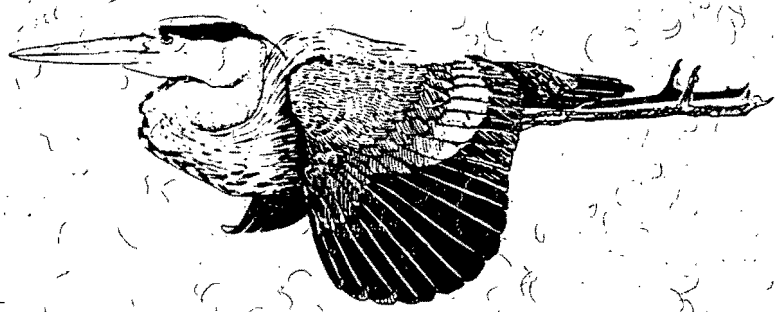
LA CONTAMINATION DE LA SAUVAGINE ET DE SES HABITATS PAR LA GRENAILLE DE PLOMB AU CANADA

J.A. Kennedy
S. Nadeau



ENVIRONNEMENT CANADA
BIBLIOTHÈQUE
RÉGION DE QUÉBEC

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES, Nº 164
Service canadien de la faune
Administration centrale

SK
470
T42
No. 164F

Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library
38 000 354

Environnement Canada
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

Canada

TECHNICAL REPORT SERIES
CANADIAN WILDLIFE SERVICE

This series of reports, established in 1986, contains technical and scientific information from projects of the Canadian Wildlife Service. The reports are intended to make available material that either is of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for these Technical Reports is usually confined to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities; they can be obtained only from the address given on the back of the title page. However, they are numbered nationally. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed with the DOBIS system in major scientific libraries across Canada. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience. **To determine whether there is significant demand for making the reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES
DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports donnant des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF) a démarré en 1986. L'objet de ces rapports est de promouvoir la diffusion d'études s'adressant à un public restreint ou trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou l'une des séries du SCF.

Ordinairement, seuls les spécialistes des sujets traités demandent ces rapports techniques. Ces documents ne sont donc produits qu'à l'échelon régional et en quantités limitées; ils ne peuvent être obtenus qu'à l'adresse figurant au dos de la page titre. Cependant, leur numérotage est effectué à l'échelle nationale. La citation recommandée apparaît à la page titre.

Ces rapports se trouvent dans les bibliothèques du SCF et figurent aussi dans les listes du système de référence DOBIS utilisé dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur en fonction du public visé. **En vue de déterminer si la demande est suffisamment importante pour produire ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Il faut envoyer les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle à l'adresse indiquée au verso de la page titre.**

Cover illustration is by R.W. Butler and may not be used for any other purpose without the artist's written permission.

L'illustration de la couverture est une œuvre de R.W. Butler. Elle ne peut dans aucun cas être utilisée sans avoir obtenu préalablement la permission écrite de l'auteur.

36 0588S F

LA CONTAMINATION DE LA SAUVAGINE ET DE SES HABITATS PAR LA GRENAILLE DE PLOMB AU CANADA

Judith Kennedy et Simon Nadeau
(rédacteurs)

Série de rapports techniques, n° 164
Service canadien de la faune
Administration centrale, 1993

Ce document peut être cité comme suit :

Kennedy, J.A. et Nadeau, S. 1993. *La contamination de la sauvagine et de ses habitats par la grenaille de plomb au Canada.* Série de rapports techniques, n° 164, Service canadien de la faune, 121 pp. Administration centrale, Service canadien de la faune, Ottawa.

SK
410
T42
no. 164 F
ex. B

CONTENTS

INTRODUCTION 1
J.S. Wendt

CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS LES OS DES AILES DE TROIS ESPÈCES DE CANARDS AU CANADA 6
K.M. Dickson et A.M. Scheuhammer, Service canadien de la faune, Ottawa

LA FRÉQUENCE DE LA CONTAMINATION DE LA SAUVAGINE PAR LE PLOMB ET DU SATURNISME CHEZ LE PYGARGUE À TÊTE BLANCHE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE, 1988—1991 . . . 30
Tiré de: Elliott et collab., 1992; et Whitehead, 1989; des renseignements supplémentaires ont été fournis par P.E. Whitehead et J.E. Elliott, Service canadien de la faune, région du Pacifique et du Yukon.

L'INGESTION DE GRENAILLE DE PLOMB PAR LA SAUVAGINE DES PRAIRIES CANADIENNES 49
Tiré de: Hochbaum et Bain, 1988; Hochbaum et collab., 1988; Hochbaum et Leafloor, 1988; Hochbaum, 1990; des renseignements supplémentaires ont été fournis par G.S. Hochbaum sur les données de 1991.

L'INGESTION DE PLOMB PAR LA SAUVAGINE EN ONTARIO 69
Tiré de: Dennis, 1990

RÉSUMÉ DES TAUX D'INGESTION DE GRENAILLES DE PLOMB CHEZ LA SAUVAGINE AU QUÉBEC 86
Tiré de: Lemay et collab., 1989.

LA GRENAILLE DE PLOMB DANS LES MARITIMES: BIODISPONIBILITÉ ET INGESTION PAR LA SAUVAGINE 98
Tiré de: Hanson, 1989; Bateman et collab., 1989; Schwab et Daury, 1989; Daury, 1991; Bateman et Barrow, 1992.

CONCLUSION 120
J.S. Wendt

INTRODUCTION

J.S. Wendt

Le présent recueil d'articles techniques a pour but de consigner l'information connue quant aux endroits qui constituent des sources d'exposition au plomb pour la sauvagine dans l'ensemble du Canada. Il s'agit d'une considération importante, puisque l'on croit que l'exposition au plomb des animaux sauvages est attribuable en majeure partie à l'utilisation de grenaille de plomb dans les fusils de chasse. Le choix des munitions peut être contrôlé assez facilement, et les études décrites dans le présent rapport contribueront à déterminer les endroits où ce contrôle est le plus nécessaire.

L'exposition à une substance toxique n'entraîne pas nécessairement des symptômes d'intoxication. Et l'intoxication, si elle se produit, ne provoque pas nécessairement la mort. Les articles du présent recueil ne visent pas à fournir de l'information directe au sujet de la mortalité causée par l'intoxication par le plomb, ni à relier cette mortalité à la dynamique globale des populations d'oiseaux aquatiques.

Contexte

Le plomb est exploité et utilisé par les humains depuis les temps anciens. Gale et Stos-Gale (1981) croient que la fusion du plomb a commencé au moins au septième millénaire av. J.-C. Ils indiquent qu'à cause de son point de fusion peu élevé, le plomb pourrait avoir fondu accidentellement dans un feu de camp. Ce phénomène n'aurait pu se produire avec le cuivre. Ils décrivent l'élaboration d'une technologie métallurgique pour l'extraction de l'argent de minerais riches en plomb, au cours de laquelle le plomb était probablement produit en tant que sous-produit de faible valeur. Parmi les premières utilisations du plomb figurent la fabrication de fuseaux pour le filage de la laine, de plomb pour la pêche, de fils, ainsi que de rivets employés pour la réparation des poteries.

Aujourd'hui, le plomb trouve un grand nombre d'utilisations. La fabrication des piles représente l'utilisation commerciale la plus importante. Jusqu'à récemment, les additifs de l'essence constituaient la deuxième plus importante utilisation (Greniger et collab., 1976). Les formes de plomb employées dans l'essence sont le plomb tétraméthyle et le plomb tétraéthyle, qui sont plus toxiques pour les humains que le plomb inorganique (Goyer, 1988). L'ajout de plomb dans l'essence a été presque éliminé au Canada au moyen de règlements.

Les munitions représentent une utilisation relativement peu importante du plomb (5,7 % des utilisations en 1972 - Greniger et collab., 1976). Plusieurs propriétés du

plomb le rendent attrayant pour la fabrication de projectiles : son faible coût, sa malléabilité (qui lui permet de se déformer plutôt que d'éclater), sa mollesse (qui réduit les dommages potentiels aux canons des fusils), sa densité élevée (qui augmente l'impact sur la cible) et sa maniabilité à des températures relativement basses. On a toujours utilisé le plomb pour fabriquer les munitions de presque toutes les petites armes.

Les cartouches de fusils utilisées pour la chasse à la sauvagine ont toujours été faites de plomb. Une cartouche typique contient plusieurs centaines de grenailles. La plupart de ces grenailles n'atteignent pas l'oiseau, mais tombent dans l'environnement, habituellement dans un milieu humide. Faites de plomb inorganique, les grenailles sont relativement inertes dans la plupart des milieux, sauf dans les milieux dont le pH est exceptionnellement élevé (Société royale du Canada, 1986). L'importance toxicologique des grenailles de plomb épuisées est donc faible dans la plupart des cas. Toutefois, l'intoxication peut survenir si un oiseau ingère des grenailles.

Les oiseaux n'ont pas de dents. Lorsqu'ils ingèrent une particule dure comme une pierre, ils la retiennent souvent dans le gésier, où elle sert à broyer les aliments. La particule peut demeurer dans le gésier pendant un mois, après quoi elle est elle-même broyée et éliminée. Une grande proportion du plomb des grenailles peut donc être absorbé par l'organisme de l'oiseau. Ce qui n'améliore pas les choses, c'est que les oiseaux recherchent des particules dures (gravier) pour assurer le fonctionnement de leur gésier. Dans certains milieux, les grenailles de plomb provenant de la chasse peuvent constituer une des sources les plus abondantes de gravier pour la sauvagine.

Une combinaison de divers facteurs entraîne parfois une mortalité importante (mortalité massive) chez la sauvagine par suite d'une intoxication par le plomb (Bellrose, 1959). Des milliers de canards et d'oies ont été trouvés morts par suite de ce genre de phénomène. On a établi un lien entre les mortalités massives et les zones où la chasse est intensive, où un grand nombre de grenailles de plomb sont déposées au fond des marais et marécages. Parmi les autres facteurs importants figurent le climat et le temps de l'année, le régime des oiseaux, la nature des sédiments des terres humides et la durée du séjour des oiseaux dans la zone en question.

Bellrose a indiqué que les mortalités massives ne rendent pas compte de la plupart des décès causés par le saturnisme. Il est possible qu'un certain nombre d'oiseaux présentant des symptômes d'intoxication par le plomb se retirent des volées pour aller mourir seuls, ou encore qu'ils meurent et qu'ils soient consommés par des prédateurs. Ces pertes passeraient souvent inaperçu.

On ne dispose que de peu d'information directe sur la mortalité de la sauvagine causée par le saturnisme au Canada. On n'a pas observé beaucoup de mortalités massives de sauvagine. Mais on se préoccupe de l'intoxication par le plomb au

Canada depuis de nombreuses années. Aux États-Unis, le taux manifestement plus élevé d'intoxication, et en particulier certains cas d'intoxication secondaire du Pygargue à tête blanche, ont mené à l'interdiction progressive de l'utilisation des grenailles de plomb pour la chasse à la sauvagine. Depuis 1991, on ne peut plus utiliser de grenailles de plomb pour ce type de chasse partout aux États-Unis.

Au Canada, les premières interdictions concernant l'utilisation des grenailles de plomb pour la chasse aux oiseaux aquatiques ont été instituées régionalement en 1989 et en 1990. Certaines zones de l'Ontario, du Manitoba et de la Colombie-Britannique, où l'on avait décelé un risque élevé d'intoxication de la sauvagine par le plomb, ont été visées par ces interdictions. La réaction canadienne a été modérée par deux facteurs. On croyait que la grenaille d'acier, la grenaille de remplacement proposée, comportait des défauts et on alléguait qu'elle pouvait accroître le nombre d'oiseaux estropiés, plutôt que tués sur le coup, en particulier par des chasseurs inexpérimentés. Comme on présumait qu'un grand nombre de régions du Canada ne présentaient pas de risques appréciables d'intoxication par le plomb (Wendt et Kennedy, 1992), le risque d'augmentation des taux de mutilation constituaient une considération importante. Depuis, les grenailles d'acier ont été améliorées, et le public a été mieux informé de leurs qualités. Les inquiétudes concernant la puissance meurtrière potentiellement inférieure de l'acier ont diminué, mais n'ont pas disparu complètement. Aucune des études du présent recueil ne fournit de nouveaux renseignements sur cette question.

Afin de lutter contre le saturnisme chez la sauvagine, il a été décidé que les grenailles de plomb pour la chasse aux oiseaux aquatiques seraient interdites au Canada partout où elles risquaient de provoquer une intoxication importante des animaux sauvages. Il fallait par la suite établir un cadre afin d'orienter les études sur le terrain et aboutir à des mesures réglementaires. À cette fin, des employés du Service canadien de la faune ont établi un ensemble de critères pour évaluer les diverses mesures de l'exposition au plomb chez la sauvagine, et établir des règlements en conséquence. Le cadre a été approuvé en 1990 par les ministres fédéral et provinciaux de la faune en tant que politique provisoire. Comme la majeure partie de l'information disponible à ce moment-là découlait des échantillons de gésiers, la politique provisoire définissait certaines régions du pays comme étant des zones prioritaires d'action en fonction de l'incidence des grenailles de plomb dans les gésiers des canards de surface. Partout où le taux d'ingestion excédait 10 %, on envisageait immédiatement l'établissement de zones de chasse limitées à la grenaille non toxique. Les zones où le taux d'ingestion était supérieur à 5 % devaient être examinées en second lieu. Les recherches résumées dans les présents articles se fondent sur ce cadre.

Le présent rapport

Dans le présent recueil d'articles de recherche, l'exposition de la sauvagine au plomb dans l'ensemble du Canada est évaluée au moyen de diverses techniques. Le premier article traite d'une étude réalisée à l'échelle nationale qui avait pour but d'analyser la concentration de plomb dans les os des jeunes canards de trois espèces. Les autres articles décrivent l'analyse des gésiers, c'est-à-dire l'examen des gésiers d'oiseaux morts afin d'y déceler des morceaux de billes de plomb, ainsi que d'autres techniques de détection du plomb dans des échantillons de tissus et dans les milieux naturels. Le recueil brosse un portrait des zones où le risque d'intoxication de la sauvagine par le plomb de la grenaille est le plus élevé au Canada, et tente d'évaluer le degré de risque pour les espèces sauvages en général au pays.

L'article de Dickson et Scheuhammer présente une carte montrant l'exposition au plomb dans l'ensemble du Canada. À cause de la présentation graphique, certains lecteurs pourraient être portés à se concentrer seulement sur les résultats, ce qui constituerait une erreur. Chacune des études se fonde sur des échantillons (p. ex., de tissus d'oiseaux aquatiques, comme les ailes, le gésier et le sang; de sédiments des fonds; ou d'aigles estropiés), et les échantillons peuvent être source d'erreur. Il faut éviter de faire des déductions à partir d'une petite quantité de renseignements, pour plutôt apprécier les hypothèses de base établies par les chercheurs. Dickson et Scheuhammer présentent une discussion utile sur la fiabilité de leurs hypothèses. Leur article devrait être envisagé comme un aperçu à grande échelle de l'exposition au plomb chez les canards, et il doit être complété par l'information détaillée présentée dans les autres articles.

En outre, il ne faut pas oublier que les études du présent rapport ne visent pas à quantifier la mortalité des oiseaux aquatiques causée par la grenaille de plomb, et encore moins à comparer les «oiseaux sauvés» de l'intoxication au plomb aux «oiseaux perdus ou sauvés» par suite d'un changement de munitions. Il serait difficile, pour plusieurs raisons, d'effectuer une évaluation complète de l'impact global, sur les populations de sauvagine, d'une décision canadienne d'interdire ou de permettre la grenaille de plomb dans une certaine zone. D'abord, on ne comprend pas très bien le lien qui existe entre l'exposition au plomb et la mortalité chez les oiseaux sauvages. Des cas d'exposition importante ne sont apparemment pas accompagnés d'une mortalité significative (p. ex., le Canard pilet, dans Deuel, 1985 - mais il faut remarquer que dans d'autres conditions, le Canard pilet s'est avéré susceptible au saturnisme). La réaction semble varier beaucoup en fonction du régime, des conditions climatiques et de l'espèce. En outre, il est probable que l'on ne puisse mesurer l'impact de la mortalité par suite d'intoxication par le plomb sur les populations nicheuses de la saison suivante, étant donné que les biologistes n'ont pu très bien déterminer l'effet de la mortalité par la chasse sur les populations (p. ex., Anderson, 1976 : dans toutes les estimations pour les espèces chassées, la mortalité par la chasse est beaucoup plus élevée que la mortalité due au saturnisme). Enfin, les

efforts en vue d'évaluer les différences entre les types de grenaille en ce qui concerne la perte par suite de mutilation sont ambigus et controversés. La difficulté réside dans la mesure de la perte par mutilation elle-même. Certaines des meilleures expériences sur la perte par mutilation ont surtout permis de démontrer les coûts élevés liés à l'obtention des échantillons et la grande variabilité qui existe entre les divers lieux de chasse (p. ex., Nieman et collab., 1987). À la lumière de ces complications, on ne peut qu'établir des hypothèses quant à l'effet net, sur les populations de canards, des billes de plomb comparativement aux billes de remplacement dans les endroits où l'exposition au plomb est faible.

Orientations futures

On s'interroge toujours sur l'opportunité d'instituer des interdictions régionales additionnelles ou une interdiction nationale en ce qui concerne l'utilisation de billes de plomb pour la chasse à la sauvagine. Le présent rapport technique a pour but de fournir de l'information sur les endroits où il existe un risque décelable d'exposition au plomb pour la sauvagine. La préoccupation du public au sujet des grenailles de plomb, la capacité d'appliquer les règlements, ainsi que la mise au point de nouveaux types de billes constitueront également des considérations importantes.

Le Service canadien de la faune veillera à faire en sorte qu'au moins les endroits qui présentent un risque important d'intoxication par le plomb soient inclus dans les zones limitées à la grenaille non toxique. Pour ce, il suivra le processus normal de consultations avec les provinces et les autres groupes qui participent à l'élaboration des règlements annuels de chasse aux oiseaux migrateurs. Cette stratégie réduira le saturnisme chez la sauvagine à des proportions négligeables par rapport aux valeurs actuelles. Chacune des provinces pourra, selon l'approche qu'elle choisira, élargir les zones limitées à la grenaille non toxique pour inclure les endroits où les oiseaux aquatiques ne semblent exposés que de façon imperceptible à la grenaille de plomb.

CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS LES OS DES AILES DE TROIS ESPÈCES DE CANARDS AU CANADA

K.M. Dickson et A.M. Scheuhammer, Service canadien de la faune, Ottawa

Résumé

Des os d'ailes ont été prélevés sur des spécimens immatures de Canards colverts, de Canards noirs et d'hybrides de ces deux espèces (échantillon total : 8692), de même que de Morillons à collier (821), dans le cadre des Enquêtes nationales sur les prises (ENP) de 1988 et 1989. On a eu recours à la spectrophotométrie d'absorption atomique par la flamme pour mesurer les concentrations de plomb dans les os dissous. Les distributions de fréquence du nombre d'ailes ont été calculées par rapport à la teneur en plomb et utilisées pour déterminer les valeurs des concentrations élevées de plomb ($\geq$ 10 mg/kg). La répartition géographique des concentrations élevées a été cartographiée à l'aide du système SPANS et superposée sur une carte des zones de chasse établie à partir des ENP. Les secteurs caractérisés par une chasse intensive et des concentrations élevées de plomb ont été reconnues comme étant susceptibles de présenter des problèmes de saturnisme chez la sauvagine. Les secteurs de chaque province à l'exception de la Saskatchewan ont été repérés et leur désignation comme zones de chasse limitées à la grenaille non toxique pourrait être envisagée.

Introduction

L'ingestion de plombs de fusils de chasse représente une source importante de plomb pour les oiseaux aquatiques. L'intoxication par le plomb, ou saturnisme, peut causer des troubles physiologiques des appareils digestif et circulatoire ainsi que du système nerveux, et peut-être même la mort. On trouvera dans Sanderson et Bellrose (1986) une description détaillée des symptômes du saturnisme. Parmi les autres sources de plomb auxquelles les oiseaux aquatiques peuvent être exposés, citons les résidus de l'exploitation minière du cuivre et du nickel, les refus de broyage se trouvant dans des zones d'exploitation des mines de plomb, des raffineries, la grenaille de plomb enfouie et l'essence des voitures. Toutefois, l'ingestion de grenaille de plomb semble être la principale source d'intoxication par le plomb chez ces oiseaux (Sanderson et Bellrose, 1986).

Le présent article a pour but d'analyser la distribution géographique des concentrations élevées de plomb dans les os des ailes chez les canards juvéniles au Canada, et de déterminer les zones où l'on signale à la fois des concentrations de plomb élevées et une chasse intensive au canard.

Méthodes

a) Concentration de plomb dans les os des ailes

Pour évaluer l'exposition au plomb chez le canard sauvage au Canada, on a prélevé des os d'ailes chez des spécimens immatures de Canard colvert, de Canard noir, de canard hybride (Canard colvert-Canard noir) ainsi que de Morillon à collier; des chasseurs avaient fait parvenir ces ailes au Service canadien de la faune en 1988 et 1989, dans le cadre de l'Étude des ailes et des queues d'oiseaux faisant partie des Enquêtes nationales sur les prises (ENP). L'âge des oiseaux a été déterminé par des biologistes chevronnés. Chaque chasseur a indiqué l'endroit d'où provenait l'échantillon en termes de distance et de direction par rapport au bureau de poste le plus proche. Ces valeurs ont été converties en coordonnées (latitude et longitude) précisant l'emplacement de la capture de chaque oiseau.

Seuls les canards juvéniles ont servi à l'étude, de sorte que les concentrations de plomb ne pouvaient être attribuées qu'à une exposition en territoire canadien au cours des premiers mois de vie. On a excisé les os des ailes (radii), que l'on a débarrassés des tissus musculaires associés; ces pièces ont été lyophilisées et pesées, puis on les a soumises à une digestion à l'acide nitrique pur dans des conditions de laboratoire propres. Tous les os endommagés ont été mis de côté. Les concentrations de plomb dans les os ont été mesurées par spectrométrie d'absorption atomique à flamme. On trouvera une description plus détaillée des techniques dans des rapports ultérieurs.

Le calcul des distributions de fréquence a servi à l'étude des différences dans les concentrations de plomb dans les os des ailes entre les diverses espèces et entre les deux années. On a fait une représentation graphique des distributions en plaçant le nombre d'ailes par rapport à la concentration de plomb dans les os des ailes. On a testé la similarité de cette distribution entre les années pour chaque espèce, tout comme la similarité de la distribution entre les espèces, à l'aide de la méthode de la précision d'ajustement décrite dans Sokal et Rohlf (1981). Les données sur les distributions ont également servi à déterminer la concentration qui pourrait, dans les études subséquentes, être l'indicateur de teneurs «élevées» en plomb.

On a ensuite cartographié la distribution géographique de l'incidence des concentrations élevées de plomb dans les os des ailes chez les canards. Pour les besoins de cette analyse, on a résumé les données par quadrats couvrant une superficie de 10 minutes de latitude par 10 minutes de longitude (appelés «quadrats de 10 minutes)». Ces estimations géographiques ont été considérées comme étant des données ponctuelles correspondant à la latitude et à la longitude du centre de chaque quadrat de 10 minutes.

b) Distribution spatiale de l'intensité de chasse

Le questionnaire annuel relatif aux ENP comprend une évaluation du nombre de jours de chasse au canard pour chaque saison. Dans ce questionnaire, le SCF demande aux chasseurs de fournir des renseignements sur leurs habitudes de chasse et sur leurs prises (par exemple, le nombre de jours passés à la chasse au canard et l'emplacement utilisé le plus souvent à cette fin). À partir de ces données, on a calculé le nombre de jours-chasseurs correspondant à chaque quadrat de 10 minutes. Il importe de souligner que ces évaluations de l'intensité de chasse ne se rapportent qu'aux sportifs qui détiennent un permis de chasse aux oiseaux migrateurs, les prises effectuées par les autochtones (qui n'ont pas besoin de permis) et par les braconniers n'étant donc pas incluses.

On a tenu compte du nombre moyen de jours-chasseurs évalué pour chaque quadrat de 10 minutes entre les années 1972 à 1988 inclusivement. Ces données couvraient une période bien plus longue que les deux années de collecte d'ailes. Notre but était de réduire au minimum le nombre de quadrats dont l'intensité de chasse est inconnue en vue de distinguer les quadrats où il ne se fait aucune chasse au canard de ceux qui donnent lieu à cette chasse mais que l'on n'a pas échantillonnés. Pour les quadrats qui n'ont donné lieu à aucune chasse au cours des 17 années de l'étude, on a considéré qu'ils n'avaient jamais donné lieu à des activités de chasse. Ainsi, pour qu'un quadrat soit pris en considération dans les analyses subséquentes, il fallait qu'il ait au moins un jour-chasseur (canard) porté à son compte entre 1972 et 1988. Comme nous l'avons déjà mentionné, la latitude et la longitude correspondant au centre du quadrat de 10 minutes ont été associées aux données recueillies.

On a calculé la distribution de fréquence du nombre de jours-chasseurs pour aider à déterminer l'intensité de chasse que l'on pourrait qualifier d'«intensive». La distribution géographique des catégories résultantes relatives à l'intensité de chasse a ensuite été portée sur une carte.

c) Cartographie

Le système d'analyse spatiale SPANS a servi à analyser les distributions spatiales de l'intensité de chasse et de la fréquence des concentrations élevées de plomb dans les os des ailes. Ce système fait l'interpolation entre les données ponctuelles en vue de créer une surface «lisse» ou homogène, que l'on peut interpréter de la même façon qu'une carte thématique. Le système de cartographie potentielle POTMAP repose sur la prémisse selon laquelle tout point a une valeur relative à celle des points qui l'entourent, mais ce rapport diminue à mesure que la distance augmente (Intera Tydac 1991).

Dans cette méthode, on utilise des cercles concentriques qui se superposent.

On calcule la moyenne de toutes les valeurs ponctuelles contenues dans les cercles, et cette moyenne devient la nouvelle valeur correspondant au point situé au centre de ces cercles d'échantillonnage. L'utilisateur détermine la valeur des paramètres qui précisent quel doit être le diamètre des cercles et la formule de pondération des points avoisinants. Le rayon d'un cercle intérieur dans lequel tous les points possèdent la même pondération est appelé alpha, celui d'un cercle d'échantillonnage dans lequel tous les points ne sont pas pondérés également s'appelle gamma, et bêta est la fonction qui indique le facteur de pondération employé pour les points contenus dans le périmètre gamma. On précise également le nombre de points rapprochés qui serviront dans le processus de mise en moyenne (ou lissage).

Les points utilisés comme données étaient ceux qui se trouvaient au centre des quadrats de 10 minutes de latitude et de longitude. À mesure que l'on se déplace vers le nord, la distance comprise entre les lignes de longitude décroît; ainsi, les quadrats de 10 minutes se trouvant au sud sont légèrement plus larges que ceux du nord. Dans la partie située le plus au nord pour laquelle on a reçu des ailes de canards, les points est-ouest adjacents étaient séparés d'environ 11,22 km, et la distance approximative entre les points nord-sud adjacents atteignait 18 km. On a attribué à alpha (le rayon du cercle intérieur) la valeur 5,6 km (pour un diamètre de 11,2 km, soit un peu moins que la distance entre les points); cette étape a permis d'utiliser la valeur de chaque point centroïde tout en introduisant la notion essentielle de «zone» (plutôt que de présenter les données sous forme de points) aux fins d'affichage. Il n'a pas été nécessaire de faire une mise en moyenne, ou lissage, étant donné que chaque point de donnée correspondait à un groupe de données sur toutes les ailes recueillies dans un quadrat de 10 minutes. Par conséquent, on a également déterminé 5,6 km comme valeur de gamma (le rayon du cercle d'échantillonnage) et le facteur de pondération, ou bêta, a été fixé à 1. Étant donné que la valeur gamma était également moindre que la distance entre les points, il n'y a pas eu de lissage des valeurs suivant la valeur des points rapprochés.

Les systèmes de classification pour les cartes reposaient sur les distributions de fréquence décrites antérieurement. On a élaboré des cartes distinctes pour les canards de surface (Canards colverts et Canards noirs) et pour les Morillons à collier, ces cartes illustrant les données d'interpolation relatives à l'intensité de chasse et à la fréquence des concentrations élevées de plomb dans les os des ailes. Pour comparer la correspondance entre l'intensité de chasse et les concentrations élevées de plomb, on a combiné ces cartes au moyen de la procédure de recouvrement du système SPANS. Des cartes de ce type ont été produites pour les Canards colverts de l'ouest du Canada, pour les canards de surface (Canards colverts et Canards noirs) ainsi que pour les Morillons à collier de l'est du Canada. En raison des concentrations relativement élevées de plomb dans les ailes de Morillon à collier, on a traité les données de ce canard séparément de celles des canards de surface.

Résultats

a) Concentration de plomb dans les os des ailes

Au total, 5 322 Canards colverts, 3 300 Canards noirs et 70 canards hybrides (Canard colvert-Canard noir) ont fait partie de l'échantillonnage. La figure 1 illustre la distribution du nombre total d'ailes provenant de canards de surface qui ont été échantillonnées dans chaque quadrat (un degré de longitude par un degré de latitude). L'échantillon représentait une bonne couverture de la partie du pays qui avait été délimitée. Pour tout l'est du Canada (soit l'Ontario et les provinces se trouvant plus à l'est), le total de Morillons à collier expédiés a atteint 821.

Les distributions de fréquence distinctes relatives à la concentration de plomb dans les radii des Canards colverts et des Canards noirs étaient similaires d'une année à l'autre (pour le Canard colvert, gamma = 4 104,82, degré de liberté = 4, et pour le Canard noir, g=13,12, ddl=4) ainsi que l'un par rapport à l'autre (g = 18,81 et ddl = 4). Les données relatives aux deux espèces pour les deux années ont été combinées ultérieurement dans la catégorie «canards de surface» (figure 2). D'après la forme des courbes de distribution, les concentrations de plomb supérieures ou égales à 10 mg/kg (soit environ 17 % des échantillons) étaient considérées comme étant élevées.

La distribution des concentrations de plomb dans les radii chez les Morillons à collier présentait également une certaine similitude d'une année à l'autre (g = 19,62, ddl = 4). La figure 3 illustre les données combinées relatives aux Morillons à collier pour les deux années.

Dans le tableau 1, on trouvera, pour chaque province, la distribution proportionnelle des concentrations de plomb dans les os des ailes chez les canards de surface et chez les Morillons à collier. Les catégories ont été établies d'après la distribution du plomb dans les radii des canards de surface. La première catégorie correspond à la proportion d'oiseaux (8 %) qui présentent une concentration très faible de plomb dans les os. La deuxième englobe 75 % des échantillons et représente le reste des oiseaux dont la concentration de plomb était inférieure à 10 mg/kg; pour tout le Canada, environ 83 % des échantillons provenant de Canards colverts et de Canards noirs entraient dans cette dernière catégorie. Des concentrations élevées de plomb (soit 10 mg/kg et plus) se retrouvaient dans 17 % des os analysés (tableau 1).

On a noté certaines différences entre les provinces (tableau 1). Pour les Prairies, la proportion des échantillons (entre 6 et 11 %) contenant une concentration élevée de plomb osseux était inférieure aux moyennes canadiennes (g = 90,49, ddl = 1). Par contre, en ce qui a trait aux canards de surface de l'est du Canada (à l'exception de Terre-Neuve), une proportion d'ailes supérieure à la moyenne

présentait des concentrations élevées de plomb (g = 15,63, ddl = 1) (tableau 1).

Les échantillons d'os de Morillons à collier provenaient surtout des provinces de l'est du Canada. Une proportion de 52 % seulement de cet échantillon contenait moins de 10 mg/kg de plomb dans les os, et 28 % renfermaient plus de 20 mg/kg de plomb (tableau 1).

b) Jours-chasseurs

La figure 4 illustre la distribution de fréquence du nombre moyen de jours-chasseurs (de canard) par année pour chaque quadrat de 10 minutes. Environ 3 % des quadrats avaient en moyenne plus de 2 000 jours-chasseurs (nombre où l'on a interrompu volontairement le traçage). Les points d'interruption n'étaient pas évidents dans cet ensemble de données. Toutefois, la pente de la courbe a commencé à descendre à environ 500 jours-chasseurs par année. On a donc choisi cette valeur comme étant le seuil au-dessus duquel la chasse est considérée comme étant intensive. Environ 30 % des quadrats où l'on signale des activités de chasse entraient dans la catégorie «chasse intensive».

c) Comparaison des jours-chasseurs avec la fréquence des concentrations de plomb élevées

Les cartes qui illustrent les distributions géographiques à forte incidence de concentrations élevées de plomb dans les os et une chasse intensive ont été combinées afin de faire ressortir les zones où ces deux facteurs coïncident. Comme on le mentionnait précédemment, on entend par chasse intensive une moyenne annuelle de 500 jours-chasseurs ou plus. Les quadrats dont le nombre de jours-chasseurs était inférieur à 500 par année étaient considérés comme faisant l'objet d'une chasse de faible intensité. Les endroits où un minimum de 10 % des échantillons contenaient au moins 10 mg/kg de plomb ont été considérés comme ayant une haute incidence de teneurs en plomb élevées. Dans le cas contraire, on considérait le quadrat comme ayant une faible incidence de hautes teneurs en plomb. Les figures 5, 6 et 7 indiquent les résultats du recouvrement de l'intensité de chasse et de l'incidence des teneurs élevées en plomb dans les os. L'annexe A, page 25, contient plus de détails concernant les régions précises où les échantillons étaient plus nombreux.

La carte présentée à la figure 5 indique, dans le cas des canards de surface immatures de l'est du Canada, les zones qui ont une forte intensité de chasse et dont les échantillons présentent de fortes concentrations de plomb dans les os.

Ces zones comprennent, par province, les suivantes :

Province	Zones à forte intensité de chasse et à haute concentration de plomb
Terre-neuve	quatre petites zones sur la côte est (les trois emplacements situés le plus au nord ayant fourni moins de cinq échantillons chacun)
Île-du-Prince-Édouard	de grandes portions de l'île
Nouvelle-Écosse	près de Sydney, autour d'Halifax, près de Wolfeville, dans le sud-ouest et le marais en bordure du Nouveau-Brunswick
Nouveau-Brunswick	la vallée fluviale de la Saint-John, le marais en bordure de la Nouvelle-Écosse et la région de Neguac
Québec	une zone à proximité de Gaspé, l'extrémité sud-est du lac Saint-Jean, dans la région de Baie-Comeau, le long des deux rives du Saint-Laurent à partir de l'île d'Orléans et de Québec jusqu'à la frontière de l'Ontario
Ontario	les zones situées juste à l'ouest d'Ottawa, autour de Cornwall, à Kingston et au lac Rideau, au lac Simcoe et dans les environs, à Long Point et dans les environs, la zone du lac St. Clair, autour de Sudbury et de North Bay, et autour de Sault Ste. Marie

Dans l'ouest du Canada, les zones donnant lieu à une chasse intensive et dont les échantillons contenaient de fortes concentrations de plomb chez les Canards colverts juvéniles (figure 6) comprenaient, par province, les suivantes :

Province	Zones à forte intensité de chasse et à haute concentration de plomb
Manitoba	une zone située à l'extrémité sud du lac Winnipeg, les parties sud du lac Shoal, l'extrémité sud du lac Manitoba, une zone entourant Hecla et Riverton, et une autre autour de The Pas
Saskatchewan	aucune zone de cette catégorie
Alberta	quatre zones dans le sud, à proximité de Calgary et de Brooks (chacune ayant fourni moins de cinq ailes), une zone située juste au nord du lac Buffalo, et trois zones à l'est d'Edmonton, près des lacs Beaverhill et Miquelon
Colombie-Britannique	près de Duncan dans l'île de Vancouver, dans la zone du delta du Fraser et ses affluents allant environ jusqu'à la ville de Hope

La figure 7 illustre le recouvrement de l'intensité de chasse et de la fréquence des concentrations élevées de plomb chez le Morillon à collier. L'emplacement des zones présentant à la fois une chasse intensive et de fortes teneurs en plomb sont les mêmes que dans le cas des canards de surface.

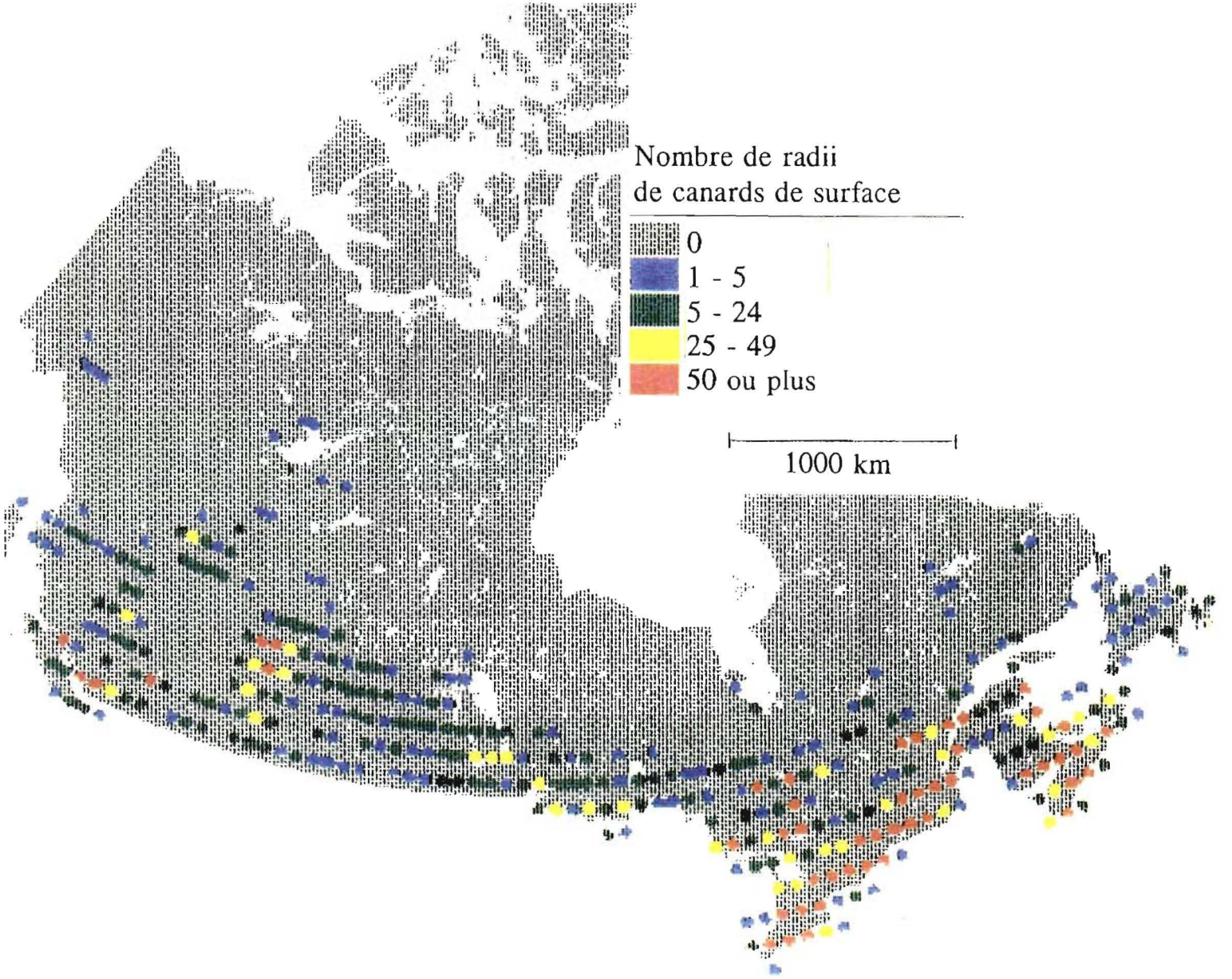


Figure 1. Nombre de radii de Canards colverts, de Canards noirs et d'hybrides Canard noirs-Canard colverts analysés, par quadrat (un degré de longitude par un degré de latitude).

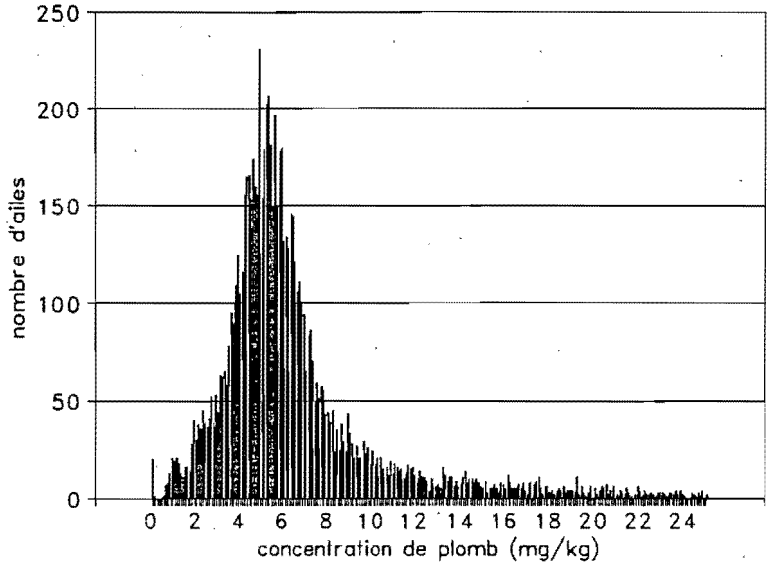


Figure 2: distribution de fréquence relative à la concentration de plomb dans les os des ailes chez les Canards colverts et les Canards noirs (la concentration de plomb étant égale ou inférieure à 25 mg/kg).

