TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS i
RÉSUMÉ ii
TABLE DES MATIÈRES iii
LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES v
INTRODUCTION 1
1. Le dimorphisme sexuel de taille chez les mammifères 1
2. Le rôle du dimorphisme sexuel de taille 2
2.1. Trois théories 2
2.2. Facteurs influençant le dimorphisme sexuel de taille 4
3. Modèles de croissance menant au dimorphisme sexuel de taille 5
4. Cas de la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*) 9
4.1. Présentation générale 9
4.2. Le dimorphisme sexuel de taille chez la mouffette rayée 10
5. Objectif 11
6. Prédictions 11
ONTOGENY OF SEXUAL SIZE DIMORPHISM IN STRIPED SKUNK (*Mephitis mephitis*) 18
ABSTRACT 20
INTRODUCTION 23
MATERIALS AND METHODS 26
RESULTS 27
DISCUSSION 28
ACKNOWLEDGEMENTS 31
LITERATURE CITED 32
FIGURE LEGENDS 37
CONCLUSION 39
BIBLIOGRAPHIE 42

LISTE DES TABLEAUX

Cas de la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*)

Tableau 1: Données morphométriques du poids des mouffettes en Amérique du Nord.....11

Prédictions

Tableau 2: Test des hypothèses de différence à la naissance, du taux et ou de la durée de croissance permettant d'expliquer l'origine ontogénique du dimorphisme sexuel de taille en faveur des mâles ou des femelles (*) chez 31 espèces de mammifères…….....13

LISTE DES FIGURES

Modèle de croissance menant au dimorphisme sexuel de taille

Figure 1: Modèles des trois hypothèses pouvant expliquer le dimorphisme sexuel de taille des mammifères.....7

Ontogeny of sexual size dimorphism in striped skunks (*Mephitis mephitis*)

Figure 1: Masse des mâles (Δ) et des femelles (O) mouffettes rayées (*Mephitis mephitis*) nées en captivité au Manitoba, Canada, 2002-2003. (*) indique que la différence entre les mâles et les femelles est significative. [Body mass of male (Δ) and female (O) striped skunks (*Mephitis mephitis*) born in captivity in Manitoba, Canada, 2002-2003. (*) indicates when the difference between males and females is significant.].....38

Figure 2: Longueur de la tête et du corps des mâles (Δ) et des femelles (O) mouffettes rayées (*Mephitis mephitis*) nées en captivité au Manitoba, Canada, 2002-2003. (*) indique que la différence entre les mâles et les femelles est significative. [Head and body length of male (Δ) and female (O) striped skunks (*Mephitis mephitis*) born in captivity in Manitoba, Canada, 2002-2003. (*) indicates when the difference between males and females is significant.].....38

INTRODUCTION

1. Le dimorphisme sexuel de taille chez les mammifères

Le dimorphisme sexuel est une différenciation de taille, forme, coloration ou ornementation entre les mâles et les femelles de la même espèce (Jarman 1983, Fairbairn 1997). Chez la plupart des espèces animales, surtout chez les invertébrés et les vertébrés poïkilothermes (e.g. araignées, insectes, poissons, amphibiens, reptiles), les femelles sont généralement plus grandes que les mâles (Ralls 1976, Ranta et al. 1994, Schwarzkopf 2005). Chez les mammifères le dimorphisme sexuel en faveur des mâles prédomine (Trivers 1972, Ralls 1977, Alexander et al. 1979, Jarman 1983). En général, le dimorphisme sexuel favorisant les mâles augmente avec la taille corporelle (Fairbairn 1997, Aboudheif et Fairbairn 1997, Weckerly 1998, Smith et Cheverud 2002). Le plus grand dimorphisme de masse est atteint chez les familles de Elephantidae, Macropodidae, Mustelidae, l'ordre des Primates et les sous ordres Ruminantia et Pinnipedia (Ralls 1977, Alexander et al. 1979, Fairbairn 1997, Weckerly 1998). Les différences sexuelles de taille sont plus grandes chez les Otaridae que chez tous les autres mammifères, avec les mâles atteignant jusqu'à cinq fois la taille des femelles (Weckerly 1998).

2. Le rôle du dimorphisme sexuel de taille

2.1. Trois théories

Le développement et la fonction du dimorphisme sexuel ont été le sujet de nombreux débats (Kennedy et al. 1980, Mitani et al. 1996). Plusieurs suggestions ont été faites afin de l'expliquer, cependant la plupart peuvent être réparties dans trois principales théories (Soderquist 1995, Pérez-Barberia et al. 2002, Hoogland 2003, Thom et al. 2004, Derocher et al. 2005).

La première théorie est la sélection sexuelle (Clutton-Brock 2007) qui est l'explication la plus fréquemment citée pour l'évolution du dimorphisme sexuel. Elle peut agir de deux façons. La première façon est par la sélection épigamique ou intersexuelle où les femelles choisissent de se reproduire avec certains mâles plutôt que d'autres (Darwin 1859, 1871, Ralls 1976, Hedrick et Temeles 1989). La deuxième façon est par la sélection intrasexuelle où les mâles entrent en compétition entre eux pour se reproduire avec les femelles. Selon cette hypothèse, la plus grande taille des mâles peut donc être sélectionnée en raison de l'avantage obtenu lors du combat pour l'accès aux femelles ce qui leur permet d'augmenter leur succès reproducteur en maintenant un accès exclusif à plusieurs partenaires (Darwin 1871, Clutton-Brock et al. 1977, Erlinge 1979, Moors 1980). Cette théorie est appuyée par le fait que le dimorphisme sexuel est étroitement relié à la polygynie (Ralls 1977, Lande 1980, Jarman 1983, Weckerly 1998, Pérez-Barberia et al. 2002, Vanpé et al. 2008) qui est le système de reproduction typique des mammifères (Clutton-Brock et al. 1977, Clutton-Brock et Harvey 1978, Clutton-Brock 1989).

Une deuxième théorie suggère que les différences intrinsèques dans le rôle reproducteur des mâles et des femelles peuvent aussi conduire au dimorphisme (Hedrick et Temeles 1989). Chez les mammifères, c'est généralement la femelle qui subit les coûts de la gestation et de la lactation (Clutton-Brock et Harvey 1978). Celle-ci a donc avantage à concentrer son énergie sur la reproduction plutôt que sur sa propre croissance (Laws 1956, Erlinge 1979, Moors 1980, Powell et Leonard 1983, Price 1984). À l'inverse, le mâle a souvent un rôle dans la défense territoriale (Kennedy et Lindsay 1984) et a donc avantage à investir dans sa croissance (Loison et al. 1999). Cette théorie est en accord avec la théorie de l'investissement parental qui prédit que les membres du sexe investissant le moins dans la reproduction entrent en compétition entre eux pour l'accès à ceux qui investissent le plus (Trivers 1972).

Une troisième théorie pouvant expliquer le rôle du dimorphisme sexuel, qui réfère à la sélection naturelle, est la diminution de la compétition intersexuelle (Fairbairn 1997, Post et al. 1999). En effet, des tailles différentes des mâles et des femelles permettent l'occupation différente des niches écologiques. Certains auteurs suggèrent que les différences de niches sont le résultat plutôt que la cause du dimorphisme sexuel, ce qui a engendré de nombreux débats (Erlinge 1979, Moors 1980, Ralls et Harvey 1985, Shine 1989, McDonald 2002).

Le dimorphisme sexuel de taille peut évoluer en adéquation avec chacune de ces théories ou à une combinaison de ces forces sélectives agissant ensemble ou de manière séquentielle (Shine 1989, Mahoney et al. 2001, Karubian et Swaddle 2001, Thom et al. 2004, Isaac 2005). Au sein d'un même ordre, les sexes peuvent en effet être influencés par

deux forces évolutives différentes. Chez les primates par exemple, le modèle de croissance des mâles répondrait à la sélection sexuelle alors que celui des femelles serait dirigé par la sélection naturelle (Leigh 1992).

2.2. Facteurs influençant le dimorphisme sexuel de taille

Le niveau de dimorphisme peut aussi varier selon plusieurs facteurs (Dobson et Wigginton 1996, Post et al. 1999, Isaac 2005) tels que les variables climatiques et de latitudes (Ralls et Harvey 1985, Shine 1989, Isaac et Johnson 2003), la disponibilité des ressources (Clutton-Brock et al. 1987, Schillaci et Stallmann 2005), la densité de la population (Clutton-Brock et Harvey 1978, Leblanc et al. 2001), la maladie (Pontier et al. 1998), l'utilisation de l'habitat (Clutton-Brock et al. 1987) et le système de reproduction (McElligott et al. 2001). De plus, la différence de taille entre les sexes peut avoir d'importantes conséquences sur l'écologie, le comportement, la dynamique de population et l'évolution des mammifères (Taylor 1997, Leblanc et al. 2001, Isaac 2005). Par exemple, les mâles ont des besoins énergétiques plus élevés que ceux des femelles (Fairbairn 1997) dû à des taux métaboliques plus importants et un coût élevé de la compétition intraspécifique pour l'accès aux femelles (Clutton-Brock et al. 1982, Leader-Williams et Ricketts 1982, Barboza et Bowyer 2000). Il en résulte une différence entre les sexes dans la qualité et le taux de prise de nourriture (Beier 1987, Shine 1989, Pérez-Barberia et Gordon 1999, Weir et Harestad 2005). Les paires plus dimorphiques ont un succès reproducteur plus élevé que les paires moins dimorphiques en raison de leur capacité à exploiter une plus grande diversité de ressources (Price 1984). Chez plusieurs espèces, ces différences de

Rapport-Gratuit.com

choix de nourriture s'ajoutent au fait que les femelles cherchent prioritairement un habitat offrant une protection contre la prédation des jeunes (Bleich et al. 1997) et peuvent expliquer les modèles de ségrégation sexuelle (Main et Coblentz 1990, Miquelle et al. 1992, Main et al. 1996, Li et Jiang 2008). Le dimorphisme sexuel peut aussi entraîner des différences de mortalité, les mâles généralement vivant moins longtemps que les femelles (Loison et al. 1999, Clutton-Brock et al. 2002). Chez les kudus (Bovidae: *Tragelaphus strepsiceros*), la grande taille des mâles les rend plus vulnérables aux pénuries, et la malnutrition qui en résulte augmente la susceptibilité aux autres causes de mortalité incluant la prédation (Owen-Smith 1993). Le dimorphisme sexuel peut également améliorer le potentiel de survie individuelle en permettant par exemple une habilité différente entre les sexes à se déplacer dans la neige, et donc une utilisation de la nourriture sur une plus grande proportion de l'aire de distribution (Telfer et Kelsall 1984).

