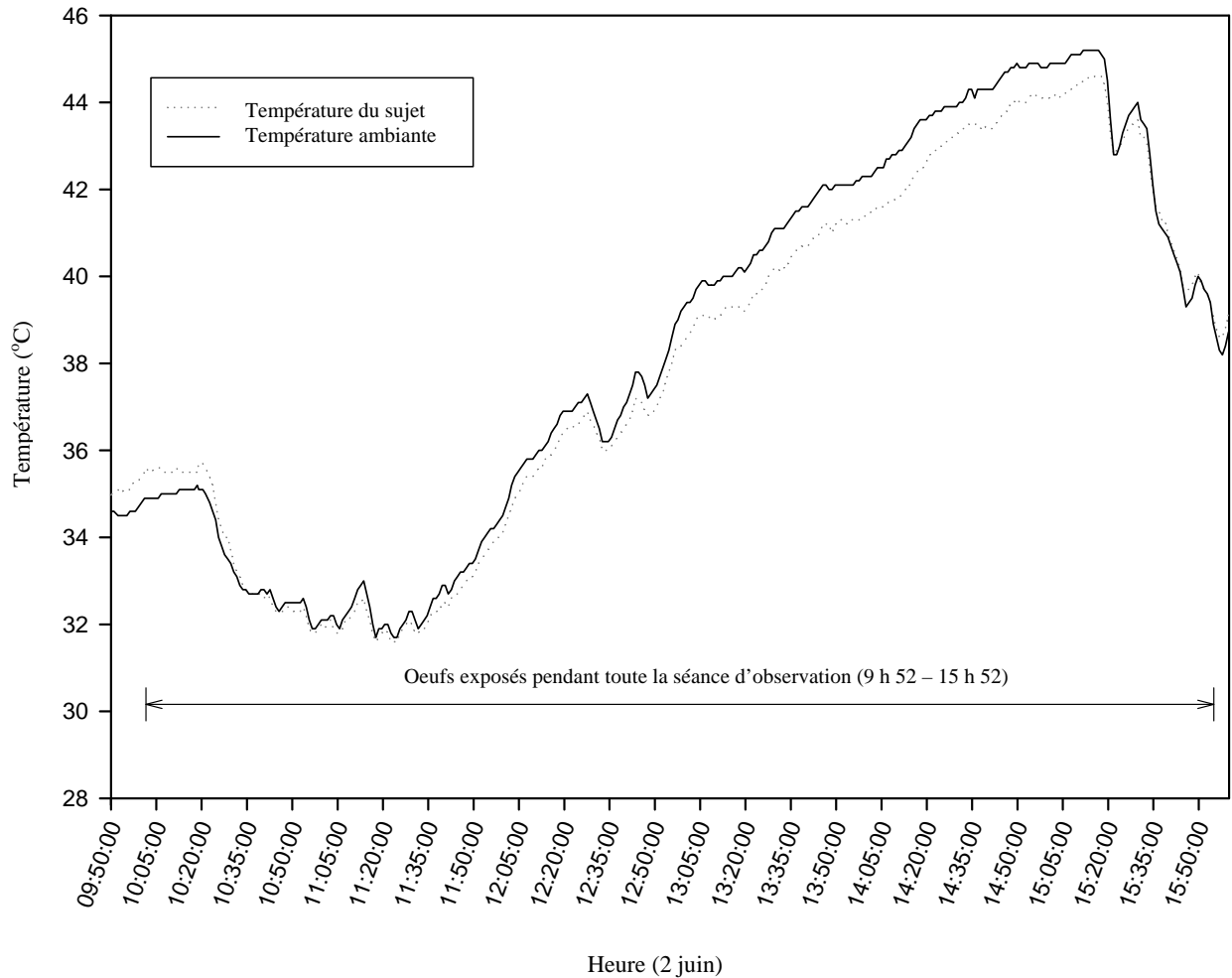


Figure 18 Températures ambiante et du sujet enregistrées au nid 2 de bernache du Canada (CAGO 2) pendant une séance d’observation où le nid était laissé sans surveillance (œufs exposés à la température ambiante), 2 juin 2006



Dans l’ensemble, il y a une variation de température d’un nid à l’autre et d’une date d’échantillonnage à l’autre. Les diminutions des températures ambiante et du sujet semblent inégales d’un nid à l’autre et d’une date d’échantillonnage à l’autre ou ne sont pas suffisamment grandes après des pauses d’incubation assez brèves pour distinguer des tendances dans les données.

