

## PROFIL DE SANTE ET DE PRODUCTION EN ELEVAGE DE CERFS ELAPHES EN NOUVELLE ZELANDE\*

L. Audigé<sup>1,2</sup>, P.R. Wilson<sup>1</sup> et R.S. Morris<sup>2</sup>

**RESUME :** Une enquête longitudinale d'observation a été réalisée pendant deux années dans 15 élevages de cerfs élaphe en Nouvelle Zélande à partir de mars 1992. Cette étude visait à décrire les problèmes de santé et les résultats de production, ainsi qu'à identifier et à quantifier les facteurs de risque associés avec les paramètres de santé et de production les plus importants, notamment en ce qui concerne la reproduction des biches, la croissance des jeunes, la production de bois en velours des cerfs et la santé.

Les caractéristiques des élevages, notamment celles des parcelles de pâturage, ont été enregistrées. Un grand nombre de données ont été collectées quotidiennement par les éleveurs, en particulier les pratiques d'élevage, les paramètres de production et les problèmes de santé. Dans chaque élevage, au cours de visites trimestrielles, des échantillons de sang et de selles ont été prélevés sur trente cerfs "sentinelles". L'état corporel des biches mises à la reproduction a été évalué. Un test de gestation des biches a été réalisé après le rut. Les données ont fait l'objet d'une analyse descriptive, puis analytique. L'analyse des pistes a été la technique principale d'analyse statistique multivariée utilisée pour l'identification des facteurs de risque.

Des exemples choisis parmi l'ensemble des résultats obtenus sont présentés, concernant la reproduction et les problèmes de santé. Les résultats de cette étude ont été utilisés pour proposer des pratiques d'élevage qui pourraient être associées à une amélioration de la santé et de la production des animaux, et par conséquent, de la rentabilité des élevages. Cette étude a aussi permis d'envisager les futurs domaines de recherche.

**SUMMARY :** A longitudinal observational study of 15 red deer farms was carried out in New Zealand for two years from March 1992. Its broad objectives were to provide reference data on health and production parameters and identify risk factors associated with major outcomes concerning reproduction, growth, velvet antler production, and health.

Farm characteristics, including paddock data, were recorded. A substantial amount of data was collected daily by farmers and during three-monthly farm visits. Farm management practices, productivity parameters and health problems were recorded. Thirty sentinel deer were selected on each farm and sampled for blood and faeces. All hinds mated were body condition scored twice a year and pregnancy tested after mating. Data were analysed for descriptive and analytical epidemiology. Path analysis using multivariable regression techniques was the main analytical technique used for the analyses of risk factors.

Examples from the wide range of data produced such as reproduction and health data are presented. Results were used to draw management plans likely to increase animal health and production and thus farm profitability, and to highlight areas for further research.



### I. INTRODUCTION

En 1995, il y avait près d'un million et demi de cerfs d'élevage en Nouvelle Zélande. Des connaissances certaines étaient alors acquises quant à l'alimentation, à la reproduction et aux maladies de ces animaux [Haigh et Hudson, 1993]. Cependant, peu était connu de l'impact relatif des pratiques d'élevage et des caractéristiques des fermes ou des animaux, sur la santé et la production des animaux.

Afin d'y remédier, une étude a été conduite dans le but :

- de décrire les problèmes de santé et les résultats de production à partir d'un échantillon d'élevages de cerfs élaphe ;
- d'identifier et quantifier les facteurs de risque associés aux paramètres de santé et de production les plus importants, notamment les mortalités, les performances de reproduction des biches, de croissance des jeunes et de production de bois en velours des cerfs ;

\* Article reçu le 30.09.97, accepté le 08.01.98.

<sup>1</sup> Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, College of Sciences, Massey University, Palmerston North, Nouvelle Zélande

<sup>2</sup> Adresse actuelle: Institut de Virologie et d'Immunoprophylaxie, Boîte Postale, CH-3147 Mittelhäusern, Suisse

- d'étudier une série de paramètres biologiques des cerfs comme marqueurs de production sub-optimale et de problèmes de santé potentiels et identifier les axes de recherche prioritaires pour l'avenir.

Déterminer un « profil de santé et de production » (en anglais « Health and production profiling ») [Morris, 1991] est une approche épidémiologique globale de l'élevage permettant l'étude des inter-relations complexes qui existent entre les facteurs qui influencent la performance d'un troupeau, sans se limiter au développement des maladies. Dans ce but, une enquête d'observation longitudinale est réalisée auprès d'un échantillon d'élevages représentatif. Au cours de cette enquête, des données sont collectées dans des domaines variés tels que les caractéristiques physiques de l'élevage (zootechnie), les pratiques d'élevage, les facteurs climatiques, la santé animale, les paramètres de production et les caractéristiques individuelles d'animaux dits « sentinelles ». Ces données servent avant tout à identifier les problèmes de santé les plus importants [Martin *et al.*, 1987], et à produire des indicateurs de performances permettant une comparaison entre élevages

[McDermott *et al.*, 1991a]. Mais, dans un deuxième temps, elles sont analysées au moyen de méthodes statistiques multivariées afin de rechercher les facteurs de risque associés aux problèmes de santé et aux niveaux de production, comme cela a été fait, par exemple, au cours de l'étude des bovins allaitants en Ontario [McDermott *et al.*, 1994].

Morris [1991] a donné des exemples de l'application de cette approche globale dans les pays en voie de développement en Asie, en Afrique et en Amérique, où il existe apparemment un besoin pour de telles informations, mais de telles études ont aussi été réalisées dans les pays développés [McDermott *et al.*, 1991b ; Van Til *et al.*, 1991]. Jusqu'alors, ce concept « profil de santé et de production » n'avait pas encore été appliqué à l'étude de l'élevage des cerfs.

Cet article présente un aperçu de l'ensemble de cette approche appliquée aux élevages de cerfs en Nouvelle Zélande. Cette étude a par ailleurs été publiée en détail [Audigé, 1995].

## II. MATERIEL ET METHODES

Une enquête d'observation de deux années a été réalisée dans 15 élevages de cerfs élaphe (*Cervus elaphus*) à partir de mars 1992. Le résumé suivant relatif à la sélection des élevages et à la collecte des données a été publié en langue anglaise [Audigé *et al.*, 1994].

### A. DONNEES DESCRIPTIVES DES ELEVAGES

Les éleveurs de l'enquête qui avaient au moins un troupeau de biches à la reproduction et des bâtiments de contention adéquats, ont été sélectionnés par courrier, puis par une visite individuelle d'élevage. Les données descriptives relatives aux élevages ont été collectées au moyen de questionnaires ou directement mesurées sur place. Le plan de chaque élevage a été digitalisé pour calculer par informatique les surfaces des parcelles de pâturage. Chaque parcelle a été décrite par une série de variables relatives à la surface, la topographie, l'apport en eau, le type de clôture, la présence d'abri, l'exposition aux vents dominants, et à la qualité de la pâture. Une liste de tous les cerfs présents dans les élevages a été constituée en distinguant ceux-ci en fonction de leur sexe (biches ou cerfs) et de leur âge : jeunes cerfs sevrés (3-15 mois), cerfs de première année (15-27 mois) ou cerfs adultes (plus de 27 mois).