3. Modèles de croissance menant au dimorphisme sexuel de taille

Bien que les avantages et les inconvénients évolutifs du dimorphisme sexuel soient nombreux, les mécanismes physiologiques et les modèles de croissance qui peuvent mener au dimorphisme sexuel de taille chez les adultes ne sont pas bien connus (Lammers et al. 2001). En effet, la plupart des études sur l'évolution du dimorphisme se sont faites sur les comparaisons des morphologies adultes (Badyaev et al. 2001, German et Stewart 2001, Farmer et German 2004, Schwarzkopf 2005). Ainsi, relativement peu d'études ont fourni un aperçu détaillé de l'ontogénie du dimorphisme (Leigh 1992, Festa Bianchet et al. 1996)

définie comme les modèles de croissance du mâle ou de la femelle qui produisent le dimorphisme de taille corporelle adulte (Leigh 1995). De plus, à ce jour, la majorité des études sur l'origine du dimorphisme sexuel de taille ont été réalisées soit sur des animaux à l'état sauvage entraînant un biais lors de la détermination de l'âge (Leberg et al. 1989) ou sur des petits échantillons en captivité (Heidt et al. 1968, Ben-David 1998, Mahoney et al. 2001, Derocher et al. 2005). L'information concernant les modèles de croissance est pourtant essentielle pour la compréhension du dimorphisme sexuel de taille chez les mammifères (Leigh et Shea 1995, German et Stewart 2001, Badyeve et al. 2001, Badyeve 2002, Isaac 2005). En effet, des niveaux similaires de dimorphisme de taille corporelle peuvent théoriquement être produits par des processus de développement différent (Leigh 1992, Leigh et Shea 1995, Badyeve et al. 2001, Smith et Cheverud 2002, Bercovitch et al. 2004).

Trois hypothèses de bases (Figure 1) peuvent expliquer l'origine ontogénique du dimorphisme sexuel de taille (Jarman 1983, Creighton et Strauss 1986, Badyeve et al. 2001, Schillaci et Stallmann 2005, Isaac 2005). La première hypothèse, l'hypothèse de différence à la naissance («birth-size hypothesis»), stipule que les mâles naissent plus gros que les femelles (Shine 1990, Badyaev 2002). Chez le lion de mer de Nouvelle-Zélande (Otariidae: *Phocarctos hookeri*) par exemple, les mâles sont généralement plus lourds à la naissance que les femelles (Chilvers et al. 2007). Ceci peut refléter chez certaines espèces des différences de longueur de gestation en faveur des mâles (Creighton et Strauss 1986, Zschokke et Baur 2002).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

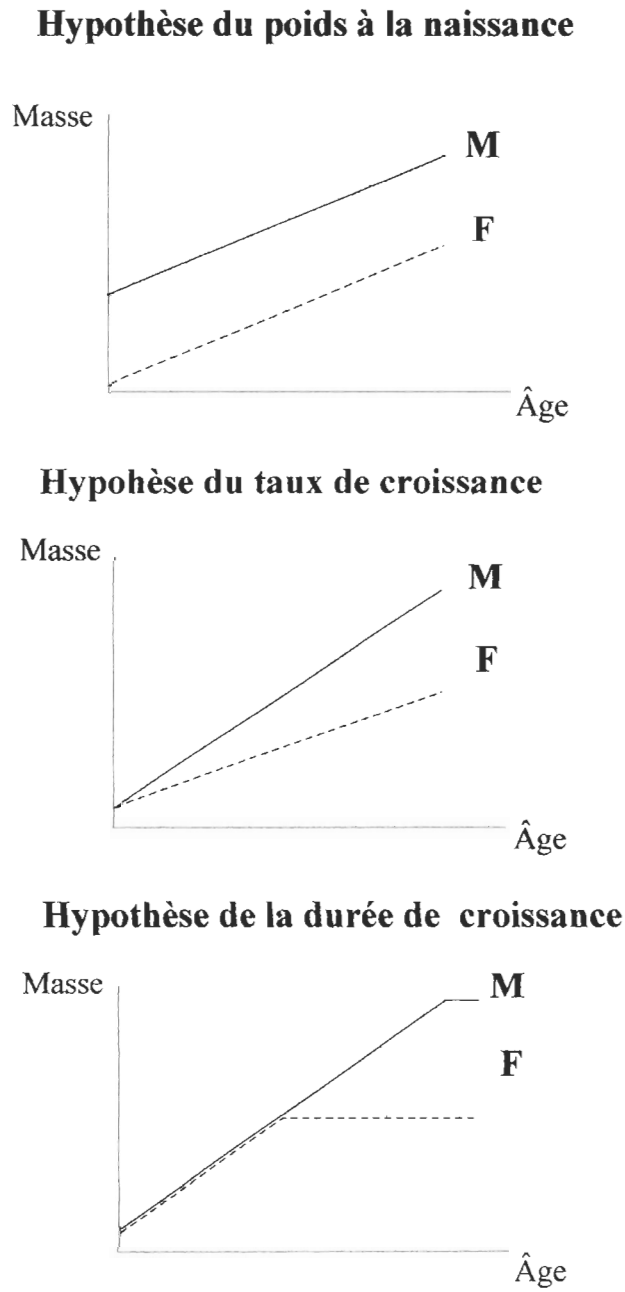


Figure 1. Modèles des trois hypothèses pouvant expliquer le dimorphisme sexuel de taille des mammifères

La deuxième hypothèse, l'hypothèse du taux de croissance («growth-rate hypothesis»), suggère que les mâles grandissent plus rapidement que les femelles (Andersson 1994). Cette hypothèse a été montrée comme étant la cause majeure du dimorphisme chez le bœuf musqué (Bovidae: *Ovibos moschatus*) (Peltier et Barboza 2003). L'une des principales raisons pouvant expliquer pourquoi des organismes grandissent plus vite que d'autres est la différence entre les mécanismes physiologiques (Case 1978).

Enfin, la troisième hypothèse, l'hypothèse du bimaturisme («growth-length hypothesis»), suggère que les mâles croissent plus longtemps que les femelles (Stamps et Krishnan 1997); les deux sexes ayant la même masse à la naissance et le même taux de croissance. Chez l'ours polaire (Ursidae: *Ursus maritimus*), cette différence entre les sexes dans la durée de croissance est la principale cause de dimorphisme de longueur et de masse (Derocher et Wiig 2002). Le bimaturisme peut être dû au fait que soit les membres du plus grand sexe requièrent plus de temps pour atteindre une grande taille (Ghiselin 1974, Alexander et al 1979, Andersson 1994) soit qu'ils retardent la maturité afin d'acquérir assez d'habilité et de connaissances pour se reproduire avec succès (Wiley 1974, Selander 1965).

En pratique, il est difficile de trouver des espèces où les mâles et les femelles diffèrent seulement de par un paramètre de croissance (Stamps 1993). En effet il est fréquent que ces hypothèses agissent de manière combinée, comme chez les babouins (Cercopithecidae: *Papio cynocephalus*) par exemple, où les mâles grandissent plus vite et ont aussi une croissance plus longue que les femelles (Altmann et Alberts 2005).

Il ne semble pas y avoir de lien direct entre les trois théories évolutives du dimorphisme sexuel et les trois hypothèses de son origine. En effet, deux modèles de

croissance différents menant au dimorphisme sexuel, peuvent être reliés à la même théorie évolutive. C'est le cas chez l'ours noir (Ursidae: *Ursus americanus*) et l'éléphant d'Afrique (Elephantidae: *Loxodonta africana*), dont le dimorphisme est dû à une différence dans la durée de croissance et dans le taux de croissance respectivement, alors que ces deux espèces seraient dimorphiques en raison de la sélection sexuelle (Lee et Moss 1986, Mahoney et al. 2001).

4. Cas de la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*)

4.1. Présentation générale

La mouffette rayée est un mammifère carnivore appartenant à la famille des Mephitidae. On la retrouve au Sud du Canada, aux États-Unis ainsi qu'au Nord du Mexique. Elle est présente à des altitudes allant du niveau de la mer jusqu'à 1800m et est plus abondante sur les terres agricoles où il y a un bon apport de nourriture et un espace propice pour les terriers (Rosatte et Larivière 2003).

La saison de reproduction a lieu de mi-février à mi-avril. Les mâles mouffettes sont polygyniques, ils tentent de se reproduire avec plusieurs femelles et défendent leur harem contre l'intrusion d'autres mâles. Après la période de reproduction les mâles redeviennent solitaires et les femelles défendent leurs terriers (Verts 1967, Larivière et Messier 1998a). Les femelles ont une ovulation induite post-coïtale (Wade Smith et Richmond 1978). La période de gestation varie de 59 à 77 jours et les nouveau-nés naissent généralement entre mi-mai et début juin (Verts 1967, Larivière et Messier 1997). La taille des portées varie de

5 à 7 individus (Verts 1967, Wade Smith et Richmond 1978). Les jeunes sont sevrés 6-8 semaines après la naissance (Rosatte et Larivière 2003) et deviennent indépendants de leur mère à l'âge de 2-3 mois. Ils quittent généralement leur domaine natal entre juillet et septembre (Larivière et Messier 1997) et peuvent se reproduire dès le printemps suivant leur naissance. Les mouffettes ont une longévité de 2-4 ans à l'état sauvage (Verts 1967). Elles sont omnivores mais s'alimentent principalement d'insectes (Greenwood et al. 1999) et se nourrissent surtout du crépuscule à l'aube (Larivière et Messier 1997).

Les mouffettes utilisent plusieurs terriers en été comme site de repos, mais un seul terrier en hiver (Larivière et Messier 1998b, Larivière et al. 1999) période à laquelle elles entrent en dormance. Les femelles élèvent leurs jeunes dans des terriers (Larivière et Messier 1997).

