

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2006 - Thèse n°

***LA REPRODUCTION DES ÉCUREUILS DE
CORÉE***

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 09 Novembre 2006
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

WOLF Anne-Cécile
Née le 16 Janvier 1983
à PARIS 14^{ème} (75)



ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2006 - Thèse n°

***LA REPRODUCTION DES ÉCUREUILS DE
CORÉE***

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 09 Novembre 2006
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

WOLF Anne-Cécile
Née le 16 Janvier 1983
à PARIS 14^{ème} (75)



DEPARTEMENT ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ENVL
Directeur : Stéphane MARTINOT

	PR EX	PR 1	PR 2	MC	Contractuel, Associé, IPAC et ISPV	AERC	Chargés de consultations et d'enseignement
DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE							
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale	Y. RICHARD		A. KODJO	V. GUERIN-FAUBLEE D. GREZEL			
Pathologie infectieuse			A. LACHERETZ M. ARTOIS	J. VIALARD			
Parasitologie et Maladies Parasitaires	MC. CHAUVE	G. BOURDOISEAU		MP. CALLAIT CARDINAL L. ZENNER			
Qualité et Sécurité des Aliments		G. CHANTEGRELET	P. DEMONT C. Vernozy	A. GONTHIER S. COLARDELLE			
Législation et Jurisprudence			A. LACHERETZ	P. SABATIER ML. DELIGNETTE K. CHALVET-MONFRAY			
Bio-Matématiques							
DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE							
Anatomie		E. CHATELAIN	T. ROGER	S. SAWAYA			K. BENREDOUANE
Chirurgie et Anesthésiologie		JP. GENEVOIS	D. FAU E. VIGUIER D. REMY		G. CHANOIT (MCC) S. JUNOT (MCC) K. PORTIER (MCC) C. DECOSNE-JUNOT (MCC)	C. CAROZZO	N. GAY C. POUZOT
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie		JP. MAGNOL	C. FLEURY	T. MARCHAL	C. BOULOCHER (MCC)		
Hématologie		C. FOURNEL			D. WATRELOT-VIRIEUX (MCC) P. BELLU (MCA) D. PIN (MCA)		L. POUDEUX
Médecine interne		JL. CADORE		L. CHABANNE F. PONCE	M. HUGONNARD (MCC)		I. BUBLOT C. ESCRIOU E. SEGARD
Imagerie Médicale					J. SONET (MCC)		
DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES							
Zootéchnie, Ethologie et Economie Rurale		M. FRANCK		L. MOUNIER			
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON			
Biologie et Pathologie de Reproduction		F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN	S. BUFF P. GUERIN	A. C. LEFRANC		
Pathologie Animale de Production		P. BEZILLE	T. ALOGRINOUIWA	R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND			G. LESOBRE P. DEBARNOT D. LAURENT
DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES							
Physiologie/Thérapeutique				J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN			
Biophysique/Biochimie		E. BENOIT F. GARNIER		V. LAMBERT			
Génétique et Biologie moléculaire		G. KECK	F. GRAIN	T. BURONFOSSE			
Pharmacologie/Toxicologie Législation du Médicament			P. JAUSSAUD P. BERNY		C. FARMER R. SULLIVAN		
Langues							
DEPARTEMENT HIPPIQUE							
Pathologie équine		JL. CADORE		A. LEBLOND	M. GLANGL		E. MOREAU
Clinique équine		O. LEPAGE		A. BENAMOU-SMITH			
Expertise nécropsique			C. FLEURY				

REMERCIEMENTS

A Monsieur le professeur Claude Gharib

De la Faculté de Médecine Claude Bernard de Lyon

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse

Hommages respectueux

A Madame le Docteur Marie-Pierre Callait-Cardinal

De l'École Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui nous a encouragée à choisir ce sujet qui nous tenait à cœur

Qui nous a guidées le long de ce travail et a pu nous aider malgré les imprévus

Avec nos sincères remerciements et notre reconnaissance

A Monsieur le Docteur Laurent Alves de Oliveira

De l'École Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui a accepté d'être notre 2^{ème} assesseur pour ce travail

Avec nos sincères remerciements

A Marion, Guylaine, Stéphane, Guy, Valérie et toute l'équipe de médecine zoologique de St Hyacinthe,

Pour m'avoir tant appris, pour partager l'amour des NACs avec vous,
pour avoir partagé 2 mois de bonheur... un très très grand merci !

A mes parents,

*Qui m'ont encouragée à être vétérinaire, qui m'ont été d'une aide précieuse pendant la prépa, qui m'ont accompagnée au cours de ces années d'études...
un très grand merci.*

A Rémi, mon grand petit frère,

Que te dire sinon que je suis super fière de toi... continues bien, mais vu le départ ça ne devrait pas être trop difficile.

A Laurent, mon petit petit frère,

*Je te souhaite plein de courage et de réussite pour arriver à ce que tu veux faire.
Courage, cette année ne sera qu'un petit moment à passer...*

A Grand-père et Grand-mère, à Papilou et Mutti,

Pour tous vos encouragements, votre confiance en moi, et surtout, merci d'être là.