### B. COLLECTE DES DONNEES PAR LES ELEVEURS

Les éleveurs ont enregistré quotidiennement leurs pratiques d'élevage, des données individuelles sur les cerfs, les problèmes de santé et des données climatiques. La rotation des pâturages était enregistrée pour chaque groupe de cerfs dont la composition était connue à tout moment, par les boucles d'oreilles des animaux. Les éleveurs ont aussi enregistré les informations relatives à la manipulation des cerfs dans le bâtiment de contention, comme le tri des cerfs ou la

pesée, la prévention des maladies par vaccination, vermifugation et supplémentation en oligo-éléments, le traitement des maladies et la récolte des bois en velours. La composition des harems constitués pour le rut ainsi que les caractéristiques des mâles, et celles des groupes de biches au moment de la mise-bas ont été aussi enregistrées. Certaines pratiques d'élevage, comme la présence humaine au moment de la mise-bas des biches, ont été enregistrées au moyen de questionnaires.

Environ 2 700 biches, 2 400 jeunes cerfs sevrés et 1 500 cerfs mâles ont été ainsi observés. Des listes de numéros individuels d'identification imprimées par ordinateur ont été régulièrement envoyées aux éleveurs pour leur permettre d'enregistrer les données individuelles des animaux telles que poids corporel, poids et gradation des bois en velours, et, si possible, la performance de reproduction des biches.

La cause de chaque maladie ou mort, les signes cliniques observés, les traitements et les observations *post-mortem* ont été enregistrés au moyen de fiches spécialisées. Les examens *post-mortem* ont été réalisés par les chercheurs, les vétérinaires praticiens ou les éleveurs eux-mêmes.

### C. LES VISITES D'ELEVAGE

Les élevages ont été visités trois à quatre fois par année, notamment en mars, juin, septembre et novembre pour la collecte d'information et d'échantillons biologiques. La correspondance entre ces visites, le cycle de reproduction des cerfs et les mois de l'année dans l'hémisphère nord est présentée dans le tableau I. Des mesures corporelles (par exemple la hauteur au garrot, la circonférence thoracique, etc.) ont été faites, et des échantillons de sang et de selles ont été collectés à partir de 30 animaux sélectionnés au hasard (10

jeunes sevrés, 10 biches et 10 cerfs mâles) dans chaque élevage. Des échantillons de sol et d'herbe, ainsi que des mesures, ont été aussi collectés ou enregistrés à partir des parcelles de pâturage.

Un score d'état d'engraissement (en anglais BCS=Body condition score) utilisable chez les cerfs a été défini, allant de 1 (cerf très maigre) à 5 (cerf très gras). Un BCS a été donné à chaque biche en mars juste avant le rut, en septembre avant la mise-bas et en mars, l'année suivante, au moment du sevrage

(les faons étant retirés des biches sans que l'on connaisse nécessairement l'identité des faons pour chaque biche).

Un test de gestation par échographie a été réalisé sur chaque biche mise à la reproduction de 15 à 70 jours après le retrait du(des) mâle(s). Par la taille des fœtus mesurée à l'écran, les biches gestantes ont été classées comme ayant conçu avant ou après le 1er mai [Revol et Wilson, 1991].

TABLEAU I

Correspondance entre les mois de l'année dans les hémisphères sud et nord et le cycle annuel de reproduction des cerfs.

Mois de l'année dans l'hémisphère		Saison et cycle de reproduction des cerfs
Sud	Nord	
Mars	Septembre	Automne Sevrage des biches - séparation des faons Constitutions des harems et début du brame
Mai - Juin	Novembre - Décembre	Automne - Hiver Retrait des mâles reproducteurs - fin du brame
Septembre	Mars	Printemps Dernier tiers de gestation des biches Chute des bois des mâles et pousse des bois en velours
Novembre - Décembre	Mai - Juin	Printemps - Eté Mise-bas des biches

#### D. ANALYSES DES ECHANTILLONS

Les paramètres hématologiques (hémoglobine, hématocrite, taux d'hématies, taux de leucocytes et formule leucocytaire) ont été mesurés à partir des échantillons de sang collectés sur EDTA. Les taux de protéines totales, d'albumine, de phosphore, d'urée, de cuivre, de vitamine B12 et les activités de la gamma glutamyl transférase, la glutathione peroxydase, et le pepsinogène ont été mesurés à partir du sérum. La séropositivité des cerfs à l'égard de la yersiniose et de la leptospirose (serovar *L.pomona*, *L.hardjo* et *L.copenhajeni*) a été également recherchée. Les larves et œufs parasitaires ont été comptés à partir des échantillons de selles.

Le profil minéral des pâtures (Cu, Co, Se, Mn, Mo, Zn, Fe, et S) et la fertilité des sols (Olsen P, K, S et pH) ont été étudiés.

#### E. TRAITEMENT DES DONNEES

Les données ont été saisies dans une base de données relationnelle (Paradox, Borland International Inc., Scotts Valley, CA, USA), au moyen de fichiers multiples. Toutes les données manquantes ou identifiées comme erronées ont été corrigées dans la mesure du possible après vérification auprès des éleveurs. Les statistiques descriptives ont alors été réalisées au moyen du programme Statistica (Statsoft Inc, Tulsa, OK USA) en ce qui concerne l'animal, le troupeau ou l'élevage.

#### F. ANALYSES DE FACTEURS DE RISQUE

Des méthodes d'analyses statistiques multivariées ont été utilisées pour identifier les facteurs de risque les plus importants qui sont associés avec les paramètres de santé et de production les plus pertinents, pour l'individu (i.e. le cerf) comme pour le troupeau. Par cette approche, la contribution des variables potentiellement importantes a pu être évaluée tout en contrôlant les effets d'autres variables incluses dans le modèle statistique [Kleinbaum et al., 1982]. La technique d'analyse des pistes (en anglais « path analysis ») a été utilisée pour identifier les associations entre variables explicatives et pour quantifier leurs effets directs et indirects sur les variables à expliquer [Saris et Stronkhorst, 1984].

La liste des variables à expliquer au niveau individuel, qui ont été analysées dans cette étude, est présentée dans le tableau II. Dans cet article, un paramètre mesurant le succès d'une biche à la reproduction, c'est-à-dire si cette biche a été gestante avant le 1er mai (en anglais "advanced conception" ou ADV) a été choisi pour illustrer le principe d'analyse utilisé. Le processus d'analyse des facteurs de risque a consisté en quatre étapes successives :

TABLEAU II

Liste des variables à expliquer étudiées dans le cadre de l'enquête d'observation longitudinale de 15 élevages de cerfs élaphe en Nouvelle Zélande.

