

# le naturaliste canadien

LA SOCIÉTÉ PROVANCHER  
D'HISTOIRE NATURELLE  
DU CANADA

Revue de diffusion des connaissances en sciences naturelles et en environnement

Tiré à part

## **Un siècle de broutement intensif sur l'île d'Anticosti LES CERFS D'AUJOURD'HUI EN PAYENT-ILS LE PRIX ?**

*Anouk Simard, Steeve D. Côté, Robert B. Weladji,  
Sonia de Bellefeuille et Jean Huot*

Volume 131, numéro 2 – Été 2007

Page 33-37



# Un siècle de broutement intensif sur l'île d'Anticosti

## LES CERFS D'AUJOURD'HUI EN PAYENT-ILS LE PRIX ?

Anouk Simard, Steeve D. Côté, Robert B. Weladji,  
Sonia de Bellefeuille et Jean Huot

### Résumé

L'effet négatif du broutement intensif des herbivores sur la végétation a été largement documenté, mais ses conséquences à long terme sur les individus sont moins connues. Nous avons comparé les changements survenus dans la qualité de la végétation, la croissance et la reproduction des cerfs de Virginie de l'île d'Anticosti depuis les années 1970. Entre 1977-1979 et 2002-2004, nous avons observé une diminution de 22 % de l'azote dans les contenus stomacaux des cerfs à l'automne, ce qui suggère une dégradation de la qualité de la diète. La masse des cerfs à l'automne a également diminué de 8 % et 6 %, respectivement, pour les mâles et les femelles. Enfin, pendant la même période, la probabilité de concevoir des femelles a augmenté de 15 % alors que la production de jumeaux a diminué de 7 %. Le cerf aurait donc modifié ses stratégies d'adaptation vitale en privilégiant la reproduction aux dépens de la croissance. Notre étude illustre l'incroyable adaptabilité du cerf de Virginie et explique en partie le succès de son introduction sur l'île d'Anticosti.

### Introduction

Au cours des dernières décennies, nous avons observé l'explosion démographique ou l'expansion géographique de plusieurs populations d'ongulés dans différentes régions du globe (Côté et collab., 2004). Les populations de cervidés, notamment, ont connu une croissance particulièrement spectaculaire, causant dans certains cas des modifications irréversibles aux communautés écologiques, particulièrement en l'absence de prédateurs (Côté et collab., 2004). En Amérique du Nord par exemple, le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) atteint maintenant des densités élevées dans plusieurs endroits et entraîne des impacts importants sur les écosystèmes (Crête et collab., 2001).

Une forte pression de broutement sur la végétation peut contribuer à la disparition de certaines espèces préférées des cerfs (Webster et collab., 2005; Olofsson, 2006) et aboutir à des conséquences néfastes pour les herbivores eux-mêmes, notamment une diminution de la croissance, de la reproduction et de la survie (McCullough, 1999). Une diminution dans la qualité ou l'abondance de la nourriture sur une longue période peut aussi amener des différences intergénérationnelles en termes de taille corporelle et de fécondité, observées chez plusieurs espèces (Albon et collab., 1986; Skogland, 1990; Krafft et collab., 2006; Laidler et collab., 2006). Étant donné que les travaux sur les effets à long terme du broutement sur la condition des herbivores demeurent peu fréquents (Coulson et collab., 2004; Reed et Plante, 1997), nous avons tenté d'en savoir davantage en étudiant la population de cerfs de Virginie de l'île d'Anticosti.



Une diminution de la masse des mâles matures à la fin de l'automne pourrait avoir des conséquences sur l'effort reproducteur.

Introduite en 1896 sur l'île d'Anticosti, à la limite nord de son aire de répartition, cette population de cerfs a rapidement atteint de fortes densités. Quatre-vingts années de broutement chronique à Anticosti ont eu des effets majeurs sur les communautés végétales de la forêt boréale de l'île, dont une diminution ou une extirpation de plusieurs espèces (Marie-Victorin et Rolland-Germain, 1969; Tremblay et collab., 2005, 2007). La disponibilité du brout, notamment de sapin baumier (*Abies balsamea*), a diminué considérablement depuis les années 1970 (Tremblay et collab., 2005).