A Sophie, ma chère cousine,

*Merci pour tout... pour toutes ces années passées ensemble, ton soutien,
Je t'embrasse.*

A tous mes amis, qui ont su rester près de moi malgré la distance :
A Florence, qui a toujours été là pendant ces 20 ans. Tous mes vœux de réussite et de bonheur...
A Kumiko, pour ces années de lycée que nous avons partagé, et les mails échangés depuis.
A Rebecca, pour m'avoir aidé à continuer à parler anglais, et tous les livres prêtés.

A Céline,

Mon amie de prépa, sans ton soutien, tes mangas (sas de décompression indispensable) et tes capuccinos le soir dans ta chambre après les cours, je ne serais peut être pas là... Je suis heureuse d'avoir partagé ces années avec toi. Continue bien dans la voie que tu as prise !

A Fluff et Manue,

Pour les sorties orchidées, les sorties photos, les délires en tous genre, et malgré les jeux vidéos...

A Aline,

Ma mère de clinique, merci pour m'avoir, sinon tout, du moins beaucoup appris, pour nos délires, ta bonne humeur, et ta patience même avec les journalistes !

A Léa,


Ma fille de clinique, j'espère t'avoir transmis autant que ma mère m'a transmis, même si les grands animaux n'étaient pas ma passion !

A Eric, Angel, Véro, Stéphanie, Tiffen, et tous mes amis du web...
Pour votre aide, votre soutien, vos photos qui m'ont été bien utiles, vos témoignages... un grand merci ! Et pleins de gratouilles à vos pioux...

A Chippy, Nouchka & Luna 

Mes premiers écureuils, avec lesquels tout a commencé... en espérant que Là Haut il y ait des noisetiers... Vous êtes partis trop vite mais je ne vous oublie pas.

A Sara et Skippy, à Max et Pitchoune, à Biscaïa, Pastille et Nougat, et à tous

les écureuils qui ont fait des bébés... 

Merci pour ces jolis bébés et les photos !

A Chinook & Nanouk, 

Mes 2 petits pioux à moi, je pense à vous.



A Romain,

Pour m'avoir supporté, moi et mes écureuils un peu trop facétieux parfois à ton goût, pour tes encouragements, pour tes mots de consolation à chaque malheur, pour m'avoir encouragée à reprendre des écureuils,
Pour le passé, pour le présent, et surtout pour l'avenir...
Avec tout mon amour.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	13
TABLE DES ILLUSTRATIONS	17
INTRODUCTION	21
CHAPITRE 1 : CLASSIFICATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCUREUIL DE CORÉE	23
I. TAXONOMIE	25
II. DESCRIPTION	26
A. ESPÈCES PRÉSENTES EN FRANCE ET LIEU D'ACHAT	26
1. Espèces présentes en France et différences morphologiques	26
2. Lieu d'achat	28
B. ASPECT GÉNÉRAL	26
C. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE À L'ÉTAT SAUVAGE	28
D. HABITAT ET MODE DE VIE À L'ÉTAT SAUVAGE	29
E. ALIMENTATION	31
1. A l'état sauvage	31
2. En captivité	31
F. INTERACTIONS AVEC L'HOMME	31
CHAPITRE 2 : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION	33
I. ANATOMIE	35
A. ANATOMIE DU MÂLE	35
1. Externe	35
2. Interne	35
B. ANATOMIE DE LA FEMELLE	37
1. Externe	37
2. Interne	38
C. DIMORPHISME SEXUEL	38
II. PHYSIOLOGIE	40
A. MISE EN ÉVIDENCE DU RÔLE DE L'HYPOPHYSE DANS L'ACTIVITÉ SAISONNIÈRE DE REPRODUCTION	40
B. PHYSIOLOGIE DU MÂLE	41
1. La période d'activité sexuelle	41
2. Les changements morphologiques et physiologiques lors de cette période	41
3. L'influence de la masse grasseuse sur la reproduction	42
C. PHYSIOLOGIE DE LA FEMELLE	42

1.	Cycle œstral : influence du cycle nycthéméral	42
2.	Modifications morphologiques lors du cycle œstral	43
3.	Modifications hormonales lors du cycle œstral	43
4.	Influence du poids sur la fertilité	44
5.	La gestation	44
6.	La mise-bas et l'allaitement	45

CHAPITRE 3 : COMPORTEMENT DE LA REPRODUCTION **47**

I. A L'ÉTAT SAUVAGE **49**

A.	COMPORTEMENT EN DEHORS DE LA SAISON DE REPRODUCTION	49
B.	COMPORTEMENT DE LA FEMELLE LORS DE L'ŒSTRUS	49
C.	COMPORTEMENT DU MÂLE	49
D.	LA SAILLIE	50
E.	COMPORTEMENT DE LA FEMELLE LORS DE LA GESTATION ET APRÈS LA MISE BAS	50

II. EN CAPTIVITÉ **52**

A.	COMPORTEMENT EN DEHORS DE LA SAISON DE REPRODUCTION	52
B.	COMPORTEMENT DE LA FEMELLE	52
C.	COMPORTEMENT DU MÂLE	52
D.	COMPORTEMENT LORS DE LA SAILLIE	53
E.	COMPORTEMENT DE LA FEMELLE PENDANT LA GESTATION ET APRÈS LA MISE BAS	54