Description des variables	Unité
<b>Reproduction (séparément pour les biches de première année et les adultes)</b>	
• Conception (test de gestation positif réalisé en juin)	D
• Conception avant le 1er mai	D
• Biche en lactation au moment de la séparation des faons et des biches (comme indicateur de la perte du faon entre la conception et le moment du sevrage)	D
<b>Production de venaison (séparément pour les jeunes biches et cerfs sevrés)</b>	
• Poids vif standardisé au 1er avril	kg
• Taux de croissance entre le 1er avril et le 1er juin (automne) aussi respectivement pendant l'hiver, le printemps et l'été	gramme/jour
<b>Bois en velours (séparément pour les cerfs de première année (2 ans à la collecte) et adultes)</b>	
• Valeur monétaire du bois en velours	NZ\$
• Poids des bois en velours	kg
• Gradation des bois en velours† (variable traitée comme continue) 7 = SA ; 6 = A ; 5 = B ; 4 = C ; 3 = D ; 2 = E ; 1 = autre gradation	
<b>Santé animale</b>	
<i>Biches &gt; 15 mois</i>	
• Biche affectée par une dystocie	D
• Biche mourant du coryza gangréneux en hiver	D
<i>Cerfs mâles &gt; 15 mois</i>	
• Cerf mourant du coryza gangréneux entre hiver et l'été inclus	D
<i>Jeunes cerfs sevrés</i>	
• Jeune cerf sevré mourant de yersiniose (suspectée ou confirmée)	D

† gradation définie dans le guide néo-zélandais pour la coupe des bois en velours produit par le Game Industry Board.  
 D = variable dichotomique (1 = oui; 0 = non)

#### Première étape : identification des facteurs de risque potentiels

A partir de la base de données collectée, toutes les variables pouvant "expliquer" la variabilité de la variable indépendante étudiée ADV (gestation précoce) ont été identifiées et stockées dans des fichiers séparés. Ces variables explicatives ont été groupées en fonction de leur domaine respectif, comme les variables animales (variables individuelles ou de gestion de la reproduction), ou d'environnement (parcelle de pâturage, climat, etc.).

#### Deuxième étape : analyses statistiques univariées

L'association de ADV avec chacun des facteurs de risque potentiels pris séparément a été examinée par une analyse statistique univariée préliminaire. La variable ADV étant dichotomique, les variables explicatives continues et discrètes ont été analysées sans transformation par le test de T, alors que les variables dichotomiques ont été analysées par le test du chi deux en utilisant le programme informatique SAS version 6.04 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Les variables explicatives n'étant pas statistiquement significativement associées avec ADV avec un niveau de signification inférieur ou égal à 20 % ont été rejetées à moins qu'elles soient reconnues comme potentiellement importantes sur la base de

critères biologiques. Cette étape a ainsi permis d'éliminer assez tôt les variables qui n'apparaissaient pas importantes statistiquement, et par conséquent de simplifier la construction des diagrammes d'hypothèse nulle pour l'analyse des pistes (pour la suite de cet article ces diagrammes seront notés "diagrammes des pistes H<sub>0</sub>").

#### Troisième étape : construction des diagrammes des pistes H<sub>0</sub>

Pour chaque groupe de variables sélectionnées après les analyses univariées, un diagramme des pistes H<sub>0</sub> a été dessiné. Les variables ont été ordonnées suivant une séquence temporelle logique, et les pistes (associations entre deux variables) plausibles sur le plan biologique ont été dessinées entre elles par le moyen de flèches unidirectionnelles [Goldsmith, 1977].

Ces pistes pouvaient être justifiées scientifiquement par des publications antérieures, ou simplement jugées plausibles par le fait d'observations et d'expériences antérieures [Curtis *et al.*, 1988a]. Aucun effet réciproque, ou de piste en retour, n'étant permis dans ces diagrammes, toutes les associations étaient considérées comme linéaires et unidirectionnelles [Burridge *et al.*, 1977].

#### Quatrième étape : analyses multivariées et diagrammes des pistes finaux

Dans chaque diagramme des pistes  $H_0$ , la variable à expliquer ADV et les variables endogènes (variables considérées comme résultant d'une combinaison linéaire d'autres variables dans le diagramme, c'est-à-dire ayant des flèches qui y conduisent) ont été régressées, respectivement, à toutes les variables endogènes ou exogènes (variables explicatives) reliées à celles-ci par une flèche. Les variables continues et dichotomiques ont été analysées respectivement par régression linéaire [Kleinbaum *et al.*, 1982] et régression logistique [Hosmer et Lemeshow, 1989] en utilisant la méthode de sélection par étape des variables (en anglais « stepwise forward selection ») avec le logiciel informatique SAS. Avec la régression logistique, les variables explicatives améliorant significativement ( $p < 0.05$ ) la statistique d'ajustement du modèle appelée Déviance ont été sélectionnées, alors que dans le cadre de la régression linéaire, le niveau de signification de 5 % du test partiel F a été utilisé comme limite pour inclusion ou rejet des variables explicatives considérées par le modèle.

Dans les diagrammes des pistes finaux, les coefficients de régression multivariés non-standardisés ont été présentés sur les pistes significatives liant les variables continues ou catégoriques avec une variable continue. Dans le cadre de la régression logistique, l'exponentiel des coefficients de régression présentés sur les pistes significatives est interprété comme un odd ratio [Curtis *et al.*, 1988b]. Par contre, l'interprétation d'un coefficient de régression liant une variable continue à une variable dichotomique n'est pas si aisée, à moins qu'il n'y ait une relation linéaire entre la variable continue

et la probabilité que la variable dichotomique prenne la valeur 1 (l'opposé étant la valeur 0). Le signe de ce coefficient est toutefois très informatif, donnant ainsi le sens de la relation [Chesterton *et al.*, 1989]. Par conséquent, seuls les signes de tels coefficients sont présentés dans les diagrammes finaux.

#### G. DONNEES D'OBSERVATION ET CAUSALITE

Il doit être noté que les diagrammes des pistes sont construits sur la base des connaissances actuelles sur la production de cerfs d'élevage, et de considérations biologiques théoriquement plausibles issues de la recherche sur les cerfs, des données sur d'autres espèces domestiques (quand cela est justifié), et l'expérience du terrain. Les tests statistiques sont réalisés pour tester si les hypothèses initiales sont statistiquement valides, mais la signification statistique seule ne permet pas de prouver que les modèles issus de cette étude sont justes. L'utilisation de l'analyse des pistes dans cette étude a permis de produire des hypothèses qui sont conformes à la compréhension actuelle de la biologie des cerfs (ce qui est formulé dans les diagrammes des pistes  $H_0$ ) et qui sont confirmées par les analyses statistiques (ce qui est formulé dans les diagrammes finaux). Néanmoins, l'analyse des pistes seules ne permet pas de prouver que les variables explicatives présentes dans les diagrammes finaux ont une influence causale sur la ou les variables à expliquer. La preuve de la relation causale doit être établie par l'intermédiaire d'études prospectives planifiées dans ce but (épidémiologie évaluative).

### III. RESULTATS ET DISCUSSION

Il serait trop long dans cet article de présenter l'ensemble des résultats de cette étude. Par conséquent, seules quelques données descriptives sont présentées, les données de reproduction et de mortalité, ainsi qu'un exemple d'analyse de facteurs de risque. Pour faciliter la lecture, les résultats et quelques éléments de discussion sont présentés pour chaque thème abordé.