À la suite de l'observation du déclin dans l'abondance de la nourriture hivernale des cerfs (Tremblay et collab., 2005), nous avons tenté de vérifier s'il y avait eu également un déclin dans la qualité de la diète en début d'automne au cours des 25 dernières années, ce qui pourrait éventuellement avoir des conséquences sur la condition corporelle des cerfs, car ils accumulent des réserves corporelles en été et en automne (Boucher et collab., 2004; Therrien, 2006). La condition corporelle et la reproduction des cerfs d'Anticosti étaient déjà faibles à la fin des années 1970 comparativement aux populations du continent (Goudreault, 1980). Nous avons donc prédit que le broutement sévère continuerait d'influer négativement sur la qualité de la diète à l'automne et, conséquemment, entraînerait une baisse de la masse corporelle des cerfs et de la reproduction des femelles.

### Méthodes

Nos travaux se sont déroulés sur l'île d'Anticosti (détails de l'aire d'étude dans Tremblay et collab., 2007) où

Anouk Simard est étudiante au doctorat au Département de biologie de l'Université Laval où Jean Huot et Robert Weladji sont professeurs associés. Steeve Côté est professeur agrégé au même département et titulaire de la Chaire de recherche CRSNG-Produits forestiers Anticosti pour laquelle Sonia de Bellefeuille est professionnelle de recherche.

anouk.simard@bio.ulaval.ca

les peuplements originaux de sapin baumier sont en train de se convertir graduellement en pessières blanches à cause du broutement intensif des cerfs (Potvin et collab., 2003). Le succès de la chasse au cerf de Virginie est demeuré similaire pendant les périodes 1975-1979 (1,64 cerf/chasseur) et 2002-2004 (1,67), malgré des variations annuelles entre 1,5 et 1,86 cerfs/chasseur (taux de récolte annuel moyen de 8 %; Gingras, 2002).

Les données sur la qualité de la diète automnale proviennent du pourcentage d'azote (protéines = 6,25 × azote) des contenus stomacaux de cerfs abattus à la chasse. Les échantillons de 1976-1978 ( $n = 28$ ; Huot 1982) ont été comparés à ceux de 2003-2004 ( $n = 35$ ) récoltés à la même période, c'est-à-dire de la fin septembre au début octobre.

Les données sur la masse corporelle (éviscérée) des cerfs ( $\geq 1,5$  an) abattus à la chasse ont été récoltées durant trois périodes: 1) 1966 à 1970; Severinghaus et Free, (données non publiées), 2) 1977 à 1979, et 3) 2002 à 2004 (tableau 1). En 1966-1970, seules les moyennes et les tailles d'échantillons étaient disponibles. L'âge des cerfs a été déterminé par l'usure des dents (1966-1970) et en comptant les couches de dépôt de ciment des incisives (Hamlin et collab., 2000). Les données de masse ont été divisées en six périodes de 15 jours allant du 1<sup>er</sup> septembre au 30 novembre afin de prendre en compte l'accumulation de réserves durant l'automne.

Les données sur la reproduction des femelles proviennent de l'analyse des ovaires récoltés sur des biches abattues à la chasse de 1975 à 1979 (Goudreault, 1980) et de 2002 à 2004 (tableau 1). L'analyse consistait à identifier des cicatrices de reproduction sur les coupes histologiques des ovaires. En effet, lors de l'ovulation, on observe un corps jaune (*Corpus luteum*; 1 pour un faon unique et 2 pour des jumeaux) qui régresse lentement après la naissance du faon et apparaît comme une cicatrice blanche (*Corpus rubrum*, CR). Les cicatrices plus récentes ( $< 1$  an) ont été identifiées selon leur taille et leur texture (Langvatn, 1992).

### Analyses statistiques

Un test de  $z$  a été utilisé pour comparer les masses moyennes de 1966-1970, 1977-1979 et 2002-2004. Nous avons utilisé un modèle linéaire général pour chacun des sexes afin de comparer avec davantage de finesse les changements de masse corporelle entre 1977-1979 et 2002-2004 (SAS Institute Inc., 2003). Nous avons pris en compte l'effet de l'année, de la date de récolte ainsi que les interactions entre ces variables. Nous avons utilisé trois indices différents pour quantifier la reproduction annuelle des femelles: la probabilité de conception (0 ou 1 selon l'absence ou la présence de CR), la taille de la portée (c.-à-d. 1 ou 2 CR), et le nombre total d'ovulations (0, 1 ou 2 CR). Des modèles linéaires et logistiques ont été élaborés afin de comparer les différences dans la reproduction entre 1975-1979 et 2002-2004 (SAS Institute Inc., 2003), en prenant en compte les effets de l'année et de l'âge à l'ovulation (1,5, 2,5 et  $\geq 3,5$  ans) ainsi que leurs interactions.