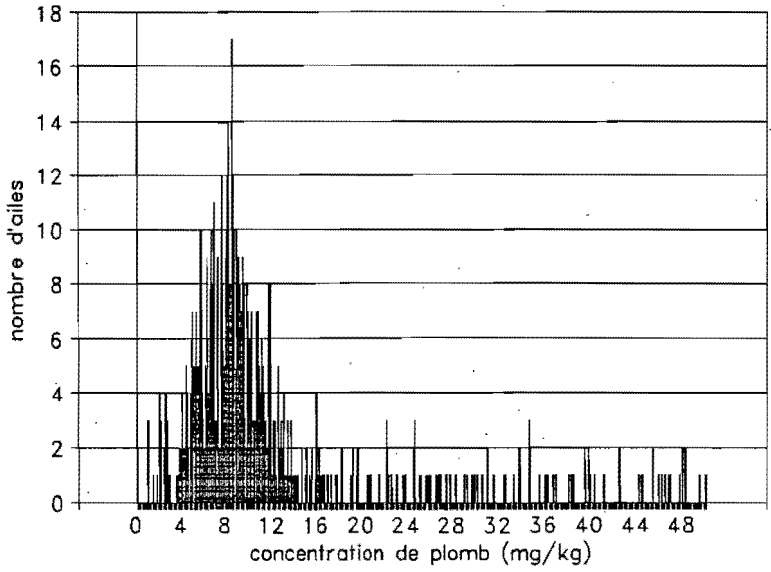


Figure 3: distribution de fréquence relative à la concentration de plomb dans les os des ailes chez les Morillons à collier (la teneur en plomb étant égale ou inférieure à 50 mg/kg).

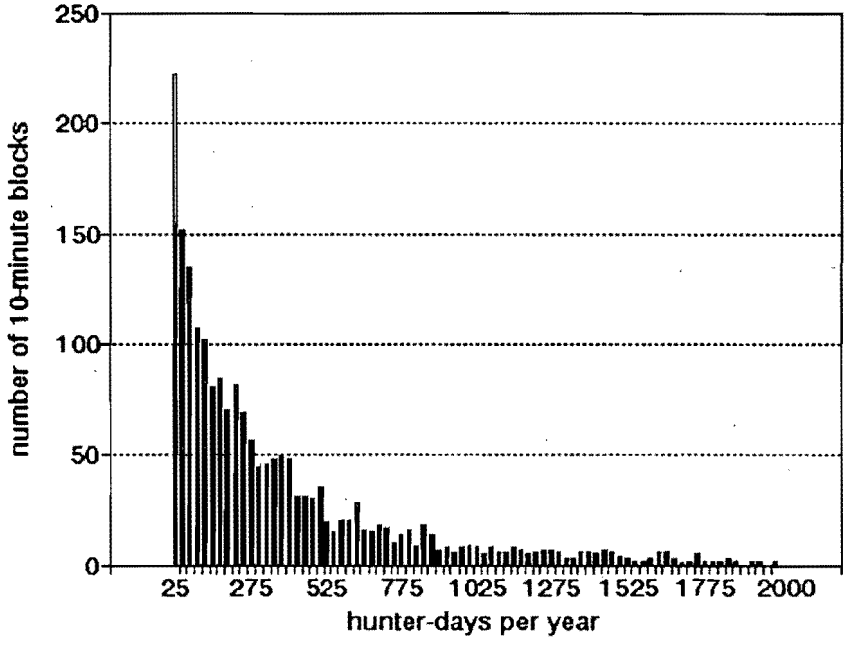


Figure 4: distribution de fréquence relative à la moyenne annuelle des jours-chasseurs par quadrat de 10 minutes de latitude et longitude (ceux qui ont 2 000 jours-chasseurs ou moins).

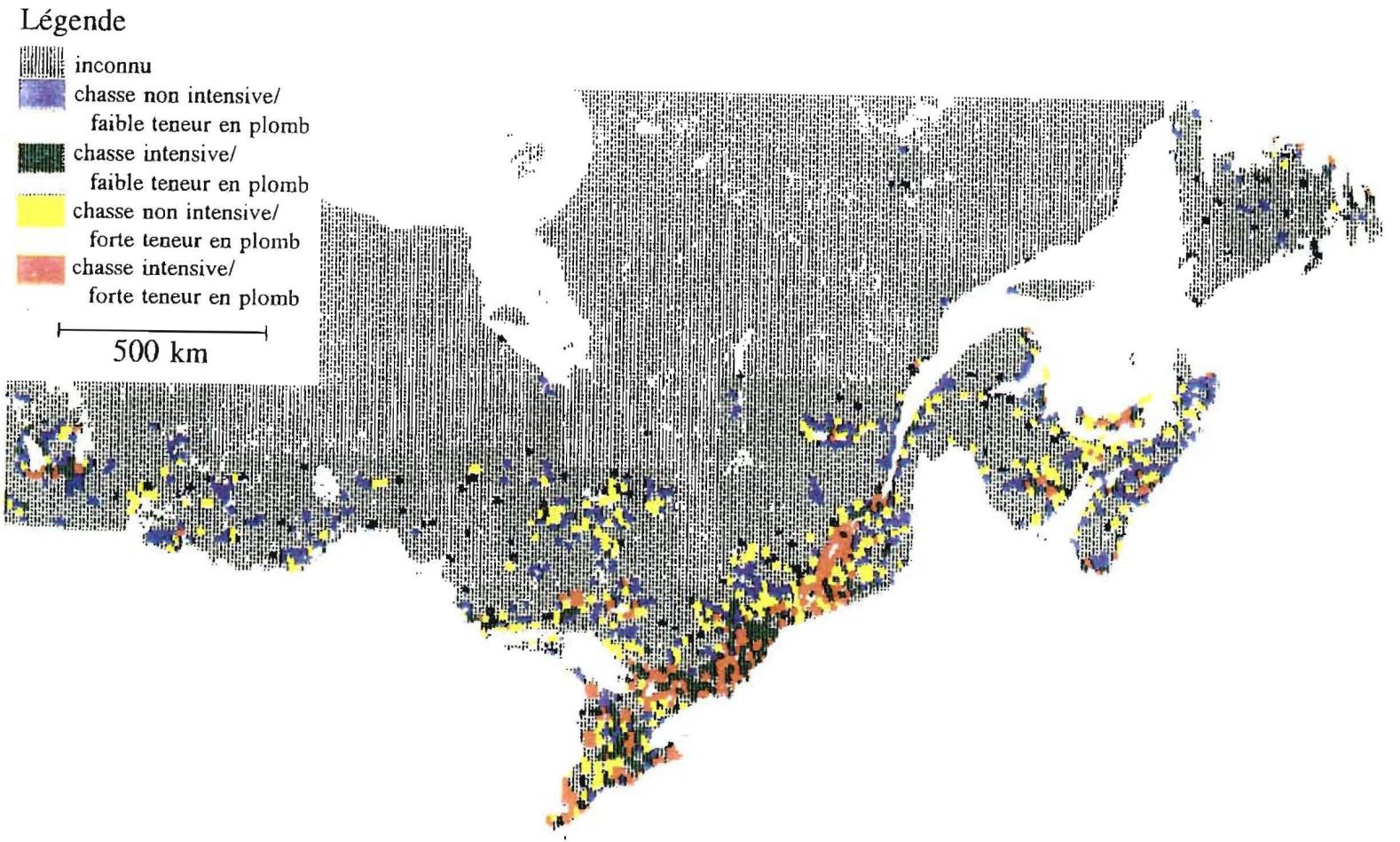


Figure 5. Distribution géographique, dans l'est du Canada, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

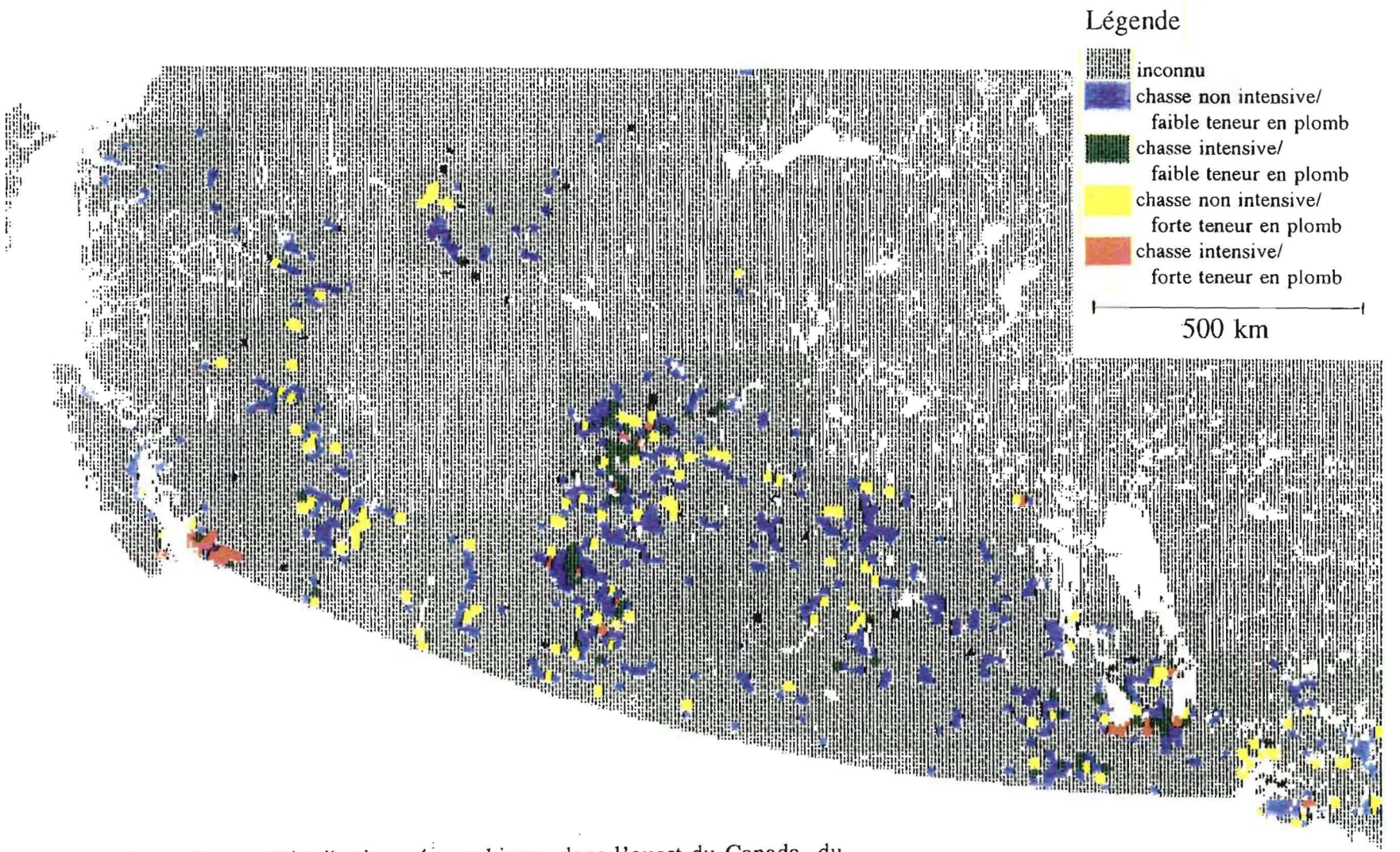


Figure 6. Distribution géographique, dans l'ouest du Canada, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

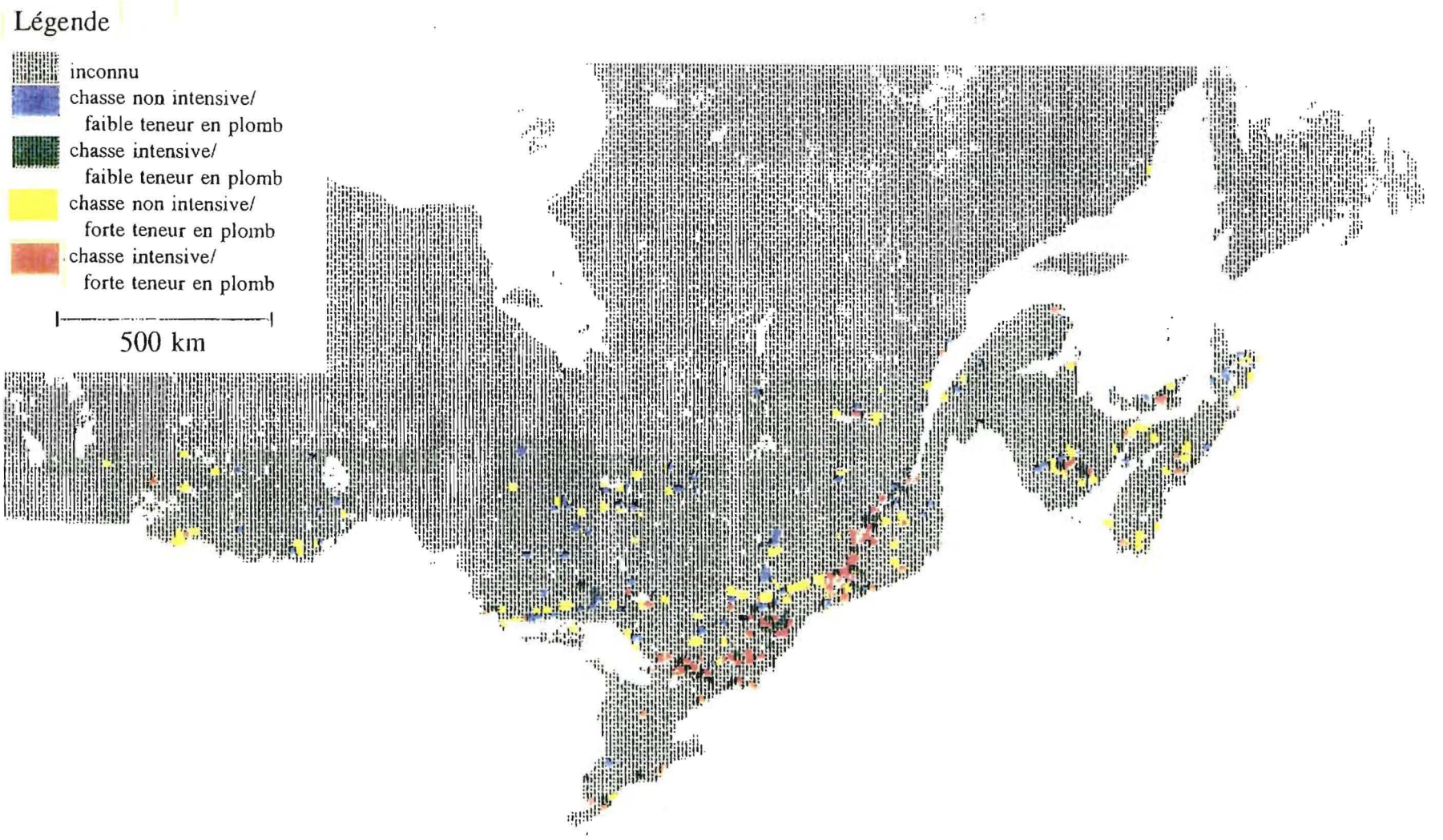


Figure 7. Distribution géographique, dans l'est du Canada, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Morillons à collier, dans les os des ailes.

Tableau 1. Distribution proportionelle des concentrations de plomb dans les os des ailes (valeurs exprimées en pourcentage).

	Canards de surface					Morillon à collier				
Province	Nb. d' ailes	≤ 2,99 mg /kg	3,00-9,99 mg/kg	10,00-19,9 mg/kg	≥20 mg/kg	Nb. d' ailes	≤2,99 mg/kg	3,00-9,99 mg/kg	10,00-19,9 mg/kg	≥20 mg/kg
C.-B.	1097	12	72	9	7	12	8	33	33	25
Alb.	690	7	86	4	2	1	0	100	0	0
Sask.	214	8	83	4	4	0	0	0	0	0
Man.	326	7	83	7	4	8	12	50	13	0
Ont.	2429	5	75	12	8	354	4	55	14	27
Qc	2408	7	75	11	8	259	8	42	27	23
N.-B.	471	10	70	11	9	82	1	39	27	33
N.-E.	787	12	73	10	4	60	7	37	25	31
I.-P.-E.	126	8	67	13	12	23	4	26	5	65
T.-N.	120	12	78	8	2	20	5	70	10	15
T.- N.-O.	15	13	73	0	13	2	0	0	100	0
Yukon	9	22	78	0	0	0	0	0	0	0
Canada	8692	8	75	10	7	821	5	47	20	28

Analyse

L'utilité et la validité de la délimitation de zones préoccupantes par le recouvrement des cartes où se pratique une chasse intensive avec celles dont l'incidence de fortes concentrations de plomb est élevée reposent sur les hypothèses suivantes :

Les canards ont ingéré le plomb à proximité de l'endroit où ils ont été abattus.

Le plomb s'accumule rapidement dans les os à la suite d'une exposition. Stendell et al. (1979) signalent que les concentrations de plomb s'élevaient dans les 24 heures suivant l'ingestion de grenaille de plomb. De plus, le plomb accumulé dans le tissu osseux est stable; en effet, une fois que la teneur en plomb est élevée, elle le reste indéfiniment. Cela peut poser un problème dans le cas des oiseaux qui accumulent de fortes concentrations de plomb dans les os et qui changent d'habitat avant que les chasseurs ne les abattent. Toutefois, il est peu probable que l'incidence globale des fortes concentrations de plomb soit élevée dans des zones où les oiseaux ne consomment pas de grenaille de plomb en grande quantité (ou ne sont pas fortement exposés au plomb provenant d'autres sources), tandis que les concentrations moyennes de plomb seraient nécessairement élevées dans des zones où les oiseaux ingèrent souvent de la grenaille. Ces hypothèses sont corroborées par le fait que les zones déjà connues comme étant des sources importantes de grenaille (par exemple le lac St. Clair en Ontario) sont désignées avec certitude dans la présente étude des radii.

Une incidence de 10 % ou plus des échantillons contenant un minimum de 10 mg/kg de plomb indique la probabilité d'une forte exposition au plomb dans la zone en cause.

Les aspects statistique (la courbe de la distribution de fréquence, figure 2) et expérimental de l'étude viennent appuyer l'établissement de la valeur-seuil à 10 mg/kg pour définir des concentrations élevées de plomb. En règle générale, les oiseaux aquatiques qui n'ont pas subi une exposition importante au plomb présentent une teneur en plomb inférieure à 10 mg/kg, tandis que ceux qui ont ingéré de la grenaille, à l'instar de ceux à qui l'on en a intentionnellement fait consommer, ont accumulé presque sans exception des concentrations de plomb dans les os dépassant 10 mg/kg (Anderson, 1975; Finley *et al.*, 1976; Szymczak et Adrian, 1978). Ce principe est également vrai pour d'autres espèces d'oiseaux. Les aigles à qui l'on a fait consommer de la grenaille n° 4 présentaient des concentrations de plomb moyennes de 10 mg/kg dans les tibias (Pattee *et al.*, 1981), tandis que diverses espèces d'oiseaux de mer échantillonnées dans des zones éloignées de sources éventuelles de plomb avaient des teneurs en plomb inférieures à 5 mg/kg (Elliott *et al.*, 1992).

La valeur de 10 % relative à l'incidence vient du critère de l'établissement des

zones dont le Service canadien de la faune a dressé la liste (SCF 1990); on y précise qu'une zone doit être désignée pour usage de plombs non toxiques si elle présente une forte incidence de concentrations de plomb sanguin élevées ou si d'autres mesures équivalentes de forte exposition au plomb dépassent 10 %. Aux fins de la présente étude, nous avons considéré une incidence de 10 % de taux élevés de plomb dans les os comme étant à peu près équivalente à une incidence de 10 % de taux élevés de plomb dans le sang.

Il existe un lien entre des concentrations élevées de plomb dans les os et les symptômes d'intoxication par le plomb.

Cette hypothèse est corroborée par de nombreuses études. Par exemple, des Canards colverts adultes à qui on a fait ingérer de la grenaille de plomb n° 4 ont présenté des signes neurologiques aigus d'intoxication au plomb dans les 24 heures et des concentrations élevées de plomb dans les os qui dépassaient d'environ 10 mg/kg le taux mesuré avant l'ingestion (Mautino et Bell, 1987). La concentration de plomb dans les os chez des oies qui ont été élevées en captivité ou encore qui vivaient en milieu naturel et ont été intoxiquées par des substances autres que le plomb se situait entre 2 et 11 mg/kg, alors que chez les oiseaux que l'on considère comme étant intoxiqués par le plomb, cette concentration était comprise entre 7 et 389 mg/kg (Szymczak et Adrian, 1978). Chez des Petits Morillons trouvés morts ou mourant d'une intoxication par le plomb, les os des ailes contenaient entre 12 et 138 mg/kg de plomb (Anderson, 1975).

On doit noter que les concentrations très fortes (plus de 100 mg/kg) de plomb dans les os fréquemment signalées chez des oiseaux aquatiques trouvés morts d'intoxication par le plomb n'ont pas été intégrées dans la présente étude sur les canards de surface pour les deux raisons suivantes : 1) tous nos échantillons provenaient d'oiseaux abattus par des chasseurs, donc aucun d'entre eux n'était mort d'une intoxication au plomb, 2) tous nos échantillons provenaient d'oiseaux juvéniles, donc nous nous attendions à ce que leur concentration de plomb dans les os soit très faible en l'absence d'ingestion de grenaille. Nos attentes auraient été différentes en présence d'adultes, qui auraient pu vraisemblablement accumuler du plomb en forte concentration dans les os par suite d'une exposition graduelle et prolongée. Bien que nous n'ayons pas analysé, dans le cadre de la présente étude, des oiseaux morts d'une intoxication par le plomb (qui auraient probablement des taux très élevés de plomb dans les os), nous supposons que les zones qui ont une forte incidence de concentrations de plomb élevées (plus de 10 mg/kg) sont les mêmes qui présentent un risque relatif élevé d'intoxication par le plomb.

Une moyenne annuelle de 500 jours-chasseurs ou plus dans un quadrat de 10 minutes représente un indicateur utile de chasse intensive.

Un quadrat de 10 minutes couvre environ 234 km^2 à 44° de latitude nord, qui

décroît de superficie jusqu'à environ 200 km^2 à 55° de latitude nord. Une moyenne de 500 jours-chasseurs par année représente environ 2 à 2,5 jours-chasseurs pour chaque km^2. Étant donné l'effet de la superficie décroissante d'un quadrat de 10 minutes à mesure que la latitude augmente, cette valeur se situe à environ 2,1 jours dans les zones situées plus au sud et atteint 2,5 à environ 53° de latitude nord.

À l'intérieur d'un quadrat donné, la chasse a tendance à être concentrée dans l'espace car les bons emplacements sont regroupés et non dispersés uniformément. Ainsi, la densité réelle des chasseurs serait beaucoup plus grande par rapport aux estimations ci-dessus. La chasse est aussi concentrée dans le temps et atteint son intensité maximale au début de la saison. Cela signifie qu'il y a plus de plombs déposés tôt et qui peuvent être ingérés à mesure que la saison avance.

Pour certains quadrats de 10 minutes, le nombre des échantillons était petit (moins de 5 ailes). Dans ces cas, l'intensité de la chasse avait tendance à être plus faible, l'incidence des concentrations de plomb élevées étant forte ou faible. Toutefois, dans d'autres quadrats, les résultats indiquaient, à partir de quelques échantillons, une chasse intensive et de fortes concentrations de plomb, par exemple dans le sud de l'Alberta et sur les côtes de Terre-Neuve. On devra effectuer des études sur le terrain pour analyser ces emplacements plus à fond.

Dans certaines zones, l'incidence de concentrations élevées de plomb chez les canards de surface était importante malgré le fait que la chasse n'était pas intensive («faible intensité de chasse /forte teneur en plomb»). Parmi ces endroits, mentionnons les zones donnant lieu à une exploitation minière de métaux dans le Bouclier canadien, en Ontario et au Québec, ainsi que dans certaines parties de la Saskatchewan et de l'Alberta. Dans quelques cas, les résultats enregistrés dans ces zones pourraient découler du dépôt de grenaille par des chasseurs qui n'ont pas besoin de permis (et qui ne participent donc pas à l'étude), ou encore de la capture d'oiseaux immatures qui ont quitté l'endroit où ils ont ingéré la grenaille. En outre, il est possible que certains emplacements très précis où se pratique une chasse intensive n'aient pas été repérés dans le cadre de la présente étude. Par ailleurs, il y a la possibilité que des oiseaux présentant une forte concentration de plomb et classés par erreur comme étant immatures aient été en réalité des adultes. D'après les taux d'erreur de classement, J.S. Wendt (comm. pers.) a évalué qu'il serait raisonnable de penser que de 2 à 3 % des ailes échantillonnées dans la présente étude provenaient d'oiseaux adultes qui ont été exposés au plomb dans les aires de repos et d'hivernage américaines. Les sources de plomb, qu'elles soient le résultat d'activités de chasse ou non, dans les régions de «chasse non intensive / forte concentration de plomb» font l'objet d'un article en préparation.

Les concentrations de plomb dans les radii des Morillons à collier étaient beaucoup plus élevées que chez les canards de surface. Chez ces morillons, tout

comme pour certaines autres espèces de canards plongeurs, on a enregistré, et c'était typique, un taux plus élevé d'ingestion de plomb dans le gésier (Sanderson et Bellrose, 1986), et l'on a émis l'hypothèse selon laquelle les canards plongeurs dont l'alimentation est riche en protéines sont moins vulnérables à l'intoxication par le plomb. Notre étude démontre que le plomb est physiologiquement disponible pour les Morillons à collier, et qu'il se dépose dans les os. En fait, la moitié des échantillons de Morillons à collier avait au moins 10 mg/kg de plomb dans les os. En ce qui a trait aux Morillons à collier, les zones de «chasse intensive / forte teneur en plomb» semblent bien correspondre aux zones similaires pour les canards plongeurs.

La désignation de zones à grenaille non toxique devrait résulter en une diminution importante de la fréquence des fortes expositions au plomb chez les oiseaux aquatiques. Une deuxième étude sur les concentrations de plomb dans les os des ailes chez les oiseaux aquatiques serait utile pour surveiller si l'établissement de ces zones à grenaille non toxique donne de bons résultats.

Documents de référence

Anderson, W.L. 1975. Lead poisoning in waterfowl at Rice Lake, Illinois. J. Wildl. Manage. 39(2):264-270.

Elliott, J.E., A.M. Scheuhammer, F.A. Leighton et P.A. Pearce. 1992. Heavy metal and metallothionein concentrations in Atlantic Canadian Seabirds. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 22:63-73.

Finley, M.T., M.P. Dieter et L.N. Locke. 1976. Lead in tissues of mallard ducks dosed with two types of lead shot. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 16(3):261-269.

Intera Tydac Technologies Inc. 1991. SPANS Spatial Analysis System, Version 4.3.

Mautino, M. et J.U. Bell. 1987. Hematological evaluation of lead intoxication of mallards. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 38:78-85.

Pattee, O.H., S.N. Wienmeyer, B.M. Mulhern, L. Sileo et J.W. Carpenter. 1981. Experimental lead-shot poisoning in Bald Eagles. J. Wildl. Manage. 45(3):806-810.

Sanderson, G.C. et F.C. Bellrose. 1986. A review of the problem of lead poisoning in waterfowl. III. Nat. Hist. Surv. Spec. Publ. 4:1-34.

SCF. 1990. Projet d'énoncé de politique sur l'utilisation de grenaille de plomb pour la chasse à la sauvagine au Canada. Rapport non publié du Service canadien de la faune.

Stendell, R.C., R.I. Smith, K.P. Burnham, et R.E. Christensen. 1979. Exposure of waterfowl to lead: a nationwide survey of residues in wing bones of seven species, 1972-73. USDI, USFWS Spec. Sci. Report - Wildl. No. 223.

Szymczak, M.R. et W.L. Adrian. 1978. Lead poisoning in Canada geese in southeast Colorado. J. Wildl. Manage. 42:299-306.

Annexe A

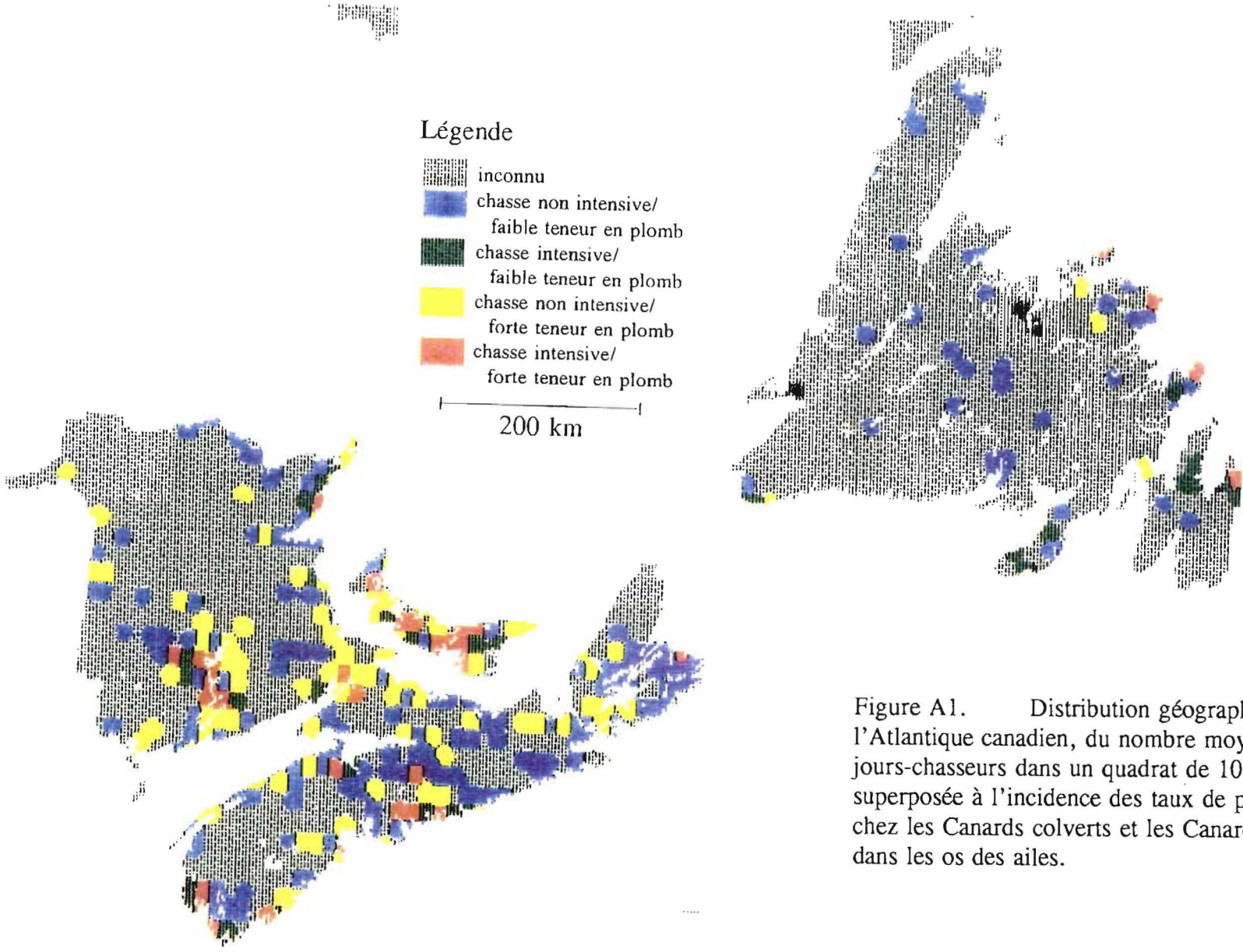


Figure A1. Distribution géographique, dans l'Atlantique canadien, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

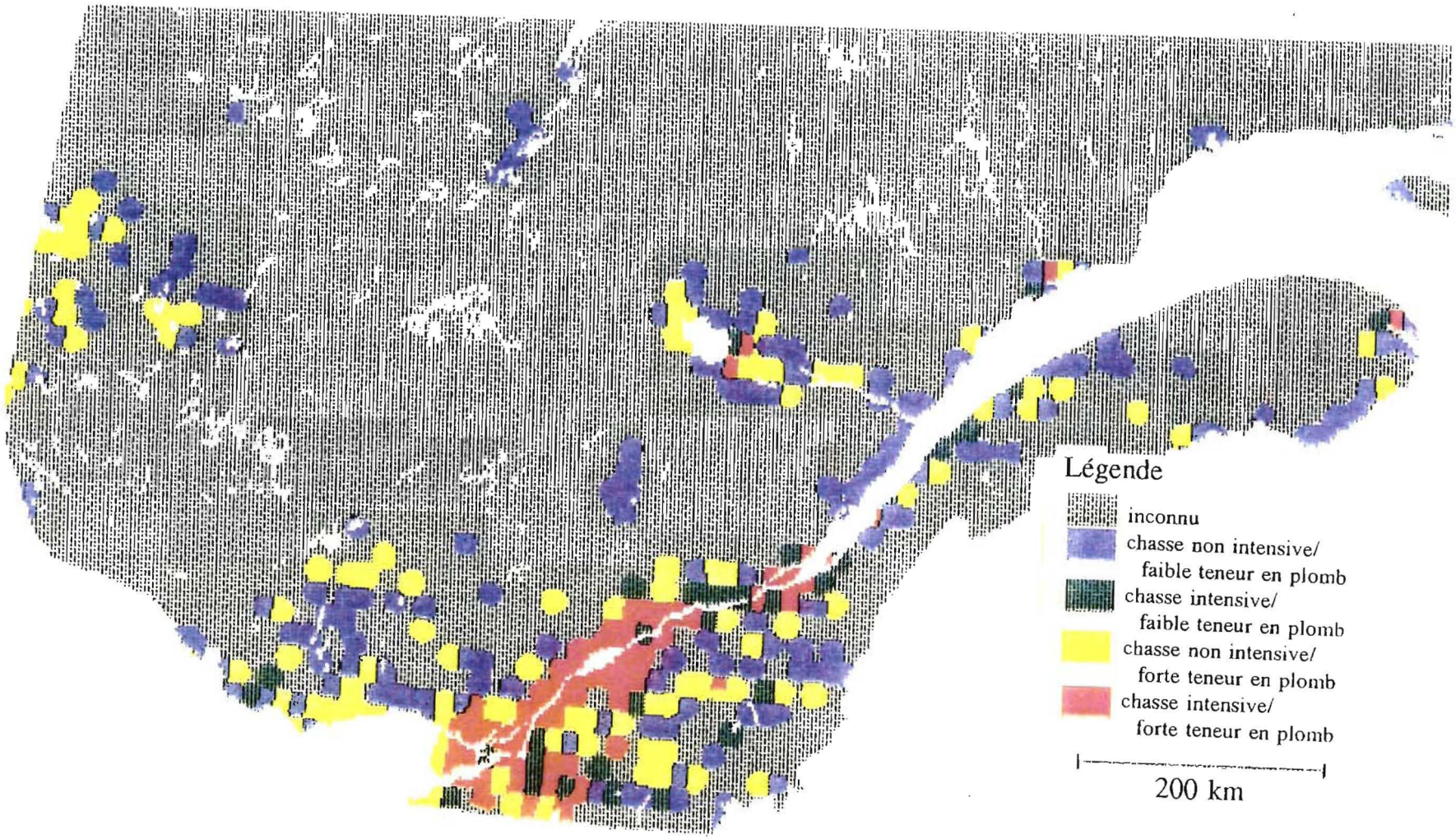


Figure A2. Distribution géographique, dans le sud du Québec, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

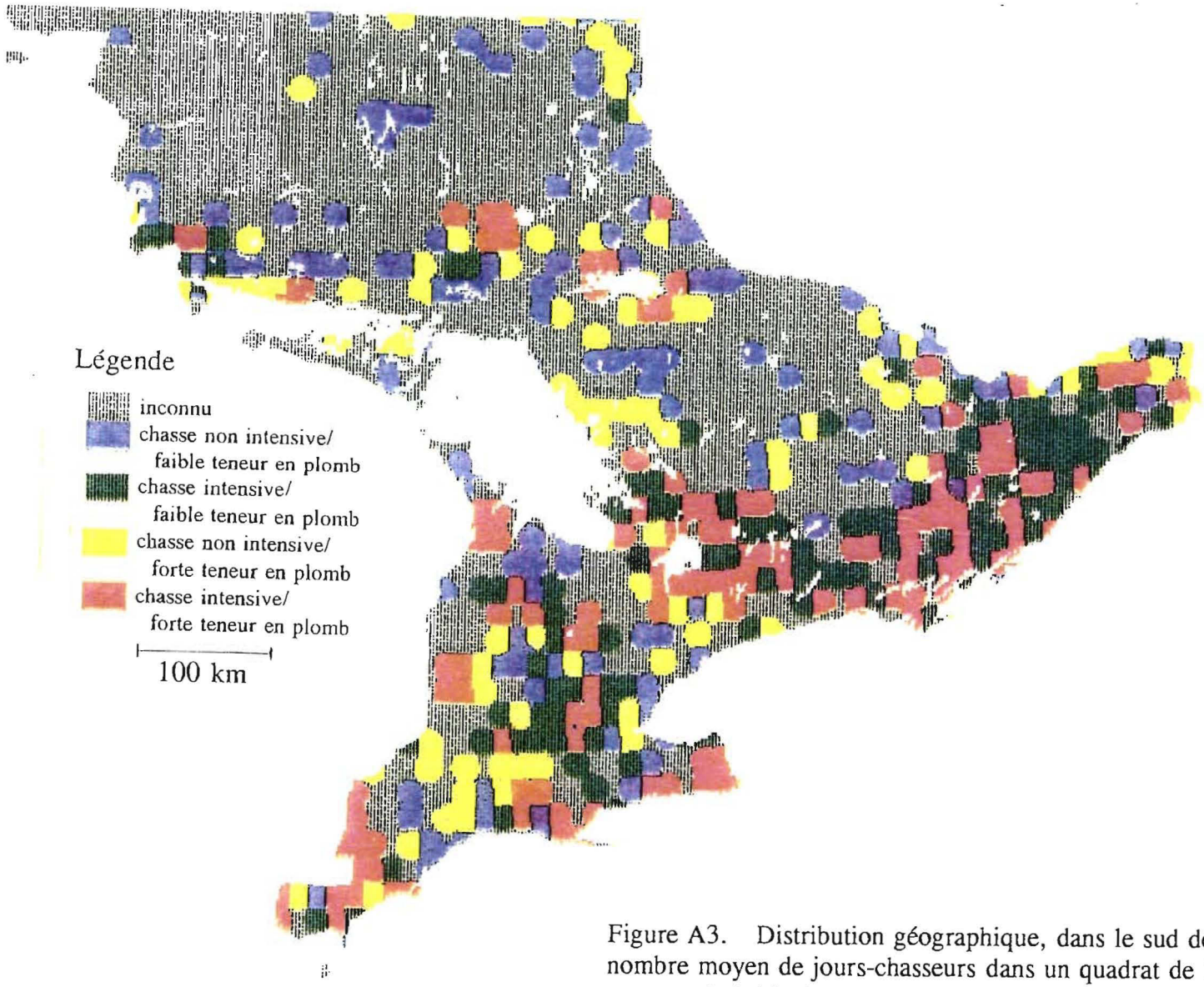


Figure A3. Distribution géographique, dans le sud de l'Ontario, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