4.2. Le dimorphisme sexuel de taille chez la mouffette rayée

Chez la moufette rayée, les mâles sont plus gros que les femelles (Tableau 1). Comme les mâles atteignent des poids deux fois plus élevés que ceux des femelles et sont aussi 10 % plus longs que les femelles (Verts 1967), cette espèce constitue un bon modèle pour tester l'hypothèse du poids à la naissance, l'hypothèse du taux de croissance et l'hypothèse de la durée de croissance relatives à l'origine du dimorphisme sexuel chez les mammifères carnivores.

Tableau 1. Données morphométriques du poids des mouffettes en Amérique du Nord

Lieu	Mâles (Kg)	Femelles (Kg)	Dimorphisme (%)	Références
Illinois	2.6	2.0	30	Verts 1967, Rue 1981
Manitoba	3.7 4.2	2.8 2.0	32 110	Aleksiuk et Stewart 1977
Manitoba	6.3	4.3	46	Larivière et al. 2005
Minnesota	3.8	2.8	36	Fuller et al. 1985
Saskatchewan	2.6	2.1	24	Larivière et Messier 1996
Toronto	4.5	3.0	50	Rosatte et al. 1991
Moyenne	**4.0**	**2.7**	**48**	

5. Objectif

Les patrons de croissance conduisant au dimorphisme sexuel demeurent inconnus. L'objectif de l'étude est d'examiner les facteurs de développement ontogénique pouvant mener au dimorphisme sexuel de taille chez ce mammifère carnivore.

6. Prédictions

D'après la littérature, sur 9 espèces de mammifères carnivores (Tableau 2), où l'origine du dimorphisme sexuel de masse corporelle a été examinée, 6 espèces étaient dimorphiques de par une différence dans la durée de croissance entre les sexes. On s'attend donc à ce que le dimorphisme sexuel chez la mouffette rayée origine en partie de la différence sexuelle dans la durée de croissance. De plus, sur 11 espèces de mammifères où

les trois hypothèses de l'origine du dimorphisme sexuel ont été testées, 6 devaient leur dimorphisme à au moins deux des trois hypothèses. On en déduit que les trois hypothèses de l'origine ontogénique du dimorphisme sexuel de la mouffette rayée ne sont pas mutuellement exclusives. De plus, la mouffette rayée a une durée de vie de 3 ans à l'état sauvage (Verts 1967) et une plus grande taille des mâles augmente leur succès reproducteur (Hwang et al. 2007). Il est donc préférable pour les mâles d'obtenir une grande taille rapidement et l'on peut s'attendre à ce que l'hypothèse du poids à la naissance mais aussi celle du taux de croissance soient impliquées.

Tableau 2: Test des hypothèses de différence à la naissance, du taux et ou de la durée de croissance permettant d'expliquer l'origine ontogénique du dimorphisme sexuel de taille en faveur des mâles ou des femelles (*) chez 31 espèces de mammifères

Espèce	Taille de l'échantillon (individus)	Variable	Hypothèse(s) testée(s)	Hypothèse(s) supportée(s)	Référence
Artiodactyles					
Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*)	9	Masse corporelle	Taux	Taux	Peltier et Barboza 2003
Cerf élaphe (*Cervus elaphus*)	622	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Loison et al. 1999
Daim (*Dama dama)*	153	Masse corporelle	Différence à la naissance Taux	Différence à la naissance Taux	Bigersson et Ekvall 1997
Orignal (*Alces alces*)	24 420	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Garel et al. 2006
Carnivores					
Belette (*Mustela nivalis*)	4	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Taux	Heidt et al. 1968
Hermine (*Mustela erminea*)	1599	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Durée de croissance	King et Moody 1982
Lynx roux (*Lynx rufus*)	161	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Taux	Crowe 1975

Ours brun (*Ursus arctos*)	-	Masse et longueur corporelle	Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Kingsley et al. 1988
Ours noir (*Ursus americanus*)	2459	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Mahoney et al. 2001
Ours polaire (*Ursus maritimus*)	659	Masse et longueur corporelle	Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Derocher et Wiig 2002
Ours polaire (*Ursus maritimus*)	773	Masse et longueur corporelle, longueur et largeur de la tête, poils des pattes avant	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Derocher et al. 2005
Putois marbré (*Vormela peregusna*)	3	Masse et longueur corporelle, longueur de la queue	Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Ben-David 1998
Raton laveur (*Procyon lotor*)	141	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissamce	Gehrt et Fritzell 1999
Renard arctique (*Alopex lagopus*)	328	Masse et longueur corporelle	Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Prestrud et Nilssen 1995
Cétacés					
Marsouin (*Phocoena phocoena*) *	401	Masse et longueur corporelle, tour de taille	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Read et Tolley 1997

Rapport-Gratuit.com

Périssodactyles					
Rhinoceros Indien (*Rhinoceros unicornis*)	19	Masse corporelle	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Zschokke et Baur 2002
Pinnipèdes					
Lion de mer (*Eumetopias jubatus*)	517	Masse et longueur corporelle	Taux Durée de croissance	Taux (masse) Durée de croissance (masse, longueur)	Winship et al. 2001
Lion de mer de Nouvelle-Zélande (*Phocarctos hookeri*)	102	Masse et longueur corporelle, circonférence	Différence à la naissance Taux	Différence à la naissance	Chilvers et al. 2007
Morse de l'Atlantique (*Odobenus rosmarus rosmarus*)*	193	Masse et longueur corporelle	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Garlich-Miller et Stewart 1998
Primates					
Bonobo (*Pan paniscus*) Chimpanzé (*Pan troglodyte*) Gorille (*Gorilla gorilla*)	395	Masse corporelle	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Durée de croissance Taux Durée de croissance	Leigh et Shea 1995
Babouins (*Papio cynocephalus*)	113	Masse corporelle	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Altmann et Alberts 2005
Macaques (*Macaca orchreata*)	50	Masse et longueur corporelle, circonférence de la cuisse, largeur entre les canines	Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Schillaci et Stallmann 2005

Mandrill (*Mandrillus sphinx*)	31	Masse corporelle	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Wickings et Dixson 1992
Mandrill (*Mandrillus sphinx*)	87	Masse corporelle et longueur de la couronne	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Taux (masse) Durée de croissance (masse, couronne)	Setchell et al. 2001
Orang-outan (*Pongo pygmaeus*)	83	Masse corporelle	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Différence à la naissance Durée de croissance	Fooden et Izor 1983
Proboscidiens					
Eléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*)	130	Longueur du pied arrière	Différence à la naissance Taux	Taux	Lee et Moss 1986
Rongeurs					
Chinchilla à longue queue (*Chinchilla lanigera*)*	22	49 mesures du squelette	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Durée de croissance	Lammers et al. 2001
Cochon d'Inde (*Cavia porcellus*)	32	Mesures crâniennes	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Taux	Farmer et German 2004
Marmotte (*Marmota marmota*)	247	Masse corporelle	Taux	Taux	Allainé et al. 1998

Rat brun (*Rattus norvegicus*)	222	Masse de 4 muscles et de 6 organes	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Stewart et German 1999
Rongeurs d'Afrique (*Mastomys natalensis* et *M. Coucha*)	40	Masse et longueur corporelle, longueur de la queue, du pied arrière et de l'oreille	Différence à la naissance Taux Durée de croissance	Taux Durée de croissance	Jackson et van Aard 2003

ONTOGÉNIE DU DIMORPHISME SEXUEL DE TAILLE CHEZ LA MOUFFETTE RAYÉE (*Mephitis mephitis*)

[ONTOGENY OF SEXUAL SIZE DIMORPHISM IN STRIPED SKUNK (*Mephitis mephitis*)*]

*Soumis pour publication à Canadian Journal of Zoology (02/08)

February 10th, 2008

Send proof to:
Aurélie Renard
20 Montée du Parc,
Lac-Beauport, Québec
Canada, G3B 0L3
Ph. (418) 931-5786
Email: aurelieren@yahoo.com

Ontogeny of sexual size dimorphism in striped skunk (*Mephitis mephitis*)

Aurélie Renard, Sarah A. Medill and Serge Larivière

Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski (QC), Canada G5L 3A1 (AR, SL)
Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton (AB), Canada T6G 2E9, medill@ualberta.ca (SAM)
Cree Hunters and Trappers Income Security Board, Édifice Champlain, bureau 1110, 2700 boulevard Laurier, Sainte Foy (QC), Canada G1V 4K5, slariviere@osrcpc.ca (SL)

Ontogeny of sexual size dimorphism in striped skunk (*Mephitis mephitis*)

Aurélie Renard, Sarah A. Medill and Serge Larivière

ABSTRACT

Three main hypotheses can explain the origin of the sexual size dimorphism: 1) the birth-size hypothesis, which states that birth size of males is larger than that of females; 2) the growth-rate hypothesis, which states that males grow faster than females; 3) the growth-length hypothesis, which states that males grow for a longer period of time than females. We examined the factors that may contribute to sexual size dimorphism with growth data of striped skunks (*Mephitis mephitis*) held in captivity in Manitoba (Canada), from 7 to 72 days of age. At seven days of age, the mass of male skunks (mean = 79.7 g ±13.9 *SE*, n = 37) was significantly larger than that of females (mean = 71.2 g ± 15.0 *SE*, n = 35) but the head and body length was not statistically different between males (mean = 110.3 mm ± 8.0 *SE*, n = 37) and females (mean = 95.3 mm ± 7.4 *SE*, n = 35). There was no difference in growth rate for mass or for length between sexes. We were mot able to test for a difference in growth length between sexes. Our results suggest that mass dimorphism occurs early in life.

Ontogeny of sexual size dimorphism in striped skunk (*Mephitis mephitis*)

Aurélie Renard, Sarah A. Medill and Serge Larivière

RÉSUMÉ

Trois principales hypothèses peuvent expliquer l'origine du dimorphisme sexuel de taille: 1) l'hypothèse de la taille à la naissance qui stipule que les mâles naissent plus gros que les femelles; 2) l'hypothèse du taux de croissance qui suggère que les mâles grandissent plus vite que les femelles; 3) l'hypothèse de la durée de croissance qui prédit que les mâles croissent plus longtemps que les femelles. Nous avons examinés les facteurs pouvant contribuer au dimorphisme avec des données de croissance de mouffettes rayées (*Mephitis mephtis*), maintenues en captivité de la naissance jusqu'à 72 jours d'âge, au Manitoba (Canada). À 7 jours d'âge, la masse des mâles mouffettes (moyenne = 79.7 g ±13.9 *SE*, n = 37) était significativement plus grande que celle des femelles (moyenne = 71.2 g ± 15 *SE*, n = 35) mais la longueur n'était pas statistiquement différente entre les mâles (moyenne = 110.3 mm ± 8.0 *SE*, n = 37) et les femelles (moyenne = 95.3 mm ± 7.4 *SE*, n = 35). Il n'y avait pas de différence entre les sexes dans le taux de croissance ni pour la masse ni pour la longueur. Nous n'avons pas été en mesure de vérifier

si la durée de croissance différait entre les sexes. Nos résultats démontrent que le dimorphisme sexuel de masse apparaît au début du développement.