CHAPITRE 4 : MAITRISE DE LA REPRODUCTION EN CAPTIVITÉ **57**

I. CONDITIONS DE REPRODUCTION **59**

A.	LA CAGE	59
1.	Taille de la cage	59
2.	Emplacement et équipement de la cage	60
3.	Cas des volières extérieures	61
B.	L'ALIMENTATION	61
C.	LA FORMATION DU COUPLE	62
D.	LA GESTION DE LA MISE BAS	63
E.	CAS DES ÉLEVAGES	63

II. PRISE EN COMPTE DE LA GÉNÉTIQUE DANS LA FORMATION DES COUPLES **64**

A.	LES DIFFÉRENTES COULEURS ET LEUR DÉTERMINISME	64
1.	La couleur agouti	64
2.	La couleur lila	64
3.	L'albinisme	65
B.	LES CROISEMENTS	66

III. LA STÉRILISATION **67**

A.	STÉRILISATION CHIRURGICALE	67
1.	Anesthésie	67
2.	Castration du mâle	75
3.	Stérilisation de la femelle	77
4.	Réveil et soins postopératoires [9, 11, 18, 43, 51]	78
B.	STÉRILISATION CHIMIQUE	80
1.	Stérilisation chimique de la femelle	80
2.	Stérilisation chimique du mâle	80

CHAPITRE 5 : GESTATION ET PARTURITION - DEVELOPPEMENT DES JEUNES 83

I. LA GESTATION 85

A.	ALIMENTATION	85
B.	SOINS PARTICULIERS	85
C.	HABITAT	85
D.	DIAGNOSTIC DE GESTATION	86

II. LA MISE BAS 88

A.	DÉROULEMENT DE LA MISE-BAS	88
B.	SOINS AUX JEUNES	88

III. LE JEUNE DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE 90

A.	CARACTÉRISTIQUES DES JEUNES À LA NAISSANCE	90
B.	DÉVELOPPEMENT DES JEUNES	90
1.	De 0 à 14 jours	90
2.	De 15 à 21 jours	91
3.	De 22 à 28 jours	92
4.	De la 5 ^{ème} semaine au sevrage	93
C.	ALIMENTATION DES JEUNES ET SEVRAGE	95
D.	SOINS AUX JEUNES ORPHELINS [59]	95
1.	Environnement	95
2.	Alimentation	95
3.	Hygiène	98
4.	Pesée	98
5.	Sevrage	98

CHAPITRE 6 : PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION 101

I. CHEZ LE MÂLE 103

II. CHEZ LA FEMELLE 103

A.	INFECTION UTÉRINE	103
1.	Étiologie	103
2.	Symptômes	103
3.	Diagnostic	103
4.	Pronostic	104

5. Traitement	104
B. DYSTOCIE	104
C. TUMEURS MAMMAIRES	105
D. MAMMITES	105
E. INFERTILITÉ	106
1. Influence de la durée du jour	106
2. Stress	106
3. Autres	106
F. TOXOPLASMOSE	106
G. HYPOCALCÉMIE	107
H. CARENCES ET HYPERVITAMINOSES	107
<u>III. PATHOLOGIE ET MORTINATALITÉ DES JEUNES</u>	<u>109</u>
A. CANNIBALISME	109
B. MALFORMATIONS	109
C. AGALAXIE DE LA MÈRE	110
D. TAILLE DE LA PORTÉE TROP IMPORTANTE	110
E. HYPOCALCÉMIE DES JEUNES MÂLES	110
F. PROBLÈMES RENCONTRÉS CHEZ LES JEUNES NOURRIS AU BIBERON	110
1. Pneumonie	110
2. Hypothermie	111
3. « Rots »	111
4. Tétée du pénis	111
G. TROUBLES DE LA CROISSANCE	111
<u>CHAPITRE 7 : EXPLOITATION DU QUESTIONNAIRE</u>	<u>113</u>
<u>I. RÉSULTATS DU QUESTIONNAIRE</u>	<u>115</u>
<u>II. EXPLOITATION DES DONNÉES</u>	<u>120</u>
A. INFERTILITÉ/INFÉCONDITÉ	120
B. CANNIBALISME	120
C. MORTS NÉS	120
D. COURBE DE CROISSANCE DES JEUNES	120
E. DONNÉES GÉNÉRALES	121
F. OBSERVATIONS SUR LES PROPRIÉTAIRES D'ÉCUREUILS DE CORÉE	121
<u>CONCLUSION</u>	<u>125</u>
<u>ANNEXES</u>	<u>127</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>133</u>

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : <i>Tamias striatus</i> [66]	26
Figure n° 2 : Aire de répartition d' <i>Eutamias sibiricus</i> [31]	29
Figure n° 3 : Aire de répartition de <i>Tamias striatus</i> en Amérique du Nord [66]	29
Figure n° 4 : Schéma en coupe de terrier d'écureuil de Corée [29]	30
Figure n°5 : Schéma d'organes génitaux mâles d'un écureuil gris (<i>Sciurus carolinensis</i>) [30]	36
Figure n°6 : Vulve et anus d'un écureuil de Corée femelle [56].....	37
Figure n°7 : Schéma d'organes génitaux femelles d'après Lee et Lew [41].....	38
Figure n° 8 : Dimorphisme sexuel entre la femelle (à g.) et le mâle (à d.) [29].....	38
Figure n° 9 : Sécrétion de la mélatonine chez les <i>Tamias</i> au cours de la journée [64].....	40
Figure n° 10 : Modifications de la vulve en fonction du moment du cycle [56]	43
Figure n° 11 : Accouplement de 2 écureuils de Corée [29]	50
Figure n° 12 : Schéma d'une chambre d'induction (d'après [8]).....	73
Figures n° 13 & 14 : Sexes de jeunes écureuils de 17 jours (d'après des photos de Tiffen GUILLE)	92
Figure n° 15 : Jeune écureuil de Corée (d'après [29])	93
Figure n° 16 : Eruption des dents jugales inférieures en fonction de l'âge [57]	94
Figure n° 17 : Courbe de croissance d'une portée de 8 bébés : poids moyen des jeunes	121

