

**Rapport d'examen et d'analyse d'études et de documents
traitant d'oiseaux aquatiques et de vols à basse altitude
au Labrador et dans le Nord-Est du Québec**

**Préparé pour
l'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales**

CONTRAT N° 2423

Juillet 2001

Société Duvetnor Ltée
200, rue Hayward, C.P. 305
Rivière-du-Loup, Québec
G5R 3Y9

Résumé

Nous avons examiné 14 documents techniques se rapportant aux incidences présumées des vols d'entraînement à basse altitude (VEBA) sur la répartition et l'abondance des oiseaux aquatiques. Aucune des études que nous avons examinées n'est parfaite et aucune ne visait vraiment à évaluer les incidences des vols sur les oiseaux. La complexité du problème est exceptionnelle et puisque les VEBA ont déjà eu lieu dans toute la région et qu'il se peut qu'ils aient déjà influé sur l'abondance et la répartition des oiseaux aquatiques, une approche purement expérimentale au problème n'est probablement plus possible. La plupart des rapports d'étude examinés se rapportaient à des projets hydroélectriques ou à la compréhension des tendances démographiques continentales chez certaines espèces comme les canards noirs et les bernaches du Canada et ne présentaient que des observations incidentes sur les oiseaux aquatiques.

De plus, la plupart de ces études comportaient des lacunes intrinsèques (par exemple, le recours à des facteurs de correction douteux) et des lacunes importantes dans la méthodologie (par exemple, la répartition au hasard de parcelles n'a pas été jugée essentielle dans certaines études alors que la taille et la forme des parcelles variaient inexplicablement dans d'autres). Nous concluons qu'aucune des études que nous avons examinées n'est pertinente pour évaluer les incidences des VEBA sur la répartition et l'abondance des oiseaux aquatiques.

En conclusion, nous présentons des recommandations concernant des études ultérieures. À notre avis, il est impossible d'élaborer un protocole expérimental détaillé et complet pour évaluer les incidences des VEBA sur les oiseaux aquatiques. Nous recommandons plutôt de dresser une carte des habitats d'oiseaux aquatiques dans tout le territoire et d'utiliser les connaissances écologiques générales au sujet des divers éléments de la communauté d'oiseaux aquatiques pour définir les principaux habitats d'oiseaux aquatiques. Dans une approche prudente, ces habitats pourraient être exclus de la zone d'entraînement à basse altitude (ZEBA) une fois qu'un classement approprié des diverses espèces aura été établi en fonction de la vulnérabilité. Des études spécifiques soigneusement préparées devraient compléter l'évaluation globale. Ces études devraient être examinées d'un oeil critique avant d'être réalisées et évaluées périodiquement par des comités d'experts.

Table des matières

Résumé.....	2
Introduction	4
Examen détaillé de chaque document	7
Examens de l'Énoncé des incidences environnementales	7
Rapports de relevés aériens	8
Études spécifiques.....	11
Examen général	23
Relevés aériens continentaux.....	23
Le concept d'écorégion.....	23
Commentaires au sujet de l'évaluation de la perturbation	24
Densité comme critère de restriction	25
Perspectives et problèmes ultérieurs	26
Évaluation des incidences des VBA sur les oiseaux aquatiques	26
Définition des principaux habitats	27
Confirmation des réactions des oiseaux aquatiques aux VBA.....	28
Incertitude à long terme	28
Résumé	29
Remerciements	31
Bibliographie	32

Introduction

L'Institut pour la surveillance et la recherche environnementales a demandé à Duvetnor d'examiner d'un oeil critique 14 documents techniques et d'apprécier leur utilité dans l'évaluation des incidences des vols d'entraînement à base altitude (VEBA) sur les populations d'oiseaux aquatiques. Le rapport est divisé en trois parties. La première est un examen détaillé de chaque document suivi d'un examen général où nous évaluons le champ d'observation des diverses études quant à la répartition, à l'abondance et au statut des diverses espèces d'oiseaux aquatiques trouvées dans la zone d'étude pendant le cycle annuel. Nous évaluons également la méthodologie de l'étude, particulièrement la pertinence des méthodes utilisées, les estimations concernant l'abondance, la variabilité de ces estimations et les erreurs systématiques possibles à la base de ces ensembles de données. Une dernière partie basée sur notre examen critique présente des perspectives de recherche future sur les oiseaux aquatiques en considérant le manque de données, en établissant des priorités d'un point de vue technique et en examinant ce dont on a besoin pour ce qui est du plan d'étude et des analyses statistiques afin d'évaluer les incidences des vols à basse altitude (VBA) sur les oiseaux aquatiques.

Le tableau 1 présente la liste des documents examinés qui ont été classés selon leur contenu et leurs objectifs. Nous présentons d'abord deux documents qui examinent l'Énoncé des incidences environnementales de 1994 se rapportant aux activités militaires aériennes au Labrador et au Québec. En ce qui concerne ces rapports, nous faisons seulement des observations sur la justesse des diverses opinions exprimées.

Nous avons classé comme des rapports techniques sept (7) documents présentant les résultats de relevés aériens. Dans notre examen détaillé, nous avons seulement fait des observations sur la pertinence de chaque rapport pour évaluer les incidences des vols à basse altitude. Des critiques sur les méthodes de relevé aérien sont émises dans la partie «Examen général».

Les cinq (5) autres documents ont été classés dans une troisième catégorie qui aborde des questions précises au sujet des incidences des VBA sur les populations ou le comportement des oiseaux aquatiques. Ces documents ont été examinés attentivement à l'aide du cadre suivant : hypothèses de travail, méthodes d'observation, plan d'échantillonnage, analyses statistiques et interprétation des résultats.

Tableau 1. Liste des documents examinés (en ordre chronologique)

Examens de l'Énoncé des incidences environnementales

Hogan, H. A. 1994. Review of Environmental Impact Statement – Military flying activities in Labrador and Québec. Préparé pour la Nation Innu et le Conseil des Atikamek et des Montagnais, 22 p.

RRCS Ltd. 1994. Impact of military flying activities on wildlife, with emphasis on birds. Préparé pour le ministère de la Défense nationale par la *Renewable Resources Consulting Services Ltd.* (RRCS Ltd.), Sidney, C.-B., 45 p.

Rapports de relevés aériens

Gillespie, D. I. et S. P. Wetmore. 1974. Waterfowls surveys in Labrador/Ungava, 1970, 1971 et 1972. P. 8-18 dans H. Boyd (éd.) Canadian Wildlife Service Studies in Eastern Canada, 1963-73. Étude du Service canadien de la faune n° 29.

Goudie, R. I. et W. R. Whitman. 1987. Waterfowl populations in Labrador, 1980-82. P. 45-63 dans A. J. Erskine (éd.) Waterfowl Breeding Population Survey, Atlantic Provinces. Étude hors-série du Service canadien de la faune n° 60, 82 p.

S. Fudge and Associates Ltd. 1989. Identification of spring staging areas utilized by waterfowl on the Ungava Peninsula. Préparé pour le ministère de la Défense nationale, 10 p.

Bateman, M. C. 1993. Canada Goose Breeding Ground Survey – Labrador 1993. Service canadien de la faune, région de l'Atlantique, 18 p.

Bateman, M. C. 1994. Canada Goose Breeding Ground Survey – Labrador 1994. Service canadien de la faune, région de l'Atlantique, 15 p.

Goudie, R. I., D. Lemon et J. Brazil. 1994. Observations of Harlequin Duck, other waterfowl, and raptors in Labrador, 1987-1992. Rapport technique n° 207 du Service canadien de la faune, 13 p. + tableaux et figures.

Collins, B. 1998. Analysis of 1999 Black Duck Breeding Ground Survey. Mémoire, Service canadien de la faune, région de l'Atlantique, 2 p. + tableaux, figures et annexe.

Tableau 1 (suite). Liste des documents examinés (en ordre chronologique)

Études spécifiques

RRCS Ltd. 1993. Goose Bay Waterfowl Avoidance Monitoring Program: 1992 Final Report. Préparé pour le Bureau de projet – Goose Bay – Ministère de la Défense nationale par la *Renewable Resources Consulting Services Ltd.* (RRCS Ltd.), Sidney, C.-B.

Bateman, M. C. et A. H. Hicks. 1997. Progress Report – Monitoring Waterfowl Breeding Densities. Préparé pour le Bureau de projet – Goose Bay – Ministère de la Défense nationale par le Service canadien de la faune, Sackville, N.-B., 7 p. + figures et tableaux.

Bateman, M. C., A. H. Hicks et S. M. Bowes. 1999. Waterfowl Behavior in Response to Jet Overflights at Snegamook Lake, Labrador. Préparé pour le Bureau de Goose Bay, Quartier général de la Défense nationale, Ottawa, par le Service canadien de la faune, Sackville, N.-B., 139 p.

Bateman, M. C. et A. H. Hicks. 1999. Waterfowl Populations in the Low Level Training Area of Labrador – A Data Compilation and Analysis.. Préparé pour le Bureau de Goose Bay, Quartier général de la Défense nationale, Ottawa, par le Service canadien de la faune, Sackville, N.-B., 75 p.