INTRODUCTION

Sexual dimorphism is defined as a difference in size, shape or color between males and females of the same species (Jarman 1983; Fairbairn 1997). Among mammals, sexual dimorphism is widespread, with males typically larger than females (Trivers 1972; Ralls 1977; Jarman 1983). Sexual dimorphism has important consequences on ecology, population dynamics, and behavior (Taylor 1997; Isaac 2005). Indeed, the difference in size between sexes can lead to differences in energetic needs (Fairbairn 1997), quality and rate of food intake (Shine 1989; Pérez-Barberia and Gordon 1999), sexual segregation (Miquelle et al. 1992) and mortality rates (Loison et al. 1999).

Three main hypotheses have been proposed to explain the evolution of sexual size dimorphism. The first one is that sexual dimorphism is a by-product of sexual selection. Specifically, it argues that larger male size is selected through competition for access to females (Moors 1980). This type of competition is specific to polygamous mammals (Weckerly 1998; Pérez-Barberia et al. 2002). A second hypothesis suggests that reproductive demands can lead to sexual dimorphism (Hedrick and Temeles 1989), with reduced body size allowing females to concentrate most energy in parturition and lactation (Moors 1980). In contrast, because

117 males seldom raise young, they invest energy in growth
118 (Trivers 1972; Loison et al. 1999). Finally, the third
119 hypothesis to explain sexual dimorphism refers to natural
120 selection in order to reduce intersexual competition for
121 resources (Fairbairn 1997). Under this hypothesis, male and
122 female size would differ allowing both sexes to access and
123 exploit different resources.

124 Although the adaptive benefits of sexual size
125 dimorphism have been widely discussed, the physiological
126 mechanisms and growth patterns that lead to adult sexual
127 size dimorphism are not well quantified. Instead, most
128 studies detail morphological comparisons at adult size.
129 Knowledge of the growth patterns leading to sexual
130 dimorphism improves our understanding of the evolutionary
131 explanations of sexual dimorphism and could be used to
132 compare various taxa (Creighton and Strauss 1986; Leigh and
133 Shea 1995; Taylor 1997). The information concerning growth
134 patterns is necessary to understand the origin of species
135 specific sexual dimorphism as different development
136 processes can lead to a similar level of adult size
137 dimorphism (Leigh and Shea 1995; Badyaev 2002; Isaac 2005).

138 Currently, three hypotheses can explain the development
139 of sex-specific differences in morphology within a species
140 (Jarman 1983; Isaac 2005). The first hypothesis, the birth-

Rapport-Gratuit.com

size hypothesis, simply predicts that males are larger than females at birth (Badyaev 2002). The second, the growth-rate hypothesis, suggests that males grow faster than females (Andersson 1994). The third hypothesis is the growth-length hypothesis which suggests that males grow for a longer period of time than females. Sexual size dimorphism at maturity may result from any one or a combination of these hypotheses (Stamps and Krishnan 1997). One study on New Zealand sea lion (Otariidae: *Phocarctos hookeri*) suggested that dimorphism may appear immediately at birth (Chilvers et al. 2007). However, another study on common chimpanzees (Hominidae: *Pan troglodytes*) indicates that growth rate may differ between the sexes (Leigh and Shea 1995).

The striped skunk (Carnivora: Mephitidae, *Mephitis mephitis)* is a medium-sized, terrestrial mammal that inhabits southern Canada, the United States and northern Mexico (Rosatte and Larivière 2003). Sexual size dimorphism is obvious in this species with adult males larger by about 40% in mass and 10% in length than females (Verts 1967). Large male skunks have greater reproductive success through increased access to more females than their smaller counterparts (Hwang et al. 2007*a*). To determine which factor during development can contribute to the size difference between males and females we compared the growth data of

165 striped skunks raised in control conditions (Hwang et al.
166 2005; Larivière et al. 2005).

167 **MATERIALS AND METHODS**

168 *Animals and facilities.*--Thirteen adult female striped
169 skunks were maintained at the Delta Waterfowl and Wetlands
170 Research Station located near Delta Marsh, Manitoba, Canada
171 (98°23'W, 50°11'N)in 2002-2003. Facilities and husbandry
172 protocol are detailed elsewhere (Larivière et al. 2005).
173 Adult females were fed a prepared diet for omnivorous
174 carnivores (Mazuri® Omnivore Zoo Feed A). When juvenile
175 skunks showed interest in consuming pelleted food, 100mL per
176 offspring of feed for young domestic dogs (Purina® puppy
177 chow, St. Louis, MO) was provided. The higher protein and
178 fat content of the additional food supplemented the feed and
179 young skunks easily consumed the smaller sized pellets.
180 Water was available ad libitum. This research was approved
181 by the Manitoba Wildlife Animal Care Committee (MWACC #2002-
182 03 and #2003-06) and the University of Saskatchewan Animal
183 Care Committee (UCACS #20020092).

184 *Data collection.*—Skunks were housed in groups
185 overwinter and left to breed on their own (Larivière et al.
186 2005). In the spring following birth, neonates were left
187 undisturbed for seven days to reduce the risk of stress-
188 related infanticide by the mother (Wade-Smith and Richmond

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1975). On day seven, offspring were weighed on a digital scale (Ohaus Navigator 8.100 g; Ohaus Corporation, Pine Brook, NJ) and measured. Body mass and head and body length were recorded every five days until it was no longer possible to handle them without anesthesia. At 52 days of age, skunks became very stressed when handled, often attempted to bite or discharge musk and were too mobile for accurate length measurements. At 72 days, recordings of mass were terminated for similar reasons. Thus, the experiment was terminated.

Statistical analyses.—We compared length and mass between males and females with a partially nested three-way analysis of variance with repeated measures, accounting for effect of mother on size of offspring. We used compound symmetry and unstructured forms for the within-subject variance covariance matrix. Compound symmetry was used to analyze data due to its smaller Aikaike's information criterion value (Wolfinger and Chang 1995). Normality was tested with a Shapirow-Wilk test and homoscedascity was verified. Mass data were log transformed because of normality failure. Tests were considered significant at $\alpha = 0.05$.

RESULTS

Thirteen females produced 72 offspring (37 males, 35

females) with an average litter size of 5.5 (SD = 1.05, range 4-8, n = 13; Larivière et al. 2005).

At seven days of age, the mass of male skunks (mean = 79.7 g ± 13.9 *SE*, n = 37) was significantly larger (f = 5.0, df = 70, $P = 0.03$) than that of females (mean = 71.2 g ± 15.0 *SE*, n = 35). Head and body length was not statistically different (f < 0.01, df = 70, $P > 0.9$) between males (mean = 110.3 mm ± 8.0 *SE*, n = 37) and females (mean = 95.3 mm ± 7.4 *SE*, n = 35).

Growth rate in both mass and length did not differ for all thirteen periods between males and females (df = 70, $P > 0.05$).

At 72 days of age both males and females were still gaining in mass and in length (Fig. 1). At this age, males weighed 1.2 kg and females 1.1 kg on average which was still much below adult mass in summer of ca. 2.6 kg and 2 kg for males and females respectively (Larivière and Messier 1996). Males and females length was on average 294.0 mm and 292.9 mm respectively while adult body length of both sexes is between 520 and 765 mm (Verts 1967).

DISCUSSION

If the ecological implications of sexual dimorphism have been extensively examined (Cabana et al. 1982; Isaac 2005), the origin of size dimorphism remains unclear. Using

data on captive striped skunks, we observed that sexual dimorphism in mass is apparent as early as seven days after birth with males being 12% larger than females.

Sexual dimorphism may result from differences in growth rate (Andersson 1994). However, for striped skunks, we were unable to find a difference in the growth rate of males and females between 7 and 72 days of age. Sexual dimorphism in mass and in length at the end of the study was 9.1% and 0.4% respectively, while adult sexual dimorphism in mass and in length is about 40% and 10% respectively (Verts 1967). It is possible that our analyses were impaired by fluctuations in growth rate over time. For example, growth rate could differ between sexes gradually at the later stages of development. A growth rate difference between sexes has been shown in least weasels (*Mustela nivalis*) leading to noticeably larger and heavier males than females starting six weeks after birth (Heidt et al. 1968). It is unclear what may enable this difference in growth rate. First, larger offspring may be able to nurse for longer periods, or may receive longer nursing times from the mother. Second, it is possible that other mechanisms (hormonal, physiological) help males gain mass faster than their female littermates (Case 1978). Thus, a difference in growth rate of length and mass may also contribute to the sexual size dimorphism in striped skunk.

In our study, we measured body mass until 72 days and head and body length until 52 days, but adult size is reached at 10 months of age (Wade-Smith and Verts 1982). To continue, the experiment would have required anesthesia every five days, which could have jeopardized the health of study animals. However, published support for the growth-length hypothesis shows that a difference in age at puberty between males and females is characteristic of at least some small mustelids. For examples, males of ermine (*Mustela erminea*), as well as marbled polecats (*Vormela peregusna*), grow for a longer period than females (King and Moody 1982; Ben-David 1998).