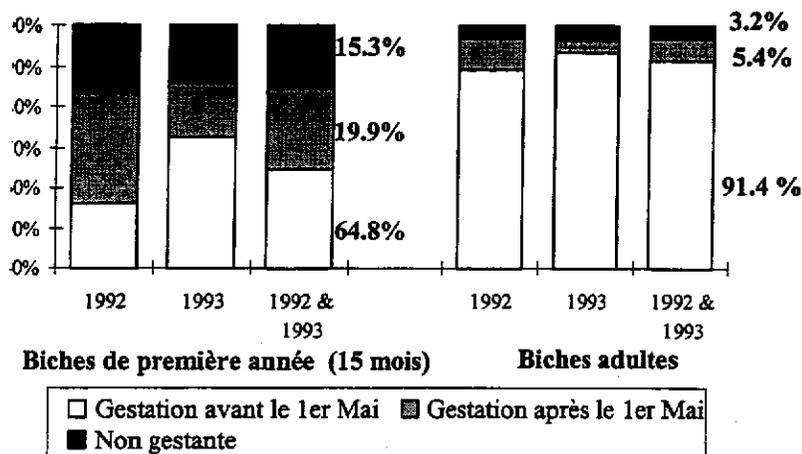
#### A. REPRODUCTION

Chaque année, le poids moyen des biches de première année et des adultes était respectivement dans les fourchettes 75-80 kg et 95-100 kg. Les pourcentages des biches de première année et des adultes ayant conçu avant le 1er mai dans

chaque élevage allaient respectivement de 8,3 à 95,0 % et de 77,6 à 98,4 %. Toutes fermes confondues, les proportions de biches de première année et d'adultes n'étant pas gestantes en juin étaient respectivement de 15,3 % et 3,2 % (figure 1). Les taux de conception des biches adultes par groupe de reproduction ou harem (en général un cerf reproducteur est joint à un groupe de 30-50 biches adultes pendant le rut) étaient dans leur majorité au-dessus de 90 %, avec 35 des 85 harems suivis (41,2 %) à 100 %. Ceci contraste avec les taux de conception des biches de première année dans les 41 harems concernés qui étaient beaucoup plus variables (5 harems étaient en dessous de 50 %), bien que 14 (34,1 %) harems aient atteint le taux de 100 %.

FIGURE 1

Pourcentage des biches de première année (15 mois) et des adultes (27 mois et plus) gestantes avant le 1er mai, gestantes après le 1er mai, et non gestantes, tous élevages confondus en 1992, 1993 et ces deux années confondues

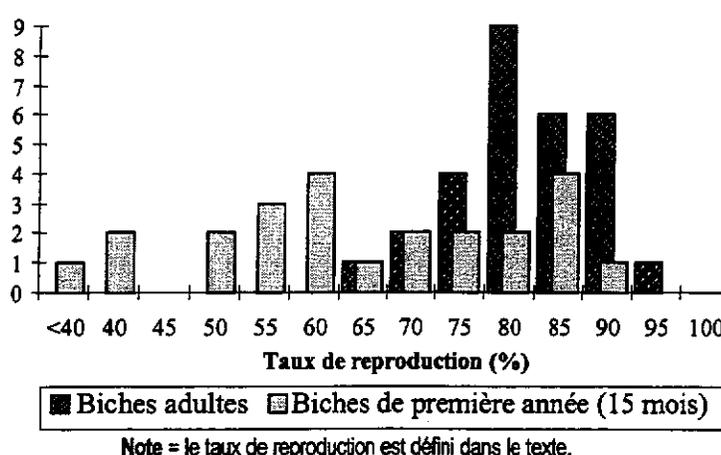


A partir de données collectées dans 4 élevages, les dates médianes de mise-bas des biches de première année et des adultes étaient respectivement le 13 décembre et le 30 novembre. Les taux de sevrage<sup>3</sup> des biches de première année et des adultes étaient respectivement de 84,1 et 91,6 %, et les taux de reproduction<sup>4</sup> étaient respectivement de 70 et 83,6 %. La distribution des taux de reproduction entre élevages est présentée dans la figure 2. Les poids moyens des jeunes cerfs sevrés, standardisés au 1er avril (à cause des dates de sevrage variées) allaient de 42 à 59 kg et de 39 à 51 kg respectivement chez les mâles et les femelles.

Ces données résultent de la première étude majeure sur la reproduction des cerfs en élevage ayant utilisé l'échographie pour déterminer l'état de gestation des biches. Dans d'autres études, seuls les taux de sevrage ont été reportés comme mesure de fertilité [Hudson *et al.*, 1991 ; Friedel et Hudson, 1994]. Jusqu'à la réalisation d'autres recherches, ces données sont actuellement les meilleures estimations des paramètres de reproduction des cerfs élaphe dans les élevages néo-zélandais.

FIGURE 2

Histogrammes de distribution des taux de reproduction des biches de première année (15 mois) et des adultes dans les élevages. Données 1992 et 1993 confondues.



<sup>3</sup> Le taux de sevrage est défini comme le pourcentage de biches diagnostiquées gestantes en juin pour lesquelles il n'y avait pas de preuve d'avortement, et qui ont élevé leur faon jusqu'au moment du sevrage (séparation des biches et des faons vers février-mars).

<sup>4</sup> Le taux de reproduction est défini comme le pourcentage de biches mises à la reproduction qui ont élevé un faon jusqu'au moment du sevrage. Les biches laissées avec un cerf reproducteur et réformées sur la base des résultats du test de gestation (biche non-gestantes) ont été incluses pour ce calcul, mais les biches réformées pour lesquelles la décision de réforme avait été prise avant le rut n'ont pas été incluses.

Les taux de gestation globaux des biches adultes sont satisfaisants, bien que la fourchette entre élevages suggère qu'une amélioration peut être possible pour les troupeaux ayant moins de 90 % des biches gestantes avant le 1er mai. Les données suggèrent aussi qu'un pourcentage de biches non-gestantes de 2-3 % est très commun, ce qui est proche des 4,3 % enregistrés à partir d'élevages de wapitis [Friedel et Hudson, 1994]. Les taux de gestation des biches de première année étaient bas et cela représente un facteur de perte considérable pour la filière cerf en Nouvelle Zélande. Un résultat similaire avait été enregistré par Fennessy *et al.* en 1986.

D'autres auteurs sont en général d'accord sur le fait que les biches adultes peuvent parvenir à un taux de sevrage entre 85 et 90 % [Kelly et Moore, 1977 ; Hamilton *et al.*, 1984 cité par Hamilton, 1988 ; Haigh et Hudson, 1993]. Ceci contraste cependant avec le manque de données publiées sur les performances réelles des biches de première année dans les élevages intensifs de cerfs élaphe. Les publications relatives à des populations de cerfs sauvages montrent des taux de reproduction très variés (taux d'ovulation allant de 0 à 50 %) [Wegge, 1975]. Le taux de reproduction des biches de première année dans cette étude (70 %) est très proche de celui (73,6 %) enregistré dans les fermes de wapitis au Canada

[Friedel et Hudson, 1994]. Cette étude a montré cependant qu'il y avait un éventail large de taux de reproduction entre les élevages (de 25 à 91,7 %), avec une moyenne de 68,7 %, ce qui suggère que 80 % (le 75ème percentile est 81,2 %) est un objectif réaliste pour les élevages à but commercial, et par conséquent qu'une amélioration considérable peut être obtenue dans certains élevages.

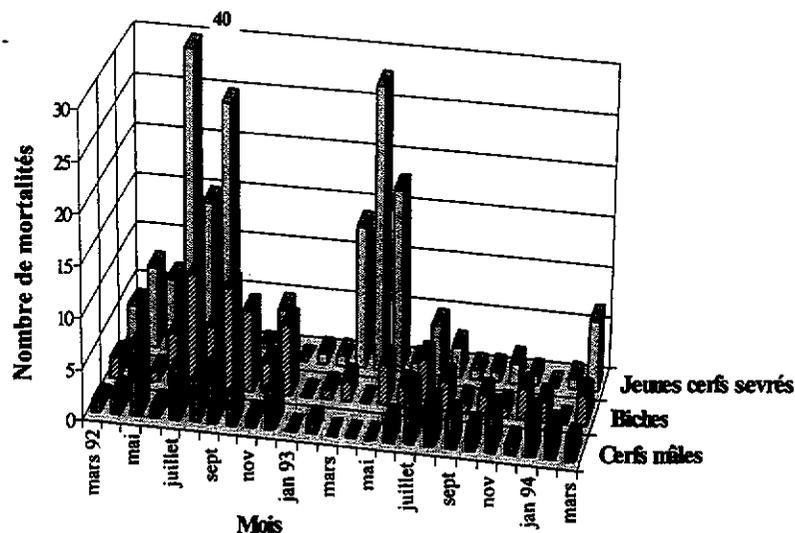
## B. PROBLEMES DE SANTE

Le nombre total de cerfs à risque dans l'étude était de 4 683 biches-année, 2 459 mâles-année et 3 202 jeunes cerfs-année. Les nombres totaux de biches de première année (15-27 mois d'âge) et de biches adultes à risque de perdre leur progéniture avant le moment du sevrage (février-mars) étaient respectivement de 653 et de 3 364.