Turner, B. et A. Hicks. 2000. Breeding Population Trends of Waterfowl in the Military Low Level Training Area. Préparé pour le Bureau de Goose Bay, Quartier général de la Défense nationale, Ottawa, par le Service canadien de la faune, St. John's, T.-N., 42 p.

Examen détaillé de chaque document

Examens de l'Énoncé des incidences environnementales (EIE)

Review of Environmental Impact Statement – Military flying activities in Labrador and Québec

par H. A. Hogan. 1994.

Sous contrat avec la Nation Innu, M. Hogan a examiné des aspects relatifs aux oiseaux qui étaient classés comme des éléments importants des écosystèmes dans l'EIE révisé de 1989 publié par le MDN en 1994. Les principales conclusions étaient les suivantes :

- Le MDN n'a pas étudié une relation possible de cause à effet entre les VBA et la répartition des oiseaux aquatiques et la biologie de reproduction. **Vrai**, mais voir Bateman *et al.* (1999) et Turner et Hicks (2000) pour des études de ce genre pendant une partie du cycle annuel.
- Nécessité d'une approche basée sur les écosystèmes qui comprendrait l'évolution biologique des espèces d'oiseaux aquatiques, surtout en ce qui concerne des espèces moins connues comme le canard arlequin. **Vrai**. Créer un secteur à éviter autour du lieu où l'on a aperçu une fois un couple ou une femelle au cours d'un relevé est une mesure qui manque de vision. Les oiseaux se déplacent et pourraient se trouver à des kilomètres une semaine plus tard selon la période de l'année. De même, si on n'a rien observé à un endroit (qu'il y ait eu relevé ou non), cela ne signifie pas que le site n'est pas propice et qu'il ne sera jamais utilisé. Les caractéristiques de l'habitat pourraient être plus utiles pour établir des secteurs à éviter.
- Les impacts cumulatifs ne sont pas abordés à fond. **Vrai**.
- L'option B (agrandissement de la zone d'entraînement et déplacement vers le sud) semble avoir moins d'incidences sur les oiseaux aquatiques. **Peut-être**.
- Le recours à des seuils de densité pour établir des niveaux d'évitement ne semble pas être une approche appropriée. **Vrai**, à cause de la variation annuelle et saisonnière des estimations de densité, attribuée à des facteurs extrinsèques (temps, moment de la migration et de la reproduction, dynamique des populations, imprécision des relevés, etc.).

Ces observations et ces critiques semblent justifiées et sensées, mais nous n'avons pas examiné le texte de l'EIE.

Impact of military flying activities on wildlife, with emphasis on birds

par la Renewable Resources Consulting Services Ltd., 1994.

L'examen fournit des réponses à certaines préoccupations au sujet de l'EIE en vue d'audiences publiques. L'approche consistant à identifier les éléments importants des écosystèmes semble appropriée. Les auteurs déclarent ce qui suit :

- Des contraintes de temps et de budget empêchent la vérification expérimentale des hypothèses pour chaque élément important d'un écosystème (p. 12). **Vrai**, mais on devrait essayer de le faire pour les plus importants.
- Le classement des incidences est subjectif et n'est pas fondé sur de fortes indications (p. 16). **Vrai**, les experts-conseils le reconnaissent.
- L'option B semble moins nuire à la faune que l'option A. **Il se peut que ça soit vrai**, mais nous n'avons pas lu le texte intégral de l'EIE, ce qui ne nous permet pas de juger la valeur de ce rapport.

Rapports de relevés aériens

Waterfowl surveys in Labrador/Ungava, 1970, 1971, 1972

par D. I. Gillespie et S. P. Wetmore. 1974.

Il s'agit du rapport de nombreux relevés aériens faits à partir d'un hélicoptère et d'un aéronef à voilure fixe en mai, juin et juillet 1970, 1971 et 1972 au Labrador, y compris la zone d'entraînement à basse altitude (ZEBA). **Les relevés ne visaient pas à vérifier les incidences des VBA**, mais plutôt à considérer les incidences possibles du projet hydroélectrique futur de Churchill Falls. On a estimé le nombre de couples et les densités des nichées dans des parcelles et des transects. Divers types d'habitat ont été définis selon leur potentiel à accueillir les oiseaux aquatiques. Aucun facteur de correction en ce qui concerne la visibilité n'a été utilisé. La pertinence de ce document en ce qui concerne les VBA est limitée. Les données ne sont pas assez récentes pour servir de données de référence parce que plusieurs changements, quelques-uns à l'extérieur de la ZEBA, se sont produits depuis.

Waterfowl populations in Labrador, 1980-82

par R. I. Goudie et W. R. Whitman, 1987.

Il s'agit du rapport de nombreux relevés aériens au Labrador de 1980 à 1982. **Les relevés ne visaient pas à vérifier les incidences des VBA**, mais plutôt les incidences du réservoir Smallwood.

Les relevés de juin 1980 à partir d'un hélicoptère ont été faits dans les mêmes parcelles et transects qu'avaient utilisés Gillespie et Wetmore (1974). Des levés au sol ont été faits sur plusieurs parcelles. Des virées transversales ont été effectuées tous les 30 kilomètres au-dessus du Labrador à partir d'un aéronef à voilure fixe et des levés

au sol ont été faits en même temps sur 15 parcelles. Les relevés de 1981 ont été faits dans un sous-ensemble de parcelles. Le rapport fait mention de levés au sol effectués en 1982 dans la région de la baie Groswater, mais ne fournit pas les données.

La comparaison avec les données des années 70 reflète des changements continentaux : bernaches du Canada plus nombreuses et canards noirs moins nombreux.

On a comparé les relevés aériens et les levés au sol pour établir des facteurs de correction. Toutefois, les comparaisons ont été effectuées dans une seule écorégion et pour des années différentes, ce qui n'est pas sérieux. Les populations estimatives d'oiseaux aquatiques au Labrador ont été calculées à l'aide de ces facteurs de correction et les calculs peuvent donc être fortement biaisés. La prévision des vols à l'automne a également été calculée à partir de ces estimations. Le facteur d'extension utilisé pour prédire la population à l'automne n'est pas expliqué. Ces critiques méritent d'être signalées parce que ces estimations servent de données de référence dans certains des documents examinés.

Identification of Spring Staging Areas Utilized by Waterfowl on the Ungava Peninsula

par *S. Fudge and Associates Limited*, 1989.

Il s'agit du rapport de relevés aériens effectués à partir d'un aéronef à voilure fixe pendant la halte migratoire du printemps le long de transects (2 880 km) en mai 1989. **Les relevés ne visaient pas à vérifier les incidences des VBA.** Les itinéraires des relevés ont été choisis d'après des données de relevés de 1988 d'ouvrages (non cités) et suite à une consultation auprès des habitants.

Des différences marquées ont été observées d'une année à l'autre. Des concentrations d'oiseaux aquatiques ont été repérées dans plusieurs zones, notamment à l'extrémité ouest du lac Snegamook. L'objectif énoncé «déterminer les sites et le moment» est quelque peu équivoque. Le rapport n'indique pas si les itinéraires ont été établis pour trouver d'autres zones libres de glace ou si les auteurs pensaient avoir fait le relevé de la plupart des zones où les oiseaux pourraient faire une halte migratoire. L'incidence du moment n'est pas vraiment évaluée, puisqu'une seule virée transversale semble avoir été effectuée sur chaque itinéraire.

Canada Goose Breeding Ground Survey – Labrador 1993

par M. C. Bateman. 1993.

Un relevé sur des virées transversales des bernaches du Canada dans le corridor de migration de l'Atlantique a été effectué en 1993 à partir d'un aéronef à voilure fixe (transect de 6 678 km). L'erreur de visibilité a été établie pour deux années en comparant des données obtenues dans des parcelles de la même zone à partir d'un

aéronef à voilure fixe et d'un hélicoptère. L'auteur a supposé que les résultats de relevés à partir d'un hélicoptère ne sont pas biaisés : une conclusion inacceptable. On sait que les oiseaux aquatiques (surtout les bernaches du Canada) peuvent s'envoler à l'approche d'un hélicoptère, ce qui peut amener à sous-estimer la densité réelle. Le facteur de correction (2x) est donc contestable.

Dans un sous-ensemble de 15 transects, l'auteur n'a trouvé aucune différence en ce qui concerne le nombre de couples par rapport à 1980, mais moins d'oiseaux non reproducteurs. Il n'explique pas comment ont été déterminées les erreurs-types présentées dans les tableaux. Il n'a pas fait de tests d'efficacité statistique, ce qui est particulièrement crucial étant donné la petite taille de l'échantillon. Il a observé des densités plus fortes de couples dans la ZEBA, mais n'a fait aucune comparaison statistique. **Le relevé ne visait pas particulièrement à évaluer les incidences des VBA.**

Canada Goose Breeding Ground Survey – Labrador 1994

par M. C. Bateman. 1994.