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Systématique des écureuils rayés trouvés en France	25
Tableau n°2 : Récapitulatif des différences entre <i>Tamias striatus</i> et <i>Eutamias sibiricus</i>	28
Tableau n°3 : Variation de composition du lait de <i>Tamias amoenus</i> en fonction du stade de lactation [63]	45
Tableau n°4 : Normes d'ambiances pour l'écureuil de Corée [10].....	60
Tableau n° 5 : Formule sanguine de l'écureuil de Corée [65]	68
Tableau n°6 : Données physiologiques de l'écureuil de Corée [6, 29]	70
Tableau n°7 : Anesthésiques injectables et leurs concentrations utilisables chez les petits rongeurs [17, 50]	72
Tableau n° 8 : Anesthésiques volatils et concentrations utilisables chez l'écureuil de Corée [8, 52]	73
Tableau n° 9 : Constantes radiographiques utilisables chez les écureuils de Corée [45].....	86
Tableau n° 10 : Composition du lait chez l'écureuil de Corée, la chienne et la vache ainsi que d'un lait en poudre pour carnivores et rongeurs TVM® en % [10]	96
Tableau n° 11 : composition d'un lait infantile 2 ^{ème} âge dilué à 14,5 % (85,5 % d'eau).....	96
Tableau n° 12 : Fréquence des repas et quantités pour nourrir de jeunes orphelins [3, 59].....	97
Tableau n° 13 : Signes de carences en vitamines chez les Rongeurs [23, 35]	108
Tableau n° 14 : Signes de carences en minéraux chez les Rongeurs [23, 35]	108

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie n°1 : <i>Eutamias sibiricus</i> (photographie personnelle).....	27
Photographie n°2 : <i>Eutamias sibiricus</i> en Suisse (photo Isolde).....	27
Photographie n°3 : <i>Tamias striatus</i> (photographie Éric ALABOWSKY)	27
Photographie n°4 : <i>Tamias striatus</i> dans son milieu naturel (photo personnelle).....	27
Photographie n°5 : Appareil génital d'un écureuil de Corée mâle en période de reproduction (photographie personnelle).....	35
Photographie n°6 : Appareil génital externe d'un écureuil de Corée femelle (photographie personnelle)	37
Photographie n°7 : Femelle gestante : distension de l'abdomen et mamelles apparentes ([19], photographie Pedro CORREIA).....	44
Photographie n°8 : Mâle poursuivant une femelle avant l'accouplement (photographie personnelle)	53
Photographie n° 9 : Accouplement de deux <i>Eutamias sibiricus</i> lilas (photo Nadège WILLIES)	53
Photographie n° 10 : Toilette de l'appareil génital chez un mâle (photographie personnelle) 54	
Photographie n° 11 : Cage construite de 95x77x150cm (1m ³) (photographie personnelle)	59
Photographie n° 12 : Nid à perruches (photographie personnelle)	60
Photographie n° 13 : Élevage en Italie [6]	63
Photographie n° 14 : <i>Eutamias sibiricus</i> agouti (photographie personnelle).....	64
Photographie n° 15 : <i>Eutamias sibiricus</i> lila (photographie personnelle).....	65
Photographie n° 16 : Portée de jeunes écureuils issus d'un croisement blanc x marron porteur de gène blanc : 2 blancs et 6 marrons (photo Bruno SEGONDS)	66
Photographie n° 17 : Prise de sang chez un écureuil de Corée à la veine fémorale [46]	67
Photographie n° 18 : Ecureuil gris (<i>Sciurus carolinensis</i>) anesthésié avec un oxymètre de pouls sur une patte (photographie Dr Isabelle LANGLOIS)	71
Photographie n° 19 : Ecureuil gris (<i>Sciurus carolinensis</i>) en chambre d'induction (photographie Dr Isabelle LANGLOIS)	74
Photographie n° 20 : Écureuil gris (<i>Sciurus carolinensis</i>) anesthésié au masque (photographie Dr Isabelle LANGLOIS)	74
Photographies n° 21 à 24 : Étapes de la castration d'un écureuil gris (<i>Sciurus carolinensis</i>) (photographies Dr Isabelle LANGLOIS)	76
Photographie n° 25 : Ovariohystérectomie chez une femelle hamster doré [16].....	78
Photographie n°26 : Mamelles d'une femelle écureuil de Corée lila à 3 semaines de gestation (photographie Tiffen GUILLE).....	86
Photographie n°27 : Femelle écureuil prenant soin de ses jeunes (photo Tiffen GUILLE)	88
Photographie n° 28 : Femelle écureuil de Corée lila en lactation (photo Tiffen GUILLE).....	89
Photographie n° 29 : Mère portant un nouveau né dans sa bouche (photographie Colin BREEN [13]).....	89
Photographie n° 30 : Jeunes écureuils de Corée à la naissance (photographie Sandra).....	90
Photographie n° 31 : Jeunes écureuils de 6 jours (photo Éric ALABOWSKY)	90
Photographie n° 32 : Jeunes écureuils de 10 jours (apparition du duvet) (photographie Éric ALABOWSKY)	91