**Tableau 1.** Taille d'échantillons pour la masse corporelle et les paires d'ovaires de cerfs de Virginie récoltés à l'île d'Anticosti (Québec, Canada)

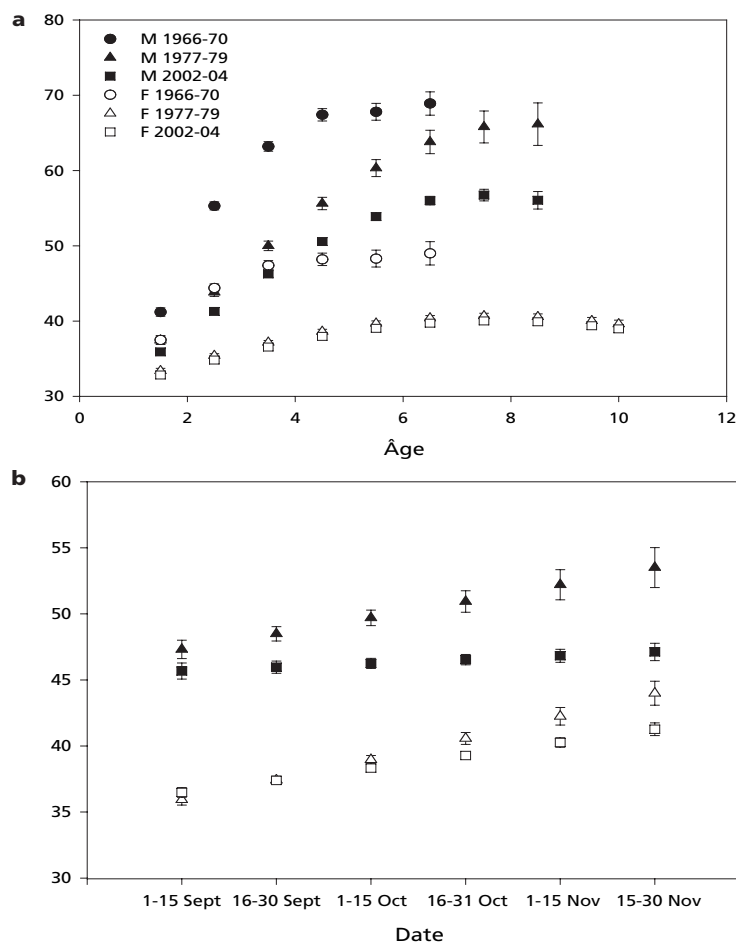
Période	Année	Nombre d'échantillons		
		Masse corporelle		Paires d'ovaires
		Mâle	Femelle	
1	1966	134	94	–
	1967	498	450	–
	1969	134	183	–
	1970	650	596	–
	<b>Total</b>	<b>1416</b>	<b>1323</b>	
2	1975	–	–	63
	1976	–	–	118
	1977	379	196	86
	1978	65	156	90
	1979	137	102	37
	<b>Total</b>	<b>743</b>	<b>609</b>	<b>394</b>
3	2002	108	267	100
	2003	207	212	141
	2004	299	266	149
	<b>Total</b>	<b>614</b>	<b>745</b>	<b>390</b>

### Résultats

Le pourcentage d'azote dans les contenus stomacaux était 22 % plus élevé en 1976-1978 ( $3,9 \pm 0,1$  %) qu'en 2002-2004 ( $3,2 \pm 0,2$  %;  $Z = 3,1$ ,  $p = 0,003$ ). Cela suggère une diminution significative de la qualité de la diète à la fin de l'été et à l'automne au cours des 25 dernières années.