La distribution mensuelle des mortalités montre une variation saisonnière (figure 3). Le taux de mortalité le plus élevé des jeunes cerfs sevrés est observé entre l'âge de 3 et 6 mois (mars-juin) alors que celui des cerfs adultes l'est entre juin et octobre.

FIGURE 3

Distribution mensuelle des mortalités des jeunes cerfs sevrés (<15 mois), des biches et des cerfs mâles de mars 1992 à mars 1994



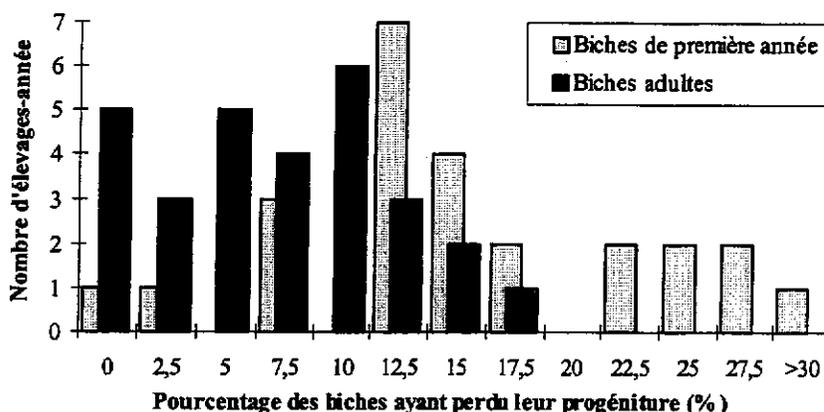
Les mortalités globales étaient respectivement de 1,77 , 2,60 et 5,87 pour 100 cerfs-année chez les biches, les cerfs mâles et les jeunes cerfs sevrés.

Le coryza gangréneux seul a tué respectivement 0,53 cerf mâle et 0,17 biche pour 100 cerfs-année à risque, avec un taux de mortalité annuel global de 0,31 pour 100 cerfs-année (jeunes cerfs sevrés exclus). Les accidents, notamment les fractures osseuses entraînant l'abattage, ont compté pour 15,4 % des mortalités des jeunes cerfs sevrés, tuant 0,53 cerf pour

100 cerfs pendant les 3 mois d'automne. La yersiniose a été confirmée pour 18,6 % des mortalités des jeunes cerfs sevrés, tuant 1,09 cerfs pour 100 cerfs pendant les 6 premiers mois après sevrage. Cette maladie a été toutefois suspectée pour une autre tranche de 41 % des mortalités dans cette classe d'âge. Au total, respectivement 17 % et 9,1 % des biches de première année et des adultes ont perdu leur progéniture entre juin (date du test de gestation) et le moment du sevrage (février-mars). La distribution de ces pertes entre les élevages est présentée dans la figure 4.

FIGURE 4

Histogrammes de distribution des taux de pertes (%) de la progéniture chez les biches de première année (2 ans au moment de la mise-bas) et les biches adultes dans les élevages chaque année. Données de 1992 et de 1993 combinées.



Les maladies les plus fréquentes chez les jeunes cerfs sevrés étaient la yersiniose et l'ostéochondrose. Les risques de dystocie chez les biches de première année et les adultes étaient respectivement 0,0108 (7/651) et 0,0045 (15/3 348).

Malheureusement, de nombreux cerfs morts n'ont pas pu être examinés *post-mortem* car ils ont été trouvés trop longtemps après la mort, mais cela met en lumière la réalité (et la difficulté) de la recherche dans les élevages de cerfs à but commercial. La plupart des enquêtes sur les maladies des cerfs en Nouvelle Zélande ont été conduites sur une maladie ou un syndrome particulier à l'abattoir [Mackintosh et Henderson, 1985] ou dans les clientèles vétérinaires [Wilson et Collier, 1981 ; Smythe, 1986 ; Lawrence, 1986]. Toutefois, certains auteurs ont essayé d'estimer les prévalences relatives des maladies observées en élevage [Beatson, 1981, 1985 ; Gladden, 1981] ou, plus récemment, aux abattoirs [Selwyn et Hathaway, 1990]. D'autres études ont porté sur des données rétrospectives par courrier [Asher et Adam, 1985] ou par enquête dans les élevages [Friedel et Hudson, 1994]. Aucune de ces enquêtes n'a pu précisément mesurer la morbidité et la mortalité de la population des cerfs d'élevage [Martin *et al.*, 1987]. En conséquence, cette étude a produit l'estimation la plus fiable des paramètres de santé dans les élevages de cerfs élaphe en Nouvelle Zélande.

La discussion détaillée quant aux différentes maladies est présentée ailleurs [Audigé, 1995]. La fourchette des taux de mortalité entre les élevages est large, en particulier le large éventail de taux de perte de la progéniture (0-38,6 % et 0-18,6 % respectivement chez les biches de première année et les biches adultes), et suggère qu'il y a un potentiel d'amélioration sur ce front pour de nombreux élevages, et par conséquent, pour la filière cerf dans son ensemble.

### C. AUTRES DONNEES DESCRIPTIVES

Les données relatives à la croissance des jeunes cerfs sevrés et à la production de bois en velours ne sont pas présentées dans cet article. Il en va de même pour la quantité très importante d'informations concernant certaines caractéristiques physiques et certains marqueurs biologiques (paramètres hématologiques et biochimiques, comptage des larves et œufs parasitaires dans les selles) à partir de cerfs "sentinelles" sélectionnés dans chaque élevage. Toutefois, les auteurs suggèrent aux lecteurs de consulter le rapport complet de cette étude pour obtenir des informations détaillées [Audigé, 1995]. D'autres articles scientifiques sont en préparation.

### D. IDENTIFICATION DE FACTEURS DE RISQUE

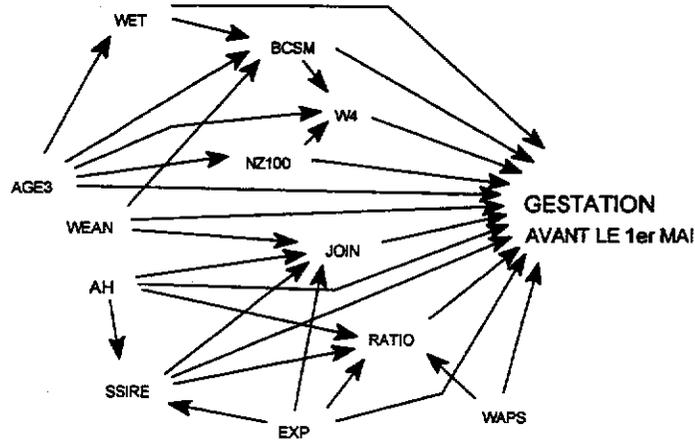
Parmi l'ensemble des analyses réalisées, les auteurs ont choisi d'illustrer le type de résultats et conclusions qu'une telle étude peut produire en prenant l'exemple des facteurs expliquant une gestation précoce. Pour cela, quelques facteurs de risque concernant les caractéristiques individuelles des biches et les pratiques de reproduction, associés à une gestation avant le 1er mai sont présentés chez la biche adulte.