Même méthode que celle utilisée en 1993, sauf que les transects sont plus longs au Québec (total = 7 714 km). L'auteur a trouvé le même nombre de couples d'oiseaux nicheurs qu'en 1993, mais plus d'oiseaux non reproducteurs. Pour un sous-échantillon (n = 15) de transects, il a comparé les données avec celles de 1980. Le nombre de couples était moindre en 1994 qu'en 1980 et le même qu'en 1993, tandis que le nombre total de bernaches était plus grand en 1994 qu'en 1993, mais plus petit qu'en 1980. Encore une fois, il n'explique pas comment ont été déterminées les erreurs-types présentées dans les tableaux. Il n'a pas non plus fait de tests d'efficacité statistique, ce qui est particulièrement important quand la taille de l'échantillon est si petite. L'auteur parle de l'interdiction de la chasse au Québec et dans l'est de l'Ontario en 1994, mais cela a eu lieu APRÈS le relevé. Il n'a constaté aucune différence quant au nombre de couples au stade de la nidification et au nombre total de bernaches dans la ZEBA et dans les zones limitrophes, mais n'a fait aucune comparaison statistique. **Encore une fois, le relevé ne visait pas particulièrement à évaluer les incidences des VBA.**

Observations of Harlequin Duck, other waterfowl, and raptors in Labrador, 1987-1992

par R. I. Goudie, D. Lemon et J. Brazil. 1994.

Les auteurs résument des relevés faits à partir d'un hélicoptère, y compris ceux qui ont été effectués par *Ledrew-Fudge & Associates Consultant* en juin 1987 et en juillet 1991 dans la ZEBA ou tout près. Quelques couples de canards arlequins ont été observés dans toute la région. **Les relevés ne visaient pas à évaluer les incidences des VBA.** Aucun contrôle aléatoire de parties de rivière. Aucun facteur de correction n'a été appliqué aux données. Les auteurs ont établi que la densité était 8,4 couples/100 km

de rivière (et non /100 km² comme l'indique le résumé) et ont considéré ce rapport comme étant faible relativement à d'autres populations signalées.

Analysis of 1999 Black Duck Breeding Ground Survey
par B. Collins. 1998.

Ce rapport interne du SCF présente les résultats des relevés effectués par hélicoptère en 1999 dans le cadre du Projet conjoint sur le canard noir. **Ces relevés ne visaient pas particulièrement à évaluer les incidences des VBA.** Le rapport n'indique pas où se trouvent les parcelles et les strates par rapport à la ZEBA, bien que ces renseignements existent. Des analyses plus fouillées pourraient être effectuées sur des parcelles dans la ZEBA si la taille de l'échantillon est raisonnable. D'autre part, des tendances annuelles établies pour une grande région englobant la ZEBA pourraient servir de données de contrôle pour comparer les résultats des relevés dans la ZEBA. Cela est particulièrement important pour des espèces qui auraient pu être visées par des changements apportés aux règlements sur la chasse au cours des dernières années (ex. : canards noirs et bernaches du Canada). La méthode statistique d'évaluation des tendances annuelles, décrite à l'annexe A, pourrait servir pour analyser les données recueillies dans le cadre d'un programme de surveillance à long terme des oiseaux aquatiques dans la ZEBA. Elle est fondée sur une procédure fiable développée par Link et Sauer (1994) pour établir des tendances annuelles à partir des données du relevé des oiseaux nicheurs.

Études spécifiques

Goose Bay Waterfowl Avoidance Monitoring Program: 1992 Final Report
par Renewable Resources Consulting Services Ltd. 1993.

Objectifs énoncés

Ce document rend compte des résultats de relevés d'oiseaux nicheurs effectués en 1991 et en 1992 pour repérer des concentrations d'oiseaux aquatiques dans le but d'établir des zones où seraient interdits les VBA. **L'objet n'était pas d'évaluer les incidences des VBA.**

Méthodes d'observation

Les relevés ont été effectués à partir d'un aéronef à voilure fixe au début de juin dans 21 parcelles (1991) et 80 parcelles (1992) de tailles et de formes différentes, ce qui est bizarre comme échantillonnage. Des relevés ont été effectués dans des parties (40 à 80 %) des plus grandes parcelles et aucun facteur de correction ou de pondération ne semble avoir été appliqué. Il y a un risque que les densités aient été corrélées avec la région échantillon, mais cela n'a pas été vérifié.

Plan d'échantillonnage

La sélection des parcelles a été fondée sur plusieurs caractéristiques d'habitat identifiées sur des cartes. On ne dit pas si les parcelles ont été sélectionnées au hasard ou simplement choisies à partir d'une liste exhaustive de régions identifiées sur des cartes. Si des critères de restriction ont été appliqués à un sous-ensemble d'habitats possibles, cela ne satisfait pas à l'objet principal de protéger le plus possible les oiseaux aquatiques.

Traitement des observations et analyse des données

Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les densités des oiseaux aquatiques dans les parcelles et deux régions, les ZEBA 1 et 2.

Présentation et interprétation des résultats

La présence de bernaches du Canada non nicheuses (oiseaux d'un an ou deux) pourrait expliquer la différence entre les estimations du nombre total d'oiseaux ($0,19/\text{km}^2$) et le nombre de couples nicheurs enregistrés ($0,16$ oiseau par couples/ km^2). Toutefois, le nombre d'oiseaux non nicheurs était faible ($0,03$ oiseau/ km^2), ce qui indique que ce segment de la population n'était pas très abondant dans les parcelles qui ont fait l'objet des relevés. En ce qui concerne les canards de surface, la différence devrait être encore moindre, puisque la plupart des oiseaux se reproduisent généralement à un an, mais ce ne fut pas le cas : $0,34$ oiseau/ km^2 par rapport à $0,14$ oiseau par couples/ km^2 , une différence de $0,20$ oiseau/ km^2 . À l'évidence, il faudrait confirmer ou expliquer le grand nombre de canards de surface apparemment non nicheurs. Parmi les raisons possibles mentionnons : 1) la faible propension inhabituelle à la reproduction, 2) le regroupement de couples à l'approche de l'aéronef, ce qui fait qu'on les a confondus avec des volées d'oiseaux non nicheurs et 3) le moment des relevés. Les volées qui se dirigeaient vers des aires de reproduction plus au nord auraient pu être confondues avec des oiseaux non nicheurs lors des relevés effectués trop tôt dans la saison. De même, des oiseaux non nicheurs auraient pu être confondus avec des groupes de mâles après la reproduction lors des relevés effectués tard dans la saison (comme on l'indique à la page 31 du rapport). Ces résultats soulèvent des questions au sujet de la validité de ces relevés de canards de surface et soulignent l'importance du moment par rapport à la chronologie de reproduction des oiseaux, qui varie d'une espèce à l'autre et d'une année à l'autre.

Le facteur de correction appliqué aux données de 1992 ($\times 1,3$) était fondé sur une diminution importante de 25 % des densités moyennes des oiseaux aquatiques par rapport à 1991. Toutefois, cette diminution générale était expliquée en grande partie par la diminution de trois espèces seulement (bernache du Canada, sarcelle à ailes vertes et petit morillon) des huit espèces observées (tableau 3). De plus, la densité moyenne de tous les autres plongeurs (cinq espèces) a augmenté considérablement de 1991 à 1992. Il pourrait être utile d'examiner comment cette différence entre les

espèces peut influencer sur les critères généraux de restriction et sur la fermeture de certaines zones. Enfin, le facteur de correction a été appliqué aux deux zones en supposant que les données de 1991 représentaient la densité réelle et que le même facteur de correction s'appliquait aux deux zones. Ces deux hypothèses n'ont pas été vérifiées.

On a recommandé de fermer les secteurs où l'on a observé des densités supérieures à la moyenne pour toutes les espèces sans tenir compte des différences qu'il pouvait y avoir entre les espèces d'oiseaux aquatiques et de leur seuil de vulnérabilité. En choisissant des zones à fort potentiel, on obtient une valeur moyenne supérieure et on établit le seuil d'exclusion des VBA à un niveau supérieur, libérant ainsi un plus grand territoire pour la ZEBA. Cette approche est également intrinsèquement biaisée parce que si les VBA diminuent la densité de population des oiseaux aquatiques, les aéronefs auront accès à une zone de plus en plus grande si le même seuil est appliqué. Quatre parcelles de la zone n° 1 de la ZEBA ont été fermées en 1991, mais rouvertes en 1992. Si ces parcelles constituaient un habitat approprié en 1991, elles auraient dû l'être également en 1992, puisque les habitats ne changent pas de manière remarquable d'une année à l'autre. Il se peut que les différences soient seulement attribuables à d'autres variables comme le temps ou le moment de l'observation.

L'utilisation des densités moyennes est également contestable. La distribution des fréquences de densités dans toutes les parcelles devrait être mise en graphique pour voir où se situe la moyenne par rapport à la médiane et à divers percentiles. L'unité utilisée (densité) n'est peut-être pas appropriée pour évoquer des habitats importants qui font vivre d'importantes concentrations d'oiseaux aquatiques. Une grande parcelle où la densité est faible peut être plus productive (en termes absolus) qu'une petite parcelle où la densité est élevée.