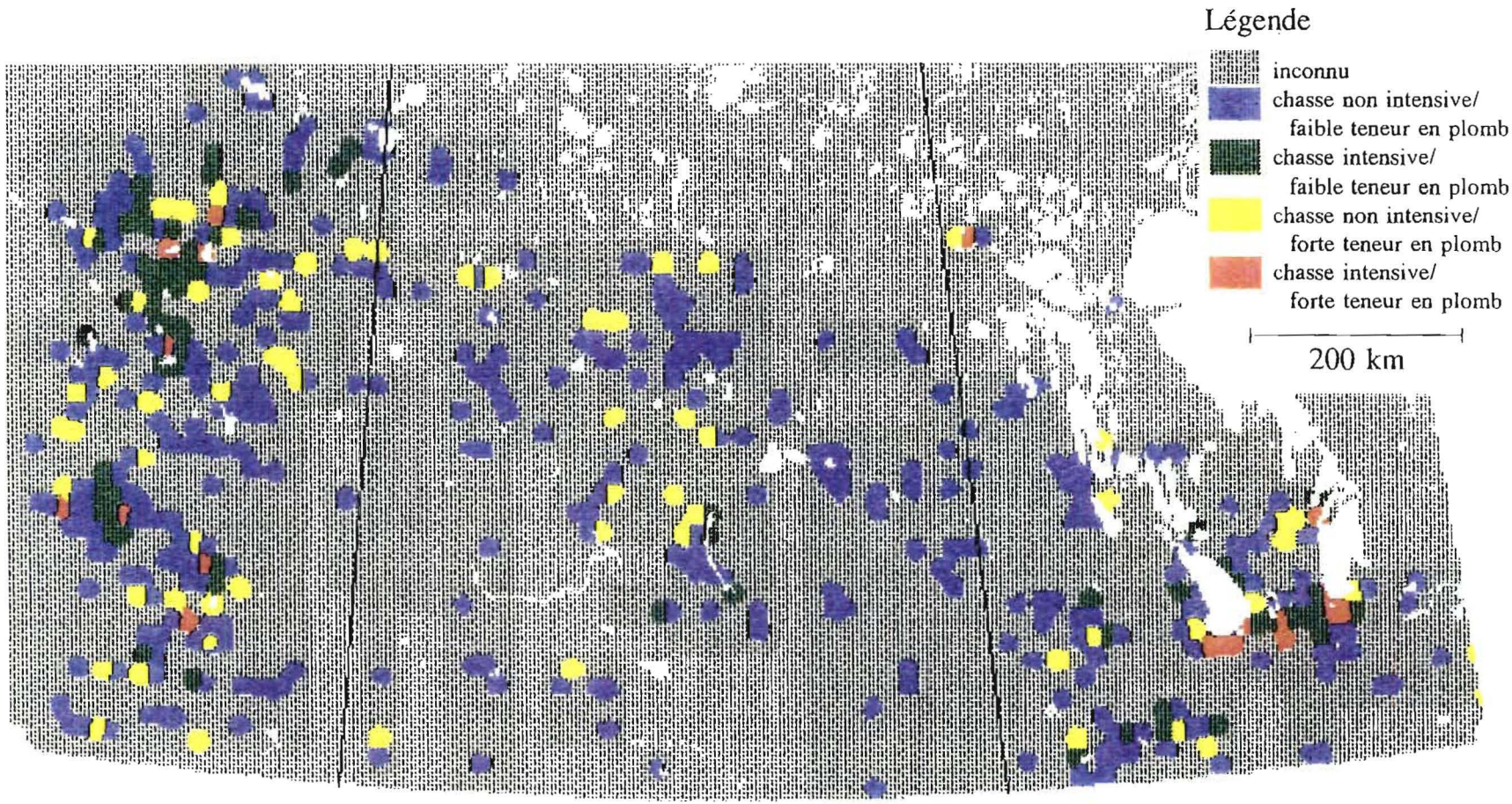


Figure A4. Distribution géographique, dans les provinces des prairies, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

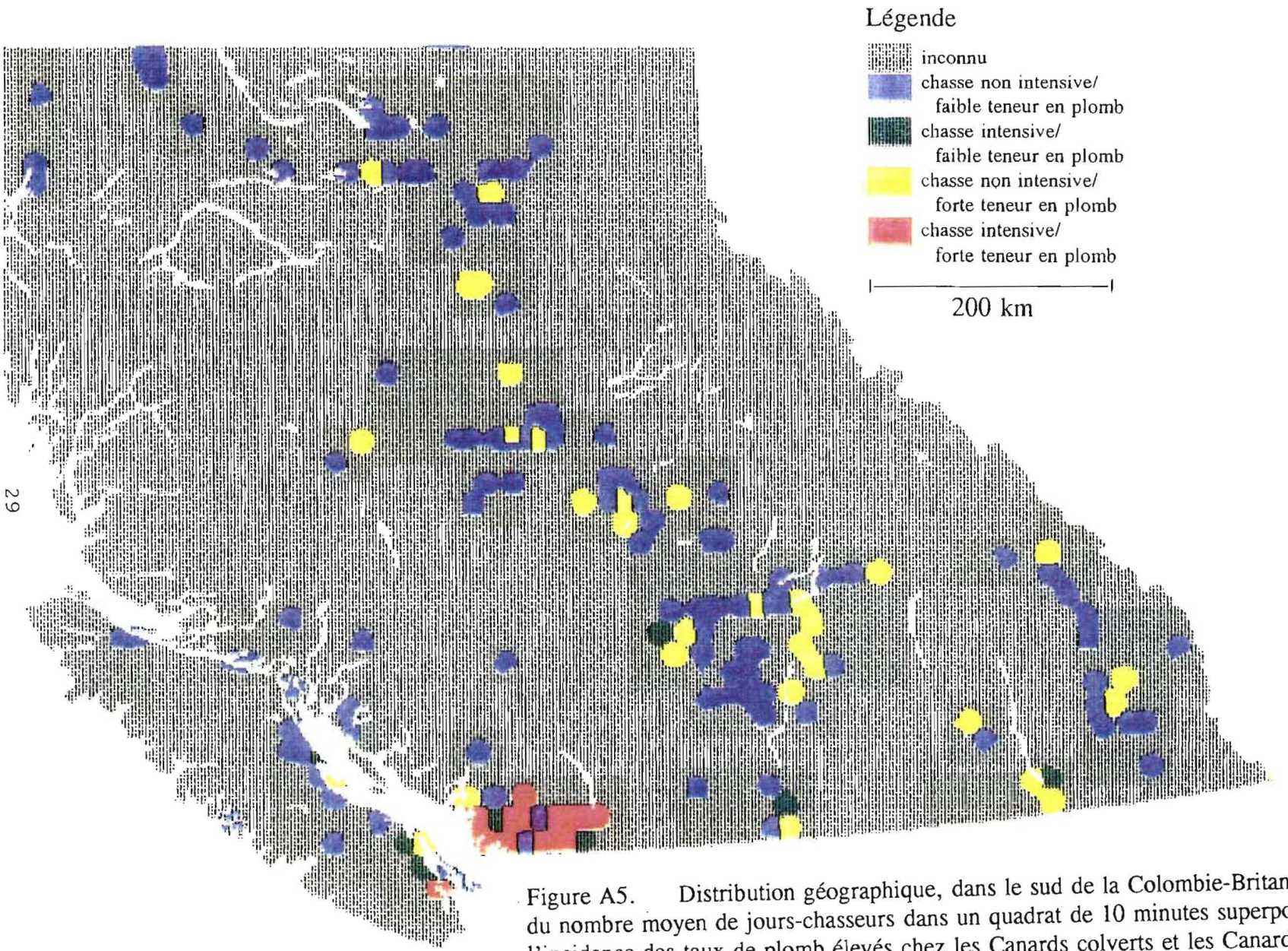


Figure A5. Distribution géographique, dans le sud de la Colombie-Britannique, du nombre moyen de jours-chasseurs dans un quadrat de 10 minutes superposée à l'incidence des taux de plomb élevés chez les Canards colverts et les Canards noirs, dans les os des ailes.

LA FRÉQUENCE DE LA CONTAMINATION DE LA SAUVAGINE PAR LE PLOMB ET DU SATURNISME CHEZ LE PYGARGUE À TÊTE BLANCHE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE, 1988—1991

Tiré de: Elliott et collab., 1992; et Whitehead, 1989; des renseignements supplémentaires ont été fournis par P.E. Whitehead et J.E. Elliott, Service canadien de la faune, région du Pacifique et du Yukon.

Résumé

Les radiographies de 487 gésiers de sauvagine prélevés en 1988 et en 1989 dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique ont révélé la présence de billes de plomb chez 25,6 % des Canards pilets, 20,9 % des Canards colverts, 12,8 % des Bernaches du Canada et 10,2 % des Oies des neiges. La moyenne globale de tous les échantillons de sauvagine s'élevait à 14 %. À l'hiver 1990—1991, on a examiné 108 autres gésiers provenant de l'estuaire du fleuve Fraser pour y détecter la présence de billes de plomb. On a constaté que 3,7 % des trois espèces de canards de surface examinées avaient ingéré de la grenaille de plomb, ce même pourcentage s'appliquant également pour la grenaille d'acier. Ce taux peu élevé démontre que l'interdiction de la grenaille de plomb pour la chasse à la sauvagine dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique pendant la saison 1990 a eu un effet positif. Toutefois, l'intoxication par le plomb de 11 Cygnes trompettes pourrait indiquer que les espèces se nourrissant plus profondément dans les sédiments restent vulnérables pendant plus longtemps que celles s'alimentant dans la colonne d'eau ou à la surface des sédiments. Les causes de la mort ou de la maladie de 267 Pygargues à tête blanche ont été établies de 1989 à 1991. On a déterminé l'exposition au plomb d'après les signes cliniques, les radiographies, la pathologie, les ratios de l'activité de la déshydratase de l'acide aminolévulinique (ALA-d) dans le sang et les concentrations de plomb dans les reins, le foie et les os d'un sous-échantillon de 65 pygargues. D'après les résultats, 37 % des oiseaux ont été contaminés par le plomb; il s'agissait d'une intoxication dans 14 % des cas et d'une exposition dans 23 % des cas. Le pourcentage le plus élevé d'oiseaux intoxiqués et soumis à des essais a été reçu de janvier à mars, période pendant laquelle les pygargues se nourrissent abondamment de sauvagine hivernante. Bien que la plupart des Pygargues à tête blanche intoxiqués ou présentant des signes subcliniques d'exposition provenaient des zones où l'utilisation de la grenaille de plomb est interdite, un grand nombre d'oiseaux (c.-à-d. 4 des 9 oiseaux intoxiqués et 4 des 15 oiseaux présentant des signes subcliniques d'exposition) venaient de l'extérieur de ces zones.

Introduction

On sait depuis longtemps que l'intoxication par le plomb (saturnisme) touche les populations de sauvagine des États-Unis (Bellrose, 1959; Longcore et collab.,

1974; Mudge, 1983). Même s'il n'y a pas de bioamplification des concentrations de plomb dans la chaîne alimentaire (Société royale du Canada, 1986), l'intoxication de Pygargues à tête blanche se nourrissant de sauvagine dans laquelle on trouve de la grenaille de plomb a été le premier motif ayant mené à l'interdiction de ce type de munitions aux États-Unis. Avant la présente étude, la situation en Colombie-Britannique n'était pas bien connue. Après que des cas de saturnisme chez le Pygargue à tête blanche de la Colombie-Britannique eurent été étayés en 1986 (Langelier et collab., 1991), on a entrepris une étude de la contamination par le plomb chez cette espèce et chez la sauvagine.

Méthodes

D'octobre 1988 à janvier 1989, des gésiers de sauvagine ont été recueillis auprès des chasseurs du Lower Mainland (île Westham, baie Boundary, Abbotsford, rivière Pitt, fleuve Fraser, Shuswap et Creston) et de l'île de Vancouver (environs de Ladysmith, Nanaimo et Courtenay-Comox). Les gésiers ont été emballés et congelés en attendant d'être soumis à des examens visant la détection de billes de plomb. Une fois décongelés, les gésiers ont été ouverts et leur contenu a été lavé, séché et emballé individuellement dans des sacs de plastiques. Ces derniers ont été radiographiés et la présence de billes ou de fragments de plomb a été notée. Les gésiers recueillis pendant l'hiver 1990—1991 dans la région de l'estuaire du Fraser ont été radiographiés entiers; l'examen des lésions a permis de faire la distinction entre la grenaille logée par un fusil et celle ingérée. Après les radiographies, le contenu des gésiers a été vidé dans des récipients en aluminium puis séchés à l'air. Les billes d'acier ont été récupérées à l'aide d'un aimant et celles de plomb ont été repérées visuellement. Le nombre total des billes récupérées de chaque gésier a été vérifié d'après celui établi par radiographie. Les taux d'ingestion de la grenaille de plomb ont été comparés d'une année à l'autre pour le Canard colvert, le Canard pilet et le Canard siffleur d'Amérique à l'aide du rapport de vraisemblance du khi-carré. La méthode exacte de Fisher a servi à comparer les valeurs historiques des taux d'ingestion avec les données de 1990—1991 pour ces trois espèces regroupées.

Pendant l'hiver 1991—1992, on a trouvé au lac Judson, comté d'Abbotsford, 25 carcasses de Cygnes trompettes, 1 carcasse de Cygne siffleur et 1 carcasse de Garrot à oeil d'or. On a autopsié 12 de ces oiseaux et mesuré les concentrations de plomb dans les reins et le foie; on a examiné le gésier de 8 autres oiseaux pour détecter la présence de billes de plomb; l'activité de l'acétylcholinestérase a été évaluée chez les cinq oiseaux restants.

Des carcasses de Pygargues à tête blanche ont été obtenues auprès du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, des travailleurs sur le terrain du Service canadien de la faune (SCF), des spécialistes de la réadaptation de la faune et du public par suite d'annonces que nous avons fait paraître dans les médias et de communications avec différents organismes. Les autopsies ont été pratiquées à

l'*Island Veterinary Hospital* de Nanaimo (Colombie-Britannique). Des échantillons de sang ont été prélevés sur des oiseaux malades en vue d'analyses de la déshydratase de l'acide delta-aminolévulinique (ALA-d) (voir Scheuhammer, 1989). Les échantillons ont été conservés dans des fioles rincées à l'acide nitrique et congelés dans de l'azote liquide. Les échantillons de reins et d'os ont été conservés dans des récipients nettoyés à l'acétone-hexane puis congelés. Des tissus prélevés sur un sous-échantillon de 65 oiseaux ont été placés sur de la glace carbonique et expédiés au Centre national de la recherche faunique (CNRF) à Hull (Québec) en vue de leur analyse. Le sexe des oiseaux a été déterminé lors de l'autopsie ou d'après la griffe de l'hallux et la longueur du bec (Bortolotti, 1984). L'examen du plumage a permis de faire la distinction entre les oiseaux juvéniles et les adultes (McCollough, 1989).

Les concentrations de plomb dans les os ont été déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) par la flamme et celles dans les reins, par SAA dans un four en graphite; les valeurs sont exprimées en poids sec (ps). Le ratio de l'activité de l'ALA-d a été déterminé d'après celui de l'activité enzymatique activée:inactivée et ce, pour éliminer les sources de variation entre les espèces (Scheuhammer, 1987, 1989).

Résultats

La grenaille de plomb dans les gésiers de sauvagine

En 1988 et 1989, la fréquence globale de grenaille de plomb dans les gésiers de sauvagine du Lower Mainland et de l'île de Vancouver était de 14 % (tableau 1). Les proportions les plus élevées ont été observées chez le Canard pilet (25,6 %), le Canard colvert (20,9 %) et la Bernache du Canada (12,8 %). Les sites les plus contaminés étaient, par ordre décroissant d'importance, ceux du fleuve Fraser, de la baie Boundary, de la rivière Pitt et de l'île Westham. Les valeurs historiques pour l'estuaire du fleuve Fraser sont résumées au tableau 2 et comparées aux valeurs établies pour l'hiver 1990—1991 dans le tableau 3. Les taux d'ingestion de grenailles de plomb chez le Canard colvert (ddl = 7; x^2 = 46,0; $p < 0,001$), le Canard siffleur d'Amérique (ddl = 6; x^2 = 34,0; $p < 0,001$) et le Canard pilet (ddl = 6; x^2 = 17,6; $p = 0,007$) variaient considérablement d'une année à l'autre. Chez le Canard colvert, les taux d'ingestion étaient faibles ($\bar{x}$ = 5,4 %) en 1990—1991 comparativement aux années précédentes ($\bar{x}$ = 13,1 % ± 5,2). Cette espèce arrivait à l'avant-dernier rang quant aux taux d'ingestion mais elle n'a pas contribué de façon significative au khi-carré (2,8 %) en raison de la taille limitée de l'échantillon. Le Canard pilet se plaçait au troisième rang pour ce qui est de l'ingestion de grenailles de plomb pendant l'hiver 1990—1991 ($\bar{x}$ = 5,9 %) mais a peu contribué au khi-carré (2,6 %). Pour cette même espèce, le taux (%) moyen d'ingestion établi au cours d'études précédentes était le suivant : $\bar{x}$ = 10,0 % ± 11,8. Les résultats obtenus pour le Canard siffleur d'Amérique ($\bar{x}$ = 0 %) sont semblables à ceux des études antérieures ($\bar{x}$ = 2,2 % ± 3,0; 11,2 % du x^2 total était attribuable aux données de

1990—1991). En 1990—1991, le taux d'ingestion de grenailles de plomb chez le Canard colvert, le Canard siffleur d'Amérique et le Canard pilet de l'estuaire du fleuve Fraser a été le plus bas jamais enregistré (3,7 %; ce taux est le même pour l'ingestion de grenailles d'acier); à titre de comparaison, il atteignait 20,3 % en 1988, 4,4 % en 1987, 6,9 % en 1965—1967, 16,3 % en 1951, 6,1 % en 1949 et 10,9 % en 1948. Toutefois, le taux total d'ingestion de grenaille de plomb et d'acier établi en 1990—1991 pour les trois espèces ne différait pas des taux des études antérieures (ddl = 1; N = 1800; p = 0,334). Les taux d'ingestion de plomb chez les six espèces provenant des unités d'aménagement de la faune sont présentés au tableau 1 pour l'année 1988; les données relatives au Canard colvert sont indiquées séparément à la figure 1.

Sur les 12 cygnes autopsiés provenant de l'unité d'aménagement d'Abbotsford, 11 semblent être décédés d'une obstruction de l'oesophage et d'une dilatation du ventricule succenturié causées par le saturnisme. Les 8 gésiers examinés contenaient des grenailles de plomb (environ 10 par oiseau). Les concentrations de plomb variaient de 5 à 28 mg/kg en poids frais (pf) dans les reins et de 6 à 14 mg/kg en poids frais dans le foie; ces valeurs correspondent à une intoxication aiguë par le plomb. L'activité de l'acétylcholinestérase dans le cerveau semblait normale, ce qui élimine l'ingestion de pesticides inhibiteurs de la cholinestérase comme cause de la mort. Les cygnes intoxiqués ont été trouvés dans un secteur où l'utilisation de grenailles non toxiques est obligatoire pour la chasse à la sauvagine depuis 1990. Les pressions de la chasse sont minimes au lac Judson et les échantillons de sédiments prélevés par le *Washington State Wildlife Service* ne renfermaient pas de grenailles de plomb. L'existence d'activités de chasse aux oiseaux-gibier des hautes-terres et de tir au pigeon d'argile autour de ce secteur en particulier fait l'objet de recherches.

Les concentrations de plomb dans les tissus et les ratios de l'activité de l'ALA-d

Les 65 pygargues soumis à des essais jusqu'à maintenant ont été classés comme suit : 9 (13,8 %) ont été intoxiqués par le plomb (tableau 4), 15 (23,1 %) ont été exposés au plomb (tableau 5) et 41 (65,1 %) n'ont pas été exposés au plomb (tableau 6).

Les oiseaux ont été classés comme ayant été intoxiqués si les ratios de l'activité de l'ALA-d étaient supérieurs à 5, ce qui indiquait que le sang présentait des teneurs en plomb supérieures à 80 μg/dL [l'équivalent de la valeur critique de 1 mg/L établie par Redig (1985)], et (ou) si les concentrations de plomb dans les reins étaient supérieures à 20 mg/kg en poids sec [valeur qui équivaudrait aux 5 mg/kg en poids frais établis par Pattee et collab. (1981) à partir d'un facteur de conversion de 4 du poids sec en poids frais chez les mammifères]. Le ratio moyen de l'activité de l'ALA-d pour les oiseaux présentant une intoxication aiguë (tableau 4) était de 16,7 $\pm$ 9,4 (N = 5), tandis que les concentrations moyennes de plomb étaient de 34 $\pm$ 18 mg/kg en poids sec dans les reins (N = 5) et de 7,3 $\pm$ 2,2 mg/kg en poids sec

dans les os (échantillons présentant des concentrations détectables seulement : N = 4).

Le tableau 5 renferme les résultats des analyses effectuées sur les 15 pygargues présentant des signes subcliniques d'exposition au plomb fondés sur un ratio de l'activité de l'ALA-d supérieur à 2 et inférieur à 5 et (ou) sur des concentrations de plomb dans les reins supérieures à 2,0 mg/kg et inférieures à 20,0 mg/kg en poids sec, ou encore sur les concentrations détectables dans les os. Ces seuils reflètent une contamination supérieure à celle attribuable aux niveaux de fond mais inférieure aux valeurs critiques d'une intoxication par le plomb. Pour ce groupe d'oiseaux, les ratios moyens de l'activité de l'ALA-d étaient de 2,8 ± 0,7 (N = 8), tandis que les concentrations moyennes de plomb dans les tissus (des seuls oiseaux pour lesquels les résultats étaient supérieurs au seuil de détection) étaient de 2,8 ± 0,9 mg/kg pour les reins (N = 3) et de 1,9 ± 1,4 mg/kg pour les os (N = 6).

Les données du tableau 6 ont trait aux 41 pygargues n'ayant pas été exposés au plomb. Les concentrations de plomb n'étaient détectables ni dans les reins, ni dans les os des oiseaux soumis aux analyses (N = 14 et 13, respectivement), tandis que le ratio moyen de l'activité de l'ALA-d chez 27 oiseaux était de 1,2 ± 0,2. Ce ratio était de 1,2 ± 0,1 chez 7 pygargues gardés en captivité pendant plus de six mois et, donc, non exposés au plomb pendant cette période.

La répartition géographique des oiseaux intoxiqués par le plomb

Les sites où ont été recueillis les 65 pygargues soumis à des analyses sur les concentrations de plomb dans les tissus et (ou) sur le ratio de l'activité de l'ALA-d sont indiqués à la figure 2. Des 9 oiseaux classés comme ayant été intoxiqués par le plomb, 8 provenaient des zones côtières et 1 de l'intérieur de la Colombie-Britannique, près de Kamloops. Quatre d'entre eux ont été recueillis dans des zones de chasse à la sauvagine limitées à la grenaille non toxique. Un des 4 oiseaux provenant de l'extérieur de telles zones était le pygargue de Kamloops, tandis que les 3 autres venaient de la côte nord-est de l'île de Vancouver.

Treize des 15 oiseaux classés comme ayant été exposés au plomb ont été recueillis dans des régions côtières; les 2 autres venaient de l'intérieur des terres. La plupart des pygargues (11 sur 15) ont été trouvés dans des zones de chasse limitées à la grenaille non toxique.

La répartition saisonnière des oiseaux intoxiqués par le plomb

La plupart des pygargues de l'étude ont été recueillis de janvier à avril (figure 3). Par rapport au nombre total de spécimens soumis tous les mois à des analyses, le plus grand nombre d'oiseaux intoxiqués par le plomb ou exposés à cette substance ont été trouvés en décembre, mars et mai (figure 4).

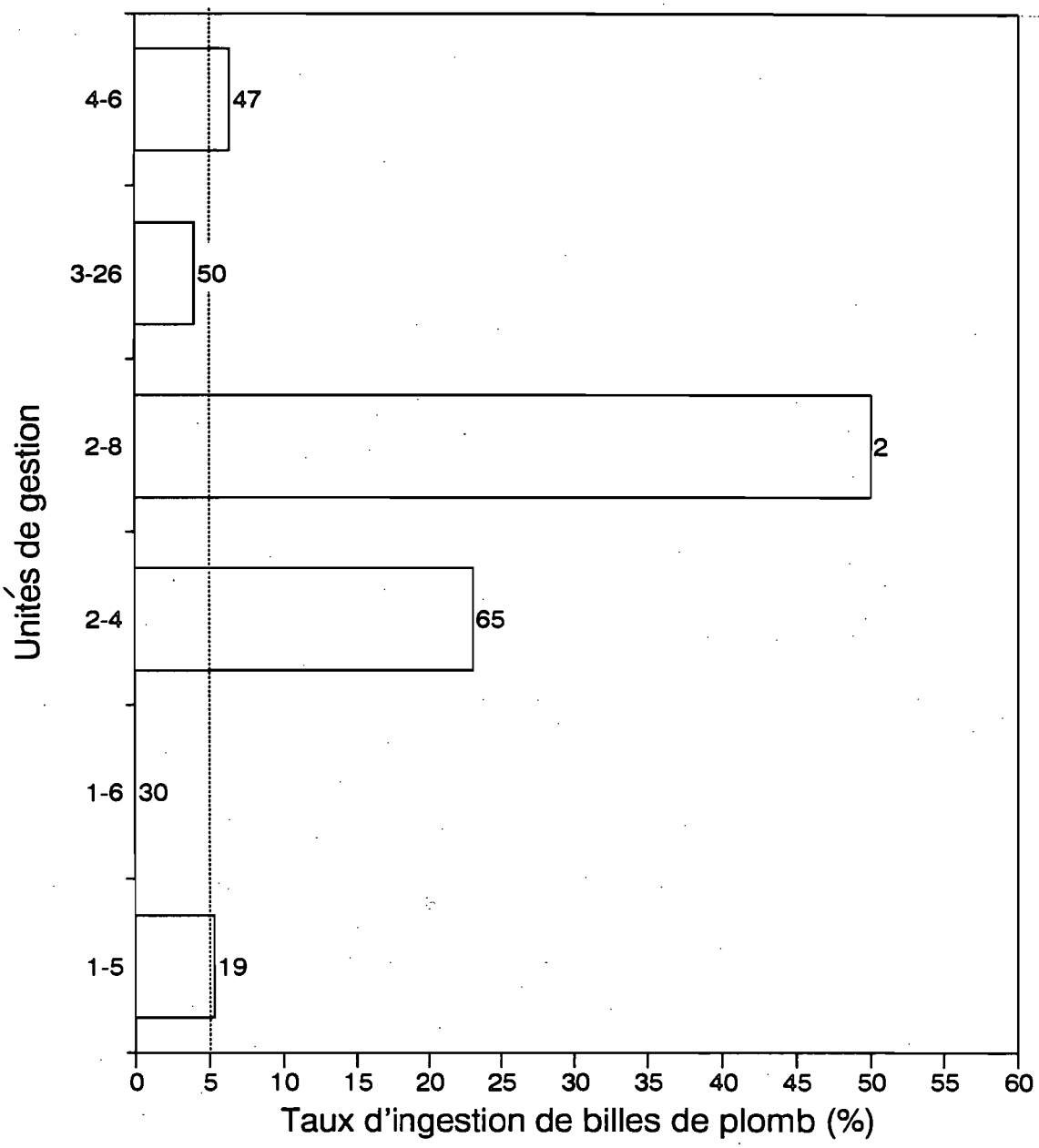


Figure 1. Taux d'ingestion de billes de plomb chez le Canard colvert dans des unités choisies d'aménagement de la faune.

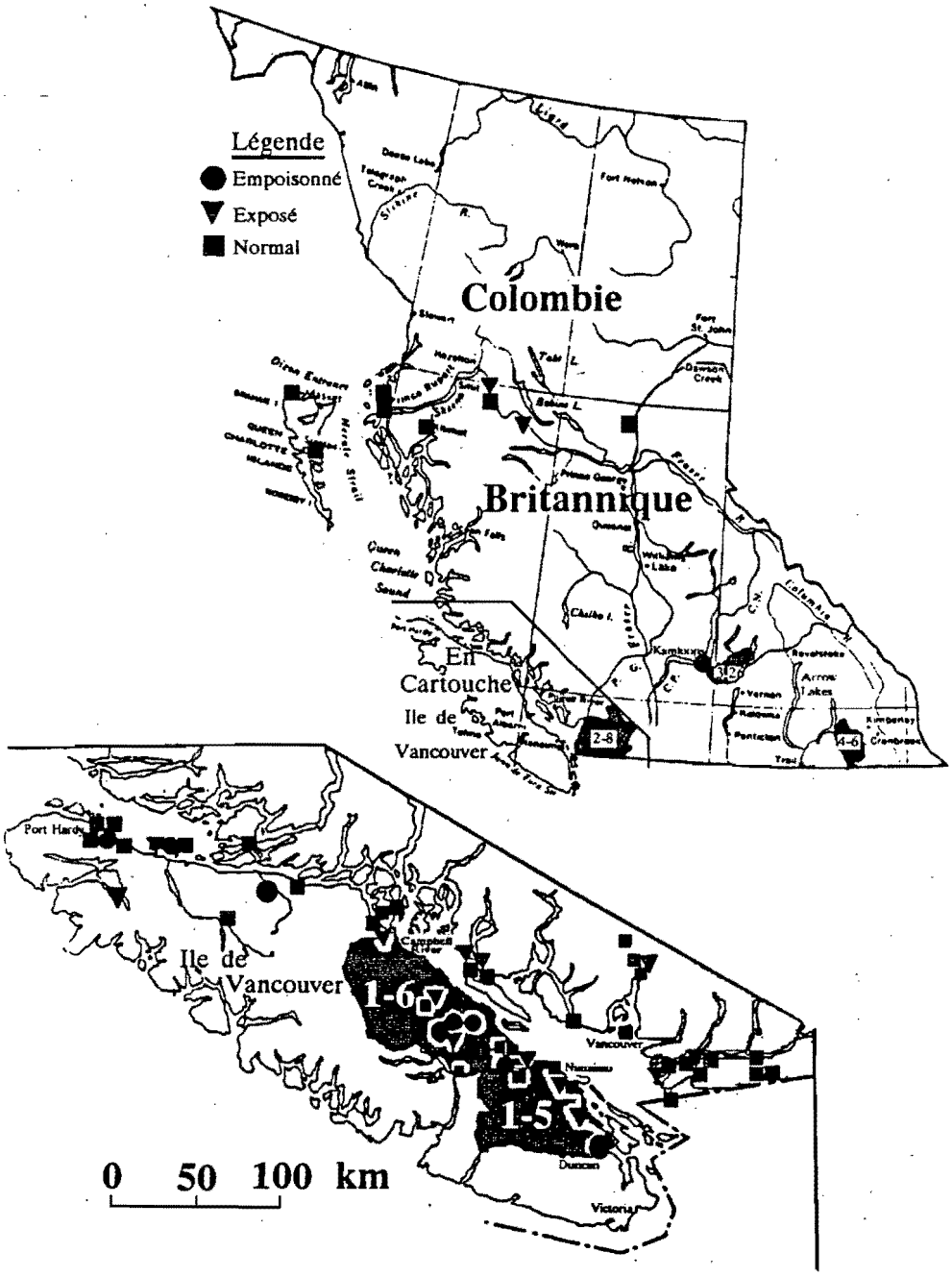


Figure 2. Répartition géographique des Pygargues à tête blanche exposés au plomb et recueillis entre 1988 et 1990 en Colombie-Britannique.

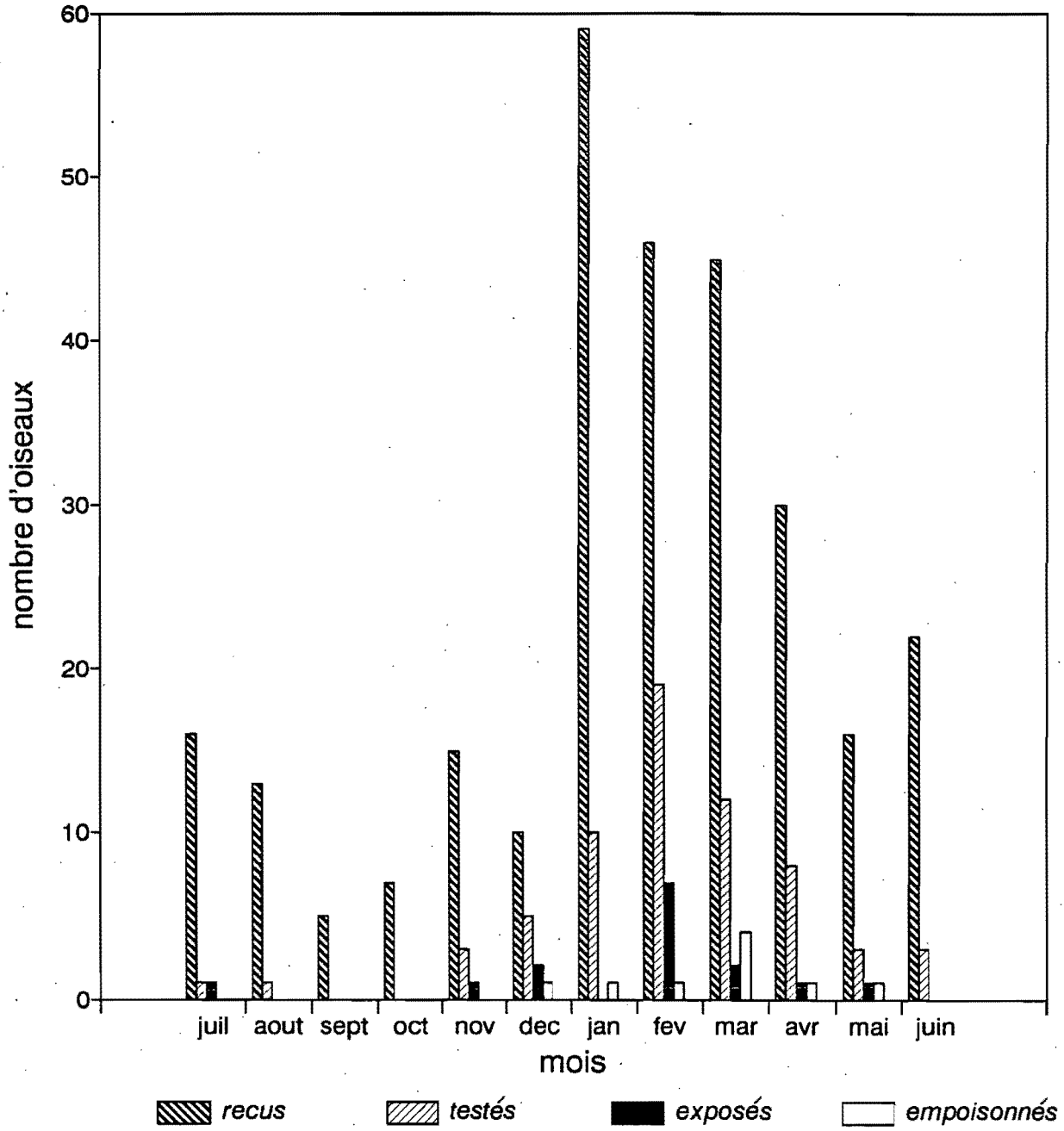


Figure 3. Répartition saisonnière des Pygargues à tête blanche intoxiqués par le plomb et recueillis entre 1988 et 1990 en Colombie-Britannique.

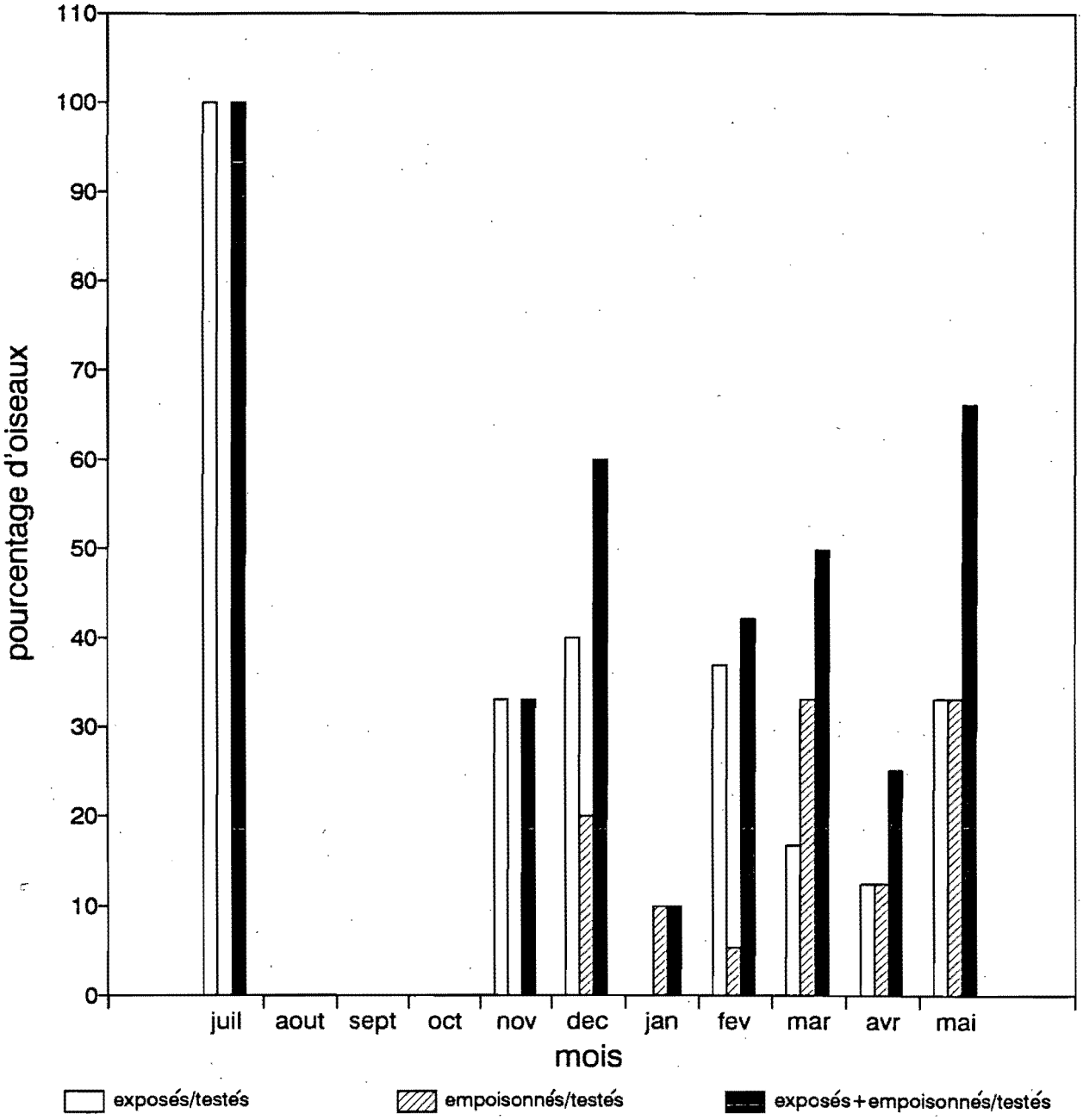


Figure 4. Nombre de pygargues intoxiqués par le plomb et exposés au plomb, par mois, en pourcentage du nombre total soumis à un dosage du plomb.

Tableau 1. Résumé de la présence de billes ou de fragments de plomb dans les gésiers de sauvagine recueillis dans des unités d'aménagement choisies, 1988 et 1989 (Whitehead, 1989).

Endroit (unité d'aménagement)	Canard colvert	Canard pilet	Canard siffleur d'Amérique	Sarcelle à ailes bleues	Bernache du Canada	Oie des neiges	Totaux
Inconnu	2/7 (28,6 %)	0/9 (0 %)	1/5 (20 %)		0/4 (0 %)	0/4 (0 %)	3/29 (10,3 %)
Nanaimo (1-5)	0/1 (0 %)						0/1 (0 %)
Ladysmith (1-5)	1/18 (5,5 %)			0/3 (0 %)			1/21 (4,8 %)
Total	1/19 (5,3 %)			0/3 (0 %)			1/22 (4,5 %)
Courtenay-Comox (1-6)	0/30 (0 %)						0/30 (0 %)
Total	0/30 (0 %)						0/30 (0 %)
Île Westham (2-4)	14/59 (23,7 %)	4/39 (10,2 %)	7/26 (26,9 %)		1/16 (6,2 %)	0/10 (0 %)	26/150 (17,3 %)
Baie Boundary (2-4)	1/6 (16,7 %)		3/10 (30 %)		1/8 (12,5 %)		5/24 (20,8 %)
Abbotsford (2-4)						0/2 (0 %)	0/2 (0 %)
Total	15/65 (23,1 %)	4/39(10,2 %)	10/36 (27,8 %)		2/24 (8,3 %)	0/12 (0 %)	31/176 (17,6 %)
Rivière Pitt (2-8)	1/2 (50 %)					2/14 (14,3 %)	3/16 (18,7 %)
Fleuve Fraser (2-8)						3/7 (42,8 %)	3/7 (42,8 %)
Total	1/2 (50 %)					5/21 (23,8 %)	6/23 (26,1 %)
Shuswap (3-26)	2/50 (4 %)				0/2 (0 %)		2/52 (3,8 %)
Total	2/50 (4 %)				0/2 (0 %)		2/52 (3,8 %)
Creston (4-6)	3/47 (6,4 %)	0/2 (0 %)	3/128 (2,3 %)	0/7 (0 %)			6/184 (3,3 %)
Total	3/47 (6,4 %)	0/2 (0 %)	3/128 (2,3 %)	0/7 (0 %)			6/184 (3,3 %)
Total global	46/220 (20,9 %)	11/43 (25,6 %)	5/156 (3,2 %)	0/10 (0 %)	5/39 (12,8 %)	4/39 (10,2 %)	68/487 (14 %)

Tableau 2. Fréquence (%) de l'ingestion de grenaille de plomb par la sauvagine dans la vallée inférieure du fleuve Fraser, 1936—1988 (N) (Whitehead, 1989).