Parental investment theory suggests that females gain most by investing in the sex with the highest expected return on reproduction (Trivers 1972; Shine 1989). Striped skunks in the Canadian prairies are polygamous, and both males and females may breed with several members of the other sex (Verts 1967). However, because of constraints imposed by winter severity, female skunks seek shelter in groups to reduce energetic expenditures, whereas males seek female groups for breeding purposes (Hwang et al. 2007*b*). The resulting harems of female striped skunks may polarize the reproductive success of males, with a few males breeding numerous females, and numerous males having little or no

breeding success (see also Clutton-Brock 1989). Field evidence with striped skunks and other species suggests that male body size is positively correlated with harem size (Hwang et al. 2007*a;* see also Cabana et al. 1982), thus, investing in large male offspring would be an adaptive strategy for female skunks. Furthermore, life span of striped skunks rarely exceeds three years in the wild (Verts 1967). As a result, males must obtain a large body size rapidly in order to compete and reproduce before dying. Thus, a large size early in development may benefit males later in life.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank N. Dion and W. Gorsuch for help with data collection and A. Caron for statistical advice. S. Lavoie, L. Brind'Amour, B. Renard, M. Renard, A-M. Talleux, and R. Talleux provided financial support to A. Renard. This study was funded by the Delta Waterfowl Foundation and the Natural Sciences and Engineering Research Council through a discovery grant to S.L. The Cree Hunters and Trappers Income Security Board provided logistical support. M. Lavoie reviewed an earlier draft of this manuscript.

LITERATURE CITED

ANDERSSON, M. 1994. Sexual selection. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

BADYAEV, A. V. 2002. Growing apart: an ontogenetic perspective on the evolution of sexual size dimorphism. Trends Ecol. Evol. **17**: 369-378.

BEN-DAVID, M. 1998. Delayed implantation in the marbled polecat, *Vormela peregusna syriaca* (Carnivora, Mustelidae): evidence from mating, parturition, and post-natal growth. Mammalia, **62**: 269-283.

CABANA, G., A. FREWIN, R. H. PETERS, AND L. RANDALL. 1982. The effect of sexual dimorphism on variations in reproductive effort of birds and mammals. Am. Nat. **120**: 17-25.

CASE, T. J. 1978. On the evolution and adaptive significance of postnatal growth rates in the terrestrial vertebrates. Q. Rev. Biol. **53**: 243-282.

CHILVERS, B. L., B. C. ROBERTSON, I. S. WILKINSON, AND P. J. DUIGNAN. 2007. Growth and survival of New Zealand sea lions, *Phocartos hookeri*: birth to 3 months. Polar Biol. **30**: 459-469.

CLUTTON-BROCK, T. H. 1989. Mammalian mating systems. P. Roy. Soc. Lond. B. Bio. **236**: 339-372.

330 CREIGHTON, G. K., AND R. E. STRAUSS. 1986. Comparative patterns
331 of growth and development in cricetine rodents and the
332 evolution of ontogeny. Evolution, **40**: 94-106.
333 FAIRBAIRN, D. J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism:
334 patterns and process in the coevolution of body size in
335 males and females. Annu. Rev. Ecol. Syst. **28**: 659-687.
336 HEDRICK, A. V., AND E. J. TEMELES. 1989. The evolution of sexual
337 dimorphism in animals: hypotheses and tests. TREE, **4**:
338 136-138.
339 HEIDT, G. A., M. K. PETERSON, AND G. L. KIRKLAND, JR. 1968. Mating
340 behavior and development of the least weasels (*Mustela*
341 *nivalis*) in captivity. J. Mammal. **49**: 413-419.
342 HWANG, Y. T., S. LARIVIÈRE, AND F. MESSIER. 2005. Evaluating body
343 condition of striped skunks using non-invasive
344 morphometric indices and bioelectrical impedance
345 analysis. Wildlife Soc. B. **33**: 195-203.
346 HWANG, Y. T., S. LARIVIÈRE, AND F. MESSIER. 2007*a*. Local and
347 landscape level den selection of striped skunks on the
348 Canadian prairies. Can. J. Zool. **85**: 33-39.
349 HWANG, Y. T., S. LARIVIÈRE, AND F. MESSIER. 2007*b*. Energetic
350 consequences and ecological significance of
351 heterothermy and social thermoregulation in striped
352 skunks (*Mephitis mephitis*). Physiol. Biochem. Zool. **80**:
353 138-145.

ISAAC, J. L. 2005. Potential causes and life-history consequences of sexual size dimorphism in mammals. Mammal Rev. **35**: 101-115.

JARMAN, P. 1983. Mating system and sexual dimorphism in large, terrestrial, mammalian herbivores. Biol. Rev. **58**: 485-520.

KING, C. M., AND J. E. MOODY. 1982. The biology of the stoat (*Mustela erminea)* in the national parks of New Zealand. New Zeal. J. Zool. **9**: 49-144.

LARIVIÈRE, S., AND F. MESSIER. 1996. Immobilization of striped skunks with Telazol. Wildlife Soc. B. **24**: 713-716.

LARIVIÈRE, S., Y. T. HWANG, W. A. GORSUCH, AND S. A. MEDILL. 2005. Husbandry, over winter care and reproduction of captive striped skunks (*Mephitis mephitis*). Zoo Biol. **24**: 83-91.

LEIGH, S. R., AND B. T. SHEA. 1995. Ontogeny and the evolution of adult body size dimorphism in apes. Am. J. Primatol. **36**: 37-60.

LOISON, A., R. LANGVATN, AND E. J. SOLBERG. 1999. Body mass and winter mortality in red deer calves: disentangling sex and climate effects. Ecography, **22**: 20-30.

MIQUELLE, D. G., J. M. PEEK, AND V. VAN BALLENBERGHE. 1992. Sexual segregation in Alaskan moose. Wildlife Monogr. **122**: 1-57.

Rapport-Gratuit.com

378 MOORS, P. J. 1980. Sexual dimorphism in the body size of
379 mustelids (Carnivora): the roles of food habits and
380 breeding systems. Oikos, **34**: 147-158.
381 PÉREZ-BARBERIA, F. J., AND I. J. GORDON. 1999. Body size
382 dimorphism and sexual segregation in polygynous
383 ungulates: an experimental test with Soay sheep.
384 Oecologia, **120**: 258-267.
385 PÉREZ-BARBERIA, F. J., I. J. GORDON, AND M. PAGEL. 2002. The
386 origins of sexual dimorphism in body size in ungulates.
387 Evolution, **56**: 1276-1285.
388 RALLS, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models
389 and unanswered questions. Am. Nat. **111**: 917-938.
390 ROSATTE, R., AND LARIVIÈRE, S. 2003. Skunks (genera *Mephitis,*
391 *Spilogale,* and *Conepatus)*. *In* Wild mammals of North
392 America. Edited by G. A. Feldhamer, B. C. Thompson and
393 J. A. Chapman. Johns Hopkins University Press,
394 Baltimore, MD. pp. 692-707.
395 SHINE, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual
396 dimorphism: a review of the evidence. Q. Rev. Biol. **64**:
397 419-461.
398 STAMPS, J., AND V. V. KRISHNAN. 1997. Sexual bimaturation and
399 sexual size dimorphism in animals with asymptotic
400 growth after maturity. Evol. Ecol. **11**: 21-39.

TAYLOR, A. B. 1997. Relative growth, ontogeny, and sexual dimorphism in *Gorilla gorilla gorilla* and *G. g. beringei*: evolutionary and ecological considerations. Am. J. Primatol. **43**: 1-31.

TRIVERS, R. L. 1972. Parental investment and sexual selection. *In* Sexual selection and the descent of man 1871-1971. Edited by B. Campbell. Aldine Publishing Company, Chicago, IL. pp. 136-179.

VERTS, B. J. 1967. The biology of the striped skunk. University of Illinois Press, Urbana.

WADE-SMITH, J., AND M. E. RICHMOND. 1975. Care, management, and biology of captive striped skunks (*Mephitis mephitis*). Lab. Anim. Sci. **25**: 575-584.

WADE-SMITH, J., AND B. J. VERTS. 1982. *Mephitis mephitis*. Mammalian Species, **173**: 1-7.

WECKERLY, F. W. 1998. Sexual-size dimorphism: influence of mass and mating systems in the most dimorphic mammals. J. Mammal. **79**: 33-52.

WOLFINGER, R., AND M. CHANG. 1995. Comparing the SAS GLM and mixed procedures for repeated measures. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure legends:

FIG. 1.—: Body mass of male (Δ) and female (O) striped skunks (*Mephitis mephitis*) born in captivity in Manitoba, Canada, 2002-2003. (*****) indicates when the difference between males and females is significant.

FIG. 2.—: Head and body length of male (Δ) and female (O) striped skunks (*Mephitis mephitis*) born in captivity in Manitoba, Canada, 2002-2003. (*****) indicates when the difference between males and females is significant.

FIG. 1.