Photographie n° 33 : Jeunes <i>Tamias striatus</i> de 15 jours (photographie Bruno SEGONDS) .	91
Photographie n° 34 : Jeunes <i>Eutamias sibiricus</i> de 20 jours (photo Éric ALABOWSKY).....	91
Photographie n° 35 : Jeune écureuil de 23 jours (photo Éric ALABOWSKY)	92
Photographie n° 36 : Jeunes écureuils de 24 jours (photo Éric ALABOWSKY)	92
Photographie n° 37 : Jeunes écureuils de 24 jours (photographie Bruno SEGONDS).....	93
Photographie n° 38 : Jeune écureuil de 29 jours (photographie Tamsyn HOLDER [36]).....	93
Photographie n° 39 : Jeunes écureuils de 34 jours : sortie du nid (photo Éric ALABOWSKY)	94
Photographie n°40 : Jeune écureuil nourri au biberon (photographie Catherine).....	97
Photographie n°41 : Jeune écureuil nourri à la seringue (photo Jim Gandy, [22])	97
Photographie n° 42 : Tumeur chez une femelle écureuil de Corée [68]	105

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	128
Annexe 2	130

INTRODUCTION

L'essor en France des nouveaux animaux de compagnie ou NAC ces dernières années est considérable : on estime à 10 millions la population de chats, 8,5 millions celle de chiens, et 3,8 millions celle de rongeurs et lagomorphes, sans compter les 39 millions de poissons et tous les reptiles et oiseaux (d'après un sondage FACCO/SOFRES 2004, [14]). La population de rongeurs et lapins n'est donc pas négligeable.

Outre les cobayes, lapins nains et hamsters souvent détenus par les enfants, on observe une part grandissante de rongeurs moins communs, tels que le chinchilla ou l'écureuil de Corée, plus souvent possédés par des adultes curieux de les observer.

Les écureuils de Corée, apparus dans les foyers dès les années 1950, sont devenus populaires dans les années 1980 [2]. Leurs propriétaires, plus souvent des adolescents ou des adultes que des enfants, ont souvent été conquis par son élégance, sa vivacité et ses acrobaties amusantes à observer.

Ces animaux ne sont pas fréquemment trouvés en animalerie, et sont souvent difficiles à apprivoiser lorsqu'ils en viennent, contrairement à des animaux élevés par l'homme.

C'est pourquoi on assiste souvent à une volonté de la part des propriétaires de faire reproduire leurs écureuils : non seulement pour le plaisir d'avoir des jeunes chez soi, mais de plus car ceux-ci sont souvent recherchés. En effet, contrairement à d'autres espèces où il est difficile de trouver acquéreur du fait de portées nombreuses et fréquentes, comme pour les rats ou les souris, de jeunes écureuils seront facilement vendus ou donnés à des particuliers dont la demande est forte.

La reproduction est cependant peu décrite dans la littérature française, que ce soit dans les ouvrages spécialisés ou de vulgarisation, et il est souvent difficile pour un vétérinaire de répondre aux multiples questions que peut se poser le propriétaire d'un couple d'écureuils de Corée.

Cette thèse a donc pour but de réunir les données connues concernant cette reproduction.

Nous allons d'abord présenter l'écureuil dans une partie de rappel, puis nous aborderons son anatomie et la physiologie de sa reproduction. Nous décrirons ensuite le comportement de la reproduction et sa maîtrise en captivité, puis le déroulement de la gestation et de la mise bas, ainsi que le développement des jeunes. Pour finir nous aborderons les pathologies de la reproduction qui peuvent être rencontrées par les propriétaires d'écureuils. Ces différentes parties basées sur des données bibliographiques seront complétées par nos propres observations d'écureuils de Corée en captivité.

Enfin, nous présenterons les résultats d'un questionnaire envoyé à des propriétaires de couples d'écureuils dans le but de comparer les données existantes et ce qui peut être observé chez les particuliers.

CHAPITRE 1

CLASSIFICATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCUREUIL DE CORÉE

I. Taxonomie

Les écureuils de Corée apparaissent dans la classification comme suit dans le tableau n°1 [6, 8, 25, 30, 58] :

Tableau n°1 : Systématique des écureuils rayés trouvés en France

Embranchement	Chordata (Cordés)	
Classe	Mammalia (Mammifères)	
Ordre	Rodentia (Rongeurs)	
Sous ordre	Sciurognathi (castors, marmottes et écureuils)	
Super famille	Sciuroidea	
Famille	Sciuridae (Gray, 1821) : se caractérise par une petite à moyenne taille, un corps élancé et gracieux pour les espèces arboricoles, trapu pour les espèces terricoles, et une queue bien développée, souvent pourvue d'un poil long et fourni (écureuils, marmottes, chien de prairie...).	
Sous famille	Sciurinae (Gray, 1821)	
Tribu	Tamiini (Black, 1963)	
Genre	<i>Eutamias</i>	<i>Tamias</i>
Sous genre	<i>Eutamias s.s.</i>	<i>Tamias s.s.</i>
Espèce	<i>sibiricus</i>	<i>striatus</i>

Dans les *Tamiini*, on distingue 3 groupes : *Neotamias*, *Eutamias* et *Tamias*.