	Auteur et date							
Espèce	Munroe, 1936	Tener, 1948	Cottle, 1949	Malysheff, 1951	Burgess, 1970	Pope, 1988	Whitehead, 1989	Moyenne ± É.-T
Canard colvert	12,2 (11/90)	16,1 (10/59)	10,0 (6/61)	16,5 (13/79)	11,2 (22/196)	4,8 (450)	20,7 (247)	13,1 ± 5,2
Canard pilet	-	5,0 (1/20)	0,0 (0/16)	22,9 (8/35)	5,0 (5/100)	0,0 (23)	26,8 (41)	10,0 ± 11,8
Canard siffleur d'Amérique	-	0,0 (0/22)	0,0 (0/21)	0,0 (0/15)	1,6 (2/123)	4,4 (45)	7,1 (28)	2,2 ± 3,0
Bernache du Canada	-	-	-	-	-	13,5 (52)	13,5 (37)	13,5 ± 0,0
Oie des neiges	-	-	-	-	-	6,7 (15)	8,3 (48)	7,5 ± 1,1

Tableau 3. Fréquence de l'ingestion de grenaille de plomb par les canards de surface abattus au fusil dans l'estuaire du fleuve Fraser, hiver 1990—1991.

Espèce	Nombre de gésiers radiographiés	Nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille d'acier	Nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille de plomb	% grenaille d'acier / grenaille de plomb
Canard colvert	37	2	2	5,4 / 5,4
Canard siffleur d'Amérique	37	1	0	2,7 / 0,0
Canard pilet	34	1	2	2,7 / 5,9
Total	108	4	4	3,7 / 3,7

Tableau 4. Statistiques sur les neuf Pygargues à tête blanche présentant des signes d'une intoxication par le plomb (Elliott et collab., 1992).

Date	Âge	Sexe	Endroit	Plomb dans les reins (mg/kg)	Plomb dans les os (mg/kg)	Ratio de l'activité de l'ALA-d	Diagnostic initial
Avr. 1989	Ad[1]	F	Île Denman			25	Inanition
Déc. 1989	1	F	Bowser			24	Saturnisme
Jan. 1990	Ad	F	Riv. Eve			20	Saturnisme
Fév. 1990	Ad	M	Duncan	8,8	ND[2]	6,7	Abattu par balle
Mars 1990	1	F	Port Hardy	48	6,9		Inanition
Mars 1990	Ad	M	Coombs	49	10		Cause indéterminée
Mars 1990	2	M	Sointula	21	5,1		Saturnisme
Mars 1990	Ad	M	Kamloops	42	7,0		Cause indéterminée
Mai 1990	Ad	F	Île Hornby			6,6	Agression interspécifique
Moyenne ± É.-T.				34 ± 18	7,3 ± 2,2	16,7 ± 9,4	

[1] Ad = adulte.
[2] ND = non détectable.

Tableau 5. Statistiques sur les 15 Pygargues à tête blanche présentant des signes subcliniques d'une exposition au plomb (Elliott et collab., 1992).

Date	Âge	Sexe	Endroit	Plomb dans les reins (mg/kg)	Plomb dans les os (mg/kg)	Ratio de l'activité de l'ALA-d	Diagnostic initial
Juil. 1989	1	M	Houston			2,8	Carence alimentaire
Nov. 1989	Ad[1]	F	Surrey	ND	1,4		Agression intraspécifique
Déc. 1989	Ad	F	Squamish	ND[2]	0,8		Traumatisme indéterminé
Déc. 1989	1	M	Baie Buckley			3,9	Saturnisme, plumage imbibé d'eau
Fév. 1990	Ad	M	Riv. Powell	2,6	ND	2,3	Traumatisme indéterminé
Fév. 1990	Ad	M	Sointula	3,8	ND		Collision avec un véhicule
Fév. 1990	Ad	F	Nanaimo	ND	1,2		Électrocution
Fév. 1990	Ad	M	Richmond			2,9	Intoxication par des pesticides
Fév. 1990	4	M	Riv. Campbell			2,6	Mazoutage
Fév. 1990	1	F	Riv. Powell	ND	4,3	1,7	Traumatisme indéterminé
Fév. 1990	4	M	Comox	2,0	ND		Collision avec une ligne haute tension
Mars 1990	3	M	Ladysmith	ND	2,7		Traumatisme indéterminé
Mars 1990	3	M	Port Alice	ND	0,8		Myosite
Avr. 1990	Ad	F	Baie Nanoose			3,2	Traumatisme indéterminé
Mai 1990	Ad	F	Smithers			2,6	Agression intraspécifique
Moyenne ± É.-T.				2,8 ± 0,9	1,9 ± 1,4	2,8 ± 0,7	

[1] Ad = adulte.
[2] ND = non détectable.

Tableau 6. Statistiques sur les 41 Pygargues à tête blanche ne présentant aucune exposition au plomb (Elliott et collab., 1992).

Date	Âge	Sexe	Endroit	Plomb dans les reins (mg/kg)	Plomb dans les os (mg/kg)	Ratio de l'activité de l'ALA-d
Mai 1988	Ad[1]	F	Port Hardy	ND[2]	ND	
Juin 1988	2	M	Lac Summit	ND	ND	
Juin 1989	Ad	F	Port Hardy		ND	
Août 1989	1	M	Îles de la Reine-Charlotte			1,1
Nov. 1989	1	F	Port Alberni			1,8
Nov. 1989	1	F	Inconnu			1,2
Déc. 1989	Ad	M	Riv. Powell	ND	ND	
Déc. 1989	1	F	Sandspit			1,1
Jan. 1990	1	F	Comox	ND	ND	1,1
Jan. 1990	4	M	Squamish			1,0
Jan. 1990	2	M	Île Minstrel	ND	ND	
Jan. 1990	Ad	M	Qualicum			1,1
Jan. 1990	Ad	F	Surrey			1,2
Jan. 1990	1	M	Kitimat			1,1
Jan. 1990	Ad	M	Point Roberts			1,3
Jan. 1990	Ad	M	Richmond			1,7
Jan. 1990	Ad	F	Riv. Powell			1,3
Fév. 1990	2	M	Sointula			1,5
Fév. 1990	1	F	Port Hardy			1,4
Fév. 1990	1	F	Baie Kelsey	ND	ND	
Fév. 1990	2	M	Surrey	ND	ND	
Fév. 1990	2	F	Mission			1,2
Fév. 1990	1	M	Surrey			1,3
Fév. 1990	Ad	M	Qualicum			1,1
Fév. 1990	Ad	F	Île Chain			1,1
Fév. 1990	Ad	M	Sechelt			1,0
Fév. 1990	Ad	F	Île Quadra	ND	ND	
Fév. 1990	1	M	Upper Squamish	ND	ND	
Mars 1990	1	F	Riv. Englishman	ND	ND	
Mars 1990	1	M	Nanaimo	ND		
Mars 1990	1	F	Smithers	ND	ND	
Mars 1990	1	M	Nanaimo	ND	ND	
Mars 1990	3	F	Woss	ND		
Mars 1990	Ad	F	Abbotsford			1,0
Avr. 1990	Ad	F	Riv. Campbell			1,4
Avr. 1990	1	F	Riv. Campbell			1,0
Avr. 1990	Ad	M	Port Hardy			1,0
Avr. 1990	Inconnu	F	Île Bowen			1,1
Avr. 1990	Inconnu	M	Prince Rupert			1,0
Avr. 1990	Ad	M	Prince Rupert			1,1
Juin 1990	Ad	M	Abbotsford			1,0
Moyenne ± É.-T.						1,2 ± 0,2

[1] Ad = adulte.
[2] ND = non détectable.

Tableau 7. Cause diagnostiquée de la mort ou de la maladie de tous les oiseaux examinés (267) et pourcentage des oiseaux soumis à un dosage du plomb (65) (Elliott et collab., 1992).

Diagnostic	Tous les oiseaux (%)	Oiseaux soumis à un dosage du plomb (%)
Collision en vol	3,0	7,7
Collision avec une ligne haute tension	2,2	3,1
Collision avec un véhicule	10,1	4,6
Traumatisme indéterminé	15,7	21,5
Plomb	8,6	13,9
Pesticide	3,7	6,2
Mercure	0,4	0
Cause indéterminée	0,8	0
Électrocution	14,6	7,7
Chute du nid	6,4	0
Abattu par balle	6,0	1,5
Agression intraspécifique	4,9	4,6
Plumage imbibé d'eau	5,2	3,1
Mazoutage	0,8	3,1
Inanition	3,0	7,7
Piégé	3,0	0
Maladie infectieuse	4,1	4,6
Cause indéterminée	4,9	1,5
Autres causes	1,5	9,2

Analyse

Lors de l'examen visuel des gésiers, jusqu'à 20—30 % des grenailles de plomb peuvent passer inaperçues, tandis que presque 100 % des fragments sont détectés lorsque le contenu des gésiers est radiographié. Toutefois, pour les échantillons regroupés des gésiers de Canards colverts, Canards pilets et Canards siffleurs d'Amérique recueillis à l'hiver 1990—1991 dans le delta du fleuve Fraser, la fréquence des grenailles de plomb dans les gésiers radiographiés est la plus basse jamais signalée pour cette région. Cependant, si nous tenons compte de toute la grenaille (acier et plomb) présente dans les gésiers, les résultats de 1990—1991 pour les trois espèces regroupées ne diffèrent pas de ceux des études antérieures. Les données de 1990—1991 ont trait à un échantillon d'hiver, ce qui pourrait expliquer la fréquence peu élevée de la grenaille de plomb. On sait que, en raison de la sédimentation, la disponibilité de la grenaille décroît avec le temps après son dépôt dans le milieu naturel; après un an, les grenailles sont enfoncées de 2,5 à 5 cm dans les sédiments (Bellrose, 1959). En hiver, la sauvagine constitue une importante source alimentaire pour les Pygargues à tête blanche de la côte du Pacifique (Stalmaster et collab., 1985), particulièrement les canards tués ou estropiés par les chasseurs (Griffen et collab., 1982). Des études récentes ont démontré que les pertes de canards estropiés par des grenailles de plomb peuvent atteindre jusqu'à 39 % des effectifs (Nieman et collab., 1987), tandis qu'un grand nombre (30 % en moyenne) de canards sains renferment dans leur système de la grenaille de plomb (U.S. Fish & Wildlife Service, 1986). Les pygargues peuvent également être exposés au plomb lorsqu'ils consomment le tractus intestinal d'espèces de sauvagine tuées ou affaiblies par l'ingestion de grenailles de plomb.

En Colombie-Britannique, ce type de munition a été interdit en 1990 pour la chasse à la sauvagine dans quatre unités d'aménagement de la faune (1-5, 1-6, 2-4 et 2-8); cette décision a été fondée sur les données du tableau 1 et sur la fréquence élevée d'un saturnisme chronique chez le Cygne trompette de l'île de Vancouver (Langelier et collab., 1989). L'interdiction de la grenaille de plomb devrait réduire grandement le nombre des canards malades et estropiés qui fréquentent ces zones et dont l'organisme renferme des plombs tant ingérés que logés par un fusil. L'examen de 108 gésiers prélevés à l'hiver 1990—1991 (la première saison d'interdiction de la grenaille de plomb) chez trois espèces de canard du delta du fleuve Fraser a révélé que le nombre de grenailles d'acier était approximativement égal à celui de la grenaille de plomb (tableau 3), ce qui devrait réduire l'exposition secondaire au plomb des pygargues nécrophages et d'autres oiseaux de proie dans ces régions. Toutefois, des cygnes trouvés dans une zone où la grenaille de plomb est interdite présentaient une intoxication par le plomb. Ce phénomène pourrait être attribuable à des oiseaux contaminés migrant dans la zone; il pourrait aussi démontrer l'importance du «facteur temps» dans l'élimination du problème soulevé par la grenaille de plomb. La biodisponibilité de cette dernière diminuera avec le temps, au fur et à mesure de la sédimentation; entre temps, des risques peuvent continuer de planer sur les espèces

s'alimentant plus profondément dans les sédiments.

L'analyse des tissus et (ou) des ratios de l'activité de l'ALA-d ont donné un pourcentage plus élevé (13,9 %) de pygargues classés comme étant intoxiqués par le plomb que la classification fondée sur les signes cliniques (8,6 %) (tableau 7). Une fois terminées les analyses portant sur la présence de plomb dans les tissus de tous les pygargues, il est possible que certains spécimens dont la mort a été attribuée à d'autres causes (tableau 7), particulièrement à l'inanition, puissent être classé comme ayant été intoxiqués par le plomb.

On ne sait pas dans quelle mesure la fréquence de l'intoxication aiguë par le plomb indiquée au tableau 7 présente une distorsion, étant donné que la probabilité de repérer un oiseau malade ou mort des suites d'une exposition au plomb pourrait être différente dans le cas de pygargues dont la mort est attribuable à d'autres causes (collision avec des voitures, chasse et piégeage, etc.). Les oiseaux éprouvant des déficiences neurologiques provoquées par le plomb peuvent être plus discrets et la probabilité qu'ils soient repérés est plus faible que dans le cas des oiseaux dont la mort a été provoquée par d'autres causes. Il est donc possible que nous ayons sous-estimé le pourcentage réel des oiseaux dont la cause de la mort est le saturnisme. Toutefois, le pourcentage de carcasses de Pygargues à tête blanche classés comme intoxiqués par le plomb a atteint une pointe de 25 % en mars, ce qui fait du plomb une des principales causes potentielles de la réduction des effectifs de l'espèce pendant cette période de l'année.

Une exposition sublétale au plomb et les effets neurologiques qui lui sont associés peuvent provoquer des problèmes de coordination et influer sur d'autres fonctions essentielles régies par le système nerveux central, comme la vue et l'ouïe; les oiseaux risquent donc davantage de mourir d'autres causes.

Les pygargues peuvent toujours être exposés au plomb en se nourrissant de canards migrateurs dont l'organisme renferme du plomb ingéré ou logé par un fusil dans d'autres régions. La plupart des canards dont la voie migratoire passe par le sud de la Colombie-Britannique ou qui hivernent dans cette région viennent tant de l'intérieur de la province que de l'Alberta, de l'Alaska, du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest (McKelvey et Smith, 1990). Les populations humaines du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest sont dispersées et la pression de la chasse à la sauvagine est faible; en outre, seule la grenaille d'acier est permise en Alaska. Par conséquent, l'intérieur de la Colombie-Britannique et l'Alberta sont les seuls endroits où la pression de la chasse à la sauvagine à l'aide de grenailles de plomb est suffisamment élevée pour produire un réservoir important de canards dont l'organisme renferme des plombs logés par un fusil. Ces canards deviendraient la proie des pygargues, surtout s'ils sont estropiés (par des grenailles d'acier) ou s'ils tombent malades pendant l'hiver.

Hochbaum, G.S. 1993. Lead pellet ingestion in prairie Canada. Pp. 47-64 in J.A. Kennedy and S. Nadeau (eds.), Lead Shot Contamination of Waterfowl and Their Habitats in Canada. Can. Wildl. Serv. Technical Report No. 164.

Nos données révèlent que 4 des 9 Pygargues à tête blanche intoxiqués venaient de l'extérieur des zones de chasse limitées à la grenaille non toxique. Ces oiseaux auraient été exposés à la grenaille de plomb par le biais des canards affaiblis par suite de la chasse locale à la sauvagine, particulièrement dans le nord-est de l'île de Vancouver. Il serait utile de procéder à d'autres échantillonnages de gésiers de sauvagine dans cette région.

En conclusion, le saturnisme est un important facteur de mortalité chez le Pygargue à tête blanche de la Colombie-Britannique. On devrait continuer de surveiller l'exposition de cette espèce au plomb afin de déterminer si la désignation des zones de chasse limitées à la grenaille non toxique est une mesure efficace. Le rôle de la grenaille de plomb dans la mortalité des pygargues devrait également être évalué dans d'autres régions du Canada, notamment au Nouveau-Brunswick où l'on a signalé que les Pygargues à tête blanche se nourrissaient de sauvagine (Wright, 1953). La fréquence des grenailles de plomb dans le gésier de quatre des six espèces de sauvagine était supérieure au niveau de 5 %, à partir duquel la sauvagine peut être considérée comme présentant des risques de saturnisme (SCF 1990).

Ouvrages cités

Bellrose, F.C. 1959. Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. Ill. Nat. Surv. Bull. 27:235-288.

Bortolotti, G.R. 1984. Sexual size dimorphism and age related variation in Bald Eagles. J. Wildl. Manage. 48:72-81.

Burgess, T.E. 1970. Foods and habitat of four anatids wintering on the Fraser River delta tidal marshes. Thèse de M.Sc., Dept. of Zoology, University of British Columbia, Vancouver.

Cottle, W.H. 1949. A study of the feeding behaviour of the Anatidae wintering in the lower Fraser River Valley of British Columbia. Thèse de B.A., University of British Columbia, Vancouver.

Elliott, J.E., K.M. Langelier, A.M. Scheuhammer, P.H. Sinclair et P.E. Whitehead. 1992. Incidence de l'intoxication au plomb chez le Pygargue à tête blanche et de la présence de grenaille de plomb dans le gésier des oiseaux aquatiques de la Colombie-Britannique, 1988-1991. Service canadien de la faune, Cahier de biologie N° 200. 8 pp.

Griffen, C.R., T.S. Baskett et R.D. Sparrowe. 1982. Ecology of Bald Eagles wintering near a waterfowl concentration. U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep., Wildl., No. 247. 12 pp.

Langelier, K.M., M. Tolksdorf, S. Herunter, R. Campbell et R. Lewis. 1989. Lead levels in Trumpeter Swans (*Cygnus buccinator*) in British Columbia, 1989. Wildl. Vet. Rep. 2(2): 8.

Langelier, K.M., J.E. Elliott et A.M. Scheuhammer. 1991. Bioaccumulation and toxicity of lead in Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) of British Columbia. Western Canada Wildlife Health Workshop, Victoria, C.-B., Fev. 15-16.

Longcore, J.R., L.N. Locke, G.E. Bagley et R. Andrews. 1974. Significance of lead residues in mallard tissues. U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep., Wildl., No. 182. 24 pp.

Malysheff, A. 1951. Lead poisoning of ducks in the lower Fraser River Valley of British Columbia: a chemical study. Thèse de M.Sc., University of British Columbia, Vancouver.

McCollough, M.A. 1989. Molting sequence and aging of Bald Eagles. Wilson Bull. 101:1-10.

McKelvey, R. et G.E.J. Smith. 1990. The distribution of waterfowl banded or returned in British Columbia, 1951-1985. Service canadien de la faune Ser. Rap. Tech., No. 79, Pacific and Yukon Region, Delta, B.C. 117 pp.

Mudge, G.P. 1983. The incidence and significance of ingested lead pellet poisoning in British wildfowl. Biol. Conserv. 27:333-372.

Munroe, J.A. 1936. Food of the Common Mallard in the lower Fraser River Valley, British Columbia. Condor 38(3):109-111.

Nieman, D.J., G.S. Hochbaum, F.D. Caswell et B.C. Turner. 1987. Monitoring hunter performance in Prairie Canada. Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf. 52:233-245.

Pattee, O.H., S.N. Wiemeyer, B.M. Mulhern, L. Sileo et J.W. Carpenter. 1981. Experimental lead-shot poisoning of bald eagles. J. Wildl. Manage. 45:806-810.

Pope, M. 1988. The incidence of lead shot in southern British Columbia waterfowl. Project Report, British Columbia Institute of Technology.

Redig, P.T. 1985. Clinical aspects of lead poisoning in raptors. College of Vet. Med., Univ. Minn., St-Paul. Mn. 4 pp.

Royal Society of Canada. 1986. Lead in the Canadian environment: Science and regulation. The Commission on lead in the environment. Rapport Final. 373 pp.

SCF. 1990. Projet d'énoncé de politique sur l'utilisation de plomb pour la chasse à la sauvagine au Canada. Rapport non publié du Service canadien de la faune.

Scheuhammer, A.M. 1987. Erythrocyte delta aminolevulinic dehydratase in birds. II. The effects of lead exposure in vivo. Toxicology, 45:165-175.

Scheuhammer, A.M. 1989. Monitoring wild bird populations for lead exposure. J. Wildl. Manage. 53:759-765.

Stalmaster, M.V., R.L. Knight, B.L. Holder et R.J. Anderson. 1985. Bald Eagles. Pp. 269-290 in E.R. Brown (ed.), Management of wildlife and fish habitats in forests of western Oregon and Washington, Part I, U.S. For. Publ. No. R6-F&WL-192-1985.

Tener, J.S. 1948. An investigation of some of the members of the sub-family Anatinae in the lower Fraser Valley of British Columbia. Thèse de B.A., Dept. of Zoology, University of British Columbia, Vancouver.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1986. Final supplemental environmental impact statement on the use of lead shot for hunting migratory birds in the United States. U.S. Fish and Wildl. Serv. Publ., FES 86-16, Washington, D.C. 300 pp.

Whitehead, P.E. 1989. Summary of presence of lead shot or lead fragments in the gizzard contents of waterfowl collected in the lower mainland and Vancouver Island. Juin 1989. Service canadien de la faune Rapport interne.

Wright, B.S. 1953. The relation of Bald Eagles to breeding ducks in New Brunswick. J. Wildl. Manage. 17:55-62.

L'INGESTION DE GRENAILLE DE PLOMB PAR LA SAUVAGINE DES PRAIRIES CANADIENNES

Tiré de : Hochbaum et Bain, 1988; Hochbaum et collab., 1988; Hochbaum et Leafloor, 1988; Hochbaum, 1990; des renseignements supplémentaires ont été fournis par G.S. Hochbaum sur les données de 1991.

Devrait être cité comme suit :

Hochbaum, G.S. 1993. L'ingestion de grenailles de plomb par la sauvagine des prairies canadiennes. Pp. 49-68 en J.A. Kennedy et S. Nadeau (réds.), La contamination de la sauvagine et de ses habitats par la grenaille de plomb au Canada. Série de rapports techniques, N° 164, Serv. Can. Faune.

Résumé

Des gésiers ont été recueillis dans des zones de chasse du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta à l'automne et dans certains sites du Manitoba à l'été. Le pourcentage d'oiseaux de chaque espèce dont le gésier renfermait de la grenaille (taux d'ingestion) a été calculé. Les canards de surface de quatre sites des Prairies présentaient des taux d'ingestion indiquant des problèmes possibles de saturnisme : le marais Delta (8,4 %), les marais de The Pas (15,1 %) et le lac Dauphin (5,0 %) au Manitoba, de même que le lac Ponass (5,0 % pour le Canard colvert et 3,5 % pour tous les canards de surface) en Saskatchewan. Aucune grenaille n'a été détectée dans les gésiers de la sauvagine en Alberta. Seulement deux sites du Manitoba (le marais Delta et les marais de The Pas) présentaient des écarts entre les taux d'ingestion de l'automne et ceux de l'été, ces derniers étant plus élevés. Les comparaisons établies avec les taux d'ingestion relevés en 1948—1949 au marais Delta ne révélaient aucune différence importante, ce qui indique une situation stable dans le temps.

L'estimation de la densité des grenailles établie d'après des échantillons de sédiments dragués variait grandement d'un site à l'autre. Les échantillons de la Saskatchewan ne renfermaient que des quantités traces de grenailles, tandis qu'il n'y avait aucune grenaille dans ceux de l'Alberta. La densité des grenailles allait de moyenne à élevée dans tous les marais du Manitoba, exception faite du marais Oak Hammock, où la chasse est restreinte aux champs adjacents. Les marais de The Pas présentaient les densités les plus élevées de grenailles.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de problème manifeste en Saskatchewan et en Alberta, mais la taille de l'échantillon est limitée. Le marais Oak Hammock est déjà désigné comme zone de chasse limitée à la grenaille non toxique, mais la chasse à la sauvagine avec de la grenaille de plomb est encore permise à The Pas, au lac Dauphin et au marais Delta.

Introduction

Le saturnisme est une cause connue de mortalité de la sauvagine au Canada (Wendt et Kennedy, 1992). Les Prairies canadiennes, qui constituent une importante aire de reproduction de la sauvagine, abritent de grands effectifs d'oiseaux qui risquent d'être intoxiqués par la grenaille de plomb dans l'environnement. Bien que le Manitoba, la Saskatchewan et l'Alberta soient souvent considérés comme un tout, les différences caractérisant les habitats, les habitudes des chasseurs et la réglementation influent sur le risque de saturnisme. Les données se rapportent à des sites individuels, car on a voulu fournir des détails sur la situation locale.

Il y a un chevauchement marqué des aires de reproduction et des zones de chasse dans les Prairies; les canards présents en été dans les zones où la chasse est pratiquée peuvent être exposés à la grenaille de plomb répandue pendant plusieurs mois, ce qui accroît les risques d'ingestion de grenaille. À l'automne, la présence de chasseurs peut forcer les oiseaux à quitter les aires de reproduction privilégiées au profit de secteurs où la grenaille peut être moins abondante. On a fait des recherches sur les taux d'ingestion de l'automne et de l'été au Manitoba afin de déterminer si la sauvagine présente dans les aires de reproduction était davantage exposée au plomb que les oiseaux migrateurs à l'automne. Comme la grenaille de plomb est éliminée du gésier de la sauvagine en trois semaines environ (Clemens et collab., 1975), des comparaisons intersaisonnières des taux d'ingestion peuvent être établies sans que l'on se préoccupe du fait que la grenaille ingérée au printemps puisse être détectée à l'automne.

Les résultats présentés ici sont classés par rapport au taux d'ingestion de 5 % établi en 1990 par le Service canadien de la faune (SCF) comme étant le seuil le plus élevé ne soulevant pas d'inquiétude. Si plus de 5 % de la population de canards de surface d'un secteur donné a ingéré de la grenaille de plomb, il est recommendé d'entreprendre des recherches pour déterminer s'il existe un problème de saturnisme à cet endroit (SCF 1990).

Méthodes

Les études sur les gésiers

Manitoba

Au Manitoba, des gésiers et des ailes de sauvagine ont été recueillis en été (avant la chasse) et à l'automne (pendant la chasse), de 1979 à 1985. Les gésiers ont permis d'évaluer le taux d'ingestion de plomb et on a utilisé le plumage des ailes pour déterminer l'espèce, l'âge et le sexe des oiseaux. Les sites de collecte ont été choisis en fonction de deux critères : une chasse intensive (plus de 10 000 jours de chasse dans un secteur de 100 km^2) et la disponibilité d'échantillons adéquats pour au moins

une espèce (figure 1). Les spécimens de l'échantillon d'été provenaient de sept sites, principalement du sud du Manitoba; il s'agissait d'oiseaux dont la mort avait été accidentelle (noyade, prédation dans les pièges appâtés utilisés pour le baguage, etc.). Les oiseaux ont été recueillis entre la fin de juillet et le milieu de septembre. L'échantillon de l'automne était constitué de gésiers et d'ailes de sauvagine fournis par les chasseurs au cours de la saison de chasse annuelle aux oiseaux migrateurs, qui va du 1er septembre au 30 novembre. Tous les échantillons ont été conservés à l'état congelé jusqu'au moment des analyses en laboratoire. Dans la mesure du possible, on a déterminé l'espèce, l'âge et le sexe du spécimen. L'emplacement et la date de la cueillette ont été notés. Dans le cas des oiseaux provenant des quatre secteurs où un échantillonnage a eu lieu à l'été et à l'automne et dont le gésier renfermait de la grenaille de plomb (Delta, Oak Hammock, lac Dauphin et The Pas), on a appliqué la méthode exacte de Fisher en posant comme hypothèse nulle que les taux d'ingestion étaient les mêmes pendant les deux saisons.

Les taux d'ingestion des oiseaux du marais Delta ont été comparés avec ceux établis en 1948-1949 par radiofluoroscopie d'oiseaux vivants, une méthode ayant permis de détecter la présence de grenaille de plomb dans les gésiers d'oiseaux de ce même endroit. On a utilisé la méthode exacte bilatérale de Fisher pour le Canard colvert, le Canard pilet et la Sarcelle à ailes bleues. Aucun facteur de correction n'a été appliqué aux taux de détection de billes établis par fluoroscopie et par examen visuel.

Saskatchewan

Les gésiers ont été recueillis dans six sites de la Saskatchewan pendant la saison de chasse 1986. Des oiseaux ont été donnés par des plumeurs professionnels des zones de chasse étudiées et l'on a supposé qu'ils avaient été abattus localement. À certains endroits, les plumeurs n'ont recueilli que le gésier et n'ont fourni aucune indication quant à l'espèce, à l'âge et au sexe des oiseaux. Ces derniers ont été inclus dans la catégorie des «canards non identifiés» dans les tableaux.

Alberta

Les chasseurs présents sur 16 sites de l'Alberta ont été invités directement à fournir des gésiers de sauvagine pendant la saison de chasse 1987. Ces sites avaient été choisis parce qu'ils étaient la scène d'une chasse traditionnelle sur l'eau (figure 1). On a accru l'intensité de la chasse pour des mâles d'espèces choisies (Canard colvert, Canard pilet, Morillon à dos blanc et Petit Morillon) afin d'améliorer la représentativité de quelques groupes homogènes. Les échantillons ont été obtenus des environs des lacs Beaverhill, Cooking et Bittern, près d'Edmonton; quelques échantillons supplémentaires ont été recueillis dans la région de Calgary. L'espèce, l'âge et le sexe des oiseaux entièrement emplumés ont été déterminés visuellement. À l'automne 1991, 33 gésiers de canard ont été recueillis auprès des chasseurs du marais

Inchent, près de Lethbridge.

Les gésiers de tous les échantillons des Prairies ont été ouverts au-dessus d'un récipient à dissection émaillé blanc et leur contenu a été lavé à l'eau dans le récipient. Les matières végétales et autres débris ont été décantés, les matériaux les plus denses restant sur le fond du récipient. On a conservé moins de 1 cm d'eau dans le récipient pendant l'examen visant la détection de billes de plomb. On a examiné les gésiers des échantillons d'automne renfermant des billes afin de déterminer s'ils présentaient des perforations et de s'assurer que les billes avaient été ingérés plutôt que logés par un fusil. Seules les billes présentant des signes visibles d'une exposition à l'action du gésier ont été considérées comme ingérées. Les billes ingérées depuis peu peuvent avoir été omises pendant cet examen, ce qui a pu entraîner une légère sous-estimation de la fréquence d'ingestion de grenaille. Les fragments non identifiables ont été comprimés à l'aide de pinces en vue de la détermination de leur composition; les fragments malléables ont été identifiés comme étant des plombs et ceux qui se sont brisés, comme étant du gravier. Pour chaque espèce, le pourcentage des gésiers renfermant du plomb (le taux d'ingestion) a été calculé.

L'échantillonnage des sédiments

Des échantillons de sédiments ont également été prélevés dans des marais des Prairies où la chasse est pratiquée. Ces échantillons sont utiles pour déterminer l'abondance et la disponibilité, pour la sauvagine, de la grenaille de plomb. Des échantillons du substrat ont été prélevés à 19 sites dont on sait qu'ils sont fréquentés tant par les chasseurs que par la sauvagine. Des sites différents ont été échantillonnés en 1981, 1988 et 1989. Pour chaque endroit, on a pris note du type de substrat, de la profondeur de l'eau et du dragage, du nombre et du calibre des grenailles trouvées et de la distance de la rive. Une benne Eckman de 15 cm sur 15, modifiée par Flanigan et Burton, a été utilisée pour l'échantillonnage. Dix échantillons ont été prélevés à 25 m d'intervalle, entre 25 m et 175 m de la rive, pour un total de 70 échantillons par site. Le matériau prélevé a été criblé à l'aide de tamis de plus en plus fins, le dernier empêchant le passage de billes de plomb de calibre 8. Les débris restants ont été triés et le nombre de plombs de chaque échantillon de sédiment a été noté.

Résultats

Manitoba

Le contenu de 2242 gésiers recueillis au Manitoba a été examiné. Les taux d'ingestion de grenaille mesurés pour les différents sites pendant l'été et la saison de chasse automnale sont présentés aux tableaux 1 et 2, respectivement. Les taux d'ingestion étaient les mêmes à l'automne et à l'été pour Oak Hammock et le lac Dauphin ($N = 56$ et $p = 1$; $N = 80$ et $p = 0,272$, respectivement); pour le marais Delta et The Pas ($N = 1372$ et $p = 0,0221$; $N = 150$ et $p = 0,0241$,

respectivement), le taux d'ingestion était nettement plus élevé à l'été qu'à l'automne (figure 2). Ces résultats nous ont permis de regrouper les échantillons d'été et d'automne pour évaluer les taux d'ingestion applicables à Oak Hammock et au lac Dauphin seulement. Comme il n'y a pas eu d'ingestion de grenaille au lac Oak pendant l'une ou l'autre saison, le test n'a pu être effectué. Malgré l'écart entre les taux d'ingestion de l'été et de l'automne, nous avons regroupé les données sur le Canard colvert et produit un histogramme (figure 3) afin de donner une idée générale de la contamination par le plomb dans diverses régions du Manitoba.

Trois secteurs du Manitoba pourraient faire l'objet d'autres recherches sur l'intoxication par le plomb : le marais Delta, où le taux maximal d'ingestion est de 8,4 % pour les canards de surface (N = 381, été) (tableau 1), les marais septentrionaux de The Pas, où le taux maximal est de 15,1 % (lac Pasqua, rivière Pasqui et The Pas; N = 73, été), et le lac Dauphin, où le taux moyen d'ingestion est de 5,0 % (N = 80, automne et été) (tableaux 1 et 2). Les taux d'ingestion de la grenaille de plomb chez les canards n'ont pas augmenté dans le temps au marais Delta (tableau 3). Les échantillons de canard provenant du marais Big Grass ou du lac Oak ne renfermaient aucune grenaille de plomb, tandis que ceux d'Oak Hammock en renfermaient très peu.

Les seuls échantillons d'oies et de bernaches suffisamment nombreux pour les analyses provenaient de deux sites (tableau 2). Tous les gésiers de ces espèces ont été obtenus à l'automne. Les Bernaches du Canada des marais Oak Hammock et Delta présentaient des taux d'ingestion de 6,9 % (N = 102) et 10,0 % (N = 30), respectivement. Pour les Oies des neiges, ces taux étaient inférieurs à 5 % aux deux sites.

Saskatchewan

Les taux d'ingestion de grenaille chez la sauvagine de six sites de la Saskatchewan sont présentés au tableau 4. La taille de l'échantillon est très restreinte pour toutes les espèces sauf le Canard colvert. Un seul site de la province a été reconnu comme présentant un problème potentiel de saturnisme. Au lac Ponass, le taux d'ingestion était de 5,0 % pour le Canard colvert (N = 80), ou de 3,5 % pour toutes les espèces de canards de surface combinées. Pour Little Manitou, le taux d'ingestion (4,1 %) se rapproche du seuil critique lorsque tous les canards de surface sont pris en compte. Un pourcentage élevé (199/1047 = 19,0 %) des gésiers de sauvagine examinés provenaient d'espèces «non identifiées». Si l'on suppose qu'il s'agit de canards de surface dans tous les cas, on peut calculer les nouveaux taux d'ingestion pour le lac Last Mountain et les lacs Quill, c'est-à-dire les sites où ces espèces inconnues avaient ingéré du plomb. Même avec l'ajout de ces gésiers, le taux d'ingestion est de 2,7 % pour le lac Last Mountain et de 2,9 % pour les lacs Quill. D'après les gésiers échantillonnés pendant un an, aucun problème critique n'a été mis au jour. Il faudrait procéder à un autre échantillonnage au lac Ponass pour confirmer

que le taux d'ingestion observé atteint presque un point critique.

Les Bernaches du Canada ont ingéré peu de billes de plomb en Saskatchewan, contrairement à ce qui a été observé pour cette même espèce dans les champs du Manitoba très fréquentés par les chasseurs. Le taux d'ingestion le plus élevé (2,9 %) a été observé à Kindersley. Seulement une Oie des neiges avait ingéré de la grenaille de plomb (aux lacs Quill), mais la taille de l'échantillon était petite (N=32).

Alberta

En 1987, on n'a détecté aucune grenaille dans les 727 échantillons provenant de 11 espèces de canards (tableau 5), ce qui corrobore les résultats obtenus antérieurement par Weaver (1978), soit trois gésiers seulement renfermant des billes de plomb sur un échantillon de 719 canards.

En 1991, un gésier de Canard colvert et un autre de Canard pilet renfermaient une bille de plomb chacun sur un échantillon de 33 gésiers, dont 25 de Canards colverts et 2 de Canards pilets provenant du marais Inchent. Le taux d'ingestion moyen est donc de 6,1 % pour l'ensemble de l'échantillon (G. S. Hochbaum, comm. pers.).

L'échantillonnage des sédiments

La densité de la grenaille dans les sédiments varie d'une province des Prairies à l'autre. Seuls des nombres traces de grenaille ont été relevés en Saskatchewan, et aucune bille n'a été récupérée dans les milieux humides de l'Alberta (tableau 6).

Au Manitoba, les densités vont de modérées à élevées pour tous les marais, à l'exception de celui d'Oak Hammock. Ce dernier est une zone de chasse contrôlée à la sauvagine, où seuls les champs en bordure des milieux humides ne sont pas interdits aux chasseurs. Les densités variaient beaucoup d'un site à l'autre. Le lac Chatique, près de The Pas, présentait la densité de grenaille de plomb la plus élevée de tous les sites échantillonnés. Un nombre modéré tant de canards que de chasseurs fréquentent le secteur. La densité des billes était élevée dans les deux marais situés près de The Pas. Tout comme dans le cas de l'ensemble des échantillons de sédiments, les écarts-types sont grands en raison de la fréquence peu élevée de la grenaille de plomb attribuable au petit volume échantillonné. La densité de grenaille ne devrait pas être extrapolée d'un marais à un autre, compte tenu de la grande variabilité entre les sites (Bellrose, 1959).

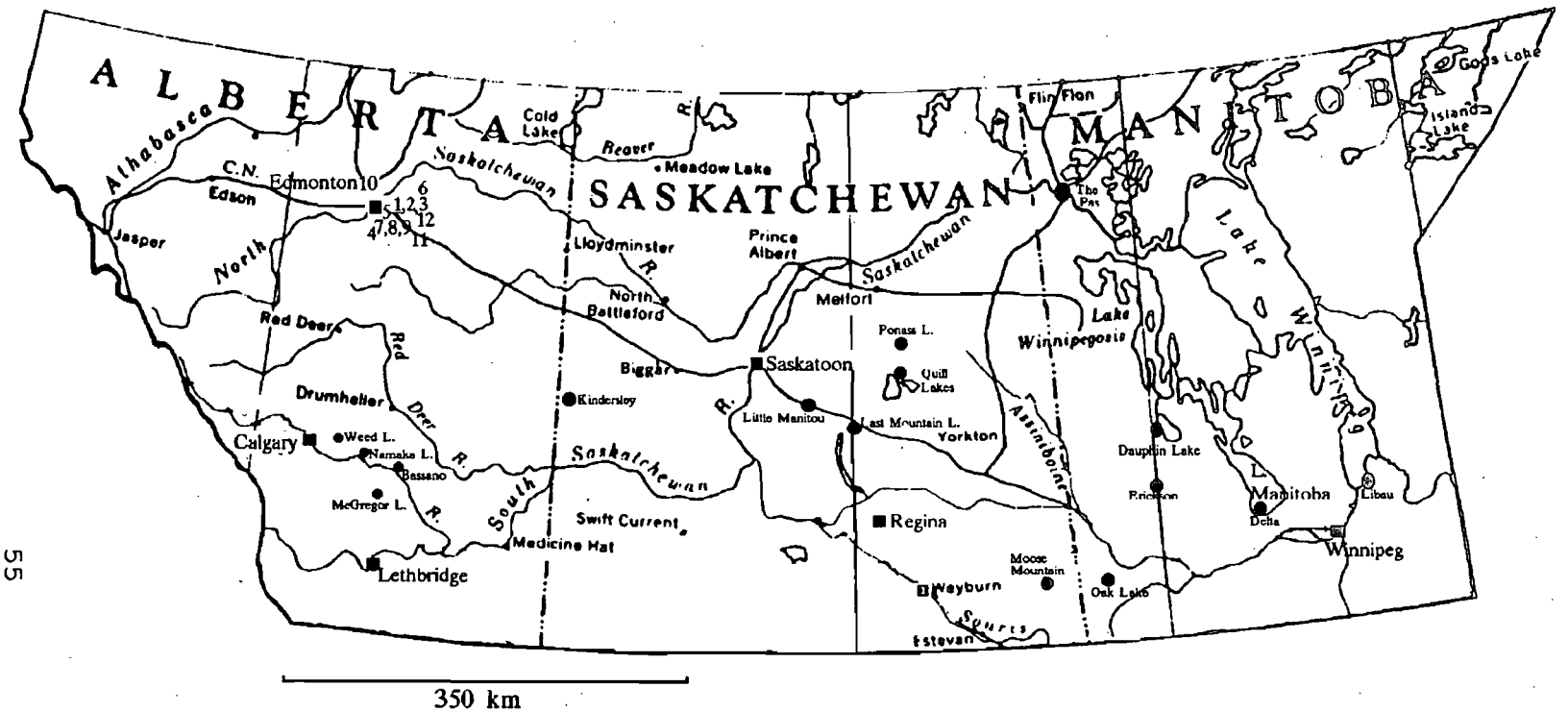


Figure 1. Emplacement des sites d'échantillonnage (cercles pleins et chiffres) dans les Prairies canadiennes.