Pour la masse corporelle des cerfs mâles, nous avons observé une diminution marquée depuis 1966-1970. Elle est passée de  $56,8 \pm 0,6$  kg ( $\pm$  erreur standard) à  $50,2 \pm 0,6$  kg en 1977-1979 ( $Z_{3272} = 14,1$ ,  $p < 0,001$ ) et à  $45,9 \pm 0,3$  kg en 2002-2004 ( $Z_{3480} = 22,5$ ,  $p < 0,001$ ). Nous avons également observé, entre 1977-1979 et 2002-2004, un taux d'accumulation des réserves corporelles plus lent durant l'automne, avec une diminution de 8 % de la masse corporelle à la mi-octobre, qui est passée de  $47,6 \pm 0,6$  kg en 1977-1979 (pour les 3,5 ans) à  $44,1 \pm 0,3$  kg en 2002-2004 ( $t = 5,64$ ,  $p < 0,001$ ). Cette diminution en masse depuis 30 ans est plus importante pour les vieux mâles (interaction âge\*année:  $F = 8,0$ ,  $p = 0,005$ ; figure 1a) ainsi que tard à l'automne (interaction date\*année:  $F = 5,0$ ,  $p = 0,001$ ; figure 1b). La masse des mâles variait également entre les années à l'intérieur d'une période ( $F = 10,2$ ,  $p < 0,001$ ), et augmentait avec l'âge (âge:  $F = 340,5$ ,  $p < 0,001$ , âge<sup>2</sup>:  $F = 107,5$ ,  $p < 0,001$ ) et la date durant l'automne ( $F = 13,3$ ,  $p < 0,001$ ).

Chez les femelles, on a également observé une diminution de la masse moyenne qui est passée de  $45,1 \pm 0,6$  kg en 1966-1970 à  $37,0 \pm 0,6$  kg ( $Z_{1350} = 14,6$ ,  $p < 0,001$ ) en 1977-1979 et à  $36,3 \pm 0,2$  kg ( $Z_{1237} = 16,9$ ,  $p < 0,001$ ) en 2002-2004. Les différences en masse entre 1977-1979 et 2002-2004 sont moins prononcées qu'entre les années 1960 et 1970; les biches récoltées en 2002-2004 n'étaient significativement moins lourdes que celles des années 1970 qu'à partir de la mi-



**Figure 1. Évolution de la masse éviscérée (kg) de cerfs de Virginie mâles (M) et femelles (F) de l'île Anticosti mesurée au cours de trois décennies (1966-1970, 1977-1979, 2002-2004) selon a) l'âge des cerfs et b) la date de la mesure en automne**

octobre. Par contre, plus tard à l'automne les différences entre les deux périodes s'accroissaient (interaction date\*période:  $F = 5,7, p = 0,02$ ; figure 1b). La masse des femelles était également influencée par la variabilité annuelle à l'intérieur d'une période ( $F = 34,1, p < 0,001$ ) et variait bien sûr positivement avec l'âge (âge:  $F = 155,0, p < 0,001$ , âge<sup>2</sup>:  $F = 80,4, p < 0,001$ ) et la date en automne ( $F = 69,7, p < 0,001$ ).

Le nombre total d'ovulations des femelles en 2002-2004 ( $0,82 \pm 0,04$ ) n'était pas significativement différent de celui observé en 1977-1979 ( $0,75 \pm 0,05, p = 0,21$ , tableau 2). Cependant, la probabilité de conception a augmenté de 15 % depuis 1977-1979, alors que la taille de la portée a diminué de 7 % (tableau 2). Les trois indices de reproduction étaient significativement influencés par l'âge des femelles ( $p < 0,001$  pour tous; tableau 2).

## Discussion

### Qualité de la diète

À long terme, le broutement intensif des populations d'herbivores perturbe souvent la végétation (Côté et collab., 2004). Les premières observations des effets négatifs du cerf sur la végétation de l'île d'Anticosti ont été faites vers 1930

(Pimlott, 1963; Marie-Victorin et Rolland Germain, 1969) et les densités de cerfs sont demeurées très élevées par la suite (Potvin et collab., 2003). Dans les années 1970, le sapin baumier était le brout le plus abondant avec peu d'espèces de feuillus présentes. Depuis, la situation s'est encore dégradée avec une baisse de 70 à 100 % de l'abondance des sapins selon les secteurs (Tremblay et collab., 2005). Au cours des 25 dernières années, la qualité de la diète s'est détériorée durant l'hiver (Tremblay et collab., 2005; Sauvé et Côté, 2007) et vraisemblablement à la fin de l'été et en automne comme l'indiquent nos résultats. L'été et le début de l'automne représentent une période particulièrement importante pour l'accumulation des réserves corporelles chez le cerf qui va lui permettre de survivre aux rigueurs de l'hiver et répondre aux exigences de la gestation (Hjeljord et Histøl, 1999; Cook et collab., 2004).