Une classification d'après des critères de morphologie du crâne a été effectuée par Howell en 1929, et permet de distinguer 2 genres [6, 8] :

- *Tamias* (présent en Amérique de l'Est)
- *Eutamias* qui comprend 2 sous genres :
 - *Eutamias* sous genre *Neotamias* (présent en Amérique de l'ouest)
 - *Eutamias* sous genre *Eutamias* (présent en Asie).

Dans cette classification, le genre *Tamias* ne comporte qu'une espèce, *Tamias striatus*, et le genre *Eutamias* 23 espèces, dont *Eutamias sibiricus* en Asie. Cette dernière espèce comprend de nombreuses sous espèces en fonction des différentes régions d'origine en Asie.

Deux espèces sont principalement présentes en France sous la dénomination d'écureuil de Corée ou d'écureuil rayé : il s'agit de *Tamias striatus* et d'*Eutamias sibiricus*. On peut parfois rencontrer d'autres espèces moins fréquentes mais il n'est pas toujours facile de distinguer les différentes espèces d'*Eutamias*.

II. Description

A. Aspect général

L'écureuil rayé est un petit rongeur d'environ 13 à 20 cm de long sans la queue et pesant de 70 à 130 g, marron-gris sur le dos avec 5 rayures plus foncées presque noires et crème sur le ventre, et l'arrière train plus roux. Il possède une queue un peu plus courte que son corps d'environ 10-12 cm, peu touffue mais dont les poils sont implantés horizontalement et hérissés et également rayée. Son corps est fin et allongé (figure n°1).

La tête est assez allongée, et l'écureuil possède de grandes abajoues dans lesquelles il amasse des graines avant de les manger ou de les cacher. Les oreilles sont courtes et arrondies, sans pinceau de poils. Les yeux sont saillants et sa vision est ample, sa vue puissante.

Il possède 4 doigts aux pattes antérieures et 5 aux pattes postérieures et est plantigrade.

Le pelage est court, doux, fin et fourni. Il mue deux fois par an, au printemps-été et en début d'hiver [4, 6-8, 10, 25, 26, 29, 44, 47, 55].

Comme tous les rongeurs, il possède des incisives à croissance continue, ne présente pas de canines mais des prémolaires et des molaires. Une des différences entre le genre *Tamias* et le genre *Eutamias* est le nombre de prémolaires au niveau de la mâchoire supérieure : *Eutamias sibiricus* possède 2 prémolaires par héli-mâchoire supérieure alors que *Tamias striatus* n'en possède qu'une [6].



Figure n°1 : *Tamias striatus* [66]

B. Espèces présentes en France et lieu d'achat

1. Espèces présentes en France et différences morphologiques

Sous cette dénomination d'écureuil rayé co-existent en réalité plusieurs espèces [1, 6, 8, 10, 68] dont le tableau n°2 récapitule les principales différences :

- ***Eutamias sibiricus***, ou « burudunk », « écureuil de Corée » ou « écureuil du Japon » (photographie n°1) : il est originaire d'Asie. C'est l'écureuil le plus vendu en animalerie.

Ses 5 rayures noires sont de taille égale, assez épaisses, également espacées et se prolongent sur la tête où elles encadrent l'œil [1, 6].

On trouve des colonies de cette espèce en Europe, notamment en Belgique (forêt de Soignes près de Bruxelles), en France (forêts aux alentours de Paris, forêt de Sénart en Essonne et dans le Finistère), en Suisse (près de Genève, photographie n°2), en Italie, en Allemagne, aux Pays-Bas, en Autriche... Elles sont issues d'animaux échappés ou relâchés [62].



Photographie n°1 : *Eutamias sibiricus* (photographie personnelle)



Photographie n°2 : *Eutamias sibiricus* en Suisse (photo Isolde)

- ***Tamias striatus***, ou « Eastern chipmunk », ou « suisse » (nom québécois) (photographies n°3 et 4). Il est originaire d'Amérique du Nord. Il est plus grand et plus massif qu'*Eutamias sibiricus* et nettement moins présent dans les animaleries françaises ; on trouve des élevages en Hollande [1, 6, 8, 68].

Les rayures noires sont plus fines et l'intervalle entre 2 rayures est plus important. Les 2 rayures les plus externes encadrent une bande crème marquée, et elles ne se prolongent pas sur la tête, par contre on observe 2 traits blancs encadrant l'œil [1, 68].



Photographie n°3 : *Tamias striatus* (photographie Éric ALABOWSKY)



Photographie n°4 : *Tamias striatus* dans son milieu naturel (photo personnelle)

Dans la suite de cette étude, nous parlerons surtout d'*Eutamias sibiricus* en captivité car c'est l'espèce la plus représentée, mais surtout de *Tamias striatus* dans la nature car c'est l'espèce sur laquelle il y a eu le plus d'études. Sauf précision, le terme « écureuil » ou « écureuil de Corée » sera utilisé quelle que soit l'espèce.