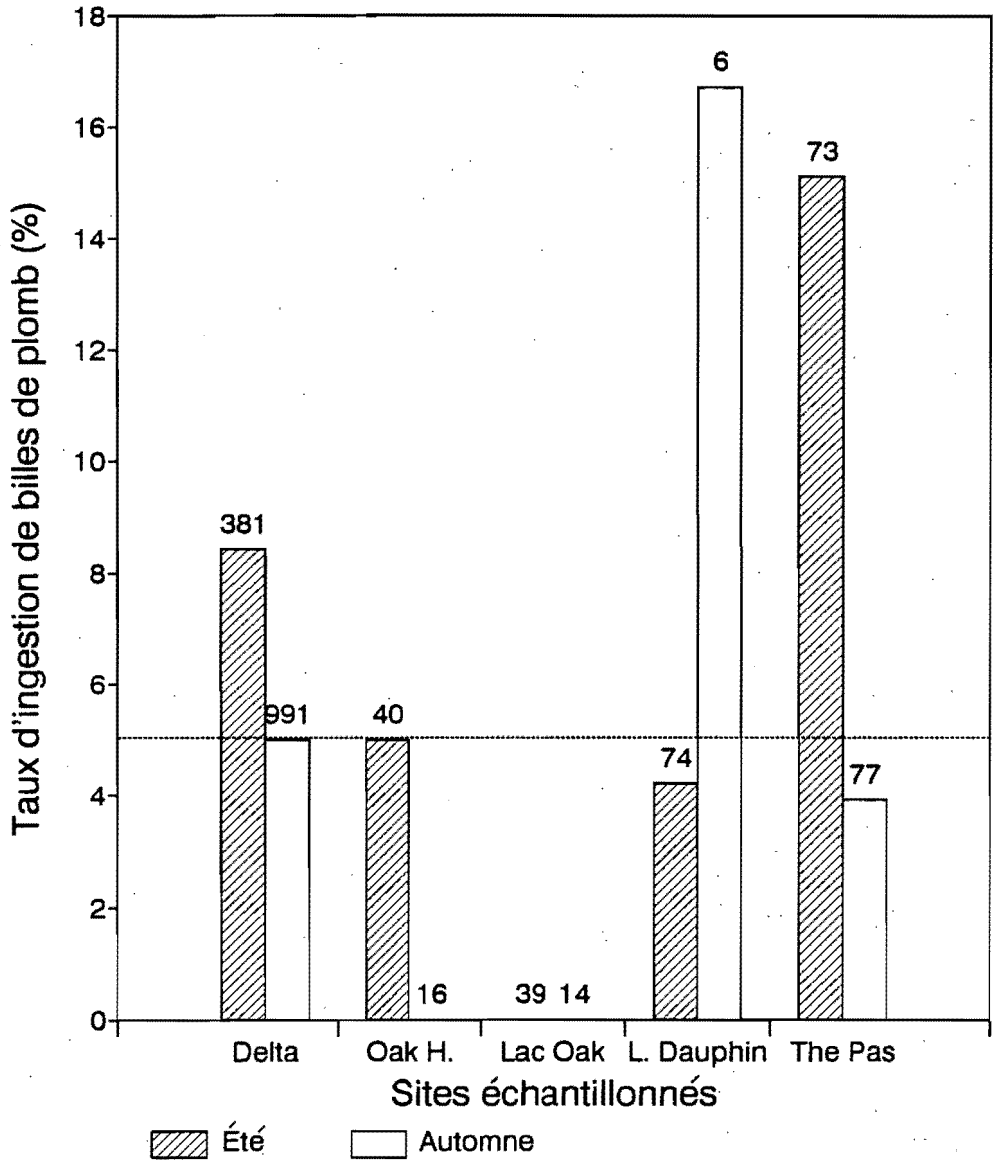


Figure 2. Fréquence saisonnière de la grenaille de plomb dans les gésiers de canards de surface du Manitoba.

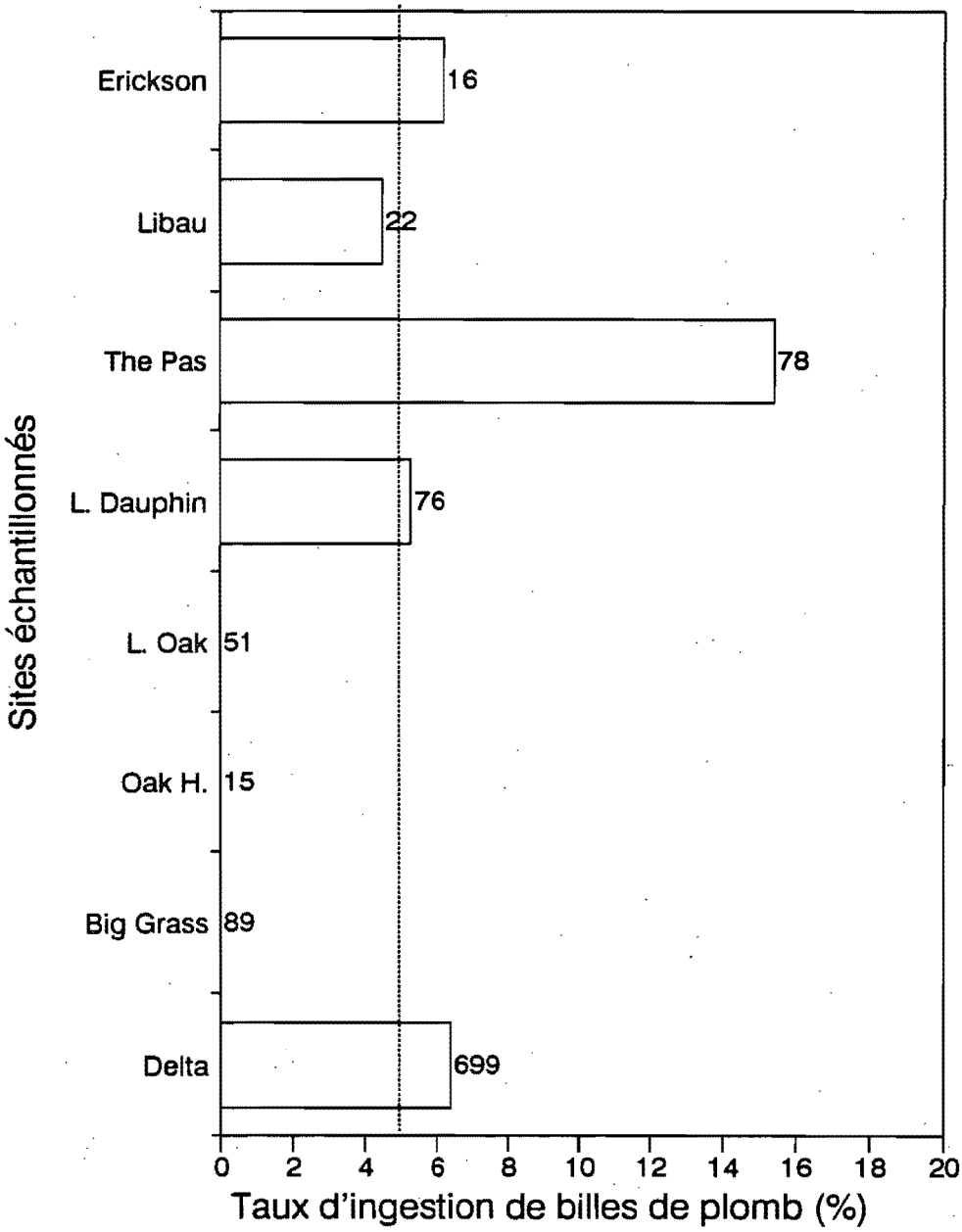


Figure 3. Taux d'ingestion de billes de plomb par le Canard colvert de divers endroits du Manitoba (données regroupées pour l'été et l'automne).

Tableau 1. Résumé de la fréquence de l'ingestion de grenaille par les espèces de canards de chacun des sites manitobains échantillonnés pendant l'été (1979-1985).

	Secteur																				
	Delta			Big Grass			Oak Hammock			Lac Oak			Lac Dauphin			Riv. Pasqua			Lac Pasqui		
Espèce	N[1]	#[2]	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%
Canard colvert	306	25	8,2	89	0	0,0	4	0	0,0	44	0	0,0	70	3	4,3	49	8	16,3	16	3	18,8
Sarcelle à ailes bleues	51	4	7,8	6	0	0,0	27	0	0,0	81	0	0,0	3	0	0,0	-	-	-	3	0	0,0
Canard pilet	20	3	15,0	3	0	0,0	6	2	33,3	4	0	0,0	-	-	-	2	0	0,0	1	0	0,0
Canards non identifiés	4	0	0,0	-	-	-	3	0	0,0	10	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Total pour les canards de surface	381	32	8,4	98	0	0,0	40	2	5,0	139	0	0,0	74	3	4,2	52	8	15,4	21	3	14,3

[1] N = taille de l'échantillon.
[2] # = nombre de canards dont le gésier renferme de la grenaille de plomb.

Tableau 2. Résumé de la fréquence de l'ingestion de grenaille par les espèces de canards de chacun des sites manitobains échantillonnés pendant l'automne (1979-1985).

	Secteur																				
	Delta			Oak Hammock			Lac Oak			Libau			The Pas			Lac Dauphin			Erickson		
Espèce	N[1]	#[2]	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%
Canard colvert	393	20	5,1	11	0	0,0	7	0	0,0	22	1	4,5	13	1	7,7	6	1	16,7	16	1	6,3
Sarcelle à ailes bleues	32	1	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Canard pilet	63	1	1,6	-	-	-	2	0	0,0	-	-	-	3	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Canards non identifiés	503	28	5,6	5	0	0,0	5	0	0,0	9	0	0,0	61	2	3,3	-	-	-	4	0	0,0
Total pour les canards de surface	991	50	5,0	16	0	0,0	14	0	0,0	31	1	3,2	77	3	3,9	6	1	16,7	20	1	5,0
Bernache du Canada	30	3	10,0	102	7	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oie des neiges	61	3	4,9	88	2	2,3	-	-	-	1	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total pour les oies et bernaches	91	6	6,6	190	9	4,7	-	-	-	1	0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1] N = taille de l'échantillon.
[2] # = nombre de canards dont le gésier renferme de la grenaille de plomb.

Tableau 3. Comparaison de la fréquence des billes ingérées présentes dans les gésiers de sauvagine du marais Delta pendant les étés 1948 et 1949 et pendant les étés 1979 et 1980.

Espèce	Âge	Année						Probabilité associée à la méthode exacte de Fisher
		1948 et 1949*			1979 et 1980			
		N[1]	#[2]	%	N	#	%	
Canard colvert	Juvénile	211	56	27	43	10	23	--
	Adulte	326	41	13	68	4	6	--
	Tous les âges	537	97	18	174**	21	12	0,078
Sarcelle à ailes bleues	Juvénile	501	25	5	42	1	2	--
	Adulte	48	2	4	4	0	0	--
	Tous les âges	549	27	5	85**	4	5	1,000
Canard pilet	Juvénile	223	50	22	10	3	30	--
	Adulte	168	12	7	9	2	22	--
	Tous les âges	391	62	16	26**	5	19	0,588

* Résumé établi à partir d'Elder (1950). On a procédé à un examen fluoroscopique d'oiseaux vivants.
** Inclut des oiseaux dont l'âge n'a pas été déterminé en 1979; le total est donc plus élevé que la somme des juvéniles et des adultes de l'échantillon.
[1] N = taille de l'échantillon.
[2] # = nombre de canards dont le gésier renferme de la grenaille de plomb.

Tableau 4. Fréquence de l'ingestion de grenaille de plomb par la sauvagine de différents sites de la Saskatchewan.

	Secteur																	
	Kindersley			Last Mountain			Lac Ponass			Little Manitou			Mt Moose			Lacs Quill		
Espèce	N[1]	#[2]	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%	N	#	%
Canard colvert	58	1	1,7	85	0	0,0	80	4	5,0	166	6	3,6	88	2	2,3	171	6	3,5
Canard pilet	13	0	0,0	5	0	0,0	5	0	0,0	3	0	0,0	1	0	0,0	15	0	0,0
Canard siffleur d'Amérique	1	0	0,0	7	2	28,6	6	0	0,0	9	1	1,1	6	0	0,0	3	0	0,0
Sarcelle à ailes bleues	-	-	-	1	0	0,0	-	-	-	1	1	100	3	0	0,0	4	0	0,0
Canard chipeau	4	0	0,0	5	0	0,0	17	0	0,0	14	0	0,0	3	0	0,0	2	0	0,0
Canard souchet	-	-	-	2	0	0,0	1	0	0,0	-	-	-	4	0	0,0	3	0	0,0
Sarcelle à ailes vertes	-	-	-	1	0	0,0	4	0	0,0	-	-	-	-	-	-	8	0	0,0
Canard noir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0,0
Total pour les canards de surface	76	1	1,3	106	2	1,9	113	4	3,5	193	8	4,1	10	2	1,9	207	6	2,9
Morillon à tête rouge	-	-	-	3	1	33,3	7	0	0,0	6	0	0,0	3	0	0,0	15	2	13,3
Petit Morillon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0,0	4	0	0,0
Morillon à dos blanc	-	-	-	-	-	-	2	0	0,0	2	0	0,0	-	-	-	4	0	0,0
Morillon à collier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0,0	-	-	-
Total pour les canards plongeurs	0	0	-	3	1	33,3	9	0	0,0	8	0	0,0	5	0	0,0	23	2	8,7
Bernache du Canada	34	1	2,9	41	1	2,4	108	1	0,9	18	0	0,0	20	0	0,0	113	2	1,8
Oie des neiges	15	0	0,0	18	0	0,0	4	0	0,0	12	0	0,0	66	0	0,0	32	1	3,1
Oie rieuse	12	0	0,0	27	0	0,0	-	-	-	9	0	0,0	9	0	0,0	25	0	0,0
Oie de Ross	-	-	-	1	0	0,0	-	-	-	2	0	0,0	-	-	-	1	0	0,0
Espèces non identifiées	2	0	0,0	107	5	4,7	1	0	0,0	-	-	-	-	-	-	42	0	0,0
Total pour les oies et bernaches	63	1	1,6	194	6	3,1	113	1	0,9	41	0	0,0	95	0	0,0	213	3	1,4

[1] N = taille de l'échantillon.
[2] # = nombre de canards dont le gésier renferme de la grenaille de plomb.

Tableau 5. Taille de l'échantillon de chacun des sites albertains échantillonnés pendant la cueillette de gésiers de 1987 (aucun gésier ne renfermait de grenaille de plomb).

Site	Espèce											
	Canard colvert	Sarcelle à ailes bleues	Sarcelle à ailes vertes	Canard souchet	Morillon à dos blanc	Morillon à tête rouge	Canard pilet	Canard siffleur d'Amérique	Canard chipeau	Petit Morillon	Garrot à oeil d'or	Total
Lac Beaverhill[1] ouest	57	4	1	4	84	13	25	6	8	17	1	220
Lac Beaverhill[2] est	50	-	-	-	2	1	31	4	.	8	-	99
Lac Beaverhill[3] nord	79	-	-	-	23	1	7	-	-	-	-	110
Lac Bittern[4]	69	-	-	-	-	1	19	2	3	4	-	98
Lac Cooking[6]	8	3	1	-	-	-	3	-	7	17	-	39
Lac Rush[8]	8	-	4	-	-	-	-	-	5	-	-	17
Lac Big Hay[7]	13	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	14
Lac Hay[8]	11	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	18
Lac Demay[9]	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Lac Manawan[10]	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	3
Camrose[11]	6	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	11
Tofield[12]	21	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	24
Lac Namaka	24	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	28
Lac McGregor	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Lac Weed	11	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	13
Bossano	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Total	390	7	6	4	109	16	93	15	40	46	1	727

Les chiffres en exposant renvoient aux emplacements indiqués sur la figure 1.

Table 6. Densité de grenaille de plomb dans les marais des Prairies.

Site	N[1]	Année	Grenailles/ha	Grenailles/m² ± É.-T.
Manitoba				
Delta	840	1981	65,865 - 902,120	6.6 - 9.0
Lac Reader	50	1989	210,973 - 409,029	21.1 - 40.9
Lac Chatique	4	1989	1,517,711 - 2,316,393	151.8 - 231.6
Marais Oak Hammock	180	1989	–	—
Champ Oak Hammock	21	1989	867,264 - 1,466,967	86.7 - 146.7
Marais Netley	70	1981	84,573 - 197,441	8.4 - 19.7
Lac Otter	70	1981	690,120 - 969,367	69.0 - 96.9
Lac Whitewater	70	1981	1,046 - 34,742	0.1 - 3.5
Marmites torrentielles de Minnedosa	60	1988	–	—
Saskatchewan				
Lac Ponass	70	1988	1,046 - 34,742	0.1 - 3.5
Marais Valeport	210	1988	4,408 - 23,988	0.4 - 2.4
Lac Crawford	70	1988	–	—
Lac Indi	70	1988	–	—
Marais Stalwart	70	1988	–	—
Alberta				
Lac Bittern	70	1988	–	—
Lac Beaverhill	210	1988	–	—
Lac Whitford	70	1988	–	—
Lac Smokey	70	1988	–	
Lac Cooking	20	1988	–	

N[1] = taille de l'échantillon

Analyse

La densité de grenaille de plomb dans les sédiments des masses d'eau peut constituer un indicateur utile de l'ingestion de plomb par la sauvagine et permettre de repérer les secteurs de préoccupation, le tout dépendant évidemment des conditions du milieu (vitesse de sédimentation, profondeur de l'eau, etc.) et des espèces en cause. Dans les secteurs où la chasse aux oiseaux-gibier n'est pratiquée qu'en milieu terrestre, la densité de grenaille de plomb peut également être un indicateur du taux d'ingestion si la sauvagine se nourrit abondamment dans les champs fréquentés par les chasseurs. Le type de substrat influe sur la disponibilité de la grenaille de plomb pour la sauvagine : comme la grenaille ne peut s'enfoncer et devenir hors de portée de la sauvagine dans les milieux humides dont le substrat est compact, les oiseaux peuvent en ingérer, particulièrement si les sources naturelles de gravier font défaut. D'après de nombreuses études, la grenaille de plomb s'enfonce dans les sédiments pendant l'hiver et est moins disponible pour la sauvagine l'été suivant. La plupart de ces études (Bellrose, 1959; White et Stendell, 1977; Browne, 1978; U.S. Fish & Wildlife Service, 1979-1980) ont été menées dans des secteurs d'où la plupart des espèces de sauvagine sont absentes pendant l'été. Selon la consistance du substrat et les habitudes alimentaires des espèces présentes, la grenaille peut rester accessible, même après avoir pénétré dans les sédiments. Les canards de surface (tribu Anatini) se nourrissent habituellement dans des masses d'eau de moins de 40 cm de profondeur et tamisent les trois premiers centimètres de sédiments. Comme le Canard pilet et le Canard colvert filtrent les sédiments à la recherche de graines et que celles-ci ressemblent à la grenaille de plomb, ces espèces sont susceptibles de trouver la grenaille répandue. Au Manitoba, ces deux espèces ainsi que la Sarcelle à ailes bleues présentent, collectivement, un taux d'ingestion de grenaille de plomb plus élevé en été qu'en automne. Ce phénomène peut être attribuable à une proportion élevée d'espèces migratrices de sauvagine qui fréquentent, à l'automne, des secteurs où la grenaille de plomb est présente pendant de courtes périodes seulement.

Les méthodes d'échantillonnage utilisées en été ont différé de celles employées à l'automne, ce qui peut avoir introduit une distorsion dans les données. Pendant l'été, les oiseaux ont été attirés dans les pièges appâtés servant au baguage et les oiseaux morts ont été examinés pour déterminer s'ils avaient ingéré de la grenaille de plomb. Ce piégeage permettrait de capturer davantage d'oiseaux adultes que la chasse. Les oiseaux intoxiqués peuvent être moins en mesure de survivre au stress imposé par le confinement dans les pièges, ce qui peut avoir eu comme effet de gonfler les taux d'ingestion mesurés dans les échantillons recueillis en été. Toutefois, la comparaison des taux d'ingestion observés en été au marais Delta en 1979-1980 et de ceux des oiseaux vivants examinés par fluoroscopie en 1948-1949 (tableau 3) ne fait ressortir aucun écart important. Il est à noter que les taux d'ingestion n'ont pas augmenté dans le temps, ce qui indique que la disponibilité d'une bille donnée déposée sur des sédiments diminue probablement avec le temps.

Pour ce qui est de l'échantillon d'automne, les estimations de l'ingestion de grenaille ont peut-être tendance à être gonflées également parce que les oiseaux intoxiqués par le plomb peuvent être des cibles plus faciles pour les chasseurs (Bellrose, 1959). L'ampleur de cet effet sur les échantillons de l'été et de l'automne n'est pas connu mais les deux échantillons ont tendance à présenter des taux d'ingestion plus élevés. La date de l'englacement des marais influe sur l'ingestion de grenaille (Bellrose, 1959). Au Manitoba, le gel hâtif devrait se traduire par des taux d'ingestion plus faibles à l'automne, étant donné que les oiseaux se déplacent vers le sud à la recherche de masses d'eau non gelées. Il faudrait prélever un plus grand nombre d'échantillons en été afin d'en arriver à des conclusions mieux étayées sur la fréquence de l'ingestion de plomb en dehors des saisons de chasse. L'ingestion de plomb en été doit être prise en compte lorsqu'on évalue la fréquence du saturnisme, peu importe le site.

Au Manitoba, les chasseurs de sauvagine ont l'habitude de se poster sur l'eau, les mêmes secteurs servant également d'aires d'alimentation, de repos et de perchoir aux canards et aux oies et bernaches. Les échantillons provenant d'Oak Hammock ont été recueillis dans la zone de chasse contrôlée; ainsi, le marais est fermé à la chasse et les efforts sont concentrés sur les terres fermes adjacentes. Les billes trouvées dans les gésiers de sauvagine d'Oak Hammock ont probablement été déposées les années précédentes ou ingérées à partir des champs environnants. Les oies et bernaches sont exposées au plomb lorsqu'elles se nourrissent dans les champs de céréales de la zone de chasse contrôlée d'Oak Hammock. Ce secteur a été désigné comme zone de chasse limitée à la grenaille non toxique à compter de la saison de chasse 1991 en raison des taux élevés d'ingestion de plomb et de certains phénomènes de mortalité massive d'oies et de bernaches dans le secteur. La chasse est interdite dans le refuge du marais Big Grass et les gésiers provenant de ce site ne renfermaient aucune grenaille de plomb. Le secteur a été inclus dans l'étude à cause des grandes activités de chasse qui se déroulent dans le quadrilatère de 100 km^2 dans lequel il se trouve et qui inclut également le marais Delta. Les pratiques de chasse et le comportement alimentaire de la sauvagine varient d'un site à l'autre au Manitoba, ce qui se reflète dans les écarts marqués des taux d'ingestion de plomb.

En Saskatchewan, les taux d'ingestion sont généralement peu élevés. Les chasseurs de cette province ont tendance à chasser la sauvagine qui se pose dans les champs ou qui forme des lignes de vol au-dessus des terres (chasse à la passée). Les oiseaux et les chasseurs sont plus dispersés en Saskatchewan qu'au Manitoba, ce qui limite la quantité de grenaille de plomb déposée, quel que soit l'endroit. Un grand nombre des champs fréquentés par les chasseurs sont cultivés à l'automne, ce qui diminue la disponibilité du plomb pour les oiseaux brouteurs. Une fois réunis, tous ces facteurs contribuent à une diminution de la fréquence d'ingestion de plomb en Saskatchewan. Les Canards colverts du lac Ponass présentaient un taux d'ingestion plus élevé que ceux d'autres secteurs de la province (tableau 3), probablement parce que l'endroit est utilisé depuis longtemps par les non-résidants comme zone de chasse

en milieu marécageux. Il faudrait recueillir d'autres échantillons dans cette région pour vérifier les résultats obtenus.

Les canards plongeurs (tribu Aythyini) ont souvent tendance à accumuler un grand nombre de billes de plomb en raison de leur comportement alimentaire; toutefois, le saturnisme entraîne rarement des mortalités massives chez ces espèces, car leur régime alimentaire est riche en protéines (U.S. Fish & Wildlife Service, 1986). Partout en Saskatchewan, les taux peu élevés d'ingestion de plomb chez les canards plongeurs confirment les conclusions similaires établies pour les canards de surface et indiquent que peu de billes de plomb sont déposées dans les milieux humides de la province. Dans le cas des oies et bernaches, les taux d'ingestion étaient également bien en-deçà des niveaux soulevant des préoccupations. Contrairement à ce que l'on a observé dans certains sites manitobains, où les oies et bernaches présentaient des taux d'ingestion élevés dans les secteurs où ils étaient faibles pour les canards, l'effort de chasse dans les champs ne semble pas être suffisamment concentré en Saskatchewan pour soulever des problèmes chez les oies et bernaches.

Les chasseurs de l'Alberta ne recherchent habituellement pas des points stratégiques donnés comme les passées, les îles ou les aires d'alimentation et de repos des marais et des lacs. La chasse sur l'eau est peu fréquente dans la province ou est pratiquée à l'occasion et les chasseurs retournent rarement au même endroit. Ceci diminue l'accumulation de plomb dans la plupart des milieux humides. En outre, le substrat de la plupart des lacs étudiés est extrêmement meuble, ce qui permet aux billes de s'enfoncer lentement et d'être hors de portée des canards. L'accès de presque tous les lacs fréquentés par les canards est limité et peu de chasseurs possèdent des cuissardes ou des embarcations. Les milieux humides sont généralement évités tant par les canards que par les chasseurs après les activités intenses qui s'y sont déroulées la première journée de chasse. Compte tenu de ces facteurs, la chasse a tendance à n'être ni intense ni concentrée en Alberta, ce qui diminue la probabilité d'ingestion de grenaille de plomb par la sauvagine. Toutefois, cela n'empêche pas l'apparition de problèmes locaux, comme il ressort des données sur le marais Inchent.

Conclusion

Il semble peu probable que, dans un avenir immédiat, la contamination par le plomb devienne un problème à grande échelle dans les sites étudiés en Alberta. Des endroits donnés (champs ou milieux humides) peuvent, selon les conditions du milieu naturel, présenter des risques de contamination pour la sauvagine en raison de la présence de grenaille de plomb. D'après les résultats obtenus au Manitoba, il semble plus probable que l'ingestion de grenaille se produit en été, lorsque la sauvagine se nourrit dans les milieux humides. Il faudrait surveiller les pratiques des chasseurs et l'intensité de la chasse pour déterminer si la grenaille de plomb est susceptible de

s'accumuler, ce qui en augmenterait la disponibilité pour la sauvagine.

En Saskatchewan, la situation est semblable à celle de l'Alberta, la fréquence de grenaille de plomb dans les échantillons de sauvagine et de sédiments n'étant élevée que pour quelques sites. Au lac Ponass, le gésier de 5 % des Canards colverts renfermait de la grenaille de plomb, une situation qui nécessite un échantillonnage plus poussé. Pour ce qui est des autres sites, la sauvagine présentait un taux élevé d'ingestion de grenaille de plomb mais la taille de l'échantillon était limitée. D'autres études devraient être menées pendant l'été en Saskatchewan et en Alberta sur un nombre limité d'espèces, l'objectif étant de recueillir plus de 40 échantillons à tous les sites.

Des trois provinces, c'est le Manitoba qui présentait les taux les plus élevés d'ingestion des billes de plomb et le plus grand nombre de sites où l'on a observé la présence de grenaille dans les gésiers de sauvagine et les échantillons de sol. La grenaille non toxique est déjà d'usage obligatoire dans la zone de chasse contrôlée d'Oak Hammock et un projet quinquennal a été mis sur pied en 1991 afin que l'on puisse déterminer, en fonction de différentes méthodes de travail du sol, la disponibilité de la grenaille de plomb dans les champs adjacents très fréquentés par les chasseurs. Les secteurs de The Pas, du lac Dauphin et du marais Delta soulèvent des problèmes et deuront faire l'objet d'une attention particulière. Il faut procéder à un échantillonnage supplémentaire pour accroître la taille de l'échantillon à d'autres sites.

Ouvrages cités

Bellrose, F.C. 1959. Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. Ill. Nat. Surv. Bull. 27:235-288.

Browne, S. 1978. The incidence of shot ingestion by N.Y. waterfowl (Results of a 1977-78 gizzard collection). Federal aid in fish and wildlife restoration project W-39R. Job X-2: 1-21. Internal report. U.S. Fish and Wildlife Service.

Clemens, E.T., L. Krook, A.L. Aronson et C.E. Stevens. 1975. Pathogenesis of lead shot poisoning in the Mallard Duck. Cornell Vet. 65(2):248-285.

Elder, W.H. 1950. Measurement of hunting pressure in waterfowl by means of X-ray. N. Am. Wildl. Conf. Trans. 15:490-504.

Hochbaum, G.S. 1990. The distribution and abundance of lead shot on selected waterfowl shooting grounds in Manitoba, Saskatchewan and Alberta. Service canadien de la faune, Winnipeg. Rapport interne. 17 pp.

Hochbaum, G.S. et G. Bain. 1988. A note on the absence of ingested lead in Alberta waterfowl, Fall 1987. Service canadien de la faune, Winnipeg. Rapport interne. 4 pp.

Hochbaum, G.S., et J.O. Leafloor. 1988. A survey of lead shot ingestion by waterfowl in Saskatchewan and Manitoba during the 1986 hunting season. Service canadien de la faune, Winnipeg. Rapport interne. 8 pp.

Hochbaum, G.S., H.V.P. Martin et G.E.E. Moodie. 1988. Comparison of fall and summer ingestion of lead shot by Manitoba waterfowl. Service canadien de la faune, Winnipeg. 20 pp. Rapport interne.

SCF. 1990. Projet d'énoncé de politique sur l'utilisation de grenaille de plomb pour la chasse à la sauvagine au Canada. Rapport non publié du Service canadien de la faune.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1979-80. Non-toxic shot regulations for waterfowl hunting. Dept. of the Interior, Environmental assessment. Internal report. 14 pp.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1986. Use of lead shot for hunting migratory birds in the United States. Final Supplemental Environmental impact statement.

Weaver, H.R. 1978. Occurrence of ingested lead shot in Alberta ducks, 1977. Wildlife Research Series No. 2. Alberta Recreation, Parks, and Wildlife, Fish and Wildlife Division. 17 pp.

Wendt, J.S. et J.A. Kennedy. 1992. L'utilisation des cartouches au plomb pour la chasse au gibier d'eau au Canada, considérations de politique générale. IWRB Special Publication No. 16. pp. 61-67.

White, D.H. et R.C. Stendell. 1977. Waterfowl exposure to lead and steel shot on selected hunting areas. J. Wildl. Manage. 41(3):469-475.

L'INGESTION DE PLOMB PAR LA SAUVAGINE EN ONTARIO

Tiré de : Dennis, 1990

Résumé

Des gésiers de sauvagine ont été recueillis dans différentes zones de chasse de l'Ontario de 1980 à 1983 inclusivement, et à nouveau dans certaines de ces zones en 1989 et 1990. Les gésiers ont été examinés par fluoroscopie et, si de la grenaille était détectée, ils étaient disséqués afin que l'on puisse déterminer la composition de la grenaille et faire la distinction entre les billes ingérées et celles logées par un fusil. Des échantillons de sang ont été prélevés lors d'une étude distincte menée en 1981 et 1982 et les concentrations de protoporphyrine ont été analysées par hématofluorométrie. Des Morillons à collier ont été recueillis en 1982 et 1983 et soumis à des analyses en vue de déterminer si les concentrations de protoporphyrine dans le sang étaient élevées et ce, pour vérifier les conclusions antérieures à l'effet que cette espèce présentait une fréquence élevée d'ingestion de grenaille de plomb sans démontrer des signes visibles de maladie.

À cinq sites, les taux d'ingestion étaient supérieurs à 5,0 % pour les canards de surface mais la taille de l'échantillon n'était adéquate que pour deux de ces sites (Napanee et lac Sainte-Claire). Chez les canards plongeurs, les taux d'ingestion étaient supérieurs à 5,0 % dans le cas de huit sites; ils dépassaient 10,0 % à deux des huit sites (marais Tiny—Wye et Cornwall). Les canards plongeurs semblent, en apparence du moins, résister au saturnisme, et un taux de 5,0 % peut ne pas être une indication qu'il existe un problème chez ce groupe d'oiseaux. Les concentrations élevées de protoporphyrine ne présentaient pas de corrélation étroite avec les taux d'ingestion. Chez les Canards colverts du lac Sainte-Claire, les concentrations de protoporphyrine étaient plus élevées pendant la saison de chasse qu'avant (8,9 % et 3,8 %, respectivement), mais seulement 7,2 % des oiseaux de cette espèce avaient ingéré du plomb. À l'inverse, seulement 2,6 % des Canards colverts de Long Point présentaient des concentrations élevées de protoporphyrine mais 4,1 % des oiseaux avaient ingéré du plomb. Les Morillons à collier présentaient également des écarts entre les concentrations de protoporphyrine et les taux d'ingestion (38,0 % et 12,7 %, respectivement). D'après les données actuelles, le saturnisme est peu fréquent en Ontario mais il faudrait peut-être procéder à un échantillonnage supplémentaire pour confirmer la situation dans certaines régions. Le secteur du lac Sainte-Claire a été déclaré zone de chasse limitée à la grenaille non toxique à compter de 1990 afin de régler le problème manifeste à cet endroit.

Introduction

Deux facteurs contribuent à la vulnérabilité de la sauvagine au saturnisme : l'abondance de la grenaille disponible par suite des pressions élevées exercées par la chasse et un régime alimentaire déficient en certains aminoacides, oligo-éléments et vitamines (le maïs, p. ex.). Ces deux facteurs sont présents dans certains secteurs du sud de l'Ontario. Toutefois, les pertes de sauvagine attribuables au saturnisme n'ont pas été très élevées, principalement en raison du nombre relativement restreint d'oiseaux hivernants se nourrissant de maïs. Au cours des deux dernières décennies, les pertes signalées en Ontario ont été limitées. Ces pertes incluaient quelques centaines de Bernaches du Canada et un petit nombre de Cygnes siffleurs du lac Sainte-Claire au printemps, au début des années 1970, de même que quelques centaines de Canards colverts et de Canards noirs en 1975, sur le territoire de retombées d'un ancien champ de tir au pigeon d'argile de l'Aviation royale du Canada, près d'Aylmer. À la fin des années 1980, les pertes par empoisonnement au plomb se sont élevées à des centaines de Canards colverts et à quelques Canards noirs et Bernaches du Canada dans les marais méridionaux du lac Sainte-Claire.

De 1980 à 1989, le Service canadien de la faune (SCF) a procédé à des études sur les taux d'ingestion de plomb et leurs effets sur la sauvagine de l'Ontario, en collaboration avec le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario (MRNO). Ce rapport présente un résumé des résultats des études sur l'ingestion de plomb et ses effets sur les concentrations de protoporphyrine dans le sang de la sauvagine en Ontario. La protoporphyrine intervient dans la synthèse de l'hème et s'accumule dans le sang par suite de la présence de plomb.

Méthodes

En 1980 et 1981, le personnel du MRNO et du SCF a recueilli 4930 gésiers de sauvagine dans différentes zones de chasse à la sauvagine de l'Ontario (figure 1). En 1982, un entrepreneur du SCF a procédé à la cueillette de 527 gésiers de Canards colverts dans le secteur du lac Sainte-Claire; en 1983, 304 gésiers de sauvagine ont été recueillis par contrat dans le secteur provincial de chasse de Rondeau. Les cueillettes de 1982 et 1983 ont été effectuées en raison du petit nombre d'échantillons réunis antérieurement, des taux élevés d'ingestion de plomb et de l'importance du secteur pour la sauvagine. Tous les gésiers ont été étiquetés adéquatement et congelés jusqu'à ce qu'ils fassent l'objet d'un examen portant sur la présence de billes de plomb. Au mois de janvier suivant chaque année de cueillette, le personnel du SCF, du MRNO et de l'université Western Ontario a procédé à un examen des gésiers au bureau du SCF de London (Ontario).

Avant les analyses, tous les gésiers autres que ceux de la région de Rondeau ont été examinés par fluoroscopie à la *Medical School* de l'université Western Ontario et divisés en trois catégories :

a) présence de grenaille,
b) absence de grenaille,
c) présence d'objets nécessitant d'autres recherches.

Seuls les gésiers des deux premières catégories ont été disséqués étant donné que les dissections exploratoires ont indiqué que les évaluations fluoroscopiques étaient essentiellement précises à 100 % pour la première catégorie. Tous les gésiers de la région de Rondeau ont cependant été disséqués. Au cours des dissections, on a veillé à faire la distinction entre la grenaille logée par un fusil et celle ingérée.

Des gésiers ont également été recueillis en 1989 et 1990 dans certains districts déjà échantillonnés en 1980-1983. Il s'agissait notamment des endroits suivants : île Walpole, la baie Rondeau et la plage Holiday, en raison de leur proximité du lac Sainte-Claire; comté de Prince Edward, où un échantillonnage antérieur portait à croire que les taux d'ingestion étaient élevés; et le marais Holland et le lac Lillabelle, où des gésiers ont été recueillis bénévolement par le personnel du MRNO. La technique utilisée lors de l'étude originelle a été employée pour ces nouveaux échantillons. Nous avons eu recours à la méthode exacte de Fisher pour comparer les taux d'ingestion de plomb mesurés lors des deux périodes de cueillette de données dans le secteur de Rondeau, au marais Holland, dans le comté de Prince Edward et au lac Lillabelle. Des comparaisons ont été établies séparément pour les canards de surface et les canards plongeurs. Un autre échantillonnage de gésiers a eu lieu en 1990 dans les environs du lac Sainte-Claire.

À l'automne 1981, des échantillons de sang ont été prélevés sur 304 Canards colverts par C.D. Ankney de l'université Western Ontario en vertu d'un contrat du SCF. Les oiseaux ont été capturés dans le cadre du projet de baguage de la sauvagine mis en oeuvre dans la zone publique de chasse du MRNO près de Long Point. Les échantillons de sang ont été examinés à l'aide d'un hématofluoromètre originellement conçu pour détecter le saturnisme chez les humains. L'appareil a été modifié par le fabricant afin qu'il puisse servir à mesurer les concentrations de protoporphyrine dans le sang de la sauvagine (d'après Roscoe et collab., 1979). Roscoe (1979) indique qu'une concentration de protoporphyrine dans le sang supérieure à 40 μg/dL indiquerait qu'un canard a ingéré l'équivalent d'au moins une bille de plomb entre deux jours et un mois, environ, avant les analyses.

Des échantillons de sang ont également été prélevés par le personnel du SCF sur 474 Canards colverts en août et en septembre 1982 dans le cadre d'un projet de baguage présaison à la réserve nationale de faune de Sainte-Claire, sur le lac Sainte-Claire. Les échantillons ont été analysés par hématofluorométrie, comme précédemment. Pendant la saison de chasse 1982, 503 autres échantillons de sang ont été prélevés sur des Canards colverts capturés au lac Sainte-Claire. Le poids, le sexe et l'âge ont été notés pour tous les oiseaux soumis à des prélèvements de sang en 1981 et 1982.

L'analyse des gésiers effectuée en 1980 et 1981 a révélé que les taux d'ingestion de plomb étaient élevés chez les Morillons à collier mais des observations fortuites portent à croire que peu d'oiseaux de cette espèce abattus par les chasseurs présentent des signes évidents d'une intoxication par le plomb (comme la réduction de la masse corporelle). En raison de ces indications contradictoires, d'autres études portant précisément sur le Morillon à collier ont été entreprises à l'automne 1982. Le personnel du SCF et de l'université Western Ontario a recueilli 71 Morillons à collier à l'automne 1982 et 1983. Les échantillons de sang ont été prélevés immédiatement après la récupération de chaque oiseau. La technique a été différente de celle utilisée avec l'hématofluoromètre parce qu'il était impossible de prélever du sang dans les veines brachiales des oiseaux morts. En général, on a fait les prélèvements en coupant la veine jugulaire des oiseaux et en laissant couler entre 1 et 2 mL de sang dans un tube Vacutainer hépariné. L'ingestion de grenaille a été évaluée lors de la dissection des gésiers et les échantillons de sang ont été analysés par hématofluorométrie. Les données sur le sexe, l'âge et le poids ont été recueillies sur le terrain et conservées avec les échantillons de sang et les gésiers.