Observation générale

Comme le déclarent les auteurs (p. 1), l'objectif à long terme du programme de surveillance pour l'évitement des oiseaux aquatiques est de déterminer les principaux habitats qui font vivre d'importantes concentrations d'oiseaux aquatiques et de recommander la fermeture de ces secteurs. Les données recueillies devraient être examinées minutieusement pour s'assurer qu'elles sont pertinentes et valables pour atteindre le but visé.

Progress Report – Monitoring Waterfowl Breeding Densities

par M. C. Bateman et A. H. Hicks. 1997.

Objectifs énoncés

Il s'agit d'un rapport intérimaire d'une **étude visant à évaluer les incidences des VBA** sur la densité de reproduction des oiseaux aquatiques.

Méthodes d'observation

Les relevés ont été effectués par hélicoptère de 1995 à 1997 dans des parcelles carrées de 5 x 5 km d'après les procédures du Projet conjoint sur le canard noir. Les dates des relevés ne sont pas indiquées et une différence de seulement deux semaines dans la chronologie de reproduction des oiseaux aquatiques peut expliquer une partie de la variation constatée dans les données. Il est crucial d'indiquer le moment précis des relevés pendant la même phase du cycle de reproduction des diverses espèces pour obtenir des données annuelles comparables.

Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage expliqué à la partie «Méthodes» n'est pas clair. En examinant la figure 1, nous comprenons qu'il y avait neuf unités expérimentales de 10 x 10 km, chacune associée à l'une des deux zones d'étude ou constituant une unité témoin (aucun survol). Les deux zones d'étude avaient fait l'objet de relevés «Avant et Après» où il n'y avait pas eu de survols la première année, mais un grand nombre de survols les années suivantes. Dans la partie «Résultats et examen de la question», nous pouvons lire qu'il y avait quatre sous-parcelles de 5 x 5 km (qui constituaient les unités d'échantillonnage) nichées dans des parcelles plus grandes. Cela ne constitue pas 12 parcelles indépendantes par traitement comme on fait allusion à la partie «Méthodes». Le traitement des observations est différent selon que les données ont été obtenues dans un dessin niché ou dans un schéma complètement aléatoire. De plus, nous ne savons pas si les quatre sous-parcelles d'une parcelle donnée ont été relevées le même jour. S'il en est ainsi, le nombre global dans les quatre parcelles de 5 x 5 km pourrait être utilisé dans un modèle plus simple d'analyse de variance.

Traitement des observations et analyse des données

Les auteurs font remarquer que les densités des oiseaux étaient différentes sur des parcelles ayant subi le même traitement (p. 4), mais aucun test statistique n'appuie cette affirmation. En se basant sur cette hypothèse, ils ont limité leurs analyses à des tests t jumelés d'une année à l'autre pour chaque traitement et parcelle témoin. Ils n'évaluent pas vraiment les incidences des VBA, mais seulement les variations annuelles sans tenir compte d'autres sources possibles de variation comme le temps, la chronologie de migration, le recrutement ou la mortalité pendant l'hiver. D'habitude, dans une étude comportant des parcelles étudiées et des parcelles témoins, on évalue les différences sachant que d'autres sources de variation ont une incidence semblable sur toutes les unités expérimentales. Une simple analyse de variance avec des contrastes spécifiques aurait été intéressante, du moins pour montrer la variation des données. Nous ne savons pas bien comment le traitement des observations a tenu compte du dessin niché en calculant les moyennes et les erreurs-types dans les tests t jumelés (moyennes des unités expérimentales ou des unités d'échantillonnage?).

Présentation et interprétation des résultats

Les erreurs-types auraient dû être présentées au tableau 1 pour donner une idée de la variabilité des données.

S'il faut comparer ces résultats avec ceux d'études semblables, il est important de définir clairement les traitements. On parle seulement des vols qui ont eu lieu en 1996 (tableau 2). Pour faciliter la comparaison, les parcelles auraient dû être groupées par catégories de traitement au tableau 2. Aussi, le tableau présente les VBA qui ont eu lieu entre le 22 avril et le 31 octobre : puisque l'étude porte sur la période de reproduction, seuls les vols qui ont eu lieu pendant la période d'avril à juin auraient dû être comptés. On pourrait soutenir que l'effet cumulatif des vols (avril à octobre) devrait être pris en considération, mais il est peu probable que les oiseaux qui auraient pu être dérangés par les VBA pendant la mue et la migration d'automne soient les mêmes que ceux qui étaient présents pendant la période de reproduction. Enfin, on ne parle pas de l'homogénéité du traitement au sein des unités (expérimentales) plus grandes et nous devons supposer que les vols ont eu une même incidence sur toutes les parties des parcelles de 10 x 10 kilomètres : cela doit être confirmé.

Il faut être prudent en interprétant des résultats de tests jumelés qui comportent un facteur de plus de deux niveaux (trois ans pour cette étude) parce que les affirmations qui découlent d'une comparaison par paires sont peut-être appliquées à tout l'ensemble de données. À titre d'exemple, les auteurs font remarquer que le nombre global de canards noirs était plus élevé dans les parcelles témoins et dans les parcelles qui ont fait l'objet d'un plus grand nombre de survols. Cela est vrai pour les parcelles qui ont fait l'objet d'un plus grand nombre de survols parce que la valeur de 1996 était considérablement différente des valeurs de 1995 et de 1997, mais il n'en était pas ainsi pour les parcelles témoins. Une différence considérable a été observée seulement en 1997. La même prudence doit être exercée quand on fait remarquer des différences d'une année à l'autre dans diverses parcelles étudiées, puisqu'on a fait aucune évaluation de l'effet du traitement.

On ne sait pas si on a tenu compte des 12 parcelles lors des analyses ou seulement de celles où on avait observé 1 oiseau ou plus. Le canard noir et la bernache du Canada furent les espèces les plus abondantes, suivies par le bec-scie à poitrine rousse et la macreuse à front blanc, bien qu'il fût probablement trop tôt pour cette dernière espèce.

Observation générale

Il s'agit d'une étude intéressante, mais les données devraient être examinées de nouveau à l'aide d'une planification et d'une évaluation statistiques adéquates, ce qui était l'objectif de Turner et Hicks (2000).

Breeding Population Trends of Waterfowl in the Military Low Level Training Area
par B. Turner et A. Hicks. 2000

Objectifs énoncés

Cette étude a évalué les incidences des VBA sur les oiseaux aquatiques au stade de la nidification en étudiant le mouvement des populations au cours des années. Il s'agit essentiellement du même plan d'étude et des mêmes données présentés par Bateman et Hicks (1997) avec les données de trois années supplémentaires.

Méthodes d'observation

Consulter nos observations concernant l'étude de Bateman et Hicks (1997).

Plan d'échantillonnage

Il y avait deux zones d'étude (fréquence des survols) et un site témoin. Chaque niveau de traitement a été attribué à 3 (répétitions) parcelles de 10 x 10 km (unités expérimentales) dans la région du Labrador, ce qui donne un total de 9 grandes parcelles. Il ne semble pas que les parcelles aient été attribuées au hasard à un traitement, mais on peut le supposer à condition que ce ne soit pas déraisonnable. Les données ont été recueillies pendant 5 années consécutives sur les mêmes parcelles.

Traitement des observations et analyse des données

En examinant le modèle présenté dans l'analyse des données, il semble qu'on ait utilisé un dispositif en parcelles divisées pour analyser les données, ce qui est l'analyse appropriée. Une variation à l'intérieur des parcelles évalue l'effet de l'année et la variation entre les parcelles évalue l'effet du traitement. Le terme «localisation» dans le modèle représente l'effet du traitement. Cela aurait pu être exprimé plus clairement.

L'existence d'une tendance linéaire en ce qui concerne les nombres d'oiseaux au cours des années a été vérifiée à l'aide d'un contraste dans l'analyse de variance. Cette façon de faire était appropriée, puisqu'elle présente l'avantage d'utiliser la variance à l'intérieur des parcelles plutôt que la variance entre les parcelles comme on le fait dans une analyse de régression.

L'analyse de variance a seulement été utilisée pour vérifier la différence entre les parcelles qui ont fait l'objet d'un grand nombre de survols et les parcelles témoins. Les parcelles «Avant» et «Après» auraient pu faire partie de l'analyse de variance avec des analyses appropriées de contraste.

L'utilisation de données transformées au lieu de données brutes a pour but de rendre les moyennes et les variances indépendantes et d'obtenir des variances homogènes. La présentation des résultats dans les tableaux avec et sans les données transformées revêt un caractère superflu. On aurait pu présenter un bref examen des améliorations entraînées par la transformation, puis on aurait dû seulement présenter les résultats basés sur les données transformées (ou les données brutes si on n'avait pas constaté d'améliorations).

Les auteurs ont utilisé une approche basée sur la puissance des tests pour évaluer le nombre d'années nécessaires pour déceler une tendance importante. Plusieurs simulations ont été effectuées en utilisant diverses pentes (variations absolues du nombre d'oiseaux). La formule présentée à la page 8 décrit seulement la première étape de la simulation. Cela aurait été plus utile si les auteurs avaient utilisé une notation semblable à celle utilisée dans le modèle précédent. On ne sait pas trop comment cette formule a été appliquée et quels autres paramètres (F critique, degrés de liberté, paramètre d'excentricité) ont été utilisés pour calculer la puissance.