5.2.3.2 Résultats de l'essai du NestMonitor^{md}

En mai 2007, l'essai du NestMonitor^{md} a été effectué pour trois espèces, la bernache du Canada, le pygargue à tête blanche et le balbuzard. Certains aspects des résultats concernant les autres espèces sont donnés dans le présent rapport, puisque la même technique a été utilisée pour les dispositifs. Autrement, se reporter à MIN0287 (Minaskuat 2007). En ce qui concerne la bernache du Canada, la différence des températures enregistrées par les NestMonitor^{md} dans les nids et celles enregistrées par les thermomètres numériques était importante le jour 1 (application constante de chaleur pendant une période de deux heures), mais non importante le jour 2 (tableau 5). Quand les données ont été représentées graphiquement, les températures enregistrées par les NestMonitor^{md} reflétaient les tendances de température enregistrées par les thermomètres numériques (figure 19). Les graphiques pour tous les dispositifs se trouvent à l'annexe C.

Tableau 5 Différences importantes entre les températures enregistrées par la sonde 1 et le NestMonitor^{md} (A) et celles enregistrées par la sonde 2 et le NestMonitor^{md} (B)

NestMonitor ^{md}																		
	G06		G09		G10		E03		E06		E07		S03		S04		S06	
	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2
A	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	AD	Oui	Oui	Non	Oui	AD	Oui	AD	Oui	Oui	Oui	Oui
B	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	AD	Non	Oui	Non	Oui	AD	Non	AD	Oui	Oui	Oui	Non

J = Jour

AD = Aucune donnée

Figure 19 Températures enregistrées par le NestMonitor^{md} et les thermomètres numériques à intervalles choisis au hasard pour la bernache du Canada le jour 2 de l'essai

Bernache du Canada jour 2

Température (°C)

Chaleur
Aucune chaleur

Sonde 1
Sonde 2

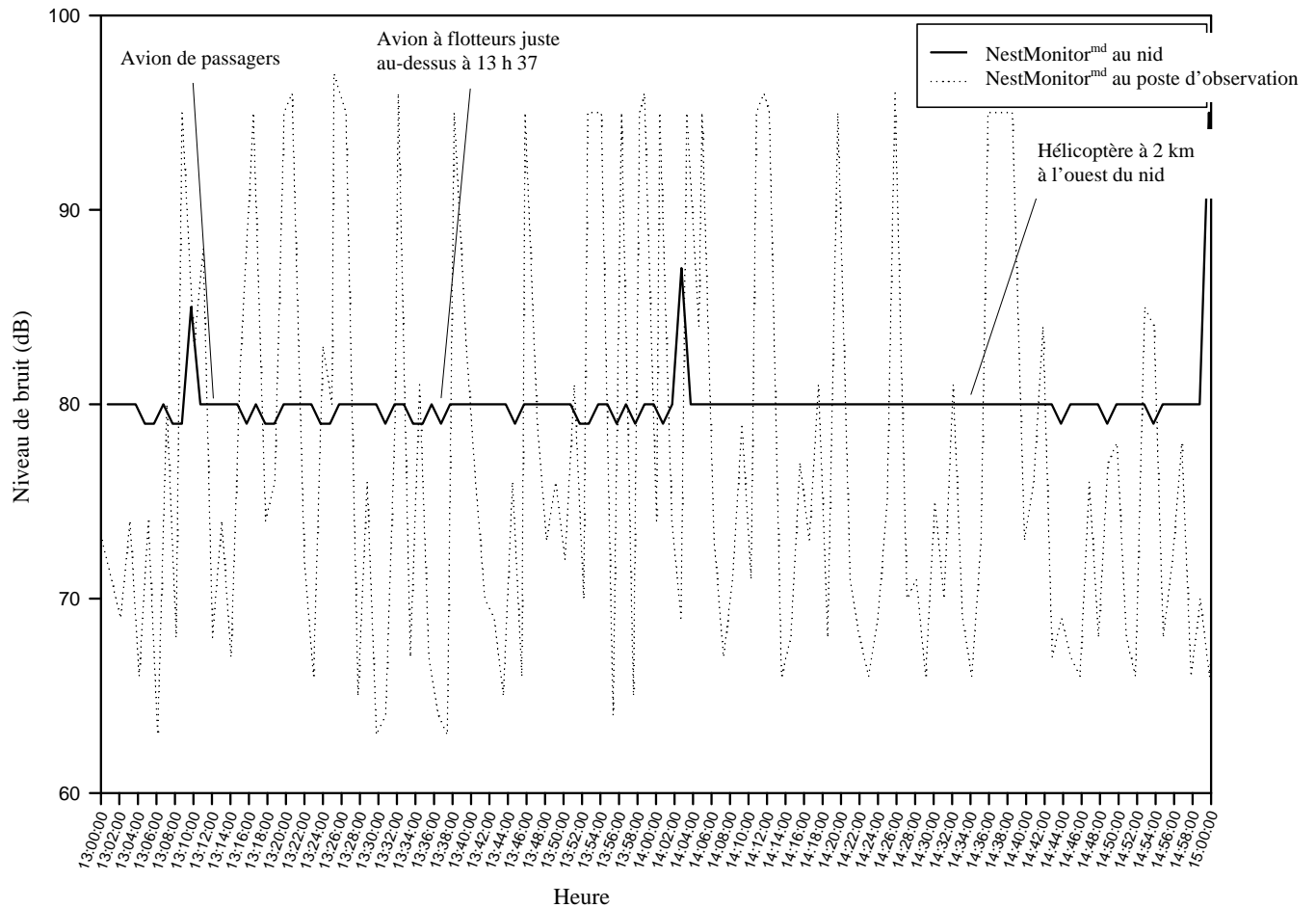
Temps (minutes)