Résultats

Une répartition détaillée des taux d'ingestion observés chez les canards de surface en Ontario en 1980-1983 est présentée au tableau 1 par espèce, par district du MRNO et par zone locale. Les gésiers de sauvagine examinés contenaient divers objets, dont des fragments d'acier ou d'aluminium et des billes d'acier (dans tous les cas, il s'agissait d'oiseaux recueillis près de la frontière internationale); on a trouvé un petit morceau d'or dans un gésier. Les canards de surface de cinq sites présentaient des taux d'ingestion supérieurs à 5 % mais la taille de l'échantillon était adéquate pour deux de ces sites seulement. Les sites où l'ingestion de plomb serait fréquente sont le comté de Prince Edward et le lac Sainte-Claire. Les canards de surface dont le taux d'ingestion moyen était le plus élevé sont le Canard colvert et le Canard noir. Le tableau 2 présente les taux d'ingestion de plomb obtenus en 1989 chez les canards de surface, la Bernache du Canada, la Bernache cravant, les canards plongeurs et les canards de mer de différents endroits en Ontario. Le tableau 3 renferme des renseignements détaillés recueillis sur le Canard colvert à partir des échantillons de gésier de 1982 du lac Sainte-Claire. Les oiseaux du marais St. Luke's présentaient le taux d'ingestion le plus élevé (10,0 %), suivis de ceux de Bradley's et de l'île Walpole (7,5 % et 5,5 %, respectivement). Le taux d'ingestion des oiseaux de Waterway Camp était tout juste inférieur à 5 %. Les tableaux 7 et 8 renferment des données sur des zones locales du lac Sainte-Claire échantillonnées en 1990. Ces résultats étayent le problème de saturnisme observé dans ce secteur. Seules les données d'un petit échantillon de canards de surface de l'île Walpole révèlent un taux d'ingestion inférieur au seuil de 5 %. Les résultats des tests statistiques ayant permis de comparer les taux d'ingestion chez les canards de surface et les canards plongeurs sont indiqués au tableau 6 pour 1980—1983 et 1989. Ces taux sont restés les mêmes pour tous les groupes dans les quatre sites examinés. Toutefois, il est à noter que la

taille de l'échantillon de la deuxième phase d'échantillonnage est relativement petite pour tous les secteurs sauf celui de Rondeau. Comme il n'y avait pas de différence entre les deux groupes d'échantillons, les données de 1980—1983, 1989 et 1990 sur le Canard colvert ont été regroupées et ont servi au calcul d'un nouveau taux d'ingestion (figure 2). Le chiffre ainsi obtenu donne une idée du taux moyen d'ingestion de plomb pour ce groupe d'oiseaux dans tous les secteurs examinés.

En 1980—1983, les taux d'ingestion étaient supérieurs à 5 % dans le cas des canards plongeurs et de mer de 7 des 9 zones où le nombre d'échantillons était supérieur à 40; dans trois de ces zones, les taux d'ingestion étaient supérieurs à 10,0 %. Les districts de Huronia et de Cornwall font partie de ces zones (tableau 7). Les données recueillies à partir des échantillons de gésiers provenant des quatre districts du MRNO visités en 1989 sont fournies au tableau 8. Nous n'avons observé aucune différence statistique entre les taux d'ingestion des canards de surface et ceux des canards plongeurs entre les peux périodes d'échantillonnage (tableau 6).

La fréquence de concentrations élevées de protoporphyrine (> 40 μg/dL) chez le Canard colvert immédiatement avant la saison de chasse 1982 au lac Sainte-Claire était de 3,8 % en moyenne (tableau 9). À Long Point, cette fréquence était de 2,6 % pendant la saison de chasse 1981, tandis que l'ingestion de plomb était de 4,1 % (tableau 10). À l'inverse, au lac Sainte-Claire, des concentrations élevées de protoporphyrine étaient observées chez davantage d'oiseaux que l'ingestion de plomb (8,9 % de l'échantillon comparativement à 7,2 %, respectivement; voir les tableaux 1 et 11). Le nombre de Canards colverts femelles adultes ayant ingéré du plomb était proportionnellement plus élevé que celui des mâles adultes du lac Sainte-Claire en 1982 (méthode exacte bilatérale de Fisher : $N = 278$; $p = 0{,}00135$). Le même résultat s'applique aux Canards colverts juvéniles (méthode exacte bilatérale de Fisher : $N = 249$; $p = 0{,}00314$). Fait étonnant, la proportion de Canards colverts mâles adultes présentant des concentrations élevées de protoporphyrine était plus grandes que chez les femelles adultes (méthode exacte unilatérale de Fisher : $N = 114$; $p = 0{,}0475$), mais les données sur les juvéniles ne révélaient aucune différence (méthode exacte unilatérale de Fisher : $N = 389$; $p = 0{,}286$).

Les données recueillies sur le Morillon à collier à l'automne 1982 et 1983 sont présentées au tableau 12 et ont été incluses dans le tableau 7. Les analyses de la protoporphyrine dans le sang ont révélé que les concentrations de plomb étaient élevées chez 27 des 71 Morillons à collier (38,0 %), bien que le gésier de 12,7 % seulement d'entre eux renfermait de la grenaille de plomb. Les taux d'ingestion pour les Morillons à collier de tout l'Ontario sont de 22,7 %, ce qui constitue une valeur très élevée (tableau 7; $N = 379$).

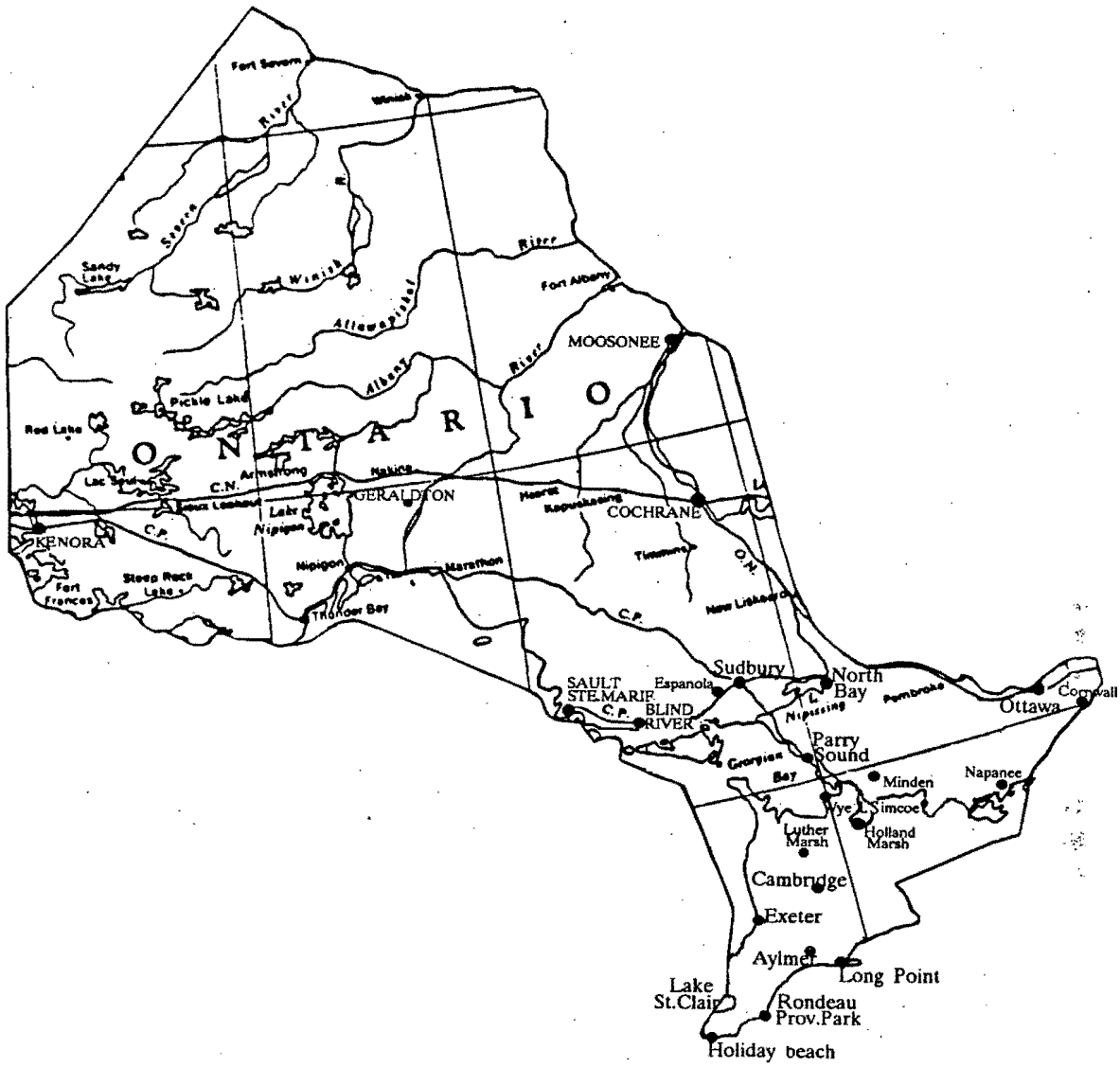
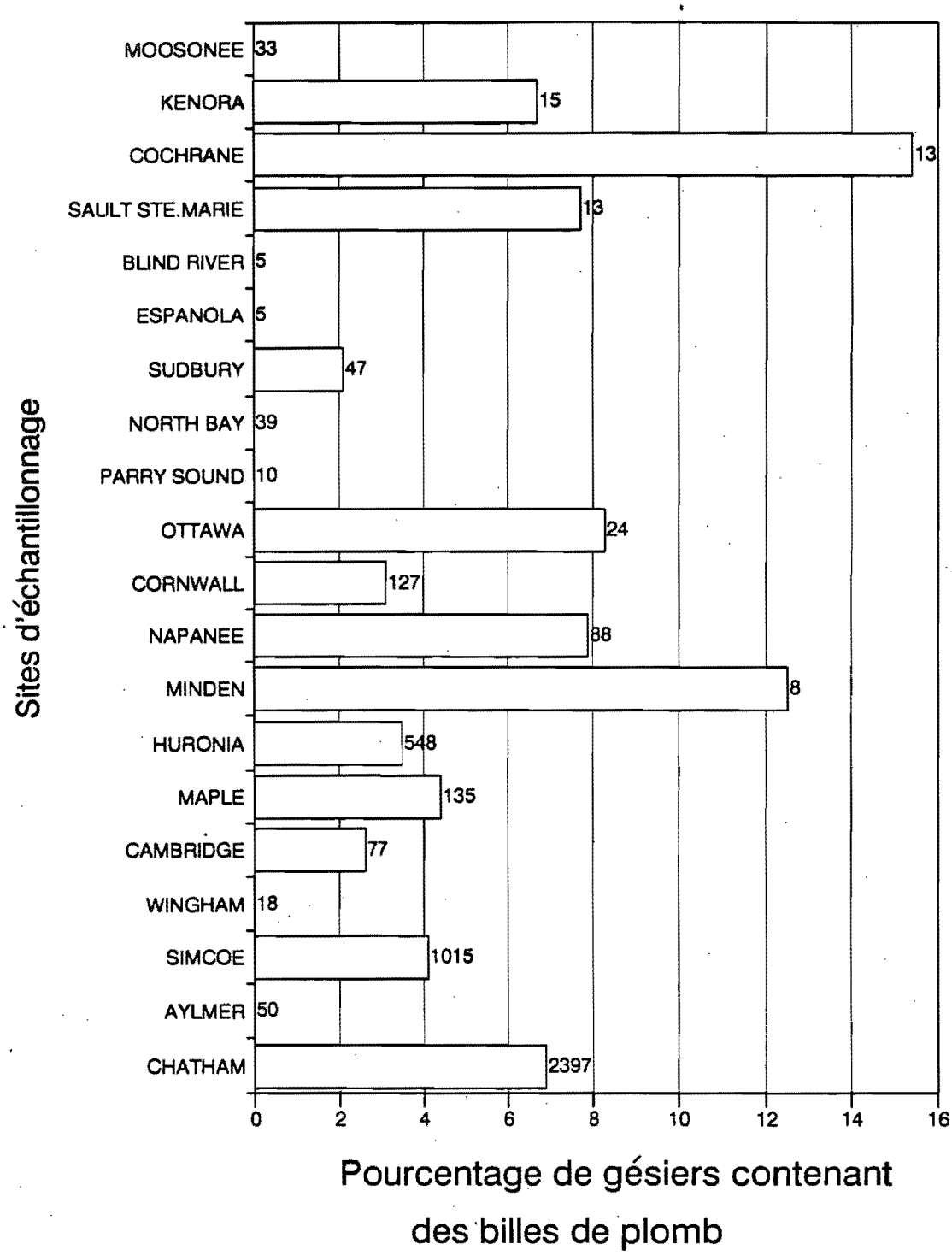


Figure 1. Emplacement des sites d'échantillonnage (cercles pleins) en Ontario.



[1] Les nombres reflètent la taille de l'échantillon
[2] Les données sur Chatham incluent celles de 1990

Figure 2. Taux d'ingestion de plomb chez le Canard colvert et le Canard noir, 1981—1983.

Tableau 1. Taux d'ingestion de plomb chez les canards de surface et la Bernache du Canada à différents endroits de l'Ontario, 1980—1983.

District du MRNO	Secteur	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)											
		MALL[1]	ABDU	GADW	NOPI	AGWT	BWTE	AMWI	NSHO	WODU	CAGO	Nombre total de gésiers	% des gésiers renfermant du plomb
Chatham	Lac Sainte-Claire	733 (52)	2 (1)									735(53)	7,2
	Plage Holiday	14		2	2	5		1		2	8	34(0)	0,0
	Rondeau	182 (9)	52 (5)	19	12 (1)	52	72 (1)	37	1	32 (1)		459(17)	3,7
Aylmer	Comtés d'Elgin et d'Oxford	47	3		6	1	1		1	27 (1)	6	92(1)	1,1
Simcoe	Environs de Long Point	1013 (42)	2			2						1017(42)	4,1
Wingham	Environs d'Exeter	17	1		4							22(0)	
Cambridge	Marais Luther	73 (2)	4	7	4	8	4	12		1		113(2)	1,8
Maple	Parc Darlington, marais Holland, lac Simcoe et	115 (6)	20	8	7	56	21	10	1	35	6	279(6)	2,2
Huronia	Marais Tiny et Wye, baie Matchedash et autres	487 (17)	61 (2)	13	20 (1)	61	132	38	2	159 (1)	2	975(21)	2,2
Minden	Divers endroits	5 (1)	3							9		17(1)	5,9
Napanee	Comté de Prince Edward	71 (7)	17		6	7	6	4		14	5	130(7)	5,4
Cornwall	Comté de Dundas, Lac St-François, fleuve St-Laurent	102 (3)	25 (1)	28	18	6	26	15	8	5		233(4)	1,7
Ottawa	Lac Constance et forêt Larose	17 (1)	7 (1)				20	2		30		76(2)	2,6
Parry Sound	Lacs Ben's, Rainy et Bartlett, canton de Foley	3	7							2		12(0)	
North Bay	Lac Nipissing	30	9							1	1	41(0)	0,0
Sudbury	Divers endroits	34	13 (1)							13		60(1)	1,7
Espanola	Cantons de Foster et de	3	2							1		6(0)	
Blind River	Divers endroits	2	3							17		22(0)	
Sault-Ste-Marie	Rivière St. Mary's et	10 (1)	3		2	4	2			1	2	24(1)	4,2
Cochrane	Lac Lillabelle et canton de Glackmeyer	11 (2)	2									13(2)	15,4
Geraldton	Lac Kanagamisis					1		2				3(0)	
Kenora	Divers endroits	15 (1)								1		16(1)	6,3
Moosonee	Baie James	23	10		18	9	2	2(1)				64(1)	1,6
Tous les districts	Tous les secteurs	3007 (144) 4,8 %	246 (11) 4,5 %	77 0 %	99 (2) 2,0 %	212 0 %	286(1) 0 %	123(1) 1,0 %	13 0 %	350(3) 1,0 %	30 0 %	4443(162)	3,6

[1] Les abréviations des noms des espèces de sauvagine sont indiqués à la page 82.

Tableau 2. Taux d'ingestion de plomb chez les canards de surface, la Bernache du Canada et la Bernache cravant à différents endroits de l'Ontario, 1989.

District du MRNO	Secteur	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)												Nombre total de gésiers	% de gésiers renfermant du plomb
		Hybride MALL × ABDU	MALL	ABDU	GADW	NOPI	AGWT	BWTE	AMWI	NSHO	WODU	CAGO	ATBR		
Chatham	Plage Holiday		27											27(0)	0,0
	Rondeau		55(2)	7	2	12	43	9	19	2	18			167(2)	1,2
Maple	Marais Holland		9	2			20	6(1)						37(1)	2,7
Napanee	Comté de Prince Edward		4	2	3	1	1	5				2	1	18(0)	0,0
Cochrane	Lac Lillabelle	1	11(1)	1		1	1	9	3					27(1)	3,7
Temagami	New Liskeard		10(1)	2				1	1					14(1)	7,1

[1] Les abréviations des noms des espèces de sauvagine sont indiqués à la page 82.

Tableau 3. Fréquence de la grenaille de plomb dans les gésiers de Canards colverts dans le secteur du lac Sainte-Claire pendant la saison de chasse 1982.

Endroit	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)				Nombre total de gésiers	% des gésiers renfermant de la grenaille ingérée
	Mâle adulte	Femelle adulte	Mâle immature	Femelle immature		
Club de chasse de l'île Walpole	23(1)	38(4)	8	22	91(5)	5,5
Waterway Camp	7	6	3	5(1)	21(1)	4,8
Marais St. Luke's	9	15(3)	1	15(1)	40(4)	10,0
Bradley's	70(1)	108(14)	71	123(13)	372(28)	7,5
Environs de la réserve nationale de faune de Sainte-Claire	0	2	1	0	3(0)	0,0
Nombre total de gésiers	109(2)	169(21)	84(0)	165(15)	527(38)	7,2
% de gésiers renfermant du plomb ingéré	1,8	12,4	0,0	9,1	7,2	

Tableau 4. Taux d'ingestion de plomb chez les canards de surface près du lac Sainte-Claire, 1990.

Espèce / Endroit	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)										% des oiseaux ayant ingéré du plomb
	MALL	MALL × ABDU	ABDU	GADW	NOPI	AGWT	BWTE	AMWI	WOOU	Total	
Île Walpole		10(1)		4(0)	16(0)	41(0)	2(0)	16(1)	12(0)	101(2)	2,0
Réserve de Walpole	1095(70)		146(12)							1241(82)	6,6
Ruisseau Mud, baie Mitchell et ses environs	162(13)		11(3)							173(16)	9,2

[1] Les abréviations des noms des espèces de sauvagine sont indiqués à la page 82.

Tableau 5. Taux d'ingestion de plomb chez les canards plongeurs près du lac Sainte-Claire, 1990.

Espèce / Endroit	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)						Nombre total de gésiers	% de gésiers renfermant du plomb
	REDH	RNDU	COGO	CANV	BUFF	RUDU		
Île Walpole	31(4)	66(10)	1	6	2	1	107 (14)	13,1

Tableau 6. Taux d'ingestion de plomb chez les canards plongeurs et les canards de mer à différents endroits de l'Ontario, 1989.

District du MRNO	Secteur	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)											Nombre total de gésiers	% de gésiers renfermant du plomb
		REDH	RNDU	GRSC	LESC	LESC GRSC	COGO	RBME	CANV	BUFF	RUDU	Macreuses		
Chatham	Rondeau	2	17(3)	1	2				4(1)	4	1	2	33(4)	12,1
Maple	Marais Holland		2							1			3(0)	0,0
Napanee	Presqu'île, île d'Amherst, baie de Hay, baie de Quinte					35(3)	7	1		10		4	57(3)	5,3
Cochrane	Lac Lillabelle		6		1		38						45(0)	0,0

Tableau 7. Taux d'ingestion de plomb chez les canards plongeurs et les canards de mer à différents endroits de l'Ontario, 1980—1983.

District du MRNO	Secteur	Taille de l'échantillon (nombre d'oiseaux ayant ingéré de la grenaille)																
		REDH	RNDU	GRSC	LESC	LESC GRSC	COGO	COME	RBME	HOME	Becs-scies	CANV	BUFF	OLDS	RUDU	Macreuses	Nombre total de gésiers	% des gésiers renfermant du plomb
Chatham	Lac Sainte-Claire		71(12)														71(12)	16,9
	Plage Holiday		1		2		2(1)						3				8(1)	12,5
	Rondeau	18(3)	36(4)	3(1)	10		7					21	12				107(8)	7,5
Aylmer	Comtés d'Elgin et																	
	Env. Long Point											1					1(0)	0
Wingham	Environs d'Exeter																	
Cambridge	Marais Luther	9(2)	17(4)	1	1								1				29(6)	20,7
Maple	Parc Darlington, marais Holland, lac	4	8	27(1)	10(1)		11	14	2	6	9		20				111(2)	1,8
Huronia	Marais Tiny et Wye, baie	34(3)	147(47)	53(7)	133(9)	25(7)	161	1	9	31		1	106(1)	20	1	22(1)	744(75)	10,1
Minden	Divers endroits									1							1(0)	0
Napanee	Comté de Prince	3(1)	9			17(2)	7	1		3			7	1		3	51(3)	5,9
Cornwall	Comté de Dundas, Lac St-François,	18(3)	11(2)			9	2									1	41(5)	12,2
Ottawa	Lac Constance et forêt Larose	2(1)	28(12)	1	2												33(13)	39,4
Parry Sound	Lacs Ben's, Rainy et Bartlett, canton		1				1			2							4(0)	0
North Bay	Lac Nipissing		4			13(1)	5			3							25(1)	4,0
Sudbury	Divers endroits		18(2)			5(2)	8	12		2			2				47(4)	8,5
Espanola	Cantons de Foster										3						3(0)	0
Blind River	Divers endroits																	
Sault-Ste-Marie	Rivière St. Mary's	2	14(2)	20(3)	13		7		1	4			6	1		3	71(5)	7,0
Cochrane	Lac Lillabelle et canton de Glackmeyer		1(1)		2												3(1)	33,3
Geraldton	Lac Kanagamisis			1													1(0)	0
Kenora	Divers endroits		4		14	33(2)	2			2			1				56(2)	3,6
Moosonee	Baie James						1									1	2(0)	0
Tous les districts	Tous les secteurs	93 (14)15%	379 (86) (23 %)	106 (12) 11 %	187 (10) 5 %	119 (16) 13 %	220 (1) 0 %	29 (0) 0 %	12 (0) 0 %	57 (0) 0 %	12 (0) 0 %	23 (0) 0 %	165 (1) 1 %	23 (0) 0 %	1 (0) 0 %	32 (1) 3 %	1409 (138)	9,8

Tableau 8. Résultats des tests statistiques sur les taux d'ingestion de plomb chez les canards de surface et les canards plongeurs, entre 1980—1983 et 1989.

		CANARDS DE SURFACE		CANARDS PLONGEURS	
District du MRNO	Secteur	Taille de l'échantillon	Probabilité associée à la méthode exacte de Fisher	Taille de l'échantillon	Probabilité associée à la méthode exacte de Fisher
Chatham	Rondeau	628	0,120	140	0,477
Maple	Marais Holland	317	0,595	124	1,000
Napanee	Comté de Prince Edward	148	0,598	108	1,000
Cochrane	Lac Lillabelle	41	0,232	48	0,062 5

Les abréviations des noms des espèces de sauvagine sont indiqués à la page 82.

Tableau 9. Fréquence des concentrations élevées (> 40 μg/dL) de protoporphyrine, selon l'âge et le sexe, chez les Canards colverts échantillonnés au lac Sainte-Claire immédiatement avant la saison de chasse 1982.

Âge/Sexe	Concentrations de protoporphyrine		
	< 40	> 40	(%)
Mâle adulte	33	2	(5,7)
Femelle adulte	84	1	(1,2)
Mâle immature	209	7	(3,3)
Femelle immature	130	8	(5,8)
Total	456	18	(3,8)

Table 10. Fréquence des concentrations élevées (> 40 μg/dL) de protoporphyrine, selon l'âge et le sexe, chez les Canards colverts échantillonnés à Long Point pendant la saison de chasse 1981.

Âge/Sexe	Concentrations de protoporphyrine		
	< 40	> 40	(%)
Mâle adulte	70	2	(2,8)
Femelle adulte	30	1	(3,2)
Mâle immature	98	2	(2,0)
Femelle immature	106	3	(2,8)
Total	304	8	(2,6)

Tableau 11. Fréquence des concentrations élevées (> 40 µg/dL) de protoporphyrine, selon l'âge et le sexe, chez les Canards colverts échantillonnés au lac Sainte-Claire pendant la saison de chasse 1982.

Âge/Sexe	Concentrations de protoporphyrine		
	< 40	> 40	(%)
Mâle adulte	67	12	(15,2)
Femelle adulte	34	1	(2,9)
Mâle immature	221	22	(9,1)
Femelle immature	136	10	(6,8)
Total	458	45	(8,9)

Tableau 12. Données recueillis sur le Morillon à collier d'après 71 échantillons ayant fait l'objet de mesures des concentrations de protoporphyrine et de la grenaille ingérée.

	Masse corporelle moyenne, en grammes (taille de l'échantillon)		Nombre d'oiseaux présentant des teneurs élevées en protoporphyrine (c.-à-d. > 40 µg/dL)*	
Âge/Sexe	Grenaille absente	Grenaille présente	Grenaille absente	Grenaille présente
Mâle adulte	791 (14)	800 (1)	2 (14)	1 (1)
Femelle adulte	663 (3)	775 (2)	0 (3)	1 (2)
Mâle immature	777 (24)	720 (7)	7 (24)	7 (7)
Femelle immature	706 (18)	712 (2)	9 (18)	0 (2)

* Le nombre d'oiseaux où la grenaille était absente et dont les concentrations de protoporphyrine étaient supérieures à 40 µg/dL était plus élevé que celui des oiseaux où la grenaille était présente.

Liste des abréviations

Code	Nom vernaculaire	Nom latin
ABDU	Canard noir	*Anas rubripes*
AGWT	Sarcelle à ailes vertes	*Anas crecca*
AMWI	Canard siffleur d'Amérique	*Anas americana*
ATBR	Bernache cravant à ventre pâle	*Branta bernicla hrota*
BUFF	Petit Garrot	*Bucephala albeola*
BWTE	Sarcelle à ailes bleues	*Anas discors*
CAGO	Bernache du Canada	*Branta canadensis*
CANV	Morillon à dos blanc	*Aythya valisineria*
COGO	Garrot à oeil d'or	*Bucephala clangula*
COME	Grand Bec-scie	*Mergus merganser*
GADW	Canard chipeau	*Anas strepera*
GRSC	Grand Morillon	*Aythya marila*
HOME	Bec-scie couronné	*Lophodytes cucullatus*
LESC	Petit Morillon	*Aythya affinis*
MALL	Canard colvert	*Anas platyrhynchos*
NOPI	Canard pilet	*Anas acuta*
NSHO	Canard souchet	*Anas clypeata*
OLDS	Canard kakawi	*Clangula hyemalis*
RBME	Bec-scie à poitrine rousse	*Mergus serrator*
REDH	Morillon à tête rouge	*Aythya americana*
RNDU	Morillon à collier	*Aythya collaris*
RUDU	Canard roux	*Oxyura jamaicensis*
WODU	Canard branchu	*Aix sponsa*

Analyse

La fréquence des concentrations élevées de protoporphyrine chez le Canard colvert du lac Sainte-Claire était moindre avant la saison de chasse (3,8 %) que pendant celle-ci (8,9 %), ce qui indique que la grenaille était généralement ingérée à partir des dépôts de la saison de chasse en cours (en accord avec Solman, 1966).

Au cours de l'analyse des gésiers, on a constaté qu'une bonne proportion de la grenaille avait été logée par un fusil plutôt qu'ingérée. La grenaille ingérée est normalement lustrée et légèrement abrasée sur toute sa surface. Celle qui est logée par un fusil est facile à reconnaître en raison des lésions qu'elle laisse sur la paroi du gésier et du fait que seule une partie de sa surface est lustrée et abrasée. Ces abrasions sur la partie antérieure seulement se produisent au contact des tissus et du contenu du gésier lorsque la grenaille pénètre dans le corps de l'oiseau. En outre, les billes logées par un fusil portent souvent des marques laissées par les autres billes présentes dans le canon de l'arme. Au total, on a trouvé des billes logées par un fusil dans environ 50 % des gésiers renfermant des billes (catégories b et c). Lors des premières séances d'analyse des gésiers, des billes logées par un fusil ont sans doute été considérées comme ayant été ingérées, ce qui a pu gonfler légèrement les pourcentages des billes ingérées.

Les gésiers des échantillons de Canards colverts du lac Sainte-Claire présentaient, dans le cas des mâles adultes et des mâles immatures, des taux d'ingestion de plomb étonnamment bas (tableau 3). Les bagueurs à l'oeuvre dans des refuges traditionnels où des appâts sont utilisés ont constaté que le nombre de mâles adultes était nettement plus élevée que celui des femelles (D. Dennis, obs. pers.). Il se peut que les refuges avec appâts attirent des mâles adultes en nombre disproportionné, ce qui réduit l'exposition de ces oiseaux à la grenaille de plomb déposée pendant la chasse.

L'analyse du sang des oiseaux provenant de Long Point et du lac Sainte-Claire a fourni des renseignements supplémentaires intéressants quant au taux d'absorption de plomb. Il se peut que les oiseaux déjà intoxiqués par le plomb soient surreprésentés dans les échantillons de sujets abattus par les chasseurs puisque ces oiseaux sont moins aux aguets et plus vulnérables à la prédation (Bellrose, 1959).

L'écart entre l'ingestion de grenaille de plomb et les concentrations de protoporphyrine chez les Canards colverts adultes du lac Sainte-Claire, soulève des questions quant à la validité des résultats de l'analyse de la protoporphyrine. On constate souvent que, chez une partie de la population de canards intoxiqués par le plomb, la concentration de protoporphyrine est inférieure à 40 μg/dL parce que cette protéine peut se diffuser *in vivo* à partir des érythrocytes et être éliminée du plasma par le foie (Roscoe et collab., 1979). Toutefois, on n'arrive pas à expliquer pourquoi des concentrations élevées de protoporphyrine sont observées chez une proportion plus

grande de la population que la présence de la grenaille de plomb.

À Long Point, la plupart des oiseaux ont été prélevés au sein de la population fréquentant les secteurs appâtés de l'unité d'aménagement du MRNO; au lac Sainte-Claire, l'échantillonnage a porté sur un secteur géographique plus étendu pour des raisons de logistique. Les quatre principaux endroits où des gésiers ont été recueillis sont le marais St. Luke's, Bradley's, Waterway Camp et le club de chasse de l'île Walpole. Le marais St. Luke's fournit probablement l'échantillon le plus valable d'oiseaux piégés parce qu'il est situé à proximité de la réserve nationale de faune de Sainte-Claire. À Bradley's, les oiseaux se posent dans des refuges où des appâts sont utilisés légalement et ils sont abattus lorsqu'ils survolent les champs de maïs inondés. Bien que ce secteur soit à moins de 2 km de la réserve de Sainte-Claire, les oiseaux qui le fréquentent sont probablement moins exposés à la grenaille de plomb, étant donné qu'ils ne se nourrissent pas dans les marais où la chasse est pratiquée. Les deux autres points d'échantillonnage sont situés à environ 13 et 25 km de la réserve et il est peu probable qu'ils servent aux oiseaux fréquentant la réserve de Sainte-Claire. Les taux d'ingestion de plomb peuvent varier considérablement à l'intérieur d'une superficie relativement peu étendue, selon les mesures locales d'aménagement et le substrat de l'endroit. Il faut de gros échantillons si l'on veut évaluer avec précision le taux d'ingestion de plomb dans un secteur donné.

Les canards plongeurs semblent plus résistants au saturnisme. On a fait l'hypothèse que leur régime alimentaire, qui est composé d'aliments tendres et riches en protéines, résultait en une moins grande absorption du plomb par le sang, mais cette hypothèse a été rejetée après que l'on eut constaté que les concentrations de protoporphyrine de 38,0 % des échantillons des Morillons à collier étaient élevées (tableau 12). En fait, le gésier de 30 % des canards chez lesquels la concentration de protoporphyrine était supérieure à 40 μg/dL ne renfermait pas de grenaille, tandis que cette concentration était inférieure à 40 μg/dL chez 25 % de ceux dont le gésier renfermait de la grenaille de plomb. Il est à noter que le seuil critique de 40 μg/dL a été établi pour le Canard colvert et qu'il pourrait être différent pour d'autres espèces.

La masse corporelle des Morillons à collier est la même, que la concentration de protoporphyrine soit élevée ou non, ce qui corrobore la théorie à l'effet que cette espèce est moins vulnérable aux effets du saturnisme que les espèces de canards de surface. Les recherches qui seront menées ultérieurement sur la résistance des canards plongeurs au saturnisme devraient inclure des analyses biochimiques et physiologiques.

Conclusions

Le saturnisme chez la sauvagine semble s'observer dans des secteurs limités de l'Ontario. Il faudrait procéder à d'autres échantillonnages dans quelques-uns de ces secteurs pour confirmer que la contamination par le plomb pose des problèmes. Un vaste secteur en bordure du lac Sainte-Claire a été déclaré zone de chasse limitée à la grenaille non toxique depuis la saison de chasse 1990 dans le but d'y atténuer le problème du saturnisme. Étant donné que les résultats des analyses sur la protoporphyrine sont variables et contradictoires, l'utilisation de cette technique semble limitée quant à la mise au jour de problèmes attribuables à la contamination par le plomb.

Ouvrages cités

Bellrose, F.C. 1959. Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull. 27:235-280.

Dennis, D.G. 1990. Lead ingestion studies on Ontario waterfowl, 1980-1987. Service canadien de la faune. Rapport non publié.

Roscoe, D.E., S.W. Nielson, A.A. Lamda et D. Zuckerman. 1979. A simple quantitative test for erythrocytic protoporphyrin in lead-poisoned ducks. J. Wildl. Dis. 15:127-136.

Solman, V.F. 1966. C.W.S. report on lead poisoning symposium. St.Louis, MO. Feb.8, 1966. 28 pp.

RÉSUMÉ DES TAUX D'INGESTION DE GRENAILLES DE PLOMB CHEZ LA SAUVAGINE AU QUÉBEC

Tiré de : Lemay et collab., 1989.

Résumé

Des gésiers ont été recueillis en 1987 et 1988 auprès de chasseurs dans 10 régions de la province de Québec. La grenaille de plomb a été isolée du reste du contenu des gésiers à l'aide d'un séparateur hydraulique et une distinction a été faite entre la grenaille logée par un fusil et celle ingérée. L'évaluation de la contamination par le plomb a été fondée principalement sur les résultats des analyses menées sur les canards de surface. Les oiseaux de seulement 3 des 10 régions présentaient des taux d'ingestion supérieurs à 5,0 % : Trois-Rivières (8,4 %), Montréal (6,8 %) et l'Outaouais (9,1 %). L'intensité de la chasse est la plus élevée dans ces régions. Partout ailleurs, les taux d'ingestion fondés sur une taille relativement adéquate d'échantillons étaient inférieurs à 3,0 %. Dans une des régions où les taux sont le plus faibles (Abitibi-Témiscamingue), le lac Rouyn était en cause dans la plupart des cas d'ingestion de grenaille par les canards de surface (57,1 %) et les canards plongeurs (97,5 %). Ce secteur devrait faire l'objet d'autres études, étant donné que le taux d'ingestion de plomb chez les canards de surface (4,9 %) est suffisamment près du seuil critique pour indiquer un problème potentiel.

Au Québec, la contamination par le plomb semble être confinée principalement le long du fleuve Saint-Laurent, entre Montréal et Trois-rivières, où la chasse est intense. Les secteurs longeant la rivière des Outaouais devraient faire l'objet d'autres recherches, étant donné que la taille de l'échantillon est plutôt restreinte. On pourrait envisager de limiter la chasse à la sauvagine à la grenaille non toxique dans ces secteurs.

Introduction

Le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP) du Québec a mené une étude visant à déterminer la fréquence de l'ingestion de plomb dans les zones de chasse à la sauvagine de la province en 1987 et 1988. Les résultats de l'étude sont résumés ici; ils sont fondés sur la publication intitulée *Incidence de la grenaille de plomb dans les gésiers de canards, d'oies et de bernaches récoltés au Québec*, par André B. Lemay, Raymond McNicoll et Réginald Ouellet (publiée en mai 1989) et sur un examen des données fournies par le MLCP.

Méthodes

Des gésiers de sauvagine ont été obtenus auprès de chasseurs de 10 régions de la province. L'emplacement et le nom de ces régions sont indiqués sur la carte de la figure 1. L'espèce, l'âge et le sexe des oiseaux ont été déterminés d'après les plumes des ailes et de la queue recueillies en même temps que les gésiers. Ces derniers ont été ouverts et leur contenu a été examiné. La grenaille de plomb a été isolée des autres éléments à l'aide de la pression d'eau fournie par un séparateur hydraulique (d'après Brewer, 1981). Un examen visuel des billes de plomb et de la paroi des gésiers a permis de faire la distinction entre les billes logées par un fusil et celles ingérées. Les données ont été recueillies sur deux ans : l'étude de 1988 a servi à vérifier les résultats obtenus dans les secteurs présentant des problèmes en 1987 et à augmenter le nombre d'échantillons dans les secteurs où peu de données avaient été recueillies la première année. Dans le présent rapport, on a réuni les données de 1987 et 1988 pour obtenir les taux globaux d'ingestion pour la province. Le regroupement des données fournit des taux d'ingestion plus précis que ceux établis d'après la moyenne des résultats de deux années distinctes, particulièrement dans les secteurs où la taille de l'échantillon est restreinte.

Résultats et analyse

On a recueilli 3315 gésiers de sauvagine en 1987 et 5539 autres en 1988. Quatre catégories de sauvagine ont été établies : les canards de surface, où dominent dans l'échantillon le Canard colvert (N = 1750) et le Canard noir (N = 2420); les canards plongeurs, où dominent le Morillon à collier (N = 546), le Petit Morillon (N = 522), le Garrot à oeil d'or (N = 306) et le Grand Morillon (N = 216); les canards de mer, où dominent la Macreuse à bec jaune (N = 85) et la Macreuse à ailes blanches (N = 87); et les oies et bernaches, où dominent la Grande Oie des neiges (N = 269) et la Bernache du Canada (N = 289). On considère généralement que les canards de surface sont les plus vulnérables aux effets du saturnisme; comme, en outre, ils étaient le mieux représentés dans l'échantillon, l'accent sera mis sur les résultats obtenus pour ce groupe.

En considérant séparément les 10 régions d'échantillonnage, on constate que 3 d'entre elles seulement peuvent présenter des problèmes de saturnisme pour les canards de surface. Les taux d'ingestion de plomb pour les régions de Trois-Rivières (région 04), de Montréal (région 06) et de l'Outaouais (région 07) s'élevaient respectivement à 8,4 %, à 6,8 % et à 9,1 % (tableau 1 et figure 2). Ces taux étaient inférieurs à 3,0 % dans toutes les autres régions sauf en Estrie (région 05), où la taille de l'échantillon est petite. Les espèces présentant les taux d'ingestion les plus élevés sont également celles qui sont le plus abattues par les chasseurs. Les taux d'ingestion de l'ensemble des Canards colverts, des Canards noirs et des hybrides de ces deux espèces étaient de 10,5 % dans la région 04, de 8,9 % dans la région 06 et de 13,7 % dans la région 07. Ce groupe d'espèces représentait 88,6 % de l'ingestion

totale de grenaille dans la région 04, 91,9 % dans la région 06 et 90,1 % dans la région 07. Les Canards colverts, les Canards noirs et les hybrides de ces deux espèces représentaient 71,2 %, 69,6 % et 60,2 %, respectivement, des canards de surface échantillonnés dans les trois régions; le taux d'ingestion est donc plus élevé pour ce groupe que la proportion de chaque espèce dans l'échantillon.

Fait intéressant à noter, deux de ces trois régions incluent des portions du fleuve Saint-Laurent, entre Montréal et Trois-Rivières, où l'intensité de la chasse est le plus élevée de la province. Pour la région de Trois-Rivières, la plupart des canards ayant ingéré de la grenaille de plomb avaient été recueillis dans une zone étroite le long du Saint-Laurent, où l'effort de chasse est le plus grand. Le reste de la région se trouve dans des secteurs peu fréquentés par les chasseurs (figure 3). La région de Montréal présente un tableau différent, étant donné que 47 % des canards ayant ingéré de la grenaille provenaient de Venise-en-Québec, près du lac Champlain. Dans la région de l'Outaouais, l'échantillonnage a été concentré le long de la rivière des Outaouais : dans 11 sites, les hybrides du Canard colvert et du Canard noir présentaient un taux d'ingestion supérieur à 5 % (figure 4), ce qui n'était pas le cas dans 6 autres sites, soit Angers, la baie Perras, Luskville, la baie Maclaren, Calumet et Laiches, où moins de 10 échantillons avaient été recueillis par site. Les secteurs où la chasse est intensive sont susceptibles d'être à l'origine d'une intoxication de la sauvagine par le plomb, étant donné que les dépôts de grenaille y atteignent des concentrations élevées; là où la chasse est moins intensive, le plomb est plus dispersé et, donc, moins susceptible d'être ingéré par la sauvagine. Il serait intéressant d'étudier les résultats obtenus pour des zones de chasse données dans chacune de ces régions afin de vérifier cette théorie.