Présentation et interprétation des résultats

Pour nous assurer que nous avons bien compris leur approche, nous avons répété leurs analyses avec les données fournies à l'annexe 1. Nous avons reproduit les résultats du tableau 1 avec de petites différences en ce qui concerne le canard noir, malgré le fait qu'un site (MDN-9 et non MDN-1 comme il est indiqué dans le texte) ait été supprimé. Les données brutes comportent probablement une erreur ou des valeurs considérées comme des cas particuliers ont été supprimées de l'analyse sans qu'on le mentionne.

Nous n'avons pas pu reproduire les résultats du tableau 2, même en utilisant une analyse de variance à deux facteurs comme le mentionnent les auteurs (p. 22), ce qui n'est pas le même modèle indiqué au début. En utilisant le bon modèle des parcelles divisées, nous n'avons pas obtenu non plus les mêmes résultats statistiques, bien que nous soyons parvenus aux mêmes conclusions. Nous aurions pu essayer de déterminer le type d'analyse utilisé si les auteurs avaient indiqué les degrés de liberté liés aux valeurs F.

Il est inutile de considérer des tendances en ce qui concerne une analyse de régression, puisqu'aucune tendance linéaire n'était importante dans les analyses de variance (tableau 1). On a un peu surestimé l'utilité du calcul R^2 pour chaque parcelle, puisqu'il n'y avait pas assez de points de données pour obtenir un rapport important. Même les auteurs ont clairement indiqué ce fait (p. 7). Les figures 6 à 20 servent seulement à indiquer des tendances au sein des traitements ou d'un traitement à l'autre (comme l'indiquent les auteurs dans la partie «Résultats») et à appuyer les résultats de l'analyse de variance. À cet égard, seules les figures concernant les canards noirs et les bernaches du Canada sont intéressantes. Les estimations de densité pour des groupes de canards (canards de surface et plongeurs) dépendent trop du moment de la migration des diverses espèces (par rapport aux dates de l'étude) pour tirer une conclusion.

Nous avons été incapables de reproduire la simulation d'analyse généralisée présentée au tableau 3 en utilisant les bons degrés de liberté et l'écart moyen quadratique provenant de l'analyse de variance. Cela n'a rien d'étonnant, puisque nous n'avons pas pu reproduire au début les résultats globaux de l'analyse de variance. Tout de même, il

est assez étonnant d'obtenir aussi vite une puissance de 0,95 étant donné la variabilité existante.

Observation générale

Ce rapport est bien supérieur à celui de Bateman et Hicks (1997). Le traitement des observations semble approprié, bien que la partie «Analyse des données» ne décrive pas suffisamment la méthode. Les données devraient être examinées de nouveau et les résultats devraient être présentés d'après les modèles énoncés d'analyse de variance.

Waterfowl Behavior in Response to Jet Overflights at Snegamook Lake, Labrador
par M. C. Bateman, A. H. Hicks et S. M. Bowes. 1999.

Objectifs énoncés

Cette étude visait à évaluer les incidences des VBA sur le comportement des canards noirs et des bernaches du Canada aux stades de la mue et de la halte migratoire à l'automne entre 1995 et 1997.

Méthodes d'observation

Le comportement de groupes d'oiseaux qu'ils pouvaient voir de deux écrans au lac Snegamook a été enregistré toutes les 15 minutes pendant des périodes d'observation. On ne sait pas exactement comment les données ont été traitées (données totales ou moyennes?). L'activité des oiseaux a été enregistrée en utilisant des catégories types (pendant qu'ils mangeaient, nageaient, se reposaient, lissaient leurs plumes et volaient). On ne mentionne pas le temps passé en état d'alerte qu'on aurait dû observer, puisqu'on cherchait les incidences de la perturbation. La nage et l'envol peuvent être considérés dans certains cas comme une réaction de fuite. Les auteurs signalent également un autre site d'observation, mais ils ne précisent pas si les données qui y ont été recueillies étaient comparables à celles recueillies aux autres sites.

Plan d'échantillonnage

Il y avait trois critères de classification (année, moment de l'année et heure de la journée) et un traitement (un vol à basse altitude au-dessus du secteur). Les données recueillies sont présentées comme des pourcentages d'oiseaux dans une activité particulière. Cela laisse supposer qu'on a eu recours à une analyse de variance à trois facteurs pour comparer le traitement «Avant» et «Après». Les données ont été recueillies sur une échelle temporelle, ce qui signifie qu'il y a forcément une dépendance entre les observations. Cette dépendance doit être traitée correctement dans toute analyse de variance et peut parfois être difficile à évaluer.

Traitement des observations et analyse des données

Bien qu'une analyse globale de variance ait pu donner une idée des effets des interactions de l'année, du moment de l'année et de l'heure de la journée avec le traitement, les auteurs ont choisi d'analyser leurs données séparément pour chaque combinaison de facteurs (année x moment de l'année x heure du jour). L'approche est simple et probablement la meilleure, puisqu'il n'y avait pas de données disponibles pour certaines combinaisons (cellules manquantes dans l'analyse de variance). Toutefois, il est difficile d'interpréter les résultats de tests de comparaisons multiples de ce genre.

Les données sont sûres bien que le nombre de périodes d'observation où il y avait des vols soit limité (1996-1997). À cause de cela, le test statistique à l'aide du modèle normal peut être contestable. Le nombre total d'oiseaux occupés à une activité particulière suit une distribution binomiale et se rapproche de la distribution normale quand le nombre est supérieur à 30 et que les pourcentages se situent entre 20 et 80 %. Un logit serait peut-être plus approprié.

Il semble que les pourcentages et leurs erreurs-types ont été calculés à partir de la moyenne des pourcentages calculés pour chaque observation. Pour évaluer les rapports et les écarts-types, il est généralement préférable d'utiliser le nombre total d'oiseaux observés (Cochran 1977:145), parce que cela donne une évaluation plus réaliste au lieu de donner le même poids à chaque observation quand le nombre d'oiseaux est différent d'une observation à l'autre.

On ne fait pas mention du modèle d'analyse de variance et de la méthode utilisés pour comparer les moyennes d'une année à l'autre.

La petite taille des échantillons pour chaque période d'observation après les vols exige une évaluation de la puissance des tests, mais une autre approche est proposée. Les incidences des vols auraient pu être évaluées à l'aide de tests t jumelés qui auraient comparé le % de temps consacré aux diverses activités pendant l'observation avant et après les vols groupant les années, les heures du jour et les saisons. Cela aurait diminué la variance, parce qu'il y a des chances que la même volée d'oiseaux soit présente avant et après le vol. En utilisant toutes les périodes où il n'y a pas de vol, cela augmente la variabilité et biaise beaucoup l'évaluation; l'objectif n'est pas de décrire exactement le temps consacré à l'activité par ces oiseaux à différentes années, saisons ou heures du jour, mais d'évaluer les incidences des vols. Cela aurait eu pour résultat une évaluation plus consistante des incidences des vols, parce qu'on aurait tenu compte de tous les vols au lieu d'utiliser les combinaisons de l'année, du moment de la saison et de l'heure du jour et des données suffisantes. De plus, en comparant les données de la période avant par rapport à la période après 15 min, puis avec la période après 30 min, 45 min et 60 min, on aurait pu obtenir une indication de la persistance ou de la diminution des incidences. Le nombre d'oiseaux et le pourcentage de temps consacré aux diverses activités pourraient être analysés de cette façon.

Présentation et interprétation des résultats

En général, ce rapport est trop long et la présentation des données comporte des redondances. Plusieurs tableaux et figures ne sont pas essentiels pour documenter les incidences des VBA. Le tableau 1 devrait être supprimé, puisque les renseignements fournis dans le texte sont suffisants. Les pourcentages indiquant l'activité globale des oiseaux d'après toutes les observations (tableaux 3, 5 et 6; figures 3 et 6) sont trompeurs, parce que les données comprennent, au moins du point de vue technique, un effet possible de traitement.

Le tableau 4 est présenté afin de montrer l'importance du lac Snegamook pour les oiseaux aquatiques et justifier son choix comme zone d'étude. Un graphique montrant le nombre maximum ou moyen d'oiseaux de chaque espèce par rapport au jour de l'année aurait été plus instructif que le nombre total d'oiseaux observés. Le tableau 2 aurait dû résumer les traitements (le nombre de survols) en présentant les données selon la classification utilisée dans les analyses statistiques. De plus, les données brutes relatives au nombre de survols (tableau 13) auraient dû être présentées dans une annexe.

Comme mentionné ci-dessus, l'interprétation des résultats de l'analyse de variance pour chaque combinaison de facteurs doit être faite avec prudence (tableaux 17-22). Par exemple, des incidences importantes des VBA ont été constatées dans 4 (25 %) des 16 comparaisons par paires en ce qui concerne les canards noirs. Pouvons-nous donc conclure que les VBA n'ont aucune incidence?