Les contradictions des horloges internes de certaines cartes électroniques des NestMonitor^{md} ont été corrigées lors du croisement des données avec celles qui avaient été enregistrées par les thermomètres numériques à des moments donnés. Trois fois (16,7 %), le NestMonitor^{md} n'a pas enregistré les données de température sur la carte mémoire SD (tableau 5). Lors du téléchargement des données du capteur E03 concernant le pygargue à tête blanche le jour 1, la carte mémoire SD ne comportait aucun fichier. Les données téléchargées du capteur E07 concernant le pygargue à tête blanche indiquaient une température constante de 0°C (bien inférieure à la température ambiante) pour la durée de l'essai. Les raisons nous sont inconnues; tous les protocoles de démarrage, d'arrêt et d'extraction des données des NestMonitor^{md} ont été suivis et les voyants DEL ont confirmé que les procédures étaient suivies le cas échéant. Toutes les liaisons par fil semblaient intactes et les piles étaient fonctionnelles. Avant l'essai du jour 2, les fils du capteur de température S03 concernant le balbuzard ont été réparés et n'ont pas pu être raccordés correctement à la carte électronique. L'essai a quand même été tenté, puisqu'il était impossible d'obtenir un autre NestMonitor^{md} (modèle 2007). Toutefois, aucune donnée n'a été extraite du NestMonitor^{md} pour cet essai.

5.2.3.3 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 il est indiqué à la section 5.2.2, l'intensité des bruits enregistrés par les NestMonitor^{md} était généralement plus grande que 80 dB ou dans la plage prévue pour un hélicoptère et d'autres aéronefs (Minaskuat 2005b). Le NestMonitor^{md} au poste d'observation a enregistré des bruits plus intenses pendant l'atterrissage et le décollage de l'hélicoptère (ex. : figures 9 et 10); toutefois, les mêmes crêtes n'étaient pas manifestes dans les données recueillies par le NestMonitor^{md} au nid. De même, dans les deux ensembles de données, on ne pouvait pas distinguer les bruits des survols qui ont eu lieu pendant une période d'observation (ex. : figure 19).

Figure 20 Niveaux de bruit et bruits d'aéronef enregistrés au nid 1 de bernache du Canada (CAGO 1), 2 juin 2006



Dans l'ensemble, les données de bruit d'aéronef semblaient être annulées par les données de bruit enregistrées dans le nid. Les crêtes de bruit auxquelles on pourrait s'attendre pendant le passage d'un aéronef n'étaient pas évidentes dans les données (non distinctes des crêtes enregistrées pendant toute la période d'étude).