La présente étude a permis de repérer, outre le site de Venise-en-Québec, une autre zone précise de chasse qui, à l'intérieur d'une plus grande région, contribue de façon marquée au problème de l'ingestion de plomb. Il s'agit du lac Rouyn, dans la région 08 (Abitibi-Témiscamingue), où 45 des 49 oiseaux, soit 91,8 % des oiseaux ayant ingéré de la grenaille de plomb, ont été retrouvés; ces oiseaux ne représentaient cependant que 47,9 % de l'échantillon pour cette région. Fait intéressant, le problème est moins évident pour les canards de surface que pour les canards plongeurs. Seuls 57,1 % des canards de surface de la région 08 ayant ingéré du plomb venaient du lac Rouyn (données de 1987 seulement), cette proportion étant de 97,5 % dans le cas des canards plongeurs. Il serait intéressant de vérifier l'hypothèse à l'effet que l'eau du lac Rouyn est un peu trop profonde pour que la plupart des canards de surface aient accès au fond du lac mais suffisamment peu profonde pour que la grenaille déposée sur le fond soit à la portée des canards plongeurs. Le taux d'ingestion de 4,9 % pour les canards plongeurs fréquentant le lac Rouyn (tableau 2) est assez près du seuil critique de 5 % pour que l'on envisage la possibilité de désigner cet endroit comme zone de chasse limitée à la grenaille non toxique, mais les taux mesurés dans l'ensemble de la région 08 ne sont pas suffisamment élevés pour susciter des inquiétudes.

Un cas semblable à celui du lac Rouyn a été observé dans la zone du Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (région 01) : en 1988, tous les gésiers renfermant de la grenaille de plomb ingérée venaient des sites des Îles-de-la-Madeleine. Ces résultats tendent à confirmer ceux de Nadeau (1987). Toutefois, le taux global d'ingestion est encore bas dans cette région pour les canards de surface, soit 1,8 % pour les deux années réunies.

De la même façon, les taux d'ingestion pour les régions 01, 02, 03, 09 et 10 sont très bas (figure 2) et n'entraînent probablement pas une mortalité importante. Toutes ces régions, à l'exception de la 03, font l'objet d'une pression de chasse très faible, sinon inexistante, et les dépôts de grenaille de plomb y sont probablement très peu abondants. Des activités modérées de chasse ont lieu dans la région 03, le long des rives du Saint-laurent, mais l'ingestion de grenaille n'y est pas élevée.

Comme dans d'autres régions en Amérique du Nord, les taux d'ingestion de plomb sont beaucoup plus élevés chez les canards plongeurs que chez les canards de surface. Les canards plongeurs semblent être naturellement résistants au saturnisme, car une concentration élevée de plomb dans le sang ne se traduit pas par une perte de poids ou d'autres symptômes de saturnisme. Toutefois, en raison des taux d'ingestion de 34,6 % dans l'Outaouais et de 32,5 % au lac Rouyn, des problèmes d'intoxication par le plomb existent peut-être dans ces régions, et d'autres études sur les effets du plomb sur la sauvagine devraient être envisagées. Les oies et bernaches ainsi que les canards de mer présentaient généralement des taux très bas d'ingestion de plomb.

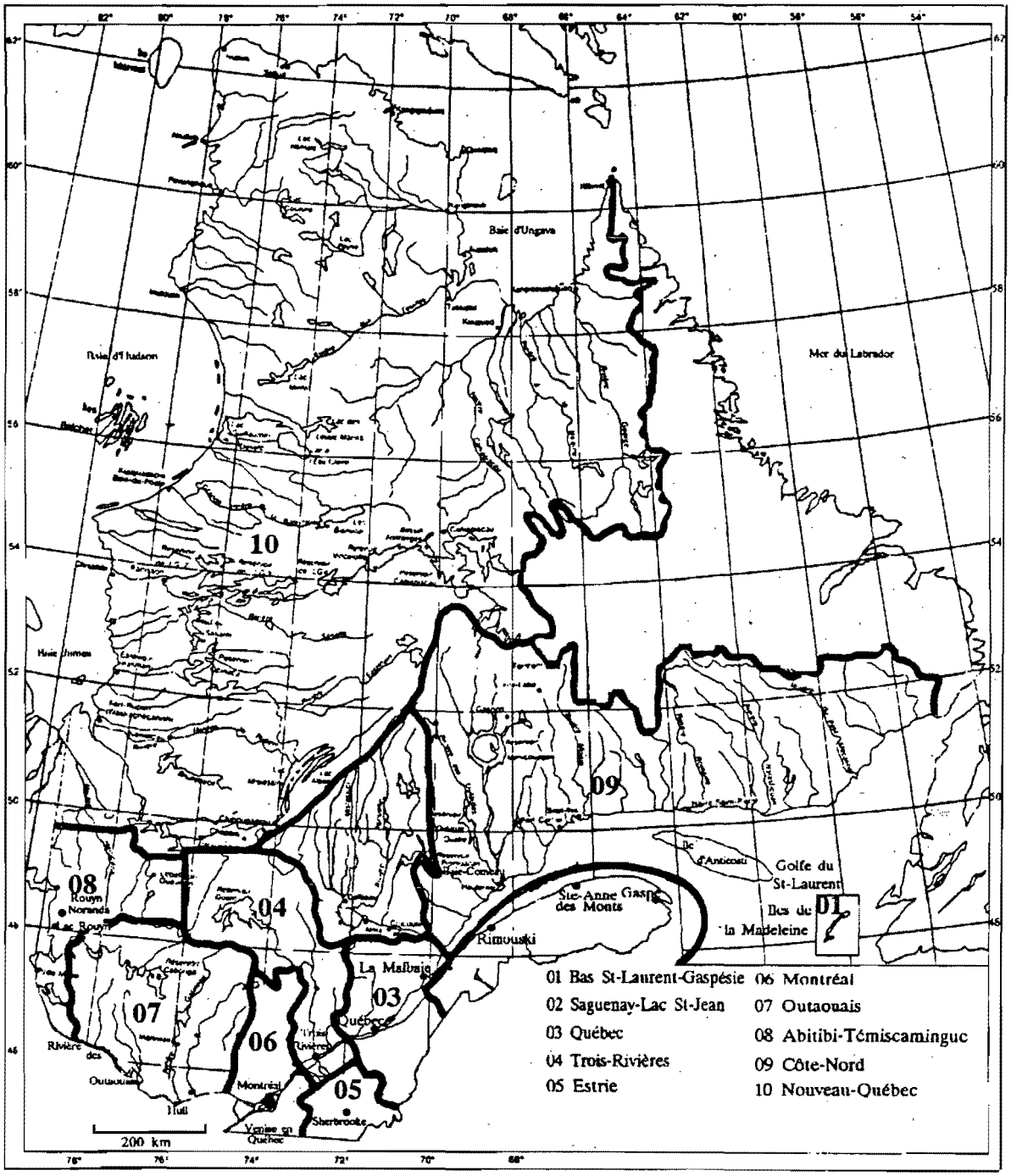


Figure 1. Zones d'échantillonnage.

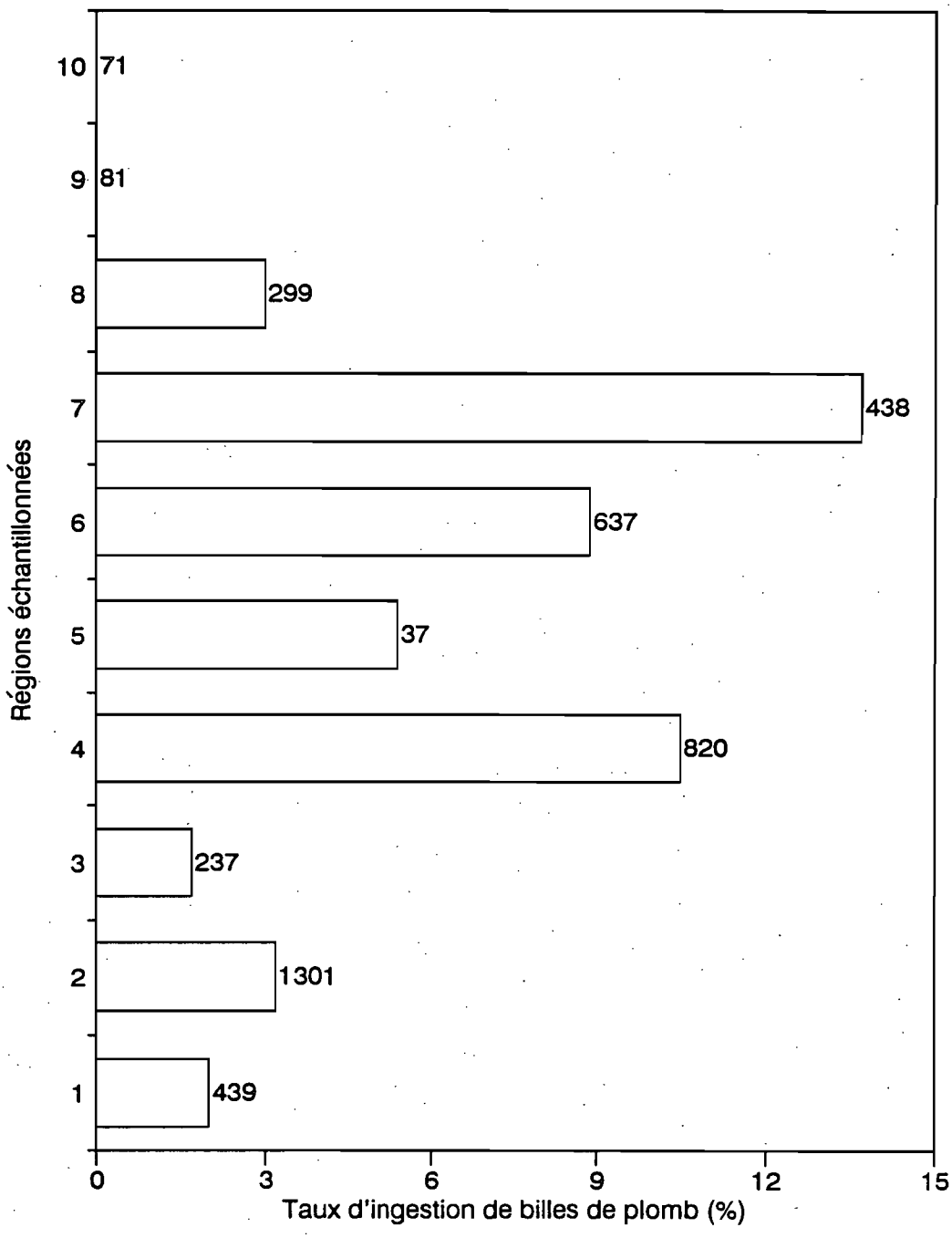


Figure 2. Taux d'ingestion de billes de plomb chez le Canard colvert, le Canard noir et les hybrides de ces deux espèces dans les 10 régions échantillonnées au cours des saisons de chasse 1987 et 1988 (les nombres indiquent la taille de l'échantillon; prière de consulter le tableau 1 pour les régions d'échantillonnage).

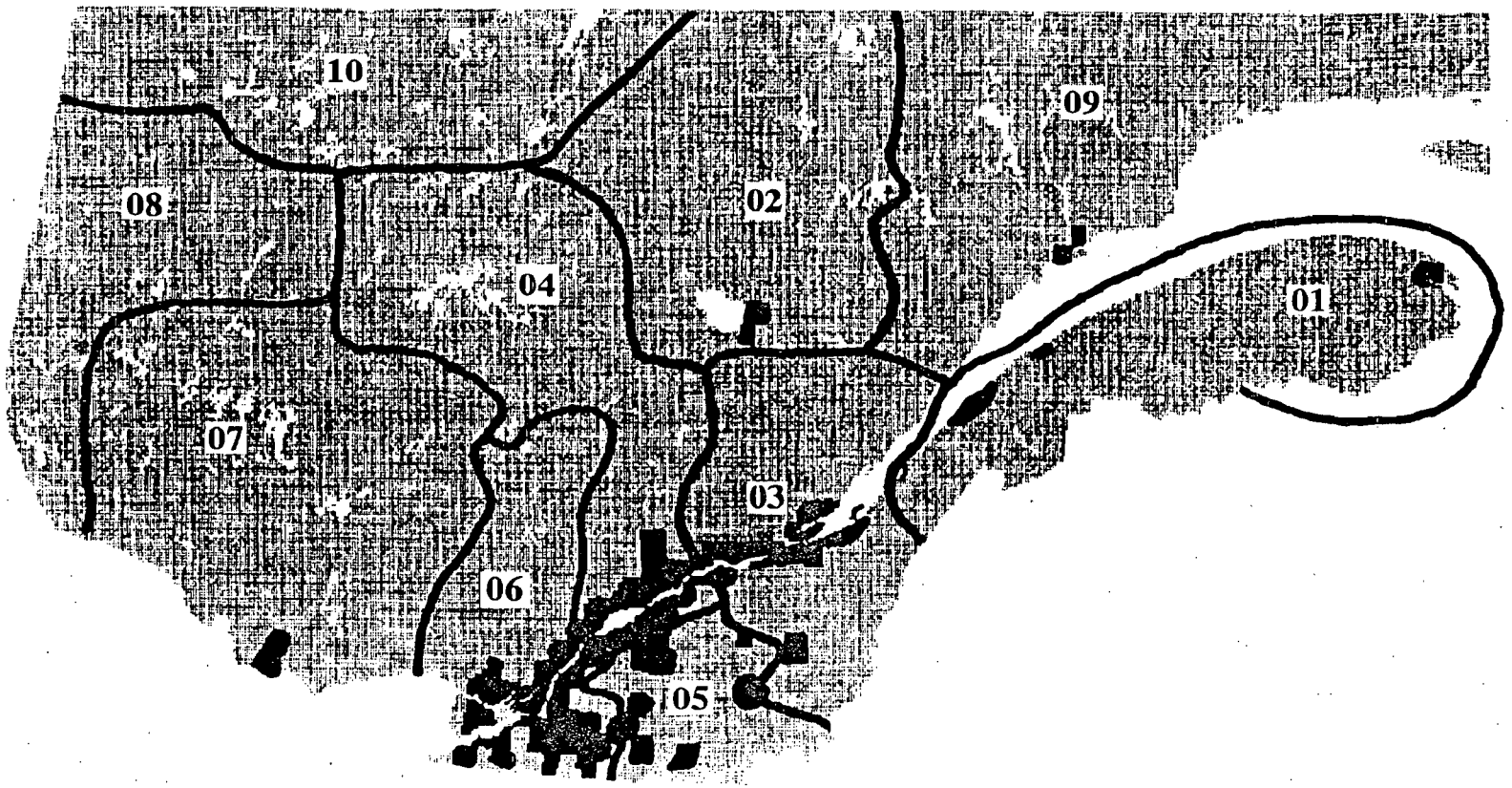


Figure 3. Intensité de la chasse à la sauvagine par zone (dans les régions sombres, l'intensité de la chasse est supérieure à 500 jours-chasseurs par quadrilatère de 10 minutes de côté; les données vont de 1972 à 1988).

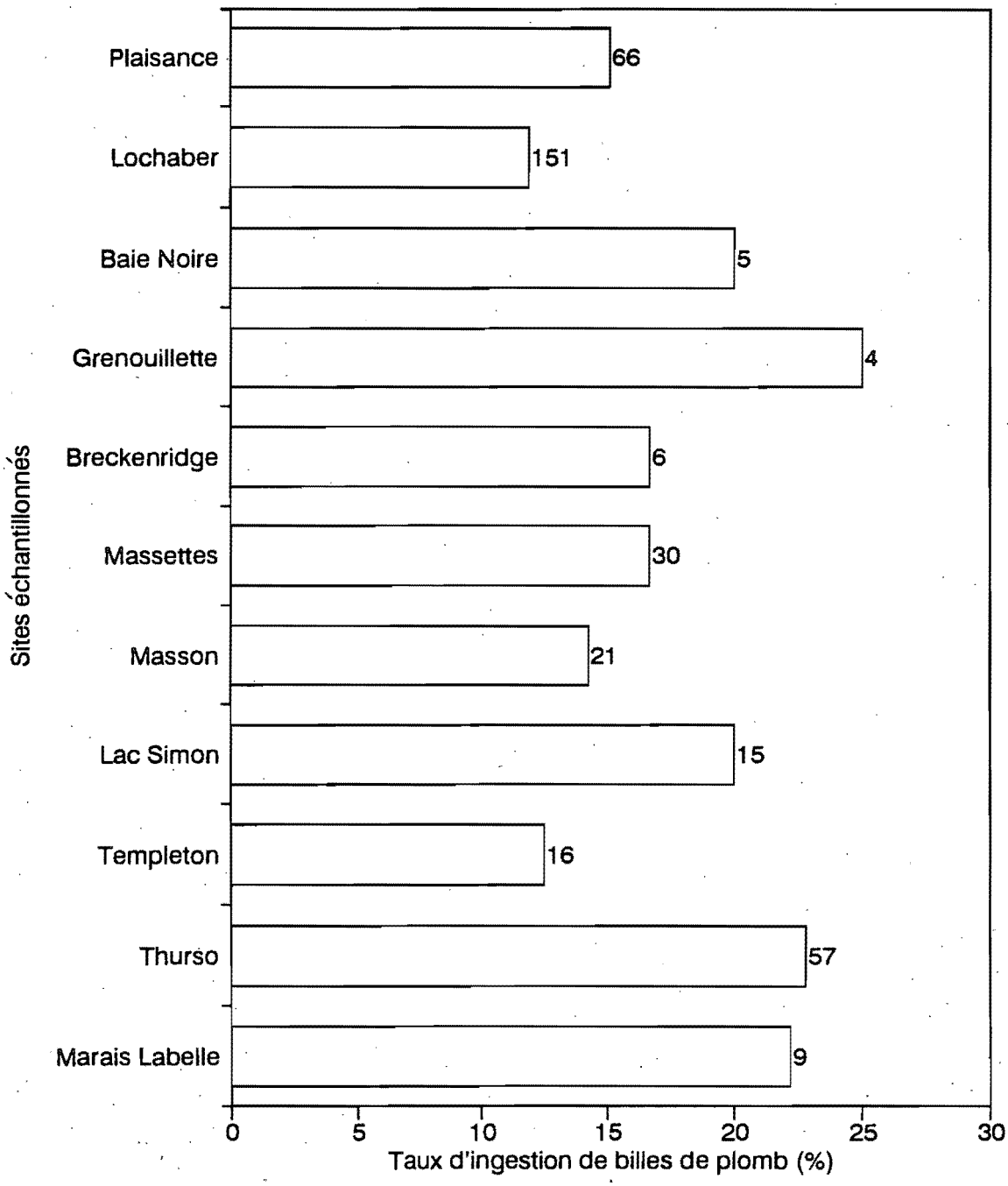


Figure 4 Taux d'ingestion de billes de plomb chez le Canard colvert, le Canard noir et les hybrides de ces deux espèces à différents endroits de la région de l'Outaouais, 1988.

Tableau 1. Analyse des gésiers de sauvagine recueillis au Québec dans le but de déterminer le taux d'ingestion de billes de plomb au cours des saisons de chasse 1987 et 1988 (données regroupées).

	Région d'échantillonnage									
Espèce	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
CANARDS DE SURFACE										
Canard colvert	40(1)	348 (10)	55 (2)	433 (45)	19 (2)	398 (39)	251 (36)	177 (4)	2	27
Canard noir × Canard colvert	24(1)	65 (4)	11	28 (2)	1	29 (1)	12 (2)	10 (1)	4	6
Canard noir	375(7)	888(28)	171 (2)	359(39)	17	210 (17)	175 (22)	112 (4)	75	38
Canard chipeau		1	6 (1)	24 (1)		26 (1)	3			
Canard siffleur d'Amérique	15	8	4	26 (1)		32	13	14	1	3
Sarcelle à ailes vertes	106	113 (2)	98	156 (5)	9 (1)	100 (3)	44	20	51	4
Sarcelle à ailes bleues	8	31	5	13	2	22	53 (1)	11	1	
Canard souchet			4	24 (2)		5	2			
Canard pilet	38(2)	36	25 (1)	59 (2)		34	8 (1)	5 (1)	20	17(1)
Canard branchu	6	12		30	12	59 (1)	166 (4)	9		
TOTAL POUR LES CANARDS DE SURFACE	622 (11)	1502 (44)	379 (6)	1152 (97)	60 (3)	915 (62)	727 (66)	358 (10)	154	95(1)
% des gésiers renfermant du plomb	1,8	2,9	1,6	8,4	5,0	6,8	9,1	2,8	0	1,1
CANARDS PLONGEURS										
Morillon à tête rouge			3	5		10 (1)				
Morillon à dos blanc				1		2				
Grand Morillon	4 (3)	4 (1)	38	63 (6)		91 (2)	2	11 (6)	3	
Petit Morillon		26 (3)	160	87		105 (5)	33 (14)	94 (31)	17	
Morillon à collier	12	52 (1)	31	55 (6)	10 (1)	66 (6)	188(74)	128(15)	4	
Garrot à oeil d'or	19	24 (1)	70 (2)	66		74	3	31(3)	19	
Garrot de Barrow	3		8	2		3 (1)		3	4	
Petit Garrot		1	2	9		6	3	45		
Canard roux			2	1						
Grand Bec-scie				6		6	1	24	5	1
Bec-scie à poitrine rousse	1	1	6	5	1	4	5	2	4	
Bec-scie couronné	3	7	4	18	1	7	19	17 (1)	2	
TOTAL POUR LES CANARDS PLONGEURS	42 (3)	115 (6)	324 (2)	318 (12)	12 (1)	374 (15)	254 (88)	355 (56)	58	1
% des gésiers renfermant du plomb	7,1	5,2	0,6	3,8	8,3	4,0	34,6	15,8	0,0	0,0

Tableau 1. (suite)

Espèce	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
CANARDS DE MER										
Canard kakawi	1		2	6		7		1	29	
Eider à duvet	7		4	1		1			19	
Macreuse à bec jaune	2	8	11	35		21		5 (1)	3	
Macreuse à ailes blanches	1	5	14	35 (1)		27	1	1	3	
Macreuse à front blanc	3	2	10	13		20 (1)		1		
TOTAL POUR LES CANARDS DE MER	14	15	41	90 (1)		76 (1)	1	8 (1)	54	
% des gésiers renfermant du plomb	0,0	0,0	0,0	1,1		1,3	0,0	12,5	0,0	
OIES ET BERNACHES										
Petite Oie des neiges			3							52 (1)
Grande Oie des neiges	1	2	203 (2)	42 (2)		18		2		1
Bernache du Canada	17	126 (1)	32	26		39 (2)	1	29 (1)	4	15
Bernache cravant				2		4				
TOTAL POUR LES OIES ET BERNACHES	18	128 (1)	238 (2)	70 (2)		61 (2)	1	31 (1)	4	68 (1)
% des gésiers renfermant du plomb	0,0	0,8	0,8	2,9		3,3	0,0	3,2	0,0	1,5
CANARDS NON IDENTIFIÉS	9 (1)	30	5	46 (5)		27 (2)		2 (1)		2 (1
TOTAL GLOBAL	705 (15)	1790 (51)	987 (10)	1676 (117)	72 (4)	1453 (82)	983 (154)	754 (69)	270	166 (2)
% des gésiers renfermant du plomb	2,1	2,8	1,0	7,0	5,6	5,6	16,7	9,2	0,0	1,2

( ) Nombre de gésiers renfermant au moins une bille de plomb.
Régions : 01 = Bas-St-Laurent-Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine; 02 = Saguenay-Lac-St-Jean; 03 = Québec; 04 = Trois-Rivières; 05 = Estrie; 06 = Montréal; 07 = Outaouais; 08 = Abitibi-Témiscamingue; 09 = Côte-Nord; 10 = Nouveau-Québec.

Tableau 2. Comparaison des taux d'ingestion établis pour le lac Rouyn et pour l'ensemble de la région 08. Les données pour le lac Rouyn se rapportent à 1987 uniquement. Les données regroupées (1987 et 1988) et celles de 1988 sont présentées à titre de comparaison.

Canards de surface											
Année	Région	Canard colvert	Canard noir × canard colvert	Canard noir	Canard siffleur d'Amérique	Sarcelle à ailes verte	Sarcelle à ailes bleues	Canard pilet	Canard branchu	Total pour les canards de surface	% des gésiers renfermant du plomb
1987	Lac Rouyn	36 (1)	5 (1)	20 (2)	8	3	10			82 (4)	4,9
	Reste de la région 08	81 (1)	4 (0)	42 (2)	3	12	1	1	6	150 (3)	2,0
1988	Reste de la région 08	60 (2)	1	50	3	5		4 (1)	3	126 (3)	2,4
1987 + 1988	Région 08	177 (4)	10 (1)	112 (4)	14	20	11	5 (1)	9	358 (10)	2,8

Canards plongeurs												
Année	Région	Grand Morillon	Petit Morillon	Morillon à collier	Garrot à oeil d'or	Garrot de Barrow	Petit Garrot	Grand Bec-scie	Bec-scie à poitrine rousse	Bec-scie couronné	Total pour les canards plongeurs	% des gésiers renfermant du plomb
1987	Lac Rouyn	8 (5)	28 (18)	64 (12)	9 (3)	3	3	2		3 (1)	120 (39)	32,5
	Reste de la région 08		9 (0)	22 (1)	10 (0)	0	5	3	2	6	57 (1)	1,7
1988	Lac Rouyn	2 (1)	52 13)	8 (1)							62 (15)	24,2
	Reste de la région 08	1	5	34 (1)	12		37	19		8	116 (1)	0,8
1987 + 1988	Région 08	11 (6)	94 (31)	128 (15)	31 (3)	3	45	24	2	17 (1)	355 (56)	15,8

Conclusions

D'après les taux d'ingestion, il pourrait y avoir un problème d'intoxication de la sauvagine par le plomb le long du Saint-Laurent, entre Montréal et Trois-Rivières. Il faudrait effectuer d'autres études dans l'Outaouais pour augmenter la taille de l'échantillon, ce qui permettrait de confirmer que les taux d'ingestion de plomb observés le long de la rivière des Outaouais sont effectivement élevés. Les résultats de la présente étude indiquent qu'il y a vraisemblablement un problème dans cette région, malgré des activités relativement peu intenses de chasse au riveau de l'ensemble de la région. Le lac Rouyn et Venise-en-Québec doivent faire l'objet d'autres études étant donné que des taux élevés d'ingestion de plomb chez les canards de ces sites ont des effets sur l'ensemble des régions en cause. Toutefois, dans la plus grande partie du Québec, l'ingestion de billes de plomb ne semble pas poser un problème répandu, notamment dans les deux tiers septentrionaux de la province où la chasse est très peu pratiquée, exception faite de la côte de la baie James.

Ouvrages cités

Brewer, L.W. 1981. A new apparatus for separating lead shot from waterfowl gizzard contents. J. Wildl. Manage. 45(2):496-498.

Lemay, A. B., R. McNicoll et R. Ouellet. 1989. Incidence de la grenaille de plomb dans les gésiers de canards, d'oies et de bernaches récoltés au Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la gestion des espèces et des habitats.

Nadeau, M. 1987. Étude de l'intoxication de la sauvagine par les billes de plomb et analyse des résultats obtenus sur des canards fréquentant la baie du Havre aux Basques (Iles-de-la-Madeleine). Université du Québec à Rimouski, pour le Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche. 47 pp.

LA GRENAILLE DE PLOMB DANS LES MARITIMES : BIODISPONIBILITÉ ET INGESTION PAR LA SAUVAGINE

Tiré de : Hanson, 1989; Bateman et collab., 1989; Schwab et Daury, 1989; Daury, 1991; Bateman et Barrow, 1992.

Résumé

En 1988-1989, des échantillons de sédiments ont été prélevés à l'aide d'un carottier de 15 cm de diamètre dans 14 marais où la chasse est intensive. Les billes de plomb présentes dans les échantillons ont été repérées visuellement et à l'aide d'un détecteur de métal. La densité de grenaille par mètre carré allait de 3,5 à 5,7 en Nouveau-Brunswick, de 0,9 à 8,6 en Nouvelle-Écosse et de 4,8 à 9,1 sur l'Île du Prince-Édouard.

Les échantillons de sang prélevés en 1988-1989 sur la sauvagine ont été soumis, dans le cas de ceux du Nouveau-Brunswick, à un dosage du plomb d'après les concentrations de protoporphyrine; pour la Nouvelle-Écosse et l'Île du Prince-Édouard, on a eu recours à la spectrophotométrie d'absorption atomique. On a observé des teneurs élevées en plomb chez 8,0 % des Canards noirs du Nouveau-Brunswick, 5,0 % de ceux de la Nouvelle-Écosse et 28,0 % de ceux de l'Île du Prince-Édouard. Ces teneurs n'étaient pas beaucoup plus élevées que celles mesurées dans les sites de la Nouvelle-Écosse où la chasse n'est pas pratiquée mais elles étaient statistiquement plus élevées sur l'Île du Prince-Édouard. À l'étang Sullivan's, Dartmouth (Nouvelle-Écosse), 76 % des échantillons renfermaient des concentrations élevées de plomb. Comme la chasse est interdite dans ce site urbain, la source la plus probable de contamination est le plomb tétraéthyle dans l'essence, ou l'ingestion de billes de plomb à d'autres sites.

Des gésiers ont été recueillis de 1987 à 1990 à différents endroits des trois provinces. On les a disséqués et examinés pour déterminer s'il y avait eu ingestion de plomb. En 1991, la détection de billes de plomb chez des oiseaux vivants a été effectuée par fluoroscopie. Au Nouveau-Brunswick, le groupe formé par le Canard colvert, le Canard noir et les hybrides de ces deux espèces présentait un taux d'ingestion de plomb de 8,2 %, tandis que du plomb a été détecté chez 7,6 % des oiseaux examinés au fluoroscope. Ces proportions étaient de 17,9 % et de 11,2 %, respectivement, dans le cas du Morillon à collier. (En 1992, une étude complémentaire de 10 marais d'eau donce le long de la Rivière St.-Jean a démontré que 9 % de toute la sauvagine étudiée avait ingéré de la grenaille de plomb.) Pour le Canard noir de la Nouvelle-Écosse, les taux d'ingestion étaient de 6,0 %, et la fluoroscopie a révélé la présence de billes de plomb près du gésier de 14,3 % des oiseaux. La fluoroscopie a permis de détecter la présence de billes de plomb chez

9 % des Canards noirs de l'Île du Prince-Édouard mais l'échantillon était restreint. Cette même méthode a révélé la présence de billes chez 20 % des Morillons à collier de la Nouvelle-Écosse et chez 59 % de ceux de l'Île du Prince-Édouard.

Les trois études indiquent la possibilité d'un problème de contamination par le plomb dans les trois provinces. Il serait utile d'effectuer des études supplémentaires en vue d'accroître la taille de l'échantillon dans certains secteurs pour déterminer ceux necessitant une action correctrice, mais ce serait onéreux et demanderait beaucoup de temps. Il serait preférable d'éduquer les chasseurs et de participer à la promotion et au dévelopement d'autres projectiles non toxiques.

Introduction

En 1987, l'université Acadia et le Service canadien de la faune (SCF) ont entrepris une étude sur la fréquence de l'ingestion de billes de plomb par la sauvagine à deux endroits précis de la Nouvelle-Écosse. Le Conseil consultatif de la sauvagine pour l'est du Canada a recommandé en 1988 que des études soient menées dans tout l'est du Canada pour déterminer l'importance de l'ingestion de billes de plomb par les populations de sauvagine de l'Est. Une étude conjointe a été entreprise en 1988 dans la région de l'Atlantique par le SCF, le ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick, le ministère des Terres et des Forêts de la Nouvelle-Écosse, le ministère des Affaires communautaires et culturelles de l'Île-du-Prince-Édouard, l'*Atlantic Veterinary College* de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard et l'université Acadia. Les recherches ont porté sur trois aspects du problème de la grenaille de plomb : l'abondance de grenaille dans les sédiments, la fréquence et l'abondance de grenaille dans les gésiers de sauvagine et la fréquence des concentrations élevées de plomb dans le sang. Terre-Neuve n'a pas été incluse dans l'étude étant donné que rien n'indique que la sauvagine est intoxiquée par le plomb dans cette province et que l'intensité de la chasse est peu élevée dans la plupart des régions.

Méthodes

L'échantillonnage des sédiments

Nouveau-Brunswick

Des échantillons ont été prélevés dans 10 marais soumis à une chasse intensive et très fréquentés par la sauvagine, soit deux endroits à New Horton, cinq à Germantown, deux à Babbits Meadow et un sur l'Île Grassy (tableau 1). Les stations de prélèvement de chaque marais ont été choisies selon une formule d'échantillonnage aléatoire stratifié. On a prélevé des échantillons supplémentaires dans les endroits où la chasse était la plus intensive. Deux à cinq échantillons ont été prélevés à chaque station, à une profondeur d'eau ne dépassant pas 135 cm. Chaque échantillon a été

prélevé à l'aide d'un carottier de 15 cm de diamètre et de 30 cm de longueur. La portion supérieure de 15 cm de la carotte a été déposée dans un sac de plastique puis étiquetée et expédiée au laboratoire pour y être analysée.

On a lavé chaque carotte dans un tamis (mailles de 1 mm) afin d'éliminer les sédiments solubles dans l'eau. On a ensuite détecté la grenaille de plomb en soumettant le reste des sédiments et de la matière végétale à un examen visuel et à un détecteur de plomb (modèle 4900/D, Geoquest Inc.). Le calcul de l'intervalle de confiance de 95 % de la densité des billes de plomb (nombre de billes de plomb par mètre carré) a été fondé sur l'hypothèse qu'un seul plomb se trouverait dans chaque carotte renfermant de la bille.

Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard

Des échantillons ont été prélevés dans quatre marais soumis à une chasse intensive et très fréquentés par la sauvagine (figure 1). On a procédé à un échantillonnage systématique dans les bassins 1, 2 et 3 de la baie Wallace (Nouvelle-Écosse), de même qu'à la rivière Johnston's et au marais Fullerton's, comté de Queens (Île-du-Prince-Édouard). D'une année à l'autre, le nombre des carottes prélevées dans un marais donné était le même mais il variait d'un marais à l'autre (de 5 à 12). On a eu recours à un carottier identique à celui utilisé au Nouveau-Brunswick. La portion supérieure de 10 cm de chaque carotte a été déposée dans un sac de plastique puis étiquetée. Après avoir divisé ces échantillons en deux, on a tamisé chaque moitié pour y détecter la présence de billes de plomb.

La fréquence des billes de plomb dans les carottes a été comparée d'une province à l'autre à l'aide du test khi-carré. La densité des billes a été évaluée d'après un intervalle de confiance de 95 % basé sur une distribution de Poisson, étant donné que la présence de billes dans les carottes n'est pas un phénomène courant. On a également calculé la valeur d'un autre intervalle afin de pouvoir établir des comparaisons avec les valeurs établies pour le Nouveau-Brunswick, où des carottes plus longues ont été prélevées. Nous avons supposé que la fréquence des billes de plomb était proportionnelle au volume échantillonné. La présence de billes dans les carottes provenant de différents endroits a été comparée à l'aide de la méthode exacte de Fisher.

Analyse des tissus

Nouveau-Brunswick

Des échantillons de sang ont été prélevés sur sept espèces de sauvagine (tableaux 2 et 3), les spécimens ayant été capturés à l'aide de pièges appâtés ou d'un hydroglisseur. Un à deux millilitres de sang ont été prélevés de la veine alaire à l'aide d'une seringue Monoject de 3 mL munie d'une aiguille de 2 cm de calibre 22.

l'aide d'une seringue Monoject de 3 mL munie d'une aiguille de 2 cm de calibre 22. L'échantillon a été immédiatement transféré dans un tube Vacutainer de 110 × 13 mm préparé pour le dosage des éléments traces. La seringue et le tube avaient tous deux été traités à l'héparine de sodium. Les échantillons de sang ont été placés sur de la glace et mis dans un réfrigérateur le plus tôt possible. Les échantillons ont été expédiés toutes les semaines aux laboratoires du SCF à London (Ontario), où l'on a dosé la protoporphyrine dans le sang à l'aide d'un hématofluoromètre étalonné pour le sang de sauvagine (hématofluoromètre AVIV, modèle Z pp meter). La teneur en plomb du sang a été considérée comme étant élevée lorsque les concentrations de protoporphyrine dépassaient 40 mg/L (Roscoe et collab., 1979).

Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard

Pendant l'été et jusqu'au début de l'automne, des Canards noirs juvéniles incapables de voler ont été recueillis dans trois marais où la chasse est pratiquée et dans deux autres où elle ne l'est pas. Des échantillons de sang ont été prélevés sur des Canards noirs et des Morillons à collier en mesure de voler, dans six marais où la chasse est pratiquée et dans deux autres où elle ne l'est pas (figure 1). Après la saison de chasse 1988, des échantillons de sang ont été prélevés sur des Canards noirs capturés à l'aide de pièges appâtés à deux sites de l'Île du Prince-Édouard et à deux sites également de la Nouvelle-Écosse. Les échantillons de sang prélevés de la veine brachiale de chaque oiseau à l'aide d'une seringue héparinée ont été conservés dans des tubes Vacutainer préparés pour le dosage des éléments traces. Ils ont été congelés et expédiés à l'*Atlantic Veterinary College* où ils ont été soumis à un dosage du plomb par spectrophotométrie d'absorption atomique. Pendant l'été, des échantillons de sang ont été prélevés sur des Canards noirs capturés à l'aide de chiens d'arrêt ou de retrievers dressés, de techniques d'éclairage nocturne et de pièges appâtés; en janvier 1989, seuls des pièges appâtés ont été utilisés. Les concentrations de plomb dans les échantillons de sang ont été considérées comme étant élevées lorsqu'elles dépassaient 200 μg/L (Dieter, 1978). La méthode exacte de Fisher a permis de comparer les concentrations de plomb dans les échantillons de sang prélevés dans les marais où la chasse est pratiquée avec ceux où elle ne l'est pas.

La fréquence des grenailles de plomb dans les gésiers

Nouveau-Brunswick

Les 9 marais où des recherches ont été effectuées (tableau 5 et figure 1) ont été choisis en fonction d'un besoin de renseignements sur le plomb (problème potentiel de contamination par le plomb) et de la facilité avec laquelle les canards pouvaient être capturés. Les chasseurs ont été priés de donner le gésier et une aile de chaque canard abattu. Le sexe, l'âge et l'espèce ont été déterminés d'après l'aile du spécimen. Les gésiers des carcasses de sauvagine trouvées pendant l'étude ont aussi été recueillis. Tous les gésiers ont été congelés avant d'être examinés. Ils ont été

profonds. Les matières végétales et celles solubles dans l'eau ont été décantées; la détection de la grenaille de plomb dans le reste du contenu des gésiers a été faite visuellement. Les billes ingérées ont été distinguées de celles logées par un fusil d'après leur apparence extérieure. En 1991, nous avons eu recours à la fluoroscopie d'oiseaux vivants pour détecter la présence de grenaille de plomb. Le test du khi-carré a permis de comparer la fréquence des billes de plomb chez trois catégories d'oiseaux (jeunes incapables de voler et jeunes et adultes en mesure de voler).

Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard

En 1987, nous nous sommes adressés directement aux chasseurs qui quittaient la réserve nationale de faune de la baie Wallace (Nouvelle-Écosse) et nous avons recueilli les gésiers des canards abattus. Dans le cas de Port Joli (Nouvelle-Écosse), les chasseurs ont été priés de conserver les gésiers des oiseaux tués et de prendre note de l'espèce à laquelle ils appartenaient. De 1988 à 1991, les méthodes de cueillette et d'analyse des gésiers en Île du Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse ont été semblables à celles utilisées au Nouveau-Brunswick.

Résultats

L'échantillonnage des sédiments

La densité des billes de plomb dans les sédiments était plus élevée sur l'Île du Prince-Édouard (9,3-12,1 billes/m²) qu'en Nouvelle-Écosse (4,6-6,0 billes/m²; $x^2 = 60,4$; $p < 0,001$) et qu'au Nouveau-Brunswick (3,5-5,7 billes/m²; $x^2 = 44,5$; $p < 0,001$). Toutefois, les résultats obtenus pour ces deux dernières provinces ne diffèrent pas ($x^2 = 1,34$; $p = 0,247$).

Nouveau-Brunswick

La densité de grenaille de plomb aux 10 sites d'échantillonnage variait de 0 à un maximum de 15,6 billes/m². L'étang Babbits Meadow et l'Île Grassy constituaient les sites les plus contaminés (tableau 1). La fréquence des billes de plomb dans les carottes y était beaucoup plus élevée qu'à tous les sites regroupés (méthode exacte bilatérale de Fisher, étang Babbits Meadow : dl = 1; N = 785; $p < 0,001$; Île Grassy : dl = 1; N = 785; $p < 0,001$). La densité de grenaille dans les 15 premiers centimètres de sédiments des marais échantillonnés au Nouveau-Brunswick était de 35 000-57 000 billes/ha (3,5-5,7 billes/m²) en moyenne.

Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard

La densité de grenaille de plomb dans les 10 premiers centimètres des sédiments prélevés à cinq sites d'échantillonnage variait de 0,9 à 8,6 billes/m² en Nouvelle-Écosse et de 4,8 à 9,1 sur l'Île du Prince-Édouard. Les sites du marais

Nouvelle-Écosse et de 4,8 à 9,1 sur l'Île du Prince-Édouard. Les sites du marais Fullerton's et de la rivière Johnston's (Île-du-Prince-Édouard) et de la plage Martinique (Nouvelle-Écosse) étaient les plus contaminés (tableau 1). Au bassin 2 de la baie Wallace, la fréquence de grenaille de plomb dans les carottes était nettement moins élevée qu'à tous les autres endroits réunis (méthode exacte bilatérale de Fisher : dl = 1; N = 2113; p = 0,004). Sur l'Île du Prince-Édouard, la densité des billes de plomb épuisées s'élevait en moyenne à 60 000-83 000 billes/ha dans les 10 premiers centimètres de sédiments et à 93 000-121 000 billes/ha dans les 15 premiers centimètres, comparativement à 32 000-46 000 billes/ha et à 46 000-60 000 billes/ha, respectivement, pour la Nouvelle-Écosse.