Les résultats des effets de l'année, du moment de l'année et de l'heure de la journée sur les sites témoins ont été présentés en tant que tels (tableaux 7-12). Il aurait été plus utile de les examiner en considération des analyses statistiques parce que ces facteurs ont été étudiés dans le seul but de contrôler les sources de variation.

Observation générale

Il faudrait faire une nouvelle analyse de ces données avant de pouvoir tirer des conclusions.

Waterfowl Populations in the Low Level Training Area of Labrador – A Data Compilation and Analysis

par M. C. Bateman et A. H. Hicks. 1999

Objectifs énoncés

Ce rapport est une compilation de données de toutes les études réalisées dans la ZEBA et dans les environs de 1980 à 1998. D'après les objectifs énoncés, il s'agissait de déterminer si les études réalisées dans le passé étaient satisfaisantes pour fournir des données de base en vue de mettre en oeuvre des mesures qui atténueraient les

incidences possibles des VBA. **Ces études ne visaient pas à vérifier des hypothèses précises au sujet des incidences possibles des VBA.**

Méthodes utilisées pour la compilation

Les données ont été compilées selon l'année, le mois (groupées selon des périodes particulières de l'évolution biologique des oiseaux aquatiques : halte migratoire au printemps, couvaion, mue et halte migratoire à l'automne) et l'écorégion (Lopoukhine *et al.* 1977). Toutefois, on n'explique pas comment les données provenant de diverses sources ont été traitées pour calculer les moyennes et les écarts-types selon les écorégions.

En effectuant une compilation de ce genre, on se trouve toujours en face de différents plans d'échantillonnage et méthodes d'observation. Le lecteur doit être en mesure d'évaluer à quel point les ensembles de données sont comparables. Un tableau présentant les principales caractéristiques des données aurait été indispensable. Il aurait pu comporter des références, un programme de relevés, des méthodes (virée transversale ou parcelle, aérien ou au sol), années et objet, échantillonnage, plan d'échantillonnage, etc.

Présentation et interprétation des résultats

Les auteurs ont d'abord examiné les relevés des couples nicheurs, effectués par hélicoptère dans des parcelles de 10 x 10 kilomètres. Sauf en ce qui concerne le réservoir Smallwood (n=15), les données relatives aux autres écorégions se caractérisaient par la petite taille des échantillons (moyenne=2,4 parcelles/écorégion, écart=1-6, Annexe B). On ne sait pas comment les écarts-types ont été calculés aux tableaux 1 et 2 en ce qui concerne les écorégions comportant une seule parcelle (lac Melville, Porcupine Strand). On ne sait pas non plus si on a fait le relevé des mêmes parcelles pendant plus d'une année et comment on en a tenu compte. Nous pensons qu'on a fait le relevé de certaines parcelles au cours de différentes années et qu'on a groupé les résultats, ce qui est un signe évident d'un manque d'indépendance. Aux tableaux 1-6, on n'indique pas les années. Les comparaisons entre les écorégions seraient biaisées si les résultats n'avaient pas été obtenus les mêmes années. L'extrapolation de la valeur de densité de parcelles ou de transects devrait être considérée avec prudence parce que certains relevés ont été effectués dans des habitats primaires où les concentrations d'oiseaux aquatiques sont connues ou présumées (p. 3).

L'unique objet des relevés est d'évaluer le nombre d'oiseaux statistiquement représentatif d'une région. Cela peut seulement être obtenu si les relevés sont basés sur un plan d'échantillonnage acceptable. On ne doit pas oublier que les données brutes de recensement indiquées sur une carte pour un lieu donné ne donnent pas grand-chose, puisqu'elles ne tiennent pas compte de la variabilité (moyenne avec écarts-types) des données. De plus, les données brutes décrivent seulement une situation existant pour l'ensemble des lieux relevés et non pour toute la région

géographique, sauf si celle-ci a été entièrement recensée par l'imagerie satellite, par exemple. Par conséquent, les cartes indiquant d'importantes concentrations d'oiseaux aquatiques dans la ZEBa devraient être utilisées avec prudence, puisque l'absence d'oiseaux à un point précis d'une zone donnée ne veut pas nécessairement dire que ce point n'est pas important, mais pourrait simplement indiquer qu'aucun relevé n'y a été effectué.

Le même raisonnement pourrait être suivi pour les cartes indiquant la densité moyenne des bernaches du Canada par écorégion (figures 6–9). Des relevés sur des virées transversales aériennes ont été effectués pour obtenir une densité globale du paysage du nord et les données ont été par la suite stratifiées par écorégion. Il se peut que la moyenne calculée ne soit pas représentative et il faut être prudent en interprétant les données. Par exemple, une densité moyenne de 5 à 10 couples de bernaches a été estimée en 1998 pour l'écorégion de Hopedale sur la côte du Labrador (figure 7). Toutefois, nous pouvons constater à la figure 5 que seulement une très petite partie des virées transversales se trouvaient dans la partie sud de cette écorégion.

Observation générale

Il est difficile de voir comment le levé de cartes d'écorégions pourrait être utile en ce qui concerne les oiseaux aquatiques, puisque ces écorégions ne sont pas basées sur les habitats d'oiseaux aquatiques. Le nombre d'oiseaux par mois et par année n'aide pas à comprendre l'utilité des données pour évaluer les incidences des VBA.

Examen général

Relevés aériens continentaux

Dans leur rapport, Bateman et Hicks (1999:1) énoncent clairement qu'une conclusion de l'évaluation des incidences environnementales de 1994 était que les connaissances en matière d'oiseaux aquatiques au Labrador étaient vraiment insuffisantes pour assurer la gestion de la sauvagine ainsi que l'atténuation des incidences des vols à basse altitude. Suite à notre examen des documents énumérés au tableau 1, nous concluons également que les données sont toujours insuffisantes. La principale raison réside dans le fait que la plupart des données proviennent de relevés aériens effectués pour évaluer le nombre global d'oiseaux aquatiques au Labrador et leur contribution à la population du corridor de migration de l'Atlantique. Des relevés aériens de ce genre sont bien conçus à cet effet, mais les sources de variations sont nombreuses et il est facile de soutenir que les variations des nombres probables d'oiseaux sont causées par les VBA. C'est pourquoi des relevés aériens au-dessus du territoire seront toujours inutiles pour déterminer les incidences des VBA. Il est nécessaire de prévoir d'urgence des études bien conçues qui évalueront les incidences des VBA sur les oiseaux aquatiques pendant tout leur cycle annuel. Les dernières études de Bateman *et al.* (1999) et de Turner et Hicks (2000) constituent une amélioration dans ce sens, mais il y a encore beaucoup à faire.

Le concept d'écorégion

Dans plusieurs rapports, on fait mention de la classification des terres en 27 écorégions selon Lopoukhine *et al.* (1977) et on se sert de ces régions pour produire des évaluations de densité. Ces évaluations sont toujours basées sur des analyses a posteriori des données. Elles peuvent seulement donner une idée des densités et ne peuvent pas être utilisées comme des valeurs statistiquement représentatives de chaque région paysagère. De plus, nous ne comprenons pas la nécessité d'une classification de ce genre. Aucune étude n'a démontré un lien véritable entre l'habitat des oiseaux aquatiques et les régions paysagères de Lopoukhine *et al.* (1977). Nous n'avons pas examiné ce rapport, mais la description de Goudie et Whitman (1987) de 8 de ces écorégions indique que chaque région paysagère comporte divers habitats appropriés à diverses espèces d'oiseaux aquatiques. Les densités estimatives ont surtout rapport au nombre et à l'étendue d'habitats convenables et non aux caractéristiques écologiques générales d'une région paysagère. La perturbation pourrait détruire ou dégrader un habitat très recherché et unique parce que celui-ci est classé dans une région paysagère comportant une faible densité générale d'oiseaux. Il faudrait pour la région du nord une classification d'habitats d'oiseaux aquatiques selon les espèces (ou au moins selon les principaux groupes d'espèces), puisque les exigences écologiques sont différentes pour chaque élément de la communauté. **Le concept d'écorégion ne reflète pas la capacité d'un habitat de faire vivre des populations d'oiseaux sauvages.** Des outils SIG seraient un atout précieux à l'avenir pour localiser les principaux habitats d'oiseaux aquatiques et évaluer les incidences possibles des VBA.

Commentaires au sujet de l'évaluation de la perturbation

Quelques-uns des rapports que nous avons examinés citent Bélanger et Bédard (1989) qui ont étudié la répercussion des perturbations sur les oies des neiges qui font halte près d'un petit aéroport municipal (Montmagny) utilisé par des avions à hélices. Il est dangereux d'extrapoler à partir d'une étude des perturbations causées par un petit aéronef pour tirer des conclusions au sujet des perturbations causées par les avions à réaction de l'armée. La perturbation liée aux VBA dure quelques secondes et le bruit est probablement le facteur le plus important. Toutefois, quand nous constatons que les oies des neiges s'habituent au bruit des fusils à propane utilisés pour les faire fuir des terrains agricoles, nous ne pouvons que nous poser des questions au sujet des incidences du bruit des VBA. Avant d'extrapoler les résultats d'autres études, nous ne devons pas oublier que les hélicoptères et les petits avions à hélices ne peuvent pas être comparés aux avions à réaction, du moins dans le cas des oies.