Le diagramme des pistes formulant les hypothèses de causalité à partir des facteurs de risque potentiels et le diagramme final résultant des analyses multivariées sont présentés dans la figure 5. Les codes des variables sont expliqués dans le tableau III.

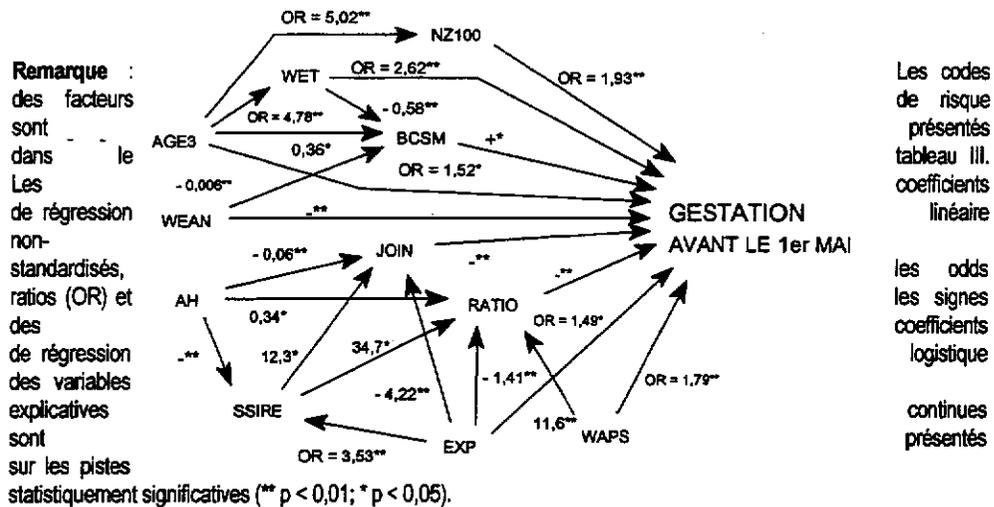
FIGURE 5

Diagramme des pistes formulant les hypothèses de causalité et diagramme final des facteurs de risque associés à la gestation précoce (avant le 1er mai) chez les biches adultes.

1. Diagramme des pistes  $H_0$  (formulant les hypothèses de causalité)



2. Diagramme des pistes final



La discussion porte ici seulement sur les caractéristiques individuelles des biches en relation avec le succès à la reproduction.

Pour un score d'engraissement particulier, les biches qui sont en lactation au moment du sevrage (séparation de tous les faons du troupeau de biches (WET) apparaissent avoir approximativement 2-3 fois plus de chance d'être gestantes avant le 1er mai que les biches n'étant pas en lactation avant le rut. Cependant, l'effet total de WET sur la gestation des biches

adultes n'est pas si élevé compte tenu de l'effet significativement négatif de WET sur le score d'état d'engraissement pré-rut (BCSM), qui est positivement associé à la probabilité de concevoir un faon avant le 1er mai. Chez les biches sauvages, le succès à la reproduction (par conséquent la lactation) réduit la condition physique de la mère et sa fertilité pendant la saison de reproduction suivante [Clutton-Brock *et al.*, 1983].

TABLEAU III

Facteurs de risque potentiels associés à la gestation précoce (avant le 1er mai) chez la biche adulte

Code	Unité	Description
<b>Variables individuelles des biches</b>		
AGE3	D	Biche ayant plus de 3 ans pendant le rut
NZ100	D	Biche d'origine uniquement néo-zélandaise
WET	D	Biche en lactation juste avant le rut (au moment du sevrage, c'est-à-dire la séparation des faons et des biches d'un même troupeau)
BSCM	Dis. 1-5;0,5	Score d'état d'engraissement juste avant le rut (en mars)
W4	kg	Poids vif standardisé au 1er avril (en tant que poids vif pré-rut)
<b>Variables décrivant les pratiques de reproduction</b>		
WEAN	jour	Nombre de jours entre le 15 février et le moment du sevrage (pré-rut)
JOIN	jour	Nombre de jours entre le 15 février et l'introduction d'un (ou de plusieurs) mâle(s) reproducteur(s) dans le harem
AH		Nombre de biches adultes dans le harem
SSIRE	D	Rut avec un seul mâle reproducteur dans le harem
RATIO	Biches/mâle	Sexe ratio : nombre de biches (15 mois et plus) par mâle reproducteur
EXP	D	Utilisation d'au moins un mâle reproducteur expérimenté
WAPS	D	Présence d'un ou plusieurs mâle(s) ayant des gènes de wapiti

D = variable dichotomique (Oui = 1, Non = 0)

Le poids vif individuel avant le rut n'a pas été identifié comme un facteur de risque significatif dans cette étude. Ceci est peut-être dû au fait que presque tous les poids vifs enregistrés étaient au-dessus de la limite des 65-70 kg, identifiée il y a plus de 15 années, comme le seuil en-dessous duquel le risque de ne pas concevoir est élevé [Hamilton et Blaxter, 1980]. Pour chaque augmentation de 10 kg de poids vif, une avance de la date de mise-bas de 2 jours a été observée chez les biches élaphe [Hamilton et Blaxter, 1980] et les wapitis [Friedel et Hudson, 1994], mais ces auteurs n'ont pas étudié l'état corporel simultanément comme facteur de confusion potentiel. Cette étude a montré qu'au-dessus d'un poids limite, il semble que l'état corporel des biches soit un facteur de risque majeur influençant la gestation des biches. Cette observation est en accord avec d'autres études réalisées chez les cerfs sauvages [Mitchel et Lincoln, 1973 ; Albon *et al.*, 1986], et d'autres espèces animales domestiques telles que les ovins [Cumming *et al.*, 1975 ; Pollott et Kilkenny, 1976] et les bovins [Garnsworthy et Haresign, 1989].

Cependant, il devrait être noté que la relation trouvée dans cette analyse des pistes était basée sur l'hypothèse d'une relation linéaire entre BSCM et la probabilité de gestation avant le 1er mai. Des analyses complémentaires (non présentées ici) ont suggéré qu'il pourrait y avoir un BSCM limite entre 2,5 et 3 en-dessous duquel la probabilité de gestation avant le 1er mai diminue. Si l'on tient compte de leur état de lactation au sevrage, les biches ayant un score au dessus de 3,5 ne semblent pas avoir plus de chance d'être gestantes avant le

1er mai que les biches ayant un BSCM de 3 ou 3,5. Ceci contraste avec l'observation que les brebis grasses [Gunn *et al.*, 1991] et les vaches grasses [Garnsworthy et Haresign, 1989] ont une performance de reproduction réduite. Dans cette étude, cependant, peu de biches avaient un BSCM de 5.