6.0 EXAMEN DE LA QUESTION

Mesure du bruit et de la température au nid

D'après les essais effectués auprès de la bernache du Canada au stade de la nidification et une étude du pygargue à tête blanche et du balbuzard au stade de la nidification (Minaskuat 2007), il ne fait aucun doute que le NestMonitor^{md} peut enregistrer le bruit et la température à sa surface. En ce qui concerne les NestMonitor^{md} qui ont pu être récupérés, les données de bruit et de température étaient enregistrées sur les cartes de stockage et ont été facilement discernées en utilisant le logiciel à cet effet.

En ce qui concerne le bruit, le dispositif était réglé pour enregistrer un bruit quand le capteur détectait une énergie sonore supérieure à 80 dB. Cependant, le NestMonitor^{md} n'a pas fait la distinction entre les bruits éloignés (ex. : un aéronef) qui étaient la cible des essais et les bruits rapprochés (ex. : grattement sur la surface du dispositif causé par les mouvements de la femelle pour se mettre à l'aise). Ce problème avait été rencontré par le groupe d'étude à la rivière Naskaupi en 1996 avec un autre matériel de mesure du bruit (Trimper *et al.* 1998b). Dans ce cas, des oiseaux chanteurs déclenchaient l'enregistrement s'ils se trouvaient près du sonomètre. Il avait fallu faire le tri dans plusieurs centaines de fichiers audio pour identifier les bruits d'aéronef. Peu de fichiers se rapportant au bruit d'aéronef ont été identifiés et il s'agissait dans la plupart des cas du bruit de l'hélicoptère utilisé par les observateurs et de passages intentionnels afin d'enregistrer ce bruit. En 2006, le petit nombre de survols enregistrés a été lié à la saison d'entraînement assez calme et à la nature peut-être isolante du dispositif sous la femelle. Il est à noter que le groupe d'étude, posté à des caches d'observation tout près, avait inscrit d'autres bruits d'aéronef qui dépassaient souvent les seuils de bruit.

Pour ce qui est de la température, le NestMonitor^{md} a enregistré des changements subtils dans le creux du nid, mais n'a pas été utilisé pour détecter les périodes où les œufs n'étaient pas couvés ou étaient temporairement exposés, puisque les abaissements marqués de température n'étaient pas évidents. Il y avait souvent un écart de 4-5°C dans les températures enregistrées et elles étaient habituellement plus chaudes que les températures ambiantes enregistrées en même temps par les observateurs. Les valeurs enregistrées se trouvaient dans la plage (31,7-36,1°C) constatées par d'autres (Huggins 1941, Webb 1987). Des abaissements marqués de température relativement aux pauses d'incubation n'étaient pas évidents en partie en raison de la production de chaleur embryonnaire qui facilite le réchauffement tout en retardant le refroidissement (White et Kinney 1974, Poussart *et al.* 2000). White et Kinney (1974) ont fait référence à la température au moment de l'envol comme étant atteinte progressivement plus vite à mesure que la production embryonnaire se poursuit. On a laissé supposer que cet effet causait une diminution de présence au nid pendant la période d'incubation.

Les essais effectués en mai 2007 ont déterminé que les NestMonitor^{md} fonctionnaient correctement et les données enregistrées indiquaient les mêmes tendances de température ambiante que celles enregistrées par les thermomètres numériques. Bien que les écarts ne fussent pas constamment significatifs d'un point de vue statistique, les profils de hausse et de baisse de température ont été évidents quand les données ont été représentées graphiquement. Ces profils sont clairement liés à l'utilisation et à la non-utilisation du coussin chauffant pendant

les essais du jour 2 effectués un jour nuageux. Cependant, les profils étaient moins clairs pour les jours d'ensoleillement, puisque les œufs étaient exposés aux rayons solaires quand la source de chaleur était enlevée. Puisque la température du nid était sensible aux conditions environnantes comme l'ensoleillement direct, le vent et la proximité d'une source de chaleur, les températures enregistrées en temps réel par les thermomètres numériques ont pu augmenter de 10°C quand le nid passait de l'ombre au soleil. Les températures diminuaient quand il y avait une rafale ou même une brise soutenue. Par conséquent, une fluctuation légère de température ne prouve pas l'absence ou la présence de l'oiseau dans le nid. Si l'œuf est exposé à un ensoleillement direct, il se peut que la température ambiante du nid ne baisse pas; elle peut même monter.