### Masse corporelle

L'étude de Boucher et collab. (2004) souligne que la masse corporelle du cerf de Virginie au Québec est proportionnelle à la quantité de nourriture disponible en été et que les cerfs d'Anticosti sont les plus petits de la province. Il semble que 70 ans après leur introduction, les cerfs d'Anticosti avaient déjà une masse inférieure à celle des cerfs de la population source du Bas-Saint-Laurent (Lesage et collab., 2001; Boucher et collab., 2004). Parallèlement à la réduction de la qualité et de l'abondance de la nourriture survenue au cours des dernières décennies (Potvin et collab., 2003; Tremblay et collab., 2005), la masse corporelle des cerfs d'Anticosti a diminué grandement de 1966-1970 à 1977-1979, mais aussi de 1977-1979 à 2002-2004 quoique à un taux plus faible. Nous proposons que la réduction de la qualité de la diète durant la saison estivale et possiblement la réduction de l'abondance de nourriture hivernale sont vraisemblablement responsables de la réduction de la masse corporelle, étant donné qu'entre 1977-1979 et 2002-2004 les densités de cerfs sont demeurées relativement similaires et élevées, malgré la variabilité annuelle.

Compte tenu du dimorphisme sexuel et du système d'appariement polygame chez les ongulés, les mâles ont généralement des besoins énergétiques plus grands que les femelles et sont donc davantage affectés par une réduction des ressources (Clutton-Brock et collab., 1982; Toïgo et collab., 2006). Il n'est donc pas surprenant que la diminution de masse de 1977-1979 à 2002-2004 ait été plus grande pour les mâles que pour les femelles. Par contre, une diminution des ressources devrait affecter plus sévèrement les juvéniles que les adultes (Coulson et collab., 2004). Nous n'avons cependant pas observé ce scénario, car les différences de masse entre 1977-1979 et 2002-2004 étaient plus petites pour les juvéniles (4 %) que pour les mâles de  $\geq 8,5$  ans (18 %). Ces résultats sont surprenants, mais ils pourraient être expliqués par une mortalité différentielle des faons basée sur la masse: si seuls les plus gros faons survivent, alors la variabilité chez

Tableau 2. Valeurs pour les trois mesures de la reproduction (probabilité de conception, taille de la portée et nombre total d'ovulations) pour les cerfs de Virginie femelles de l'île d'Anticosti, selon la période inventoriée et l'âge des individus

Âge	Probabilité de conception				Taille de la portée à l'ovulation				Nombre total d'ovulations			
	1975-1979	2002-2004	Z	P	1975-1979	2002-2004	Z	P	1975-1979	2002-2004	Z	P
1,5 ans	0,44 ± 0,05	0,56 ± 0,06	1,6	0,1	1,02 ± 0,02	1,01 ± 0,01	0,7	0,5	0,44 ± 0,05	0,60 ± 0,06	2	0,05
2,5 ans	0,73 ± 0,05	0,82 ± 0,04	1,3	0,2	1,21 ± 0,05	1,09 ± 0,03	1,7	0,09	0,86 ± 0,07	0,90 ± 0,05	0,4	0,7
≥ 3,5 ans	0,82 ± 0,02	0,88 ± 0,02	2,1	0,04	1,42 ± 0,04	1,23 ± 0,03	3,9	< 0,001	1,18 ± 0,05	1,08 ± 0,04	1,4	0,2
Moyenne	0,68 ± 0,03	0,78 ± 0,03	2,3	0,02	1,14 ± 0,04	1,07 ± 0,02	1,9	0,05	0,75 ± 0,05	0,82 ± 0,04	1,3	0,2

les juvéniles devrait être plus faible que chez les adultes. À Anticosti, il a été observé que les faons qui survivaient à l'hiver étaient 25 % plus lourds en début d'hiver que ceux qui ne survivaient pas (Taillon et collab., 2006).