Il faudrait un programme de surveillance à long terme pour voir si les oiseaux aquatiques évitent les régions plus exposées. Il faudrait des parcelles témoins qui auraient les mêmes caractéristiques biophysiques que les zones de VBA. Les méthodes d'observation élaborées dans le cadre du Projet conjoint sur le canard noir (PCCN) pour l'observation des couples d'oiseaux nicheurs (voir Collins 1999) devraient servir de base pour établir une méthode : hélicoptère, taille de la parcelle, dates d'observation, analyses statistiques, etc. Il faudrait apporter des modifications en ce qui concerne les oiseaux qui nichent plus tard. D'autre part, la méthode du PCCN pour les oiseaux nicheurs pourrait ne pas convenir aux oiseaux aux stades de la mue et de la migration qui se regroupent en masse compacte (volées). De plus, il faudrait tenir compte du taux de renouvellement des volées pendant les périodes de migration. Ce ne sont probablement pas les mêmes oiseaux qui sont sans cesse dérangés à un site donné. En ce qui concerne la reproduction, la seule approche est de déterminer si le recrutement dans une zone qui fait l'objet de VBA est sensiblement différent de celui des zones témoins. Le baguage d'oiseaux pendant plusieurs années à l'aide des procédés analytiques récents de capture-marquage-capture serait une approche intéressante. Le concept source-puits pourrait également servir pour évaluer les incidences des VBA. Toutefois, la réalisation d'une étude de ce genre serait difficile et coûteuse en raison des faibles densités et de l'accès limité à la plus grande partie de la région. Néanmoins, elle pourrait faire partie du PCCN, du moins en ce qui concerne le canard noir. La plupart des données utilisées pour évaluer les taux de survie et de mortalité par la chasse des canards noirs proviennent des opérations de baguage effectuées dans l'habitat austral des espèces. Nous ne savons pas si les conclusions tirées pour ces populations australes s'appliquent à celles du Nord du Québec et du Labrador. L'association des besoins locaux (incidences des VBA) et des besoins continentaux (dynamique des populations) pourrait justifier une étude de ce genre.

Densité comme critère de restriction

Le concept de densité critique n'est pas facile à appliquer en raison de la grande variabilité de ce paramètre. Les facteurs qui influent sur la densité de population des oiseaux aquatiques comprennent les caractéristiques biophysiques d'un site et également des paramètres extrinsèques comme les conditions atmosphériques, la chronologie de la migration et de la reproduction, la dynamique des populations (ex. mortalité à cause de la chasse qui se fait plus au sud) et les particularités des relevés eux-mêmes (observateurs, type d'aéronef [hélicoptère ou aéronef à voilure fixe], altitude et vitesse du vol, facteurs de correction [qui doivent varier selon les espèces], taille et répartition des parcelles, etc.) De plus, la densité est calculée d'après le nombre d'oiseaux observés, divisé par la superficie recensée. On ne sait jamais comment cette superficie est calculée et quelle partie de la parcelle constitue un habitat approprié (terres humides), à l'exclusion des régions situées en altitude et des régions d'eau profonde. La plupart des données semblent représenter des densités globales comme mentionné auparavant. Cela est acceptable pour établir la taille des populations (ex. : PCCN), mais non pour établir des seuils critiques ni pour caractériser des sites ou des zones.

Il ne serait pas possible d'interdire les vols au-dessus des parcelles où la densité de la sauvagine dépasse un certain seuil, que les parcelles soient des sections de 10 x 10 km ou de grandeurs ou de formes différentes (voir RRCS 1993). La région entière ressemblera plus à un gruyère où les vols seraient interdits au-dessus de plusieurs petits secteurs dans une matrice d'habitats moins appropriés où les vols seraient autorisés. Une approche basée sur le paysage serait plus utile. Les paysages pourraient être caractérisés selon les habitats appropriés aux divers groupes d'oiseaux sauvages à divers moments du cycle annuel. La densité pour ces divers habitats pourrait ensuite être évaluée et des lignes directrices pourraient être établies en vue de fermer des zones entières qui abondent en habitats appropriés. Ces densités devraient être établies pour les diverses phases du cycle annuel vu la chronologie chevauchante des diverses espèces.

Perspectives et problèmes ultérieurs

Évaluation des incidences des VBA sur les oiseaux aquatiques

L'objectif principal du programme est de déterminer si les VBA (traitement) ont ou non des incidences sur le nombre et la répartition des oiseaux aquatiques et à quel niveau d'activité ces incidences sont nuisibles à la communauté aviaire; les incidences devraient être décelées à l'aide de paramètres tels que présence/absence, tendances au niveau de l'abondance, taux de reproduction, durée de la halte migratoire, changement de voie de migration, temps consacré à l'alimentation, etc. L'objectif ultime est d'interdire les VBA dans les zones où il y a des concentrations d'oiseaux aquatiques ou de maintenir le nombre de vols au-dessous du seuil où on a observé des incidences en ce qui concerne un ou plusieurs paramètres.

Le problème paraît simple mais est des plus complexes. Premièrement, nous ne saurons jamais dans quelle mesure les vols d'entraînement pendant plusieurs années au-dessus de la majeure partie de la zone d'étude ont déjà influé sur la répartition actuelle des oiseaux aquatiques. Quelques-unes ou plusieurs des espèces d'oiseaux aquatiques ont peut-être déjà adapté leur répartition et abondance en réaction aux vols et il pourrait être inutile d'essayer maintenant d'en évaluer les incidences. Deuxièmement, la communauté d'oiseaux aquatiques est vraiment diverse et il est peu probable que les diverses espèces en cause aient une réaction homogène au traitement; par exemple, les oies des neiges seront affolées alors que plusieurs canards de surface resteront passifs pendant le passage d'un aéronef ordinaire volant à basse altitude et des divergences semblables peuvent exister chez des espèces d'oiseaux aquatiques du Labrador en réaction aux survols. Assurer une application uniforme du traitement est également un défi énorme en soi : le niveau de traitement varie selon le type d'aéronef, l'altitude, la proximité et l'angle d'approche. La réaction des diverses espèces au traitement peut également varier selon le cycle annuel des oiseaux, ce qui complique l'établissement de parcelles témoins et expérimentales par paires qui sont comparables à tous les égards¹. De plus, constater et évaluer une réaction comportementale à un survol N'EST PAS la même chose que de constater une incidence. Le réflexe aux stimuli environnementaux (la réaction) est prévisible : c'est seulement quand les stimuli dépassent un certain seuil que des effets physiologiques négatifs perceptibles sont provoqués et l'évaluation de ce seuil est un objectif très difficile. Par conséquent, les études révélant une réaction devront être interprétées avec prudence.

Les réactions des oiseaux au traitement ne seront pas nécessairement faciles à évaluer, puisqu'elles peuvent consister en de nombreuses modifications comportementales, parfois subtiles et la plupart du temps complexes et intimement liées; il est peu probable qu'une réaction simple, facile à observer, se manifestera, puisque plusieurs paramètres pourraient être influencés en même temps. La

¹ Par exemple, les parcelles témoins et expérimentales dans l'étude de Bateman et Hicks étaient différentes entre elles depuis le tout début, ce qui a mis dans l'impossibilité de parvenir à des conclusions définitives.

performance de reproduction et la répartition pendant la halte migratoire peuvent être influencées de façon interdépendante. Par exemple, la répartition, la fidélité à une halte migratoire, à une aire de mue ou à une aire de couvain, la stabilité du couple (fréquence d'abandon du nid) et le taux de reproduction (échec de couvain, perte de couvée) peuvent tous être influencés à différents seuils. Des paramètres de ce genre sont difficiles à surveiller dans la nature avec un degré quelconque de précision dans des circonstances idéales, encore moins dans celles que l'on rencontre dans les régions reculées du Labrador. Les incidences, s'il y en avait, pourraient aussi seulement apparaître après un laps de temps considérable (deux, trois, cinq ans?). Enfin, un grand nombre des effets observés quant à la répartition et à l'abondance des oiseaux pourraient résulter de phénomènes qui se produisent à l'extérieur de la zone et non du traitement lui-même. Bref, aucune méthodologie expérimentale ne permettra de démêler les incidences d'un traitement local de celles d'un traitement régional ou continental. Conclure que le problème n'est pas traitable est probablement proche de la vérité et nous croyons qu'il est probablement impossible d'établir une méthodologie expérimentale globale convaincante et parfaite qui permettrait de découvrir les incidences des VBA sur les oiseaux aquatiques.

Dans ce contexte, nous préférons une approche très différente au problème d'atténuation des effets de ces vols sur la communauté d'oiseaux aquatiques. En utilisant les données existantes relatives aux besoins des diverses espèces en ce qui concerne l'habitat et le moment de la saison de reproduction, il serait probablement possible de localiser les zones vulnérables qui devraient toujours être interdites aux survols sans élaborer un programme expérimental dont le résultat serait contestable dès le début. Dans ce contexte, une approche prudente nous semble appropriée et est valable étant donné les données existantes concernant les réactions de ces animaux à la perturbation.