Tableau n°2 : Récapitulatif des différences entre *Tamias striatus* et *Eutamias sibiricus*

Critères	E. sibiricus	T. striatus
Origine géographique	Asie	Est de l'Amérique du Nord
Taille	13 à 15 cm	15 à 20 cm, plus massif
Poids	70 à 100 g	100 à 130 g
Longueur de la queue	8 à 10 cm	Plus courte proportionnellement au corps
Formule dentaire	I : 1 C : 0 PM : 2 M : 3 1 0 1 3	I : 1 C : 0 PM : 1 M : 3 1 0 1 3
Ostéologie	Fusion entre l'os hypohyal et ceratohyal	Absence de fusion
Robe	5 rayures dorsales épaisses et également espacées	Rayures dorsales fines et irrégulièrement espacées

2. Lieu d'achat

On peut le trouver en animalerie [10]. Les sujets qui y sont actuellement vendus proviennent d'élevages, l'importation étant désormais interdite en France. On peut également en acheter chez des particuliers ayant des couples reproducteurs. La meilleure période pour les acheter est en fin de printemps, quand les jeunes de l'année sont juste sevrés (entre 2 et 3 mois), pour les apprivoiser jeunes [1, 2, 68].

C. Répartition géographique à l'état sauvage

Eutamias sibiricus est présent à l'état sauvage en Asie, du Japon à la Finlande en passant par la Chine et la Sibérie (figure n° 2) [2, 6, 8]. En réalité il n'y en a pas ou peu en Corée qui est trop au sud. La dénomination vient du fait qu'ils étaient importés en Europe en passant par ce pays.

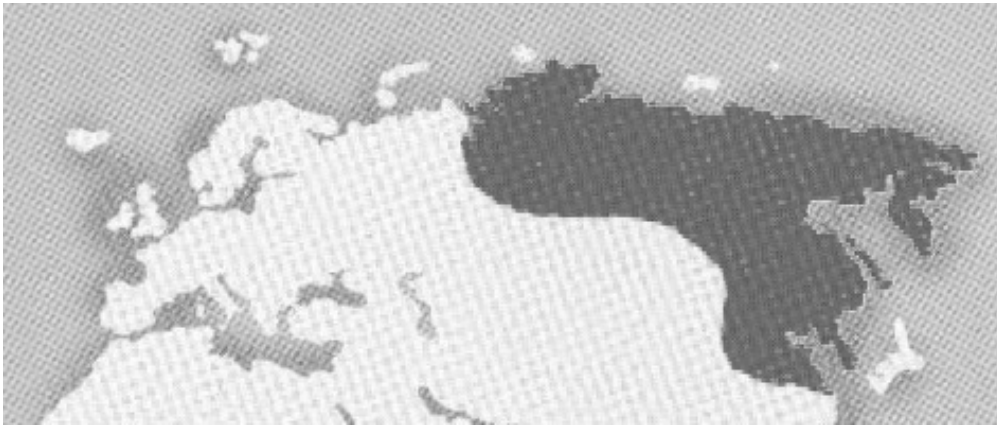


Figure n° 2 : Aire de répartition d'*Eutamias sibiricus* [31]

Tamias striatus est originaire de l'Est des États-Unis et du Canada (figure n°3). Les espèces présentes à l'Ouest sont d'autres espèces d'*Eutamias*.