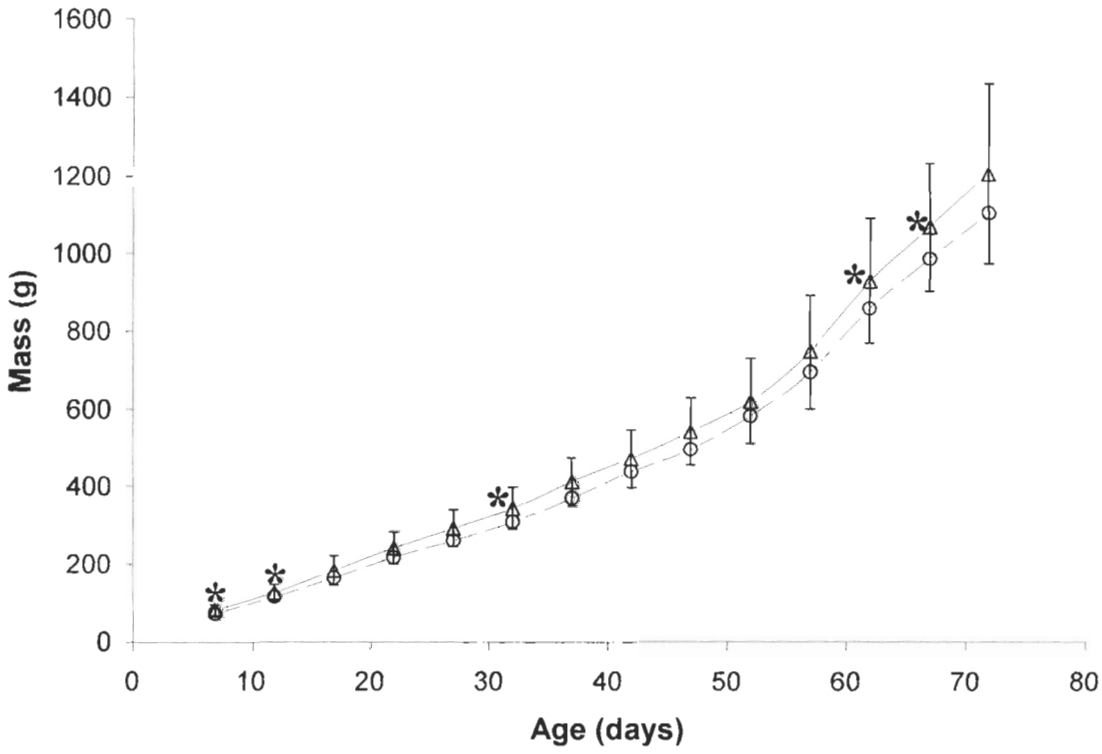
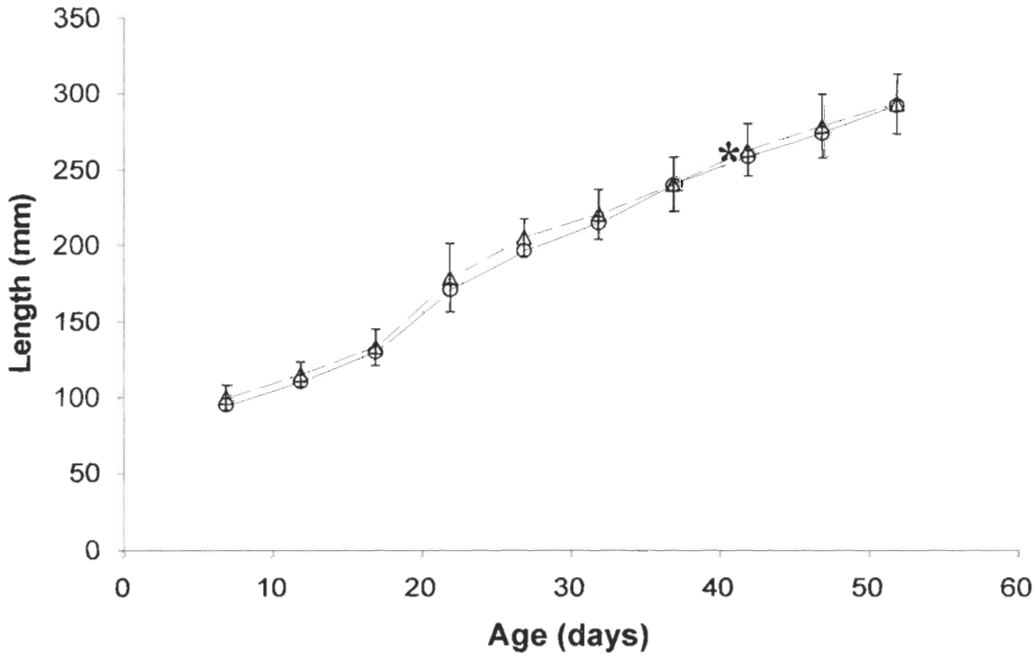

1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Mass (g)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Age (days)

FIG. 2.


350
300
250
200
150
100
50
0
Length (mm)
0
10
20
30
40
50
60
Age (days)

CONCLUSION

Le dimorphisme sexuel de taille est très répandu chez les mammifères (Ralls 1977, Alexander et al. 1979, Jarman 1983). L'étude sur la croissance de mouffettes rayées en captivité a permis de démontrer que chez ce carnivore, le dimorphisme sexuel de taille est dû notamment à une plus grande taille des mâles peu de temps après la naissance. Les résultats suggèrent également qu'un taux de croissance plus rapide et ou une durée de croissance plus longue des mâles doi(ven)t aussi contribuer au dimorphisme sexuel de taille chez cette espèce. Les mesures de croissance des mouffettes en captivité n'ont pu être réalisées jusqu'à la maturité. Il n'a donc pas été possible de tester si une différence plus tardive entre les sexes dans le taux et ou la durée de croissance contribue(nt) aussi au dimorphisme sexuel adulte chez la mouffette. Cependant, des études antérieures ont démontrées que ces deux hypothèses participent à l'apparition du dimorphisme sexuel de taille chez des espèces de mustelidés (Heidt et al. 1968; King et Moody 1982; Ben-David 1998). Il est donc probable qu'une croissance plus longue et ou plus rapide des mâles contribue(nt) au dimorphisme de la mouffette rayée.

Le dimorphisme sexuel de taille influence grandement l'écologie, le comportement et la dynamique des populations des espèces animales (Taylor 1997, Leblanc et al. 2001, Isaac 2005). La connaissance des modèles de croissance menant au dimorphisme sexuel aide à mieux comprendre les explications évolutionnaires du dimorphisme sexuel. L'étude avec les mouffettes rayées captives montre que plus d'une hypothèse doit mener au

dimorphisme sexuel chez cette espèce et nous suggère que plusieurs explications peuvent contribuer au dimorphisme sexuel de taille chez les mammifères carnivores.

L'étude comprend deux principales faiblesses. La première est de ne pas avoir pu mesurer les mouffettes à la naissance afin de ne pas entraîner d'infanticide par la mère et la seconde, d'avoir dû interrompre l'expérience avant l'atteinte de l'âge adulte. Pour pallier ce dernier manque de données il serait possible d'envisager l'utilisation de balance à plateau avec lecture à distance. De plus, des prises de mesures similaires sur des animaux à l'état sauvage pourraient être combinées aux observations en captivité et nous renseigneraient ainsi sur l'influence que peut jouer le stress lié à la recherche de nourriture sur la croissance. En effet, les conditions en captivité ne permettent pas de tester les effets des facteurs environnementaux (Allainé et al. 1998) et l'apport de nourriture ainsi que la possibilité ou le besoin de marcher des longues distances n'est pas le même (Zschokke et Baur 2002). Les conditions environnementales peuvent aussi influencer les sexes différemment et donc leur courbe de croissance. Chez le lynx roux (*Lynx rufus*) et le raton laveur (*Procyon lotor*) par exemples, il y a une plus grande corrélation entre les variations environnementales et la taille morphologique des mâles qu'avec celle des femelles (Kennedy et Lindsay 1984, Sikes et Kennedy 1992).

Chez certaines espèces, le dimorphisme de taille est en faveur des femelles (Ralls 1976, Ranta et al. 1994, Schwarzkopf 2005, Slagsvold et Sonerud 2008). Déterminer si les procédés de croissance des femelles pour atteindre une taille supérieure aux mâles sont les mêmes que ceux des espèces où le dimorphisme est en faveur des mâles, permettrait aussi de mieux comprendre les stratégies évolutives de ces différentes espèces.

D'autres types de dimorphisme sexuel tels que la différence de forme, de coloration ou d'ornementation entre les mâles et les femelles adultes de la même espèce existent (Jarman 1983, Fairbairn 1997). Des procédés ontogéniques spécifiques à chaque forme de dimorphisme et peut être même à chaque espèce, doivent permettre leur mise en place. Dans les cas où plus d'une forme de dimorphisme est présente chez une espèce, connaître le moment et le procédé d'apparition de chacun de ces dimorphismes, permettrait de mieux comprendre l'importance de chacun d'eux pour l'écologie de l'espèce. Ces études nous permettront enfin de continuer d'élucider les origines et de mieux comprendre les fonctions et caractéristiques des différences si importantes entre les mâles et les femelles.

BIBLIOGRAPHIE

ABOUDHEIF, E., ET D. J. FAIRBAIRN. 1997. A comparative analysis of allometry of sexual size dimorphism: assessing Rench's rule. The American Naturalist, 149:540-562.

ALEKSIUK, M., ET A. P. STEWART. 1977. Food intake, weight changes and activity of confined striped skunks (*Mephitis mephitis*) in winter. American Midland Naturalist, 98:331-342.

ALEXANDER, R. D., J. L. HOOGLAND, R. D. HOWARD, K. M. NOONAN, ET P. W. SHERMAN. 1979. Sexual dimorphism and breeding systems in pinnipeds, ungulates, primates and humans. Evolutionary Biology and Human social Behavior: An Anthropological Perspective (N. A. Chagnon and W. Irons, eds), pp.402-435. N. Scituate, MA: Duxbury Press.

ALLAINÉ, D., L. GRAZIANI, ET J. COULON. 1998. Postweaning mass gain in juvenile alpine marmots *Marmota marmota*. Oecologia, 113:370-376.

ALTMANN, J., ET S. C. ALBERTS. 2005. Growth rates in a wild primate population: ecological influences and maternal effects. Behavioral Ecology and Sociobiology, 57:490-501.

ANDERSSON, M. 1994. Sexual selection. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

BADYAEV, A. V. 2002. Growing apart: an ontogenetic perspective on the evolution of sexual size dimorphism. Trends in Ecology & Evolution, 17:369-378.

BADYAEV, A. V., L. A. WHITTINGHAM, ET G. E. HILL. 2001. The evolution of sexual size dimorphism in the House Finch III. Developmental basis. Evolution, 55:176-189.

BARBOZA, P. S., ET R. T. BOWYER. 2000. Sexual segregation in dimorphic deer: a new gastrocentric hypothesis. Journal of Mammalogy, 81:473-489.

BEIER, P. 1987. Sex differences in quality of white-tailed deer diets. Journal of Mammalogy, 68:323-329.

BEN-DAVID, M. 1998. Delayed implantation in the marbled polecat, *Vormela peregusna syriaca* (Carnivora, Mustelidae): evidence from mating, parturition, and post-natal growth. Mammalia, 62:269-283.

BERCOVITCH, F. B., M. J. BASHAW, C. G. PENNY, ET R. G. RIECHES. 2004. Maternal investment in captive giraffes. Journal of Mammalogy, 85:428-431.

BIGERSSON, B., ET K. EKVALL. 1997. Early growth in male and female fallow deer fawns. Behavioral Ecology, 8:493-499.

BLEICH, V. C., R. T. BOWYER, ET J. D. WEHAUSEN. 1997. Sexual segregation in mountain sheep: resources or predation? Wildlife Monographs, 134:1-50.

CASE, T. J. 1978. On the evolution and adaptive significance of postnatal growth rates in the terrestrial vertebrates. The Quarterly Review of Biology, 53:243-282.