Cette étude, au regard des observations faites chez les cerfs sauvages [Mitchel et Lincoln, 1973 ; Albon *et al.*, 1986] et d'autres espèces animales domestiques, suggère qu'il pourrait y avoir une relation de causalité entre score d'engraissement et aptitude à concevoir dans les premières semaines du rut. Garnsworthy et Haresign [1989] ont suggéré que, chez les vaches laitières, l'effet de l'état corporel est peut-être dû à des maladies sous-jacentes associées (kyste ovarien ou manifestation faible de l'oestrus) plutôt que directement à l'effet d'une alimentation pauvre, mais qu'une alimentation pauvre pourrait être un facteur causal de ces problèmes de reproduction. Chez les ovins, un état corporel pauvre a été associé à un taux d'ovulation faible, mais cela ne semblait pas affecter ensuite la survie des embryons [Cumming *et al.*, 1975].

Les biches exclusivement originaires de Nouvelle Zélande (des mâles reproducteurs importés étaient intensivement utilisés pour améliorer, entre autres, les poids vifs des cerfs) semblent avoir significativement plus de chance d'être gestantes avant le 1er mai, mais cela semble en partie associé à leur âge. En effet, les biches ayant plus de 3 ans pendant le rut (AGE3) avaient 5 fois plus de chance d'être originaires seulement de Nouvelle Zélande que les biches adultes plus jeunes.

Cependant, les biches néo-zélandaises avaient deux fois plus de chance d'être gestantes avant le 1er mai, après avoir tenu compte de leur âge. Cette observation n'a pas été rapportée auparavant et demande à être vérifiée.

L'âge des biches n'a pas pu être analysé comme variable continue car l'âge d'une proportion élevée de biches n'était pas connu. Il était toutefois très probable que ces biches aient été âgées de plus de 5 années. Fisher *et al.* [1994] ont fait l'observation que les biches ont une activité ovarienne réduite vers 16-20 ans, et en conséquence sont moins aptes à la reproduction que les biches plus jeunes, mais très probablement un nombre limité (sinon nul) de telles biches était présent dans cette étude. AGE3 a été identifié comme directement associé (effet direct) à la probabilité de gestation précoce. La raison de cette association n'est pas très claire, encore qu'elle puisse être liée à des facteurs sociaux. Il est probable que les biches adultes à 27 mois ne soient pas dominantes dans les harems et, par conséquent, qu'elles soient souvent harassées par les biches dominantes plus âgées. Le stress qui en résulte pour ces jeunes biches adultes peut avoir un effet négatif sur l'ovulation.

AGE3 semble aussi indirectement influencer la gestation par l'intermédiaire de WET et BCSM. Dans cette analyse, les biches ayant plus de 3 ans au moment du rut (AGE3) avaient 4,8 fois plus de chance d'avoir élevé un faon jusqu'au sevrage la saison de reproduction précédente (WET) par rapport aux biches adultes plus jeunes. Cependant, cet odds ratio est probablement surestimé car, parmi les biches qui n'allaitent pas au moment du sevrage, les biches adultes étaient plus souvent réformées que les biches en première année de reproduction.

Etant donné que 17 % et 9,1 % respectivement des biches de première année et des biches adultes ont perdu leur progéniture [Audigé, 1995], le risque relatif pour les biches adultes d'être en lactation au sevrage du troupeau par rapport aux biches de première année est de 1,87. La lactation a pour effet de mettre les biches de première année sous un stress nutritionnel plus élevé que les biches adultes, diminuant ainsi de manière disproportionnée leur état d'engraissement. En retirant les variables NZ100, WET et BCSM du modèle final, l'effet total de AGE3 peut être évalué. Les biches dans leur deuxième saison de rut avaient 2,25 fois moins de chance d'être gestantes avant le 1er mai que les biches plus âgées.

En conséquence, pour atteindre un taux élevé de gestation avant le 1er mai, les conseils suivants ont été formulés concernant les caractéristiques des biches adultes (27 mois et plus). Les éleveurs devraient :

- sevrer tôt le troupeau de biches et évaluer leur état d'engraissement au sevrage (WEAN);
- séparer les biches ayant un BCSM de moins de 3 et leur offrir une ration alimentaire riche en énergie pour leur permettre de retrouver un bon état corporel avant le rut. Autrement, ces biches pourraient être réformées directement après le sevrage (BCSM);
- réformer les biches qui ne sont pas en lactation au moment du sevrage et celles qui ont un score d'état d'engraissement de moins de 3 quand le rut commence fin mars.

#### IV. CONCLUSION

Cette étude de "profil de santé et de production", réalisée pour la première fois dans les élevages de cerfs élaphe, a produit une grande quantité d'informations contribuant à une meilleure connaissance des élevages et de la filière cervine en Nouvelle Zélande. Il a été possible notamment d'identifier les domaines pouvant être améliorés dans beaucoup d'élevages et donc

dans la filière cerf toute entière. Cette approche, associée à la technique d'analyse utilisée, a un rapport coût-efficacité très intéressant pour l'identification des inter-relations entre les caractéristiques (ou facteurs de risque, ou paramètres) pouvant être de nature causale, et par conséquent, pouvant être ciblées dans le cadre de projets de recherches complémentaires.

#### V. BIBLIOGRAPHIE

- Albon S.D., Mitchell B., Huby B.J. et Brown D. ~ Fertility in female red deer (*Cervus elaphus*) : the effects of body composition, age et reproductive status. *J. Zool.*, London(A), 1986, 209, 447-460.
- Asher G.W. et Adam J.L. ~ Reproduction of farmed red et fallow deer in northern New Zealand, in : *Biology of deer production*, edited by Fennessy P.F. et Drew K.R., The Royal Society of New Zealand, Wellington, 1985, 22, 217-224.
- Audigé L. ~ Deer herd health et production profiling, PhD thesis, Massey University, New Zealand, 1995, 550 pp.
- Audigé L., Wilson P.R. et Morris R.S. ~ Deer-Herd Health et Production Profiling in New-Zealand .1. Study Design. *Vet. Res.*, 1994, 25 (2-3), 126-129.
- Beatson N.S. ~ Disease survey in farmed deer in mid et South Canterbury, in : *Proc. of a Deer Seminar for Veterinarians*, edited by Wilson P.R., Deer Advisory Panel of the NZ Vet. Assoc., 1981, 39-42.
- Beatson N.S. ~ Field observations of malignant catarrhal fever in red deer in New Zealand, in : *Biology of deer production*, edited by Fennessy P.F. et Drew K.R., The Royal Society of New Zealand, Wellington, 1985, 22, 135-137.