Une réduction de la qualité des ressources à l'automne a tendance à diminuer l'accumulation de masse durant cette période (Hjeljord et Histøl, 1999). Nous avons observé que les cerfs accumulent moins de masse à l'automne qu'il y a 25 ans. À la mi-novembre, les mâles et les femelles des années 2000 étaient respectivement 11 % et 7 % plus légers qu'en 1977-1979. Une telle réduction de la masse corporelle pendant la période de reproduction pourrait mener à une réduction de l'effort de reproduction chez les mâles (Mysterud et collab., 2004) et pourrait également affecter la probabilité d'ovulation chez les femelles (Cook et collab., 2004).

**Reproduction**

Une réduction de la masse corporelle entraîne généralement une augmentation de l'âge à la première reproduction et décroît la fertilité des femelles (Albon et collab., 1986; Côté et Festa-Bianchet, 2001; Coulson et collab., 2004). En 1980, Goudreault avait démontré que les femelles de l'île d'Anticosti possédaient le taux de fertilité le plus bas des populations de cerfs de Virginie à haute densité du nord-est de l'Amérique du Nord. Par contre, depuis les années 1970, le patron de reproduction a varié de façon inattendue considérant la diminution de la masse corporelle observée à la fin de l'automne pour les femelles. La probabilité de conception a augmenté de 15 % chez tous les groupes d'âge, alors que la proportion de jumeaux a chuté de 15 % chez les femelles de ≥ 3,5 ans, le groupe d'âge le plus susceptible d'en produire à Anticosti (tableau 2). Globalement, le taux d'ovulation est resté inchangé. Ces résultats suggèrent qu'en produisant un seul faon au lieu de deux, les femelles conserveraient davantage de réserves corporelles et augmenteraient ainsi la probabilité de se reproduire chaque année, c'est-à-dire qu'elles feraient un compromis entre la taille de la portée et le succès de reproduction.

Dans l'ensemble, nous n'avons pas observé d'effet négatif d'une diminution de la masse corporelle sur les performances reproductives des femelles. Cependant, les résultats sur le nombre d'ovulations ne reflètent pas nécessairement le nombre de faons qui ont survécu jusqu'à la fin du sevrage. Ainsi, il est possible qu'une diminution de la masse corporelle des femelles retarde la date de mise bas au prin-

temps, diminue la masse à la naissance des faons et augmente la mortalité néonatale (Klein, 1970; Cook et collab., 2004; Adams, 2005).



Depuis les années 1970, une diminution du nombre de jumeaux produits par les femelles adultes de l'île d'Anticosti est observée, mais la probabilité de concevoir a pour sa part augmenté.

**Conclusion**

À la suite de l'introduction et de la croissance rapide d'une population de cervidés, pendant combien de temps la densité peut-elle demeurer élevée avant qu'une dégradation de l'habitat n'affecte négativement les individus? L'expérience d'Anticosti nous apprend que de fortes densités peuvent persister longtemps, la grande plasticité des cerfs leur permettant de tolérer une diminution importante des ressources. À Anticosti, toutefois, il n'est pas encore certain que les hautes densités continuent de persister avec un accroissement de la dégradation de l'habitat. Quelle sera la limite à la plasticité des cerfs? Des résultats préliminaires montrent que lorsque les conditions alimentaires s'améliorent, la masse des cerfs à Anticosti augmente rapidement (Simard et collab., données non publiées). Il est donc probable que si la disponibilité de nourriture augmente, la diminution de masse observée au cours des dernières années se renverse. Si notre étude ne peut prédire le futur de la population de cerfs d'Anticosti, elle nous démontre par contre l'incroyable adaptabilité du cerf de Virginie, ainsi que sa capacité à survivre et à se reproduire lorsque la disponibilité des ressources est faible.