CHILVERS, B. L., B. C. ROBERTSON, I. S. WILKINSON, ET P. J. DUIGNAN. 2007. Growth and survival of New Zealand sea lions, *Phocartos hookeri*: birth to 3 months. Polar Biology, 30:459-469.

CLUTTON-BROCK, T. H. 1989. Mammalian mating systems. Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences, 236:339-372.

CLUTTON-BROCK, T. H. 2007. Sexual selection in males and females. Science, 318:1882-1885.

CLUTTON-BROCK, T. H., T. N. COULSON, E. J. MILNER-GULLAND, D. THOMSON, ET H. M. ARMSTRONG. 2002. Sex differences in emigration and mortality affect optimal management of deer populations. Nature, 415:633-637.

CLUTTON-BROCK, T. H., F. GUINESS, ET S. D. ALBON. 1982. Red deer. Behaviour and ecology of two sexes. Edinburgh University press, Edinburgh, UK.

CLUTTON-BROCK, T. H., ET P. H. HARVEY. 1978. Mammals, resources and reproductive strategies. Nature, 273:191-195.

CLUTTON-BROCK, T. H., P. H. HARVEY, ET B. RUDDER. 1977. Sexual dimorphism, socionomic sex ratio and body weight in primates. Nature, 269:797-800.

CLUTTON-BROCK, T. H., G. R. IASON, ET F. E. GUINESS. 1987. Sexual segregation and density-related changes in habitat use in male and female red deer (*Cervus elaphus*). Journal of Zoology, London, 211:275-289.

CREIGHTON, G. K., ET R. E. STRAUSS. 1986. Comparative patterns of growth and development in cricetine rodents and the evolution of ontogeny. Evolution, 40:94-106.

CROWE, D. M. 1975. Aspects of ageing, growth, and reproduction of bobcats from Wyoming. Journal of Mammalogy, 56:177-198.

DARWIN, C. 1859. The origin of species by means of natural selection. John Murray, London.

DARWIN, C. 1871. The descent of man, and selection in relation to sex. John Murray, London.

DEROCHER, A., M. ANDERSEN, ET O. WIIG. 2005. Sexual dimorphism of polar bears. Journal of Mammalogy, 86:895-901.

DEROCHER, A. E., ET O. WIIG. 2002. Postanatal growth in body lengh and mass of polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. The Zoological Society of London, 256:343-349.

Rapport-Gratuit.com

DOBSON, F. S., ET J. D. WIGGINTON. 1996. Environmental influences on the sexual dimorphism in body size of western bobcats. Oecologia, 108:610-616.

ERLINGE, S. 1979. Adaptative significance of sexual dimorphism in weasels. Oikos, 33:233-245.

FAIRBAIRN, D. J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism: patterns and process in the coevolution of body size in males and females. Annual Review of Ecology and Systematics, 28:659-687.

FARMER, M. A., ET R. Z. GERMAN, 2004. Sexual dimorphism in the craniofacial growth of the guinea pig *(Cavia porcellus)*. Journal of Morphology, 259:172-181.

FESTA-BIANCHET, M., J. T. JORGENSON, W. J. KING, K. G. SMITH, ET W. D. WISHART. 1996. The development of sexual dimorphism: seasonal and lifetime mass changes in bighorn sheep. Canadian Journal of Zoology, 74:330-342.

FOODEN, J., ET R. J. IZOR. 1983. Growth curves, dental emergence norms, and supplementary morphological observations in known-age captive orangutans. American Journal of Primatology, 5:285-301.

FULLER, T. K., D. W. KUEHN, P. L. COY, ET R. K. MARKL. 1985. Physical characteristics of striped skunks in Northern Minnesota. Journal of Mammalogy, 66:371-374.

GAREL, M., E. J. SOLBERG, B-E. SAETHER, ET I. HERFINDAL. 2006. The length of growing season and adult sex ratio affect sexual size dimorphism in moose. Ecology, 87:745-758.

GARLICH-MILLER, J. L., ET R. E. A. STEWART. 1998. Growth and sexual dimorphism of Atlantic walruses (*Odobenus rosmarus rosmarus*) in Foxe basin, Northwest Territories, Canada. Marine mammal science, 14:803-818.

GEHRT, S. D., ET E. K. FRITZELL. 1999. Growth rates and intraspecific variation in body weights of racoons (*Procyon lotor*) in southern Texas. The American Midland Naturalist, 141:19-27.

GERMAN, R. Z., ET S. A. STEWART. 2001. Sexual dimorphism and ontogeny in primates. Pp. 207-222 dans Human evolution through developmental change (N. Minugh-Purvis et K. J. McNamara, eds.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

GHISELIN, M. T. 1974. The economy of nature and the evolution of sex. University of California Press, Berkeley, CA.

GREENWOOD, R. J., A. B. SARGEANT, J. L. PIEHL, D. ABUHL, ET B. A. HANSEN. 1999. Foods and foraging of prairie striped skunks during the avian nesting season. Wildlife Society Bulletin, 27:823-832.

HEDRICK, A. V., ET E. J. TEMELES. 1989. The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and tests. Tree, 4:136-138.

HEIDT, G. A., M. K. PETERSEN, ET G. L. KIRKLAND, JR. 1968. Mating behavior and development of least weasels (*Mustela nivalis*) in captivity. Journal of Mammalogy, 49:413-419.

HOOGLAND, J. L. 2003. Sexual dimorphism of prairie dogs. Journal of Mammalogy, 84:1254-1266.

HWANG, Y. T., S. LARIVIÈRE, ET F. MESSIER. 2007. Local and landscape level den selection of striped skunks on the Canadian prairies. Canadian Journal of Zoology, 85: 33-39.

ISAAC, J. L. 2005. Potential causes and life-history consequences of sexual size dimorphism in mammals. Mammal Review, 35:101-115.

ISAAC, J. L., ET C. N. JOHNSON. 2003. Sexual dimorphism and synchrony of breeding: variation in polygyny potential among populations in the common brushtail possum, *Trichosurus vulpecula*. Behavioral Ecology, 14:818-822.

JACKSON. T. P., ET R. J. VAN AARD. 2003. Sex-and species-specific growth patterns in cryptic african rodents, *Mastomys natalensis* and *M. Coucha*. Journal of Mammalogy, 84:851-860.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

JARMAN, P. 1983. Mating system and sexual dimorphism in large, terrestrial, mammalian herbivores. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 58: 485-520.

KARUBIAN, J., ET J. P. SWADDLE. 2001. Selection on females can create « larger males ». Proceedings: Biological Sciences, 268:725-728.

KENNEDY, M. L., M. L. BECK, ET T. L. BEST. 1980. Intraspecific morphologic variation in Ord's kangaroo rat, *Dipodomys ordii*, from Oklahoma. Journal of Mammalogy, 61:311-319.

KENNEDY, M. L., ET S. L. LINDSAY. 1984. Morphologic variation in the raccoon, *Procyon lotor*, and its relationship to genic and environmental variation. Journal of Mammalogy, 65:195-205.

KING, C. M. ET J. E. MOODY. 1982. The biology of the stoat (*Mustela erminea)* in the national parks of New Zealand. New Zealand Journal of Zoology, 9:49-144.

KINGSLEY, M. C. S., J. A. NAGY, ET H. V. REYNOLDS. 1988. Growth in length and weight of northern brown bears: differences between sexes and populations. Canadian Journal of Zoology, 66:981-986.

LAMMERS, A. R., H. A. DZIECH, ET R. Z. GERMAN. 2001. Ontogeny of sexual dimorphism in *Chinchilla lanigera* (Rodentia: Chinchillidae). Journal of Mammalogy, 82:179-189.

LANDE, R. 1980. Sexual dimorphism, sexual selection, and adaptation in polygenic characters. Evolution, 34:292-305.

LARIVIÈRE, S., Y. T. HWANG, W. A. GORSUCH, ET S. A. MEDILL. 2005. Husbandry, over winter care and reproduction of captive striped skunks (*Mephitis mephitis*). Zoo Biology, 24:83-91.

LARIVIÈRE, S., ET F. MESSIER. 1996. Immobilization of striped skunks with Telazol. Wildlife Society Bulletin, 24:713-716.

LARIVIÈRE, S., ET F. MESSIER. 1997. Seasonal and daily activity patterns of striped skunks (*Mephitis mephitis*) in the Canadian prairies. Journal of Zoology, London, 423:255-262.

LARIVIÈRE, S., ET F. MESSIER. 1998a. Spatial Organization of a prairie striped skunk population during waterfowl nesting season. Journal of Wildlife Management, 62:199-204.

LARIVIÈRE, S., ET F. MESSIER. 1998b. Denning ecology of the striped skunk in the Canadian prairies: implications for waterfowl nest predation. Journal of Applied Ecology, 35:207-213.

LARIVIÈRE, S., L. R. WALTON, ET F. MESSIER. 1999. Selection by striped skunks (*Mephitis mephitis*) of farmsteads and buildings as denning sites. American Midland Naturalist, 142:96-101.

LAWS, R. M. 1956. Growth and sexual maturity in aquatic mammals. Nature, 178:193-195.

LEADER-WILLIAMS, N., ET C. RICKETTS. 1982. Seasonal and sexual patterns of growth and condition of reindeer introduced into South Georgia. Oikos, 38:27-39.

LEBERG, P. L., L. J. BRISBIN, M. H. SMITH, ET G. C. WHITE. 1989. Factors affecting the analysis of growth patterns of large mammals. Journal of Mammalogy, 70:275-283.

LEBLANC, M., M. FESTA-BIANCHET, ET J. T. JORGENSON. 2001. Sexual size dimorphism in bighorn sheep (*Ovis canadensis*): effects of population density. Canadian Journal of Zoology, 79:1661-1670.

LEE, P. C., ET C. J. MOSS. 1986. Early maternal investment in male and female African elephant calves. Behavioral Ecology and Sociobiology, 18:353-361.

LEIGH, S. R. 1992. Patterns of variation in the ontogeny of primate body size dimorphism. Journal of Human Evolution, 23:27-50.

LEIGH, S. R. 1992. Patterns of variation in the ontogeny of primate body size dimorphism. Journal of Human Evolution, 23:27-50.