- Burridge M.J., Schwabe C.W. et Pullum T.W. ~ Path analysis : application in an epidemiological study of echinococcosis in New Zealand. *J. Hygiene*, Cambridge, 1977, 78, 135-149.
- Chesterton R.N., Pfeiffer D.U., Morris R.S. et Tanner C.M. ~ Environmental et behavioural factors affecting the prevalence of foot lameness in New Zealand dairy herds - a case-control study. *NZ Vet. J.*, 1989, 37, 135-142.
- Clutton-Brock T.H., Guinness F.E. et Albon S.D. ~ The costs of reproduction to red deer hinds. *J. Anim. Ecol.*, 1983, 52, 367-383.
- Cumming I.A., Blickey M.A. De B., Winfield C.G., Parr R.A. et Williams A.H. ~ A study of relationships of breed, time of mating, level of nutrition, live weight, body condition, et face cover to embryo survival in ewes. *J. Agric. Sci.*, 1975, 84 (Part 3), 559-565.
- Curtis C.R., Salman M.D., Strickland D., Edmonston B. et Erb H.N. ~ Path analysis using logistic regression : interpretational et methodologic issues, in : *Acta Veterinaria Scandinavica*, Proceedings of the 5th International Symposium on Veterinary Epidemiology et Economics, edited by Willeberg P. et Agger J.F., 1988a, Supplement 84, 469-472.
- Curtis C.R., Scarlett J.M., Erb H.N. et White M.E. ~ Path model of individual-calf risk factors for calthood morbidity in New York holstein herds. *Prev. Vet. Med.*, 1988b, 6, 43-62.
- Fennessy P.F., Fisher M.W., Webster A.J.F., Mackintosh C.G., Suttie J.M., Pearse A.J. et Corson I.D. ~ Manipulation of reproduction in red deer, in : *Proc. of a Deer Course for Veterinarians*, edited by Wilson P.R., Deer Branch of the NZ Vet. Assoc., 1986, 3 : 103-120.
- Fisher M.W., Moore G.H., McLeod B.J., Heath D.A., Lun S., Drew K.R., Duncan S.J. et Lapwood K.R. ~ Waning reproductive performance in aged red hinds, in : *Proc. of the 3rd Int. Congress on the Biology of Deer*, 1994, in press.
- Friedel B.A. et Hudson R.J. ~ Productivity of farmed wapiti in Alberta. *Can. J. Anim. Sci.*, 1994, 74 (2), 297-303.
- Garnsworthy P.C. et Haresign W. ~ Fertility et nutrition., in : Dairy cow nutrition; the veterinary angles , edited by Chamberlain, A.T., University of Nottingham School of Agriculture, Sutton Bonington, Loughborough, UK, 1989, 23-34
- Gladden N. ~ National deer farm survey - 1980, in : *Proc. of a Deer Seminar for Veterinarians*, edited by Wilson P.R., Deer Advisory Panel of the NZ Vet. Assoc., 1981, 34-35.
- Goldsmith J.R. ~ Paths of association in epidemiological analysis : application to health effects of environmental exposures. *Int. J. Epidemiol.*, 1977, 6 (4), 391-399.
- Gunn R.G., Smith W.F., Senior A.J., Barthram E., Sim D.A. et Hunter E.A. ~ Pre mating herbage intake et the reproductive performance of North Country Cheviot ewes in different levels of body condition. *Anim. Prod.*, 1991, 52 (1), 149-156.
- Haigh J.C. et Hudson R.J. ~ Farming wapiti et red deer, Mosby-Year Book, Inc., St Louis, Missouri, USA, 1993, 369 p.
- Hamilton W.J. ~ Early nutrition, growth et reproductive performance in young Scottish red deer (*Cervus elaphus*) hinds, et their economic significance in commercial herds, In : The management et health of farmed deer, edited by Dordrecht, Netherlands; Martinus Nijhoff Publishers., 1988, 191-198
- Hamilton W.J. et Blaxter K.L. ~ Reproduction in farmed red deer. 1. hind et stag fertility. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 1980, 95, 261-273.
- Hosmer D.W. et Lemeshow S. ~ Applied logistic regression, John Wiley & Son, New York, USA, 1989, 307 p.
- Hudson R.J., Kozak H.M., Adamczewski J.Z. et Olsen C.D. ~ Reproductive performance of farmed wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*). *Small Rumin. Res.*, 1991, 4, 19-28.
- Kelly R.W. et Moore G.H. ~ Reproductive performance in farmed red deer, *NZ Agric. Sci.*, 1977, 11, (4), 179-181.
- Kleinbaum D.G., Kupper L.L. et Morgenstern H. ~ Epidemiologic research - principles et quantitative methods, Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1982, 529 p.
- Lawrence D.W. ~ A survey of cervine dystocia, in : *Proc. of a Deer Course for Veterinarians*, edited by Wilson P.R., Deer Branch of the NZ Vet. Assoc., 1986, 3, 196-199.
- Mackintosh C.G. et Henderson T.G. ~ Survey of red deer stags for yersiniosis at slaughter, in : *Biology of deer production*, edited by Fennessy P.F. et Drew K.R., The Royal Society of New Zealand, Wellington, 1985, 22 : 159-162.
- Martin S.W., Meek A.H. et Willeberg P. ~ Veterinary epidemiology - principles et methods, Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 1987, 343 pp.
- McDermott J.J., Alves D.M., Anderson N.G. et Martin S.W. ~ Measures of herd health and productivity in Ontario cow-calf herds. *Can. Vet. J. - Rev. Vét. Can.*, 1991a, 32 (7), 413-420.
- McDermott J.J., Alves D.M., Anderson N.G. et Martin S.W. ~ Benchmark, a large observational study of Ontario beef breeding herd : study design and collection of data. *Can. Vet. J. - Rev. Vét. Can.*, 1991b, 32 (7), 407-412.
- McDermott J.J., Allen O.B., Martin S.W., Leslie K.E., Meek A.H. et Etherington W.G. ~ Reproductive performance of Ontario beef breeding herds. *Prev. Vet. Med.*, 1994, 18 (2), 115-127.
- Mitchell B. et Lincoln G.A. ~ Conception dates in relation to age et condition in two populations of red deer in Scotland. *J. Zool.*, London, 1973, 171, 141-152.
- Morris R.S. ~ Information systems for animal health : objectives et components. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 1991, 10 (1), 13-23.

- Pollott G.E. et Kilkenny J.B. ~ A note on the use of condition scoring in commercial sheep flocks. *Anim. Prod.*, 1976, 23, 261-264.
- Revol B. et Wilson P.R. ~ Ultrasonography of the Reproductive Tract et Early Pregnancy in Red Deer. *Vet. Rec.*, 1991, 128 (10), 229-233.
- Saris W.E. et Stronkhorst L.H. ~ Causal modelling in nonexperimental research, Sociometric Research Fondation, Amsterdam, The Netherlands, 1984
- Selwyn P. et Hathaway S. ~ A study of the prevalence et economic significance of diseases et defects of slaughtered farmed deer. *NZ Vet. J.*, 1990, 38, 94-97.
- Smythe A.B. ~ Practice survey of cervine dystocia, in : *Proc. of a Deer Course for Veterinarians*, edited by Wilson P.R., Deer Branch of the NZ Vet. Assoc., 1986, 3, 192-195.
- Van Til L.D., Dohoo I.R., Spangler E. et Ogilvie T.H. ~ A survey of biological productivity of Prince Edward Island swine herds. *Can. J. Vet. Res.*, 1991, 55, 174-179.
- Wegge P. ~ Reproduction et early calf mortality in Norwegian red deer. *J. Wildl. Man.*, 1975, 39 (1), 92-100.
- Wilson P.R. et Collier A. ~ Lungworm in deer : a survey of veterinary practices, in : *Proc of a Deer Seminar for Veterinarians*, edited by Wilson P.R., Deer Advisory Panel of the N.Z.Vet. Assoc., 1981, 78-93.



### Remerciements

Nous remercions tout particulièrement les éleveurs, les vétérinaires et les techniciens de laboratoires qui ont participé à cette étude. Le financement a été assuré par le Game Industry Board de Nouvelle Zélande, le Ministère des affaires étrangères en France, la section « Cerf » de l'association des vétérinaires de Nouvelle Zélande, l'Université de Massey, Pitman Moore (maintenant Schering Plough), Rhône Mérieux, Cyanamid, Ag-Research, CIRAD-EMVT, Aliflex et Te Pari Products.