## Remerciements

Nous voulons remercier spécialement les pourvoyeurs, guides et chasseurs de l'île d'Anticosti sans qui la réalisation de cette étude n'aurait pas été possible. Notre projet de recherche a été financé par la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Produits forestiers Anticosti de l'Université Laval. A. Simard a reçu des bourses du Fonds de la recherche sur la nature et les technologies du Québec, de la Fondation de l'Université Laval, de l'Association des biologistes du Québec, de la Fondation de la faune du Québec et de la Fédération de la faune du Québec. Nous remercions F. Goudreault, F. Potvin et A. Gingras pour le partage de données, G. Daigle pour les conseils statistiques et A. Lusier pour les estimations d'âge. Nous sommes reconnaissants envers M. Festa-Bianchet et J.-P. Tremblay pour leurs commentaires sur le manuscrit. Merci à P. Beauchemin, R. Lemieux, M. Lépine, F. Messier, M. Morasse, C. Pichette et N. Samson pour la prise de données de 1976 à 1979 et à C. Ayotte, M.-H. Cloutier, D. Duteau, G. Gagnon, M. Huot, N. Marois, D. Morin, M.-E. Paquet, C. Pinnel, M. Renière et L. Plourde pour la prise de données de 2002 à 2004. ◀

## Références

- ADAMS, L., 2005. Effects of maternal characteristics and climatic variation on birth masses of Alaskan caribou. *Journal of Mammalogy*, 86: 506-513.
- ALBON, S.D., B. MITCHELL, B.J. HUBY et D. BROWN, 1986. Fertility in female red deer (*Cervus elaphus*): the effects of body-composition, age and reproductive status. *Journal of Zoology*, 209: 447-460.
- BOUCHER, S., M. CRÊTE, J.-P. OUELLET, C. DAIGLE et L. LESAGE, 2004. Large-scale trophic interactions: White-tailed deer growth and forest understory. *Écoscience*, 11: 286-295.
- CLUTTON-BROCK, T.H., F.E. GUINNESS et S.D. ALBON, 1982. Red deer. Behavior and ecology of two sexes. University of Chicago Press, Chicago, 378 p.
- COOK, J.G., B.K. JOHNSON, R.C. COOK, R.A. RIGGS, T. DELCURTO, L.D. BRYANT et L.L. IRWIN, 2004. Effects of summer-autumn nutrition and parturition date on reproduction and survival of elk. *Wildlife Monographs*, 155: 1-61.
- CÔTÉ, S.D. et M. FESTA-BIANCHET, 2001. Reproductive success in female mountain goats: the influence of age and social rank. *Animal Behaviour*, 62: 173-181.
- CÔTÉ, S.D., T.P. ROONEY, J.-P. TREMBLAY, C. DUSSAULT et D.M. WALLER, 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35: 113-147.
- COULSON, T., F. GUINNESS, J. PEMBERTON et T. CLUTTON-BROCK, 2004. The demographic consequences of releasing a population of red deer from culling. *Ecology*, 85: 411-422.
- CRÊTE, M., J.-P. OUELLET et L. LESAGE, 2001. Comparative effects on plants of caribou/reindeer, moose and white-tailed deer herbivory. *Arctic*, 54: 407-417.
- GINGRAS, A., 2002. Plan de gestion du cerf de Virginie 2002-2008. Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord. Société de la faune et des parcs du Québec, Québec.
- GOUDREAU, F., 1980. Reproduction et dynamique de la population de cerfs de l'île d'Anticosti. Mémoire de maîtrise en biologie, Université Laval, Québec, 121 p.
- HAMLIN, K.L., D.F. PAC, D.A. SIME, R.M. DESIMONE et G.L. DUSEK, 2000. Evaluating the accuracy of ages obtained by two methods for Montana ungulates. *Journal of Wildlife Management*, 64: 441-449.
- HJELJORD, O. et T. HISTØL, 1999. Range-body mass interactions of a northern ungulate - a test of hypothesis. *Oecologia*, 119: 326-339.
- HUOT, J., 1982. Body condition and food resources of white-tailed deer on Anticosti Island, Québec. Thèse de doctorat, University of Alaska, Fairbanks, AK, 240 p.
- KLEIN, D.R., 1970. Food selection by North American deer and their response to over-utilisation of preferred plant species. Dans Watson, R.S. (édit.), *Animal populations in relation to their food resources*. Blackwell, Oxford and Edinburgh, UK, pp. 25-44.