Définition des principaux habitats

Comme indiqué plus haut, le principal objectif est de déplacer les activités de vol dans des zones où les chances de perturber les oiseaux aquatiques sont réduites au minimum. Définir des zones de ce genre d'après le nombre d'oiseaux seulement donnera toujours de grandes variations des nombres selon l'année, la date de l'observation, la compétence de l'observateur, le temps pendant l'observation, etc. De plus, de petites parcelles délimitées seulement par le nombre d'oiseaux ne reflètent pas l'intégrité de l'écosystème, basée sur les exigences écologiques de ces animaux. L'approche que nous proposons contourne cette difficulté. Au lieu d'essayer de déceler une ou plusieurs réactions chez diverses espèces, nous proposons plutôt de considérer les caractéristiques générales de l'habitat. Les données existantes relatives aux exigences des principales espèces sont probablement suffisantes pour prédire la répartition actuelle des oiseaux aquatiques et localiser les zones vulnérables. Le levé de cartes écologiques des principales zones d'oiseaux aquatiques doit passer avant tout et à notre avis, cela est essentiel et peut se faire à l'aide de l'imagerie satellite et de cartes topographiques. La gestion des fermetures de zone se ferait en fonction des principaux habitats de chaque espèce. Il suffirait d'ajouter à ces données des

connaissances autochtones et de nouvelles données recueillies sur le terrain au besoin pour définir une approche vraiment prudente. Une analyse pourrait ensuite être effectuée en fusionnant de petites parcelles en secteurs d'habitats plus grands où se trouvent des concentrations de plusieurs espèces. De grandes parcelles d'habitats permettraient de maintenir les fonctions écologiques indispensables à chaque espèce; ces parcelles entrelacées dans des parcelles essentielles à la protection des ongulés et aux besoins humains donneraient une grille complexe au-dessus de laquelle le MDN pourrait autoriser les VBA.

Confirmation des réactions des oiseaux aquatiques aux VBA

Nous ne refusons pas de considérer la nécessité d'études expérimentales particulières bien conçues sur des paramètres clés, y compris la productivité et le recrutement dans les aires de couvaison et le temps que consacrent à l'alimentation plusieurs espèces ou toutes les espèces pendant la halte migratoire ou la mue. Des études de ce genre, même si elles sont passionnantes sur le plan intellectuel et précieuses, n'assureront pas en elles-mêmes la survie d'une population et n'aideront pas non plus à déterminer la capacité de l'habitat à faire vivre des populations d'oiseaux sauvages. Pour cette raison, l'approche générale prudente semble essentielle.

Incertitude à long terme

Quand on traite des problèmes liés à la protection, on doit toujours faire face à la question des incidences à long terme. Celle-ci peut seulement être traitée au moyen d'une surveillance à long terme et devrait être propre à certaines espèces à des périodes critiques de leur cycle annuel. Cela peut seulement se faire pour les espèces plus abondantes (ex. : canard noir et bernache du Canada). Le Projet conjoint sur le canard noir met déjà en oeuvre un programme à long terme de ce genre, mais l'objectif du PCCN est de refléter le mouvement des populations continentales plutôt que le mouvement des populations locales. Il doit être modifié pour refléter l'utilisation de la zone qui fait l'objet de survols. Établir un rapport entre les incidences possibles des VBA sur les oiseaux aquatiques et des incidences simultanées sur les caribous, les balbuzards et le travail et les activités de l'homme ajoute plusieurs niveaux de complexité au problème global.

La façon de s'occuper des espèces menacées comme les canards arlequins et les garrots de Barrow demeure un problème. Préparer des projets sur les incidences des survols est un défi majeur, puisque ces deux dernières espèces occupent tout le territoire, mais à une très faible densité. Dans le cas où les VBA auraient des incidences négatives, devrions-nous nous inquiéter davantage d'espèces surabondantes et cosmopolites comme les bernaches du Canada et les canards noirs (les conséquences seraient plutôt minimales à l'échelle continentale) ou devrions-nous plutôt nous inquiéter du sort des canards arlequins et des garrots de Barrow, puisque les incidences présumées se produisent au coeur même de leur seul territoire connu de reproduction?

Résumé

Nous avons conclu qu'une approche globale vraiment expérimentale n'est pas possible pour plusieurs raisons et nous préférons une approche prudente et moins coûteuse qui doit commencer par le levé de cartes des habitats des oiseaux aquatiques dans toute la zone d'entraînement à basse altitude (ZEBa). Chose étonnante, ces données ne semblent pas être disponibles ni pour les espèces dominantes ni pour les espèces rares d'intérêt spécial. Le levé de carte devrait surtout porter sur la reproduction, mais également sur les haltes migratoires. Il devrait donner suffisamment de renseignements pour délimiter a priori des secteurs à éviter, qu'il y ait des incidences ou non. Ce processus devrait comprendre les étapes suivantes :

- 1) Déterminer où se trouvent (rivières au débit rapide, lacs acides peu profonds, masses d'eau avec objets flottants, zones marécageuses, etc.) les diverses espèces d'après les ouvrages à notre disposition (publiés) et les outils géographiques ordinaires (photos satellites ou traditionnelles).
- 2) Effectuer des vérifications sur le terrain pour s'assurer que les zones apparemment de qualité sont de fait utilisées par les oiseaux aquatiques et obtenir une estimation des densités. Pendant ce processus, délimiter la taille d'une parcelle pratique et vérifiable afin d'obtenir des évaluations de densité de façon rapide et sûre.
- 3) Classer les diverses espèces en fonction de l'importance et de la vulnérabilité et décider sur quel aspect on insistera lors d'études spécifiques.
- 4) S'attendre à faire des évaluations pendant plusieurs années (5 à 10 ans) avant de pouvoir observer des changements de densité qui peuvent être interprétés. Des études spécifiques révélant l'évolution de divers paramètres (abandon du nid, survie des canetons ou productivité, changement de comportement quant à la vigilance, comportement de vol, etc.) doivent être planifiées avec soin et utiliser une méthodologie expérimentale. Des études de ce genre sont coûteuses et tout le monde sait qu'il est difficile d'obtenir une taille d'échantillon raisonnable.
- 5) Enfin, les divers rapports que nous avons examinés manquent d'uniformité d'approche et de méthode et ne tiennent pas compte des buts poursuivis. Pour être couronné de succès, le programme que nous recommandons doit être planifié et surveillé de près du début à la fin par un seul comité d'experts afin d'assurer la cohésion et un objectif commun. On pourrait faire appel à des experts-conseils ou à des étudiants inscrits à divers programmes de deuxième ou troisième cycle pour faire les études, mais contrairement à ce qui s'est produit jusqu'ici, ces études devraient être soigneusement intégrées sous la direction d'un seul coordonnateur. La méthodologie des études devrait également être évaluée par des examinateurs indépendants avant le projet et tout le programme devrait être examiné périodiquement par des examinateurs externes. Encore une fois, on devrait accorder de l'importance aux études qui ont des chances d'être publiées dans des ouvrages scientifiques spécialisés. Cela donnerait une crédibilité beaucoup plus grande aux études et aux programmes de surveillance. La plupart des rapports du gouvernement ou de consultants que nous avons examinés ne seraient pas publiés dans des ouvrages scientifiques spécialisés. Les rapports concernant la chouette tachetée de la côte ouest (ex. : Call *et al.* 1992, Lamberson *et al.* 1992, Murphy et

Noon 1992) constituent de bons exemples de rapports de recherche appliquée qui ont été publiés comme articles scientifiques et ont servi dans le cadre de l'EIE.

Remerciements

Nous remercions M. Gaëtan Daigle du Service de consultation statistique, Département de mathématiques et de statistiques, Université Laval, de ses conseils pertinents lorsqu'il s'est agi d'évaluer les méthodes statistiques utilisées dans quelques-uns des documents examinés.

Bibliographie

- Bélanger, L. et J. Bédard. 1989. Responses of staging Greater Snow Geese to human disturbance. *J. Wildl. Manage.* 53(3): 713-719.
- Call, D. R., R. J. Gutierrez et J. Verner. 1992. Foraging Habitat and Home-Range Characteristics of California Spotted Owls in the Sierra Nevada. *Condor* 94: 880-888.
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling techniques*. John Wiley and Sons, New York, ix + 234 p.
- Lamberson, R. H., R. Mckelvey, B. R. Noon et C. Voss. 1992. A Dynamic Analysis of Northern Spotted Owl Viability in a Fragmented Forest Landscape. *Conservation Biology* 6: 505-512.
- Link, W. A. et J. R. Sauer. 1994. Estimating equations estimates of trends. *Bird Populations* 2: 23-32.
- Lopoukhine, N., N. A. Prout et H. E. Hirvonen. 1977. Ecological land classification of Labrador: a reconnaissance. *Division des sciences halieutiques et environnementales. Classification écologique des terres. Série n° 4*, 85 p.
- Murphy, D. D. et B. R. Noon. 1992. Integrating scientific methods with habitat conservation planning: reserve design for northern spotted owls. *Ecological Applications* 2: 3-17.