LEIGH, S. R. 1995. Socioecology and the ontogeny of sexual size dimorphism in Anthropoid Primates. American Journal of Physical Anthropology, 97:339-356.

LEIGH, S. R., ET B. T. SHEA. 1995. Ontogeny and the evolution of adult body size dimorphism in apes. American Journal of Primatology, 36:37-60.

LI, Z., ET Z. ZANG. 2008. Sexual segregation in Tibetan gazelle: a test of the activity budget hypothesis. Journal of Zoology, 274:327-331.

LOISON, A., R. LANGVATN, ET E. J. SOLBERG. 1999. Body mass and winter mortality in red deer calves: disentangling sex and climate effects. Ecography, 22:20-30.

MAHONEY, S. P., J. A. VIRGL, ET K. MAWHINNEY. 2001. Potential mechanisms of phenotypic divergence in body size between Newfoundland and mainland black bear populations. Canadian Journal of Zoology, 79:1650-1660.

MAIN, M. B., ET B. E. COBLENTZ. 1990. Sexual segregation among ungulates: a critique. Wildlife Society Bulletin, 18:204-210.

MAIN, M. B., F. W. WECKERLY, ET V. C. BLEICH. 1996. Sexual segregation in ungulates: new directions for research. Journal of Mammalogy, 77:449-461.

MCDONALD, R. A. 2002. Resource partitioning among British and Irish mustelids. Journal of Animal Ecology, 71:185-200.

MCELLIGOTT, A. G., M. P. GAMMELL, H. C. HARTY, D. R. PAINI, D. T. MURPHY, J. T. WALSH, ET T. J. HAYDEN. 2001. Sexual size dimorphism in fallow deer (*Dama dama*): do larger, heavier males gain greater mating success? Behavioral Ecology and Sociobiology, 49:266-272.

MIQUELLE, D. G., J. M. PEEK, ET V. VAN BALLENBERGHE. 1992. Sexual segregation in Alaskan moose. Wildlife Monograph, 122:1-57.

MITANI, J. C., J. GROS-LOUIS, ET A. F. RICHARDS. 1996. Sexual dimorphism, the operational sex ratio, and the intensity of male competition in polygynous primates. The American Naturalist, 147:966-980.

MOORS, P. J. 1980. Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnivora): the roles of food habits and breeding systems. Oikos, 34:147-158.

OWEN-SMITH, N. 1993. Comparative mortality rates of male and female kudus: the cost of sexual size dimorphism. The Journal of Animal Ecology, 62:428-440.

PELTIER, T. C., ET P. S. BARBOZA. 2003. Growth in an arctic grazer: effects of sex and dietary nitrogen on yearling muskoxen. Journal of Mammalogy, 84:915-925.

PÉREZ-BARBERIA, F. J., ET I. J. GORDON. 1999. Body size dimorphism and sexual segregation in polygynous ungulates: an experimental test with Soay sheep. Oecologia, 120:258-267.

PÉREZ-BARBERIA, F. J., I. J. GORDON, ET M. PAGEL. 2002. The origins of sexual dimorphism in body size in ungulates. Evolution, 56:1276-1285.

PONTIER, D., E. FROMONT, F. COURCHAMP, M. ARTOIS, ET N. G. YOCCOZ. 1998. Retroviruses and sexual size dimorphism in domestic cats (*Felis catus* L.). Proceedings of the Royal Society of London Series B, 265:167-173.

POST, E., R. LANGVATN, M. C. FORCHHAMMER, ET N. C. STENSETH. 1999. Environmental variation shapes sexual dimorphism in red deer. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 96:4467-4471.

POWELL, R. A, ET R. D. LEONARD. 1983. Sexual dimorphism and energy expenditure for reproduction in female *Martes pennanti*. Oikos, 40:166-174.

PRESTRUD, P., ET K. NILSSEN. 1995. Growth, size and sexual dimorphism in Artic foxes. Journal of Mammalogy, 76:522-530.

PRICE, T. D. 1984. The evolution of sexual size dimorphism in Darwin's Finches. The American Naturalist, 123:500-518.

RALLS, K. 1976. Mammals in which females are larger than males. The Quarterly Review of Biology, 51:245-276.

RALLS, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. The American Naturalist, 111:917-938.

RALLS K., ET P. H. HARVEY. 1985. Geographic variation in size and sexual dimorphism of North American weasels. Biological Journal of the Linnean Society, 25:119-167.

RANTA, E., A. LAURILA, ET J. ELMBERG. 1994. Reinventing the wheel: analysis of sexual dimorphism in body size. Oikos, 70:313-321.

READ, A. J., ET K. A. TOLLEY. 1997. Postnatal growth and allometry of harbour porpoise from the Bay of Fundy. Canadian Journal of Zoology, 75:122-130.

ROSATTE, R. C., M. J. POWER, ET C. D. MACINNES. 1991. Ecology of urban skunks, raccoons and foxes in Metropolitan Toronto. Pages 31-38 *dans* L. W. Adams and D. L. Leedy, eds. Wildlife conservation in metropolitan environments. National Institute for Urban Wildlife, Columbia, MD.

ROSATTE, R., ET LARIVIÈRE, S. 2003. Skunks (genera *mephitis, spilogale,* and *conepatus).* Wild mammals of North America (ed. by G. A. Feldhamer, B. C. Thompson and J. A. Chapman), p 692-707. Johns Hopkins University press, Baltimore, MD.

RUE, L. L. 1981. Furbearing animals of North America. Crown, New York.

SCHILLACI, M. A., ET R. R. STALLMANN. 2005. Ontogeny and sexual dimorphism in booted macaques (*Macaca orchreata*). The Zoological Society of London, 267:19-29.

SCHWARZKOPF, L. 2005. Sexual dimorphism in body shape without sexual dimorphism in body size in water skinks (*Eulamprus quoyii*). Herpetologica, 61:116-123.

SELANDER, R. K. 1965. On mating systems and sexual selection. The American Naturalist, 99:129-141.

SETCHELL, J. M., P. C. LEE, E. J. WICKINGS, ET A. F. DIXSON. 2001. Growth and ontogeny of sexual size dimorphism in the mandrill (*Mandrillus sphinx*). American Journal of Physical Anthropology, 115:349-360.

SHINE, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. The Quaterly Review of Biology, 64:419-461.

SHINE, R. 1990. Proximate determinants of sexual differences in adult body size. The American Naturalist, 135:278-283.

SIKES, R. S., ET M. L. KENNEDY. 1992. Morphologic variation of the bobcat (*Felis rufus*) in the eastern United States and its association with selected environmental variables. American Midland Naturalist, 128:313-324.

SLAGSVOLD, T. ET G. A. SONERUD. 2008. Prey size and ingestion rate in raptors: importance for sex roles and reversed sexual size dimorphism. Journal of Avian Biology, 38:650-661.

SMITH, R. J., ET J. M. CHEVERUD. 2002. Scaling of sexual dimorphism in body mass : a phylogenetic analysis of Rench's rule in primates. International Journal of Primatology, 23:1095-1135.

SODERQUIST, T. R. 1995. Ontogeny of sexual dimorphism in size among polytocous mammals: tests of two carnivorous marsupials. Journal of Mammalogy, 76:376-390.

STAMPS, J., ET V. V. KRISHNAN. 1997. Sexual bimaturation and sexual size dimorphism in animals with asymptotic growth after maturity. Evolutionary Ecology, 11:21-39.

STEWART, S. A., ET R. Z. GERMAN. 1999. Sexual dimorphism and ontogenetic allometry of soft tissues in *Rattus norvegicus*. Journal of Morphology, 242:57-66.

TAYLOR, A. B. 1997. Relative growth, ontogeny, and sexual dimorphism in *Gorilla gorilla gorilla* and *G. g. beringei*): evolutionary and ecological considerations. American Journal of Primatology, 43:1-31.

TELFER, E. S., ET J. P. KELSALL. 1984. Adaptation of some large North American mammals for survival in snow. Ecology, 65:1828-1834.

THOM, M. D., L. A. HARRINGTON, ET D. W. MACDONALD. 2004. Why are American mink sexually dimorphic? A role for the niche separation. Oikos, 105:525-535.

TRIVERS, R. L. 1972. Parental investment and sexual selection. Pp. 136-179 *dans* Sexual selection and the descent of man 1871-1971 (B. Campbell, ed.). Aldine Publishing Company, Chicago.

VANPÉ, C., P. KJELLANDER, M. GALLAN, J-F. COSSON, S. AULAGNIER, O. LIBERG, ET A. J. M. EVISON. 2008. Mating system, sexual dimorphism and the opportunity for sexual selection in a territorial ungulate. Behavioral Ecology, 19:309-316.

VERTS, B. J. 1967. The biology of the striped skunk. University of Illinois Press, Urbana.

WADE-SMITH, J., ET M. E. RICHMOND. 1978. Reproduction in captive striped skunks (*Mephitis mephitis*). American Midland Naturalist, 100:452-455.

WECKERLY, F. W. 1998. Sexual-size dimorphism: influence of mass and mating systems in the most dimorphic mammals. Journal of Mammalogy, 79:33-52.

WEIR, R. D., ET A. S. HARESTAD. 2005. Winter diet of fishers in British Columbia. Northwestern Naturalist, 86:12-19.

WECKERLY, F. W. 1998. Sexual-size dimorphism: influence of mass and mating systems in the most dimorphic mammals. Journal of Mammalogy, 79:33-52.

WEIR, R. D., ET A. S. HARESTAD. 2005. Winter diet of fishers in British Columbia. Northwestern Naturalist, 86:12-19.

WICKINGS, E. J. ET A. F. DIXSON. 1992. Development from birth to sexual maturity in a semi-free-ranging colony of mandrills (*Mandrillus sphinx*) in Gabon. Journals of Reproduction & Fertility Ltd, 95:129-138.

WILEY, R. H. 1974. Evolution of social organization and life-history patterns among grouse. The Quarterly Review of Biology, 49:201-227.

WINSHIP, A. J., A. W. TRITES, ET D. G. CALKINS. 2001. Growth in body size of the Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*). Journal of Mammalogy, 82:500-519.

ZSCHOKKE, S., ET B. BAUR. 2002. Inbreeding, outbreeding, infant growth, and size dimorphism in captive Indian rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*). Canadian Journal of Zoology, 80:2014-2023.

Rapport-Gratuit.com