Il est également important de noter que les thermomètres numériques n'ont pas pu être étalonnés, mais après une comparaison de leurs relevés avec ceux d'un thermomètre de verre, une différence d'un ou de deux degrés a été constatée. La place du thermomètre numérique dans le nid simulé a influé sur les relevés de température; celui qui était placé plus près du coussin chauffant a enregistré une température supérieure pendant la durée de l'essai. Les températures pouvaient varier de 1 à 14°C, ce qui a clairement influé sur les conclusions statistiques concernant les données. Les thermomètres étaient parfois bousculés ou déplacés quand le coussin chauffant était placé ou enlevé, mais en général, les relevés d'un thermomètre étaient constamment supérieurs pendant un essai en raison de sa proximité du coussin chauffant. Par conséquent, l'analyse graphique s'est avérée plus utile lors de l'évaluation de la capacité du NestMonitor^{md} d'enregistrer la température ambiante du nid.

Comportement de la bernache du Canada à l'égard du NestMonitor^{md}

Comme prévu (Lessells 1986, Mowbray *et al.* 2002), la bernache du Canada a accepté le NestMonitor^{md} comme faisant partie de sa 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 (un peu plus gros qu'un œuf naturel) se trouvait toujours parmi les œufs naturels, ce qui est confirmé par les températures enregistrées.

Comparaison des données recueillies dans le nid avec celles recueillies près du nid

Comme il a été dit plus haut, aucun profil n'a pu être établi à partir des pauses prolongées et des baisses de température enregistrées par les NestMonitor^{md}. Toutefois, comme il a été dit ci-dessus, la nature exothermique des œufs naturels voisins, particulièrement les propriétés thermiques de la coquille d'œuf un jour d'ensoleillement direct (Poussart *et al.* 2000), a pu contribuer au maintien de la température pendant et après les pauses d'incubation.

7.0 RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1. Le NestMonitor^{md} a pu enregistrer correctement les niveaux de bruit à sa surface, mais malheureusement n'a pas pu distinguer les bruits rapprochés des bruits éloignés. Afin de pouvoir enregistrer le bruit d'aéronef, il est recommandé de 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.
2. Les températures enregistrées dans le nid par le NestMonitor^{md}, y compris les baisses lentes pendant les pauses d'incubation, correspondaient à celles constatées lors d'autres études. L'utilité de ce dispositif pour surveiller les départs soudains (et une baisse de température dans le nid) en raison d'une perturbation pourrait donc être limitée, particulièrement à la fin de la période d'incubation.
3. D'après la conclusion précédente, la perturbation qui provoque une pause non intentionnelle pourrait ne pas être une question si sérieuse en ce qui concerne le succès d'éclosion. Ceci dit, les résultats de cette étude et l'observation de survols militaires au-dessus de bernaches du Canada en 2004 et en 2005 qui, en général, n'ont pas causé cette réaction laissent supposer que le lien entre cette interaction et un effet biologique mesurable n'est pas fondé.
4. Le NestMonitor^{md} a été facilement accepté par la bernache du Canada comme faisant partie de sa couvée.
5. Les possibilités d'utiliser le NestMonitor^{md} lors d'études semblables se rapportant aux répercussions environnementales possibles de l'entraînement militaire sont nombreuses. Le défi sera de s'assurer que l'expérience soit conçue de manière à isoler des paramètres d'intérêt dans les capteurs du dispositif. La vie utile de la pile, la grande capacité de mémoire, la facilité de transport, de mise en place et de récupération suggèrent d'autres applications pour l'ISRE.

8.0 BIBLIOGRAPHIE

- Harrison, C. 1978. A field guide to the nests, eggs and nestlings of North America. Collins, Toronto, ON. Réédité en 1984.
- Huggins, R.A. 1941. Egg temperatures of wild birds under natural conditions. *Ecology*. Vol. 22(2): 148-157.
- Lessels, C.M. 1986. Brood size in Canada Geese – a manipulation experiment. *Journal of Animal Ecology*. Vol 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 pp + 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 pp + 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 pp + 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 pp + 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 pp.
- 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 pp + 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 pp + 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 pp.

- 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 pp.
- Mowbray, T.B., Ely, C.R., Sedinger, J.S. et Trost, R.E. 2002. Canada Geese (*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. Vol. 102: 292-300.
- Trimper, P.G., Stenden, 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. J. Appl. Ecol. 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. Vol. 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. Vol. 186: 107-115.
- Zar, J.H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 630 pp.