- KRAFFT, B.A., K.M. KOVACS, A.K. FRIE, T. HAUG et C. LYDERSEN, 2006. Growth and population parameters of ringed seals (*Pusa hispida*) from Svalbard, Norway, 2002-2004. *Journal of Marine Science*, 63: 1136-1144.
- LAIDER, K.L., J.A. ESTES, M.T. TINKER, J. BODKINS, D. MONSON et K. SCHNEIDER, 2006. Patterns of growth and body condition in sea otters from Aleutian archipelago before and after the recent population decline. *Journal of Animal Ecology*, 75: 978-989.
- LANGVATN, R., 1992. Analysis of ovaries in the studies of reproduction in red deer (*Cervus elaphus*, L.): applications and limitations. *Rangifer* 12: 67-91.
- LESAGE, L., M. CRÊTE, J. HUOT et J.-P. OUELLET, 2001. Evidence for a trade-off between growth and body reserves in northern white-tailed deer. *Oecologia* 126: 30-41.
- MARIE-VICTORIN, f. et f. ROLLAND-GERMAIN, 1969. Flore de l'Anticosti-Minganie. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Québec, 532 p.
- MCCULLOUGH, D.R., 1999. Density dependence and life-history strategies of ungulates. *Journal of Mammalogy*, 80: 1130-1146.
- MYSTERUD, A., R. LANGVATN et N.C. STENSETH, 2004. Patterns of reproductive effort in male ungulates. *Journal of Zoology*, 264: 209-215.
- OLOFSSON, J., 2006. Short- and long-term effects of changes in reindeer grazing pressure on tundra heath vegetation. *Journal of Ecology*, 94: 431-440.
- PIMLOTT, D.H., 1963. Influence of deer and moose on boreal forest vegetation in two areas of eastern Canada. Dans Transactions of the 6<sup>th</sup> Congress of the International Union of Game Biologists. The Nature Conservancy, Bournemouth, UK, pp. 105-116.
- POTVIN, F., P. BEAUPRÉ et G. LAPRISE, 2003. The eradication of balsam fir stands by white-tailed deer on Anticosti Island Québec: A 150-year process. *Écoscience*, 10: 487-495.
- REED, A. et N. PLANTE, 1997. Decline in body mass, size, and condition of greater snow geese, 1975-94. *Journal of Wildlife Management*, 61: 413-419.
- SAS INSTITUTE INC., 2003. The SAS system for Windows, release 9.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sauvé, D.G. and S.D. Côté, 2007. Winter forage selection in white-tailed deer at high density: Balsam fir is the best of a bad choice. *Journal of Wildlife Management*, 71: 911-914.
- SKOGLAND, T., 1990. Density dependence in a fluctuating wild reindeer herd; maternal vs. offspring effects. *Oecologia*, 84: 442-450.
- TAILLON, J., D.G. SAUVÉ et S.D. CÔTÉ, 2006. The effects of decreasing winter diet quality on foraging behavior and life-history traits of white-tailed deer fawns. *Journal of Wildlife Management*, 70: 1445-1454.
- THERRIEN, J.-F., 2006. Allocation des ressources maternelles en fonction de la compétition intraspécifique chez le cerf de Virginie. Mémoire de maîtrise en biologie, Université Laval, Québec, 72 p.
- Toigo, C., J.M. Gaillard, G. Van Laere, M. Hewison et N. Morellet, 2006. How does environmental variation influence body mass, body size, and body condition? Roe deer as a case study. *Ecography* 29, 301-308.
- Tremblay, J.-P., I. Thibault, C. Dussault, J. Huot, et S.D. Côté, 2005. Long-term decline in white-tailed deer browse supply: can lichens and litterfall act as alternative food sources that preclude density-dependent feedbacks? *Canadian Journal of Zoology*, 83: 1087-1096.
- Tremblay, J.P., J. Huot, F. Potvin et S.D. Côté. 2007. Relations entre l'abondance du cerf de Virginie et la dynamique de régénération des forêts de l'île d'Anticosti. *Naturaliste Canadien*, 133 (2): 26-32.
- Webster, C.R., M.A. Jenkins et J.H. Rock, 2005. Long-term response of spring flora to chronic herbivory and deer exclusion in Great Smoky Mountains National Park, USA. *Biological Conservation*, 125: 297-307.