Analyse des tissus

Nouveau-Brunswick

Les échantillons de sang prélevés sur 377 canards du Nouveau-Brunswick en 1988 ont été analysés (tableaux 2 et 3). Les concentrations de protoporphyrine dans le sang étaient élevées chez 8 % (15/196) des Canards noirs échantillonnés, ce qui indique une exposition au plomb. Les échantillons de sang des Canards colverts, des Canards branchus et des Canards pilets révélaient également une exposition au plomb.

Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard

Des échantillons de sang ont été prélevés sur 274 Canards noirs à l'été et au début de l'automne 1988 et 1989 en Nouvelle-Écosse (N = 193) et sur l'Île du Prince-Édouard (N = 81) (tableau 2). On a observé des concentrations élevées de plomb (> 200 μg/L) à tous les sites sauf à East Amherst (Nouvelle-Écosse) et à l'étang Black (comté de Kings, Île-du-Prince-Édouard). En Nouvelle-Écosse, les teneurs en plomb des échantillons de sang provenant des sites où la chasse est pratiquée ne différaient pas, statistiquement, de celles des sites où la chasse n'est pas pratiquée (méthode exacte unilatérale de Fisher : dl = 1; N = 165; p = 0,895). Toutefois, sur l'Île du Prince-Édouard, les teneurs étaient statistiquement plus élevées pour les sites où la chasse est pratiquée (méthode exacte unilatérale de Fisher : dl = 1; N = 59; p = 0,042).

Des échantillons de sang ont été prélevés après la saison de chasse sur 94 Canards noirs de l'Île du Prince-Édouard (N = 47) et de la Nouvelle-Écosse (N = 47) (tableau 4). Soixante-seize pour cent des échantillons de l'étang Sullivan's, à Dartmouth, étaient contaminés par le plomb. Comme la chasse est interdite à cet endroit, la source la plus probable de contamination est le plomb tétraéthyle de l'essence ou l'ingestion de billes de plomb à d'autres sites. Pour la rivière Vernon (Île-du-Prince-Édouard), les analyses révèlent la présence de plomb dans le sang de 5,9 % de la sauvagine échantillonnée en hiver, ce qui est supérieur à ce que l'on considère comme étant une exposition aux niveaux de fond (tableau 4).

La grenaille de plomb présente dans les gésiers de sauvagine et chez les canards examinés au fluoroscope

En 1991, on a procédé déterminé par fluoroscopie la fréquence de grenaille de plomb près du gésier de Canards noirs vivants des trois provinces (tableau 6). Les résultats révèlent qu'il n'y a pas de différence entre les jeunes incapables de voler, ceux en mesure de voler et les adultes (x^2 : N = 458; dl = 2; p = 0,833). Les espèces pour lesquelles on disposait d'un bon échantillon (N $\geq$ 40) et qui présentaient des taux d'ingestion élevés tant en 1988 qu'en 1989 étaient le Morillon à collier et le groupe formé par le Canard noir, le Canard colvert et les hybrides de ces deux espèces. Chez les Canards pilets de la Nouvelle-Écosse et de l'Île du Prince-Édouard, la fréquence des gésiers renfermant des billes était supérieure au seuil de 5 % (tableau 7). La figure 2 montre la répartition globale des Canards noirs contaminés (billes de plomb présentes dans le gésier, d'après un examen visuel ou fluoroscopique) pour chacun des comtés où la taille de l'échantillon était bonne.

Nouveau-Brunswick

D'après l'analyse des gésiers de 560 Canards noirs et l'examen fluoroscopique de 331 oiseaux du groupe formé par le Canard noir, le Canard colvert et les hybrides de ces deux espèces, le taux d'ingestion de plomb est de 8,2 % et la fréquence des billes de plomb chez les oiseaux vivants, de 7,6 % (tableaux 5 et 6). Dans le cas du Morillon à collier, ces proportions grimpent à 17,9 % et à 11,2 %, respectivement. Les données sur les autres espèces sont trop peu nombreuses pour être concluantes. Les Canards noirs les plus contaminés provenaient de White Birch-Sackville, de Germantown et d'Evandale, où les taux d'ingestion pour quatre sites étaient supérieurs à 5 %. Pour ce qui est du Morillon à collier, les taux d'ingestion ou la fréquence des billes de plomb dépassaient 10 % à tous les endroits sauf un.

Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard

En Nouvelle-Écosse, les gésiers de 813 Canards noirs ont été analysés et 152 oiseaux vivants ont été examinés par fluoroscopie (tableau 8) de 1987 à 1991; sur l'Île du Prince-Édouard, les analyses ont porté sur 302 gésiers et les examens fluoroscopiques, sur 96 oiseaux (tableau 9). Dans le cas des Morillons à collier, il s'agissait de 119 gésiers et 44 oiseaux en Nouvelle-Écosse (tableau 8) et de 72 gésiers et 18 oiseaux sur l'Île du Prince-Édouard.

Le Canard noir

En Nouvelle-Écosse, les taux d'ingestion de plomb ou la fréquence de grenaille de plomb dans la région du gésier étaient supérieurs au seuil de 5 % à la réserve nationale de faune de la baie Wallace et dans le secteur d'East Amherst seulement, parmi les sites examinés et pour lesquels les échantillons étaient assez

seulement, parmi les sites examinés et pour lesquels les échantillons étaient assez nombreux. Si nous considérons l'ensemble des sites, 6 % des Canards noirs avaient ingéré du plomb, tandis que des billes de plomb étaient présentes dans la région du gésier de 14,3 % des oiseaux vivants.

La plupart des sites de l'Île du Prince-Édouard présentaient des taux d'ingestion élevés ou une fréquence de grenaille de plomb dans la région du gésier nettement supérieurs au seuil de 5 %, mais la taille de l'échantillon était généralement petite. Toutefois, on a trouvé de la grenaille de plomb dans la région du gésier chez 9 % de tous les Canards noirs.

Le Morillon à collier

En Nouvelle-Écosse, la taille de l'échantillon était réduite pour la plupart des sites, sauf celui d'Est Amherst, où de la grenaille de plomb était présente dans la région du gésier de 20 % des Morillons à collier. Sur l'Île du Prince-Édouard, l'échantillonnage était adéquat pour un seul site, celui de l'étang Pisquid, et la fréquence de grenaille de plomb dans la région du gésier atteignait 59 % chez les Morillons à collier.

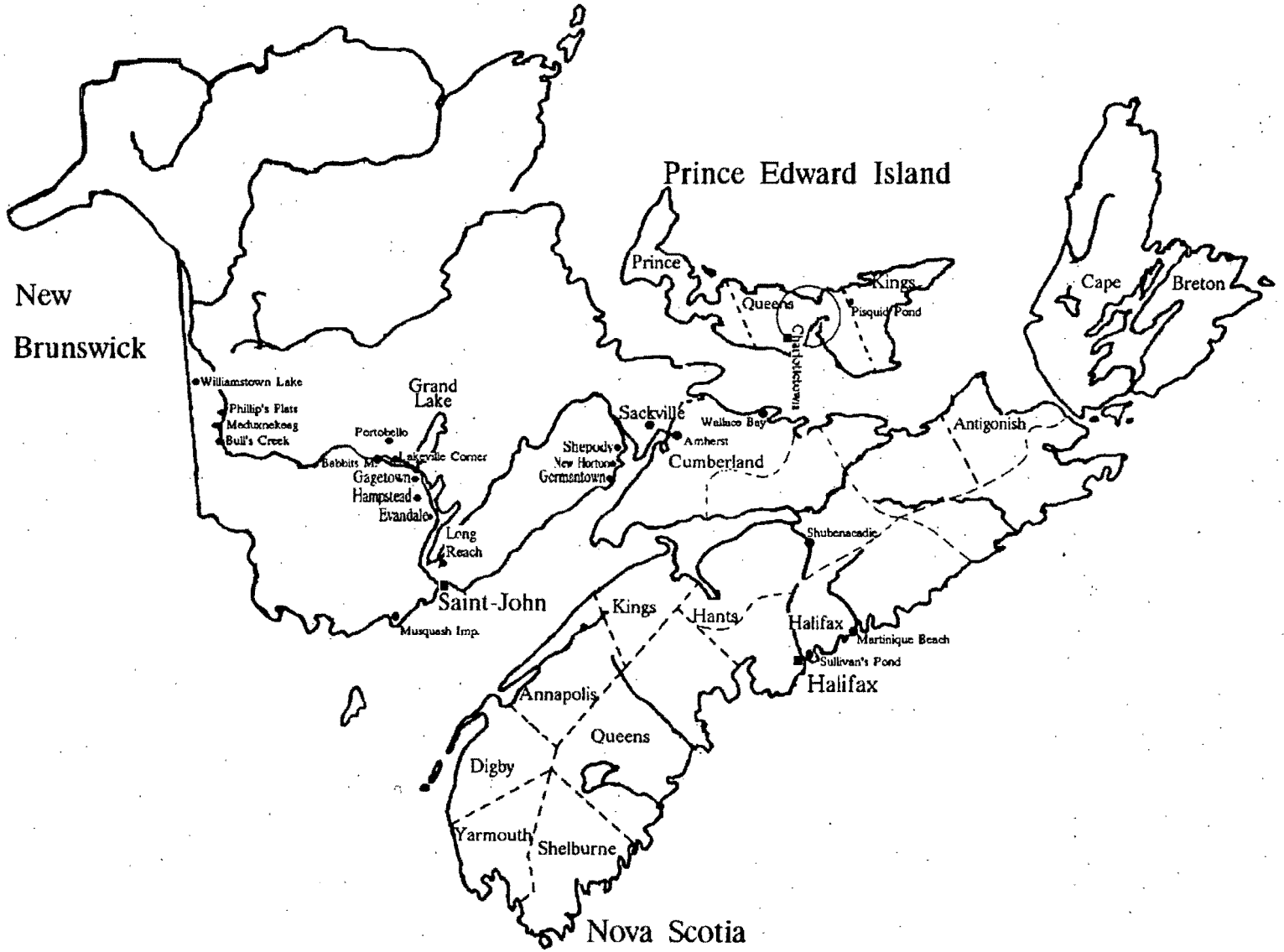


Figure 1. Emplacement des sites (cercles pleins) et des comtés échantillonnés dans les Maritimes.

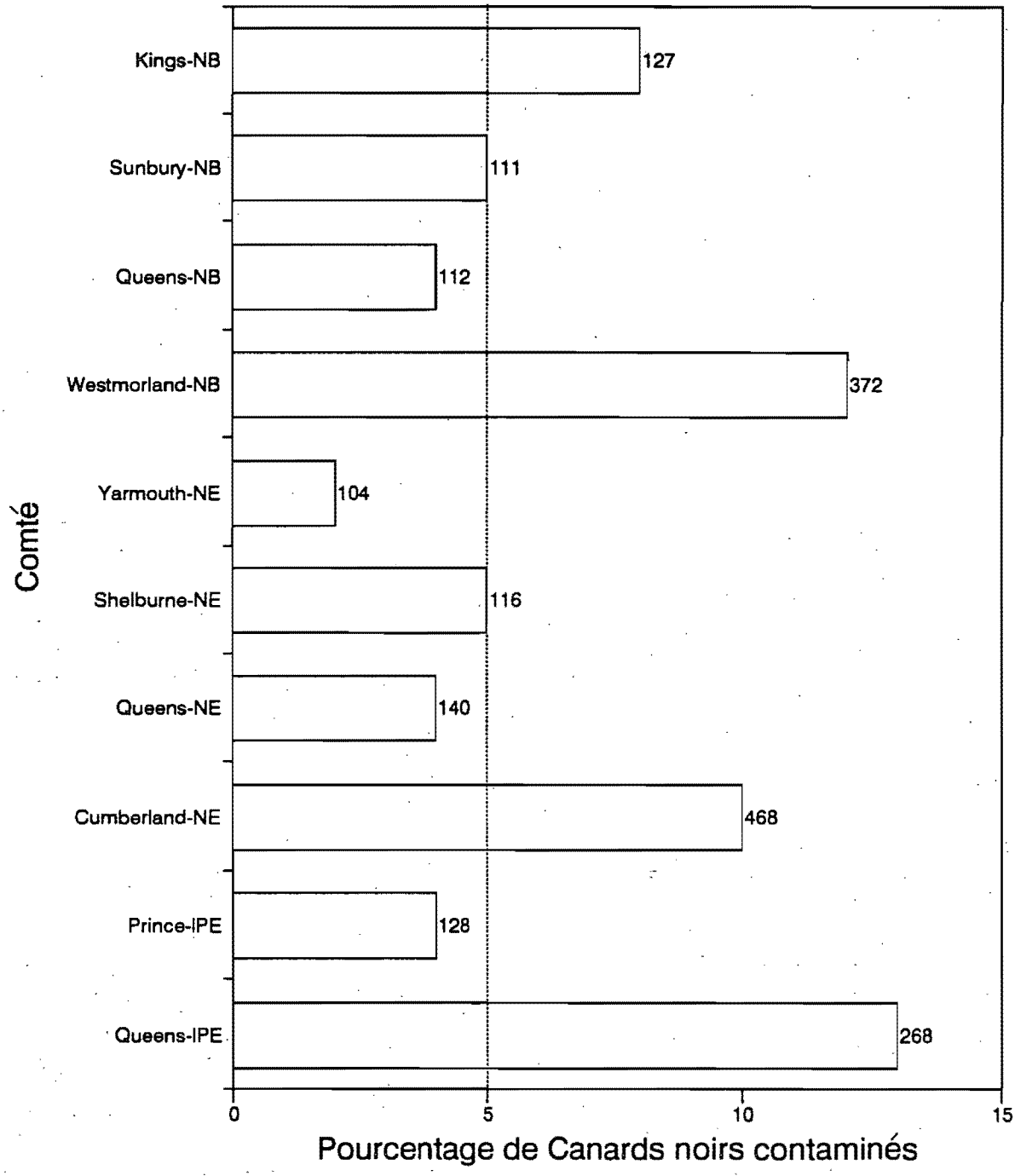


Figure 2. Pourcentage de Canards noirs où la présence de plomb a été détectée (lors de l'analyse des gésiers et de l'examen fluoroscopique), par comté.

Tableau 1. Fréquence des billes de plomb dans les échantillons de sédiments prélevés en 1988 dans les marais du Nouveau-Brunswick[1], de la Nouvelle-Écosse[2] et de l'Île-du-Prince-Édouard[2].

Marais	Nombre de sites échantillonnés	Nombre de carottes	% des carottes renfermant au moins une bille de plomb	Intervalle de confiance[3] de 95 % de la densité des billes de plomb (billes/m² par carotte de 15 cm de longueur)
New Horton A, N.-B.	49	130	3	0,7-4,4
New Horton C, N.-B.	34	170	3	0,7-3,9
Germantown A, N.-B.	18	55	7	1,6-10,5
Germantown A, N.-B.	10	20	5	0,56-15
Germantown B, N.-B.	25	75	4	0,8-6,6
Germantown C, N.-B.	12	60	2	0,2-5,3
Germantown D, N.-B.	9	45	0	0-4,6
Babbits Meadow, N.-B.	10	50	4	0,6-8,1
Étang Babbits Meadow, N.-B.	22	95	17	5,9-15,5
Île Grassy, N.-B.	17	85	16	5,5-15,6
Marais Fullerton's, Î.-P.-É.	95	643	13	9,5-13,5 (5,9-9,1)[4]
Rivière Johnston's, Î.-P.-É.	80	511	11	7,8-11,9 (4,8-8,0)
Plage Martinique, N.-É.	21	210	10	5,9-11,9 (3,7-8,6)
Bassin 1, baie Wallace, N.-É.	193	1145	7	4,9-7,0 (3,2-4,9)
Bassin 2, baie Wallace, N.-É.	58	406	3	1,7-4,1 (0,9-2.9)
Bassin 3, baie Wallace, N.-É.	41	352	5	3,0-6,3 (1,8-4,6)
Missouri (Humberg et Babcock, 1982)				9-37
Maine (Longcore et collab., 1982)				10
Illinois (Esslinger et Klimstra, 1983)				11
Marais Delta, Manitoba (Hochbaum et Pochailo, 1987)				9
Massachusetts (Windingstand et Hinds, 1987)				16

[1] Les données sur le Nouveau-Brunswick sont tirées de Hanson, 1989.
[2] Les données sur l'Île du Prince-Édouard et la Nouvelle-Écosse incluent celles de 1988 et 1989 (Daury, 1991).
[3] Les moyennes sont présentées pour des emplacement à l'extérieur des Maritimes.
[4] Les plages indiquées entre parenthèses ont trait à des carottes de 10 cm de longueur.

Tableau 2. Résultats des analyses sur les concentrations élevées de plomb (> 200 µg/L) dans le sang des Canards noirs et des Morillons à collier échantillonnés à l'été et au début de l'automne 1988 et 1989.

		Canard noir			Morillon à collier		
Province	Endroit	Nombre d'oiseaux échantillonnés	Nombre d'oiseaux présentant des teneurs élevées en plomb	% de l'échantillon présentant des teneurs élevées en plomb	Nombre d'oiseaux échantillonnés	Nombre d'oiseaux présentant des teneurs élevées en plomb	% de l'échantillon présentant des teneurs élevées en plomb
Nouvelle-Écosse[1]	Amherst Point, aucune chasse	28	2	7.1	0	0	0
	East Amherst, chasse	33	1	3	33	0	0
	Rive Est, chasse	30	2	6,7	0	0	0
	Baie Wallace, chasse	102	6	5,9	36	4	11,1
	Total (zones de chasse seulement)	165	9	5	69	4	5,8
Île-du-Prince-Édouard[2]	Étang Black, aucune chasse	22	0	0	0	0	0
	Marais Fullerton's, chasse	24	9	37,5	0	0	0
	Deroche Point, chasse	4	1	25	1	1	100
	Riv. Johnston's, chasse	31	10	32,3	11	2	18,2
	Total (zones de chasse seulement)	59	20	28	12	3	25
Nouveau-Brunswick[2]	Total	196	16	8,1	0	0	0

[1] Les données sur la Nouvelle-Écosse et l'île du Prince-Édouard sont tirées de Daury, 1991.
[2] Les données sur le Nouveau-Brunswick tirées de Hanson (1989) sont des pourcentages des concentrations de protoporphyrine supérieures à 40 mg/L.

Tableau 3. Résultats des analyses sur les concentrations élevées de protoporphyrine (> 40 mg/L) dans le sang d'autres espèces de sauvagine du Nouveau-Brunswick (tiré de Hanson, 1989).

Espèce	Nombre d'échantillons	Nombre d'oiseaux présentant des teneurs élevées en plomb	% de l'échantillon présentant des teneurs élevées en plomb
Canard colvert et hybrides Canard colvert × Canard noir	30	1	3
Canard branchu	43	4	9
Canard siffleur d'Amérique	5	0	0
Canard pilet	9	2	22
Sarcelle à ailes bleues	52	0	0
Sarcelle à ailes vertes	42	0	0
Total	181	7	3,9

Tableau 4. Résultats des analyses sur les concentrations élevées de plomb (> 200 µg/L) dans le sang des Canards noirs de l'Île du Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse échantillonnés après la saison de chasse 1988 (tiré de Daury, 1991).

Province	Endroit	Nombre d'oiseaux échantillonnés	Nombre d'oiseaux présentant des teneurs élevées en plomb	% de l'échantillon présentant des teneurs élevées en plomb
Île-du-Prince-Édouard	Rivière North	30	1	3,3
	Rivière Vernon	17	1	5,9
	Total	47	2	4,2
Nouvelle-Écosse	Shubenacadie	22	1	4,5
	Étang Sullivan's, Dartmouth	(25)	(19)	(76)
	Total (excluant l'étang Sullivan's)	22	1	4,5

Tableau 5. Fréquence de l'ingestion de plomb par le Canard noir et le Morillon à Collier au Nouveau-Brunswick, 1988—1991 (tiré de Hanson, 1989; Bateman et Barrow, 1992).

Nouveau-Brunswick	Gésiers de Canard noir : 1988-1991	Canards noirs soumis à la fluoroscopie	% des Canards noirs contaminés	Gésiers de Morillons à collier : 1988-1991	Morillons à collier soumis à la fluoroscopie	% des Morillons à collier contaminés
White Birch-Sackville	101(19)	67(7)	15	61(9)	33(3)	13
Réserve nationale de faune de Shepody	112(10)	92(7)	8	131(31)	41(5)	21
Musquash	34(0)		0	50(5)		10
Gagetown	70(5)		7	19(4)		21
Portobello	111(5)		5	114(18)		16
Lac Grand	42(0)		0	70(16)		23
Long Reach	30(0)		0	9(4)		44
Evandale	60(7)	37(3)	10	87(10)		11
Total	560(46)	196(17)	8	541(97)	74(8)	17

Tableau 6. Fréquence des billes de plomb chez les oiseaux examinés par fluoroscopie et provenant de marais choisis du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île du Prince-Édouard, été 1991 (Bateman et Barrow, 1992).

		Espèce															
		Hybrides du Canard noir et du Canard colvert				Morillon à collier				Canard noir				Canard pilet			
Province	Endroit	JIV[1]	JMV[2]	AD[3]	% du total	JIV	JMV	AD	% du total	JIV	JMV	AD	% du total	JIV	JMV	AD	% du total
Nouveau-Brunswick	White Birch	5	81(9)	8(2)	11,7	25(4)	5	3	12,1		1	14	0		2(1)		50
	New Horton	1	35(1)	3	2,6	9(2)	8(1)	6	13,0		1		0				
	Germantown	14	44(7)	3	11,5	18(2)			11,1			13	0				
	Bassin Musquash		7	1	0	4	1	1	0								
	Hampstead		32(3)	9	7,3										1(1)		100
	Riv. Meductekeag	6	12	5	0							1	0				
	Ruis. Bull's	2	25(1)	3	3,3							1	0				
	Phillip's Flats	3	9		0												
	Lac Williamstown		8(1)	15(1)	8,7												
Nouvelle-Écosse	East Amherst B	18	83(11)	7(2)	17,6	9(1)	5(2)		21,4			11(1)	9,1	9(3)	4	4	17,6
	East Amherst A	23	3		0												
	Baie Wallace	2	15(3)	1	17,6	19(1)		11	3,3			3	0				
Île-du-Prince-Édouard	Étang Suffolk	28	4(2)	5	21,6					2		1	0				
	Marais Fullerton's		3(1)	1	25												
	Riv. Johnston's		5(2)	1(1)	50		1		0			1	0				
	Tenmile House	16	17(7)	5	30,4												
	Glenfinnan					3			0								
	Bassin Pisquid		4	2(1)	16,7		1(1)		100								
	Mt Stewart	9	2(1)	2	23,1		1		0								
	Deroche Point		5(1)	1(1)	33,3	2	2		0								

[1] JIV = jeune incapable de voler.
[2] JMV = jeune en mesure de voler.
[3] AD = adulte.

Tableau 7. Fréquence des billes de plomb ingérées présentes dans les gésiers de sauvagine recueillis auprès des chasseurs du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île du Prince-Édouard, 1988 et 1989.

Espèce	Nouveau-Brunswick[1]			Nouvelle-Écosse et Île du Prince-Édouard[2]		
	Nombre de gésiers	(nombre)	%	Nombre de gésiers	(nombre)	%
		Présence de billes de plomb			Présence de billes de plomb	
Bernache du Canada	11	(0)	0	71	(1)	1,5
Canard branchu	38	(1)	2,6	24	(0)	0
Sarcelle à ailes vertes	120	(0)	0	583	(5)	0,9
Canard noir	370	(19)	5,1	748	(38)	5,1
Hybride Canard noir × Canard colvert	32	(2)	6,2	23	3	13,0
Canard colvert	30	(1)	3,3	39	(3)	7,7
Canard pilet	13	(0)	0	53	(4)	7,5
Sarcelle à ailes bleues	67	(0)	0	8	(0)	0
Canard souchet	1	(0)	0	1	(0)	0
Canard chipeau				6	(0)	0
Canard siffleur d'Amérique	37	(0)	0	41	(1)	2,4
Morillon à collier	177	(31)	17,5	76	(13)	17,1
Grand Morillon	4	(1)	25			
Petit Morillon	2	(0)	0	3	(0)	0
Eider à duvet	66	(0)	0	1	(0)	0
Canard kakawi	2	(0)	0			
Macreuse à bec jaune	4	(0)	0			
Macreuse à front blanc	2	(0)	0			
Macreuse à ailes blanches	13	(0)	0			
Garrot à oeil d'or	73	(2)	2,7	8	(0)	0
Garrot de Barrow	3	(0)	0	1	(0)	0
Petit Garrot	18	(0)	0	5	(0)	0
Grand Bec-scie	18	(0)	0	7	(0)	0
Bec-scie à poitrine rousse	10	(0)	0			

[1] Données tirées de Hanson, 1989.
[2] Données tirées de Daury, 1991.

Tableau 8. Fréquence de l'ingestion de billes de plomb par le Canard noir et le Morillon à collier en Nouvelle-Écosse, 1987-1991 (tiré de Bateman et collab., 1989; Schwab et Daury, 1989; Daury, 1991; Bateman et Barrow, 1992).

Comté	Site d'échantillonnage	Gésiers de Canards noirs : 1987-1991	Canards noirs soumis à la fluoroscopie	% des Canards noirs contaminés	Gésiers de Morillons à collier : 1988-1991	Morillons à collier soumis à la fluoroscopie	% des Morillons à collier contaminés
Cumberland	West Amherst	32 (0)		0			
Cumberland	Missaguash	19(0)		0	3(0)		0
Cumberland	East Amherst	116(13)	134(19)	13	45(9)	14(3)	20
Cumberland	Réserve nationale de faune de la baie Wallace	182(15)	18(3)	9	57(5)	30(1)	7
Annapolis		8(0)		0			
Antigonish		15(1)		7			
Cap Breton		1(0)		0			
Colchester		2(0)					
Digby		5(1)		0			
Halifax		65(1)		20	1(1)		100
Hants		2(0)		0			
Kings		6(1)		17			
Queens		140(5)		4	5(0)		0
Shelburne		116(5)		5			
Yarmouth		104(2)		2	8(2)		25
Total		813(44)	152(22)	7	119(17)	44(4)	13

Tableau 9. Fréquence de l'ingestion de billes de plomb par le Canard noir et le Morillon à collier de l'Île du Prince-Édouard, 1988-1991 (Bateman et collab., 1989; Daury, 1991; Bateman et Barrow, 1992).

Comté	Site d'échantillonnage	Gésiers de Canards noirs : 1988–1991	Canards noirs soumis à la fluoroscopie	% des Canards noirs contaminés	Gésiers de Morillons à collier : 1988–1991	Morillons à collier soumis à la fluoroscopie	% des Morillons à collier contaminés
Kings	Étang Pisquid	1(0)		0	51(28)	8(7)	59
Kings	Autres endroits	21(1)		5	2(1)		50
Queens	Étang Suffolk		24(7)	29			
Queens	Marais Fullerton's		4(1)	25			
Queens	Tenmile House		37(9)	24			
Queens	Glenfinnan	24(3)		12		3 (0)	0
Queens	Bassin Pisquid	4(0)	6(1)	10	4(2)	1 (1)	60
Queens	Mt Stewart	5(0)	13(3)	17		1 (0)	0
Queens	Deroche Point	2(0)	6(2)	25	3(1)	4 (0)	14
Queens	Riv. Johnston's	12(3)	6(3)	33		1 (0)	0
Queens	Étang Dromore				12(11)		92
Queens	Mermaid	2(0)		0			
Queens	Marshfield	1(0)		0			
Queens	Mt Hebert	1(0)		0			
Queens	Ruisseau Woods, rivière East	9(0)		0			
Queens	Autres endroits	92(2)		1			
Prince		128(5)		4			
Total		302(14)	96(26)	9	72(43)	18(8)	57

Analyse

L'échantillonnage des sédiments

Il est difficile d'obtenir des mesures fiables de la densité de grenaille de plomb dans les sédiments. Il faut de très gros échantillons pour obtenir un intervalle raisonnable de confiance de ± 10 %. Les résultats de l'échantillonnage des sédiments constituent toutefois un indice utile parmi d'autres pour déterminer si la grenaille de plomb constitue un problème dans un milieu humide donné. On a trouvé de la grenaille de plomb dans les échantillons de tous les marais échantillonnés dans les Maritimes, sauf un (Germantown D) (tableau 1). La fréquence de billes de plomb dans les échantillons de sédiments indique que la grenaille est relativement plus accessible à la sauvagine aux sites suivants : Île Grassy et étang Babbits Meadow (Nouveau-Brunswick), marais Fullerton's et rivière Johnston's (Île-du-Prince-Édouard) et plage Martinique (Nouvelle-Écosse).

Lorsque les données sur tous les sites sont regroupées, on constate que la densité des billes dans les carottes de 15 cm provenant des marais du Nouveau-Brunswick est semblable à celle observée dans les marais de la Nouvelle-Écosse mais inférieure à celle des marais de l'Île du Prince-Édouard. La contamination moyenne dans les sites les plus touchés était semblable à celle établie dans trois autres études mais les méthodes utilisées n'étaient pas les mêmes (tableau 1). On doit faire preuve de prudence lorsqu'on compare les données du Nouveau-Brunswick avec celles des autres provinces maritimes, étant donné qu'un plus grand volume de sédiments a été analysé par échantillon au Nouveau-Brunswick; en outre, les résultats peuvent avoir été influencés par une variation temporelle dans le taux de dépôt de grenaille.

L'analyse des tissus

D'après le dosage du plomb des échantillons de sang prélevés avant et pendant la saison de chasse, les concentrations de plomb dépassaient le seuil de 5 % à trois des quatre marais de la Nouvelle-Écosse, à trois des quatre marais de l'Île du Prince-Édouard et à tous les sites regroupés du Nouveau-Brunswick (tableau 2). Le fait de trouver des Canards noirs contaminés par le plomb en été indique que les canards ingèrent du plomb dans les aires d'élevage des petits.

L'analyse des échantillons de sang des Canards noirs prélevés en janvier dans les autres sites de la Nouvelle-Écosse et de l'Île du Prince-Édouard indique que l'ingestion de plomb est moins fréquente à cette époque qu'en été (tableau 4). La grenaille de plomb semble être moins accessible dans les aires d'alimentation et les habitats fréquentés par le Canard noir en hiver que dans les habitats d'été. On croit que la fréquence extrêmement élevée de contamination par le plomb des canards de l'étang Sullivan's est reliée à la pollution automobile (le plomb tétraéthyle de l'essence), cet étang étant situé en milieu urbain. Toutefois, 5 % de la population de

canards d'un site de l'Île du Prince-Édouard présentait des concentrations élevées de plomb dans le sang en hiver. La Direction générale de la protection de l'environnement d'Environnement Canada effectue actuellement une étude plus approfondie des sources de plomb dans cette région.

Au Nouveau-Brunswick, les échantillons de sang provenant d'espèces autres que le Canard noir portent à croire que le Canard branchu et peut-être le Canard pilet ont accès à une grande quantité de billes de plomb (tableau 3). L'ingestion de grenaille de plomb n'a pas été observée chez les sarcelles. Le nombre d'échantillons était toutefois petit, particulièrement dans le cas du Canard pilet.

La grenaille de plomb détectée par fluoroscopie dans la région du gésier de canards vivants

Dans l'ensemble, la fréquence de l'ingestion de grenaille de plomb par le Canard noir (établie lors de l'analyse du contenu des gésiers et des examens fluoroscopiques) du Nouveau-Brunswick (8 %), de la Nouvelle-Écosse (7 %) et de l'Île du Prince-Édouard (9 %) était supérieure au seuil de 5 % (tableaux 5, 8 et 9) établi comme étant le taux d'ingestion le plus élevé ne présentant pas d'inquiétude par le Service canadien de la faune (SCF 1990). Des analyses ultérieures au Nouveau-Brunswick (Barrow, 1993) et en Nouvelle-Écosse (W.R. Barrow, comm. pers.) ont montré des taux d'ingestion de billes de plomb supérieur à 5 % chez toute la sauvagine échantillonéer.

Dans les trois provinces maritimes, la présence de billes de plomb était beaucoup plus fréquente chez le Morillon à collier que chez le Canard noir.

Sommaire et conclusions

La fréquence de la grenaille de plomb dans les sédiments était significativement élevée à 5 des 15 marais échantillonnés où la chasse est intensive : étang Babbits Meadow et Île Grassy (Nouveau-Brunswick); plage Martinique (Nouvelle-Écosse); marais Fullerton's et rivière Johnston's (Île-du-Prince-Édouard). Seulement 6 des 24 valeurs établies par Bellrose (1959) pour différents sites d'Amérique du Nord étaient plus élevées que celles obtenues pour les sites mentionnés ci-dessus. L'estimation de la densité des billes de plomb dans les sédiments n'était pas précise, car le nombre d'échantillons n'était pas assez grand. Selon les calculs, on trouverait de 0 à 15,6 billes/m^2. La densité des billes dans les sédiments donne une indication de la pression exercée par la chasse mais la grenaille pouvant être ingérée par la sauvagine dépend de l'espèce d'oiseau, de la fermeté du substrat, de la profondeur de l'eau, du courant, de la vitesse de sédimentation et de la couverture de glace.

L'analyse des échantillons de sang des Canards noirs indique que l'ingestion de plomb est trop élevée dans la plupart des marais de la Nouvelle-Écosse et de l'Île

du Prince-Édouard où la chasse est intensive et qui sont utilisés comme habitat d'élevage des petits. Dans l'ensemble, 8 % des Canards noirs échantillonnés au Nouveau-Brunswick étaient contaminés par le plomb. Les échantillons de sang des Canards noirs qui hivernent en Nouvelle-Écosse et sur l'Île du Prince-Édouard indiquaient une moins grande ingestion de plomb. D'après l'analyse des gésiers et l'examen fluoroscopique d'oiseaux vivants, l'ingestion de billes de plomb atteint des niveaux inacceptables chez la sauvagine de plusieurs marais où la chasse est pratiquée et ce, dans les trois provinces. Pour ce qui est du Morillon à collier, la fréquence des billes de plomb dans le gésier était très élevée, allant de 17,9 % à 59 % pour les trois provinces. Bien que des mesures immédiates puissent être prises pour atténuer le problème de la contamination de la sauvagine par le plomb dans les sites repérés, les marais ou l'effort d'échantillonnage était petit peuvent aussi être à risque. L'éducation du public à propos des effets négatifs de la grenaille de plomb et la possibilité d'utiliser de la grenaille non toxique devraient être encouragés dans toutes les provinces de l'Atlantique.

Ouvrages cités

Bateman, M.C. et W.R. Barrow. 1992. Progress report: lead shot investigations, Atlantic Region. Service canadien de la faune. Région de l'Atlantique. Sackville, N.-B. 55 pp.

Bateman, M.C., R.W. Daury et F.E. Schwab. 1989. Progress report: spent lead shot in the Maritime provinces: availability to and ingestion by waterfowl. Sackville (SCF) et Acadia University, Wolfville, N.-É. 12 pp + tableaux.

Bellrose, F.C. 1959. Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull. 27(3):235-288.

Daury, R.W. 1991. Lead shot toxicosis in waterfowl from Nova Scotia and Prince Edward Island. Thèse de M.Sc., Acadia University, Wolfville, N.-É. 87 pp.

Dieter, M.P. 1978. Blood delta-aminolevulinic acid dehydratase (A.L.A.D.) to monitor lead contamination in canvasback ducks (*Aythya valisineria*). pp. 177-191 in Animals as monitors of environmental pollutants. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 421 pp.

Esslinger, C.G. et W.D. Klimstra. 1983. Lead shot incidence on a public goose hunting area in Southern Illinois. Wildl. Soc. Bull. 11:166-169.

Hanson, A. 1989. Lead shot incidence in sediments and waterfowl in New Brunswick. Progress Report. New Brunswick Department of Natural Resources, Fredericton.

Hochbaum, G.S. et D.M.S. Pochailo. 1987. Lead poisoning in waterfowl: the availability of lead and ingestion levels on the Delta Marsh, Manitoba. Rapport non publié. Winnipeg.

Humberg, D.D. et K.M. Babcock. 1982. Lead poisoning and lead/steel shot: Missouri studies and a historical perspective. Missouri Com. Tech. Rep. Terr. Ser. No. 10.

Longcore, J.R., P.O. Corr et H.B. Spencer, Jr. 1982. Lead shot incidence in sediments and waterfowl gizzards from Merry Meeting Bay, Maine. Wildl. Soc. Bull. 10:3-10.

Roscoe, D.E., S.W. Nielson, A.A. Lamda et D. Zuckerman. 1979. A simple quantitative test for erythrocytic protoporphyrin in lead-poisoned ducks. J. Wildl. Dis. 15:127-136.

SCF. 1990. Projet d'énoncé de politique sur l'utilisation de grenaille de plomb pour la chasse à la sauvagine au Canada. Rapport non publié du Service canadien de la faune.

Schwab, F.E. et R.W. Daury. 1989. Incidence of ingested lead shot in Nova Scotia waterfowl. Wildl. Soc. Bull. 17:237-240.

Windingstand, R.M. et L.S. Hinds III. 1987. Lead poisoning in Canada Geese on Plum Island. Mass. J. Wildl. Dis. 23(3):438-442.

CONCLUSION

J.S. Wendt

Le présent recueil de documents a présenté un aperçu à l'échelle du Canada de l'exposition de la sauvagine au plomb, qui, dans la plupart des cas, correspond probablement à l'exposition aux billes de plomb par suite de la chasse. L'étude de Dickson et Scheuhammer sur les os des ailes a d'abord fourni une vue d'ensemble. Des examens plus détaillés effectués à des endroits précis, à l'aide d'autres méthodes, ont permis d'obtenir de l'information additionnelle.

Les résultats indiquent que chacune des provinces comportait des zones d'exposition de la sauvagine au plomb, mais les zones désignées comme étant potentiellement inquiétantes à Terre-Neuve, en Saskatchewan et en Alberta étaient petites et isolées. Dans les autres provinces, l'exposition au plomb était en général supérieure dans les régions où la chasse est plus intensive et dans les régions plus peuplées. Les régions où la chasse est pratiquée principalement par les autochtones n'étaient pas représentées de façon appropriée en ce qui concerne l'exposition au plomb parce que les autochtones sont exclus du cadre d'échantillonnage de l'Enquête nationale sur les prises.

Les études comprises dans le présent rapport insistent sur notre compréhension imparfaite du problème de l'intoxication par le plomb et soulèvent plusieurs questions importantes :

1. Quelles sont les sources importantes de plomb pour la sauvagine, autres que les billes de plomb? L'article de Dickson et Scheuhammer indique que l'exploitation minière dans certaines régions pourrait avoir provoqué une exposition au plomb. Les plombs pour la pêche constituent une autre source de plomb qui peut être répandue dans certaines zones fréquentées par la sauvagine, et elles peuvent représenter une source de plomb particulièrement importante pour les oiseaux qui consomment des poissons.

2. Quelles sont les caractéristiques inhabituelles de la toxicologie du plomb chez les canards plongeurs? L'article de Dickson et Scheuhammer indique que 48 % des échantillons prélevés chez le Morillon à collier présentaient des taux «élevés» de plomb dans les os, et 28 % en contenaient plus de 20 mg/kg. Cette concentration est significativement plus élevée que celle qui a été mesurée chez les canards de surface. Dennis a fait des commentaires sur l'indication élevée d'exposition au plomb chez les canards plongeurs. Hanson et collab. ont présenté de faibles valeurs pour les canards plongeurs, mais ont aussi indiqué une exposition très élevée (fréquence de 59 % dans les gésiers) à un endroit de l'Île-du-Prince-Édouard. Ces indications d'exposition

élevée s'opposent au nombre restreint de cas rapportés de canards plongeurs intoxiqués par le plomb.

3. Quelles sont les effets des billes de plomb sur les rapaces et les autres carnivores? Elliot et collab. ont examiné l'exposition au plomb du Pygargue à tête blanche, mais peu d'études ont été réalisées sur les effets de la présence de plomb dans le régime des rapaces, ou sur l'exposition des rapaces au plomb au Canada. On suppose que les plombs pour la pêche peuvent constituer une source de plomb pour le Balbuzard et le Pygargue à tête blanche, et que les balles et les billes provenant de la chasse aux espèces terrestres, comme les mammifères, peuvent être une source pour les autres rapaces. Aucune de ces sources n'est contrôlée à l'heure actuelle au Canada.

Au Canada, la solution actuelle à la contamination de la sauvagine par suite de l'ingestion de billes de plomb consiste à exiger l'utilisation de grenaille non toxique dans les zones où l'on a démontré que le problème était important. Les articles du présent rapport montrent que cette approche doit être appliquée de façon beaucoup plus étendue qu'elle ne l'est en 1993, afin de réduire à des niveaux acceptables le risque d'intoxication de la sauvagine par le plomb.

Think recycling!

Printed on recycled paper