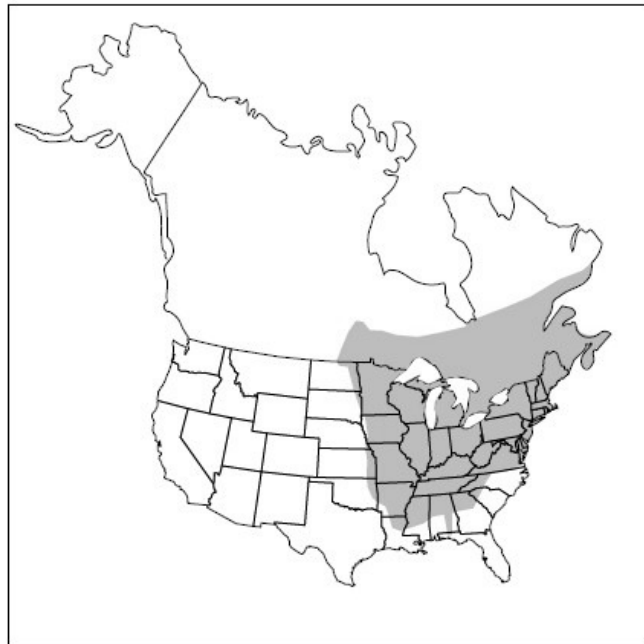


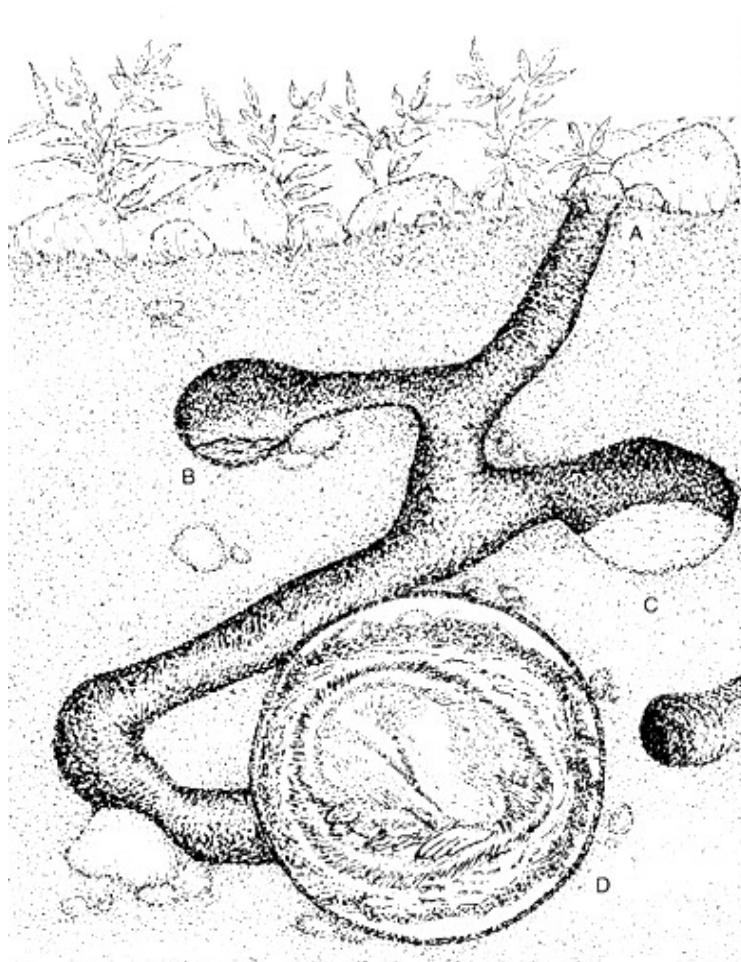
Figure n° 3 : Aire de répartition de *Tamias striatus* en Amérique du Nord [66]

D. Habitat et mode de vie à l'état sauvage

Eutamias sibiricus vit principalement dans les forêts tempérées et espaces boisés d'Asie. C'est un écureuil terrestre mais cependant habile grimpeur et qui évolue sans difficultés dans les arbres [2, 4, 6, 29, 47, 55]. *Tamias striatus* est présent dans les forêts de conifères de l'est d'Amérique du Nord, de préférence les jeunes forêts, ainsi que dans les abords broussailleux lui permettant de se cacher facilement. Il est plus terrestre qu'*Eutamias sibiricus* et se déplace moins dans les arbres et plus au sol [4, 39, 47, 55].

Il habite un terrier constitué d'une ou plusieurs galeries et chambres où il entrepose des réserves et où il dort [10]. Le terrier possède en général une seule entrée d'un diamètre de 5 à 6 cm cachée entre des racines ou des pierres. On ne trouve pas de tas de terre à proximité du terrier car l'écureuil la transporte ailleurs dans ses abajoues.

Les terriers vont de 25 cm à 1 m de profondeur et peuvent faire de 3 à 9 m de long. La chambre principale fait de 15 à 35 cm de diamètre et est tapissée de feuilles mortes coupées en petits morceaux et d'herbes sèches. Les chambres secondaires, quand il y en a, sont souvent dédiées aux réserves. L'existence de chambres réservées aux besoins est discutée, cela semble dépendre des terriers [29, 47]. La figure n°4 présente une vue schématique en coupe d'un terrier d'écureuil de Corée.



Légende : (A) entrée ; (B) toilettes ; (C) garde manger ; (D) chambre à coucher

Figure n° 4 : Schéma en coupe de terrier d'écureuil de Corée [29]

L'écureuil possède un territoire autour du terrier qu'il défendra contre les intrus.

On trouve en général de 5 à 10 par hectare, mais il peut y en avoir jusqu'à 24 par hectare s'il y a assez de nourriture et de place [39, 47, 55].

E. Alimentation

1. A l'état sauvage

Il est omnivore et son menu habituel est constitué de graines variées (tournesol, blé, maïs, noix, noisettes), de champignons, de baies et d'insectes, escargots, limaces voire de petits oisillons ou des serpents [4, 6, 29, 39, 47, 55, 66].

2. En captivité

On trouve dans le commerce des mélanges tous prêts à compléter par des noisettes, noix, cacahuètes, châtaignes, bourgeons etc., des fruits et légumes frais et une source de protéine comme des vers de farine [1, 2, 10, 68]. On peut également lui faire goûter de la viande cuite, de l'oeuf ou du poisson, mais tous les écureuils n'apprécient pas.

On peut donner la plupart des fruits et légumes de saison, comme pomme, poire, cerise, abricot, pêche, raisin, fraise, framboise, endive, tomate... en évitant cependant les fruits trop acides ou trop riches en vitamine C susceptible de causer une attaque du coeur tels que les agrumes, le kiwi, et en enlevant préalablement les noyaux des gros fruits à noyau, l'amande qu'ils contiennent étant riche en acide cyanhydrique toxique [6].

On peut donner des glands, mais il ne faut pas donner de marrons d'Inde ni d'amandes amères (celles-ci contenant comme les amandes des fruits de l'acide cyanhydrique) [6].

Enfin, ils sont particulièrement friands des feuilles et fleurs de pissenlits qui pourront être ramassées et données après un nettoyage soigneux (observations personnelles).

F. Interactions avec l'homme

Dans leur habitat naturel, les écureuils réjouissent souvent les enfants et les amateurs par leurs acrobaties et leurs comportements, et deviennent facilement familiers en les attirant avec des cacahuètes ou des noisettes [42, 66].

En revanche, il est aussi considéré comme un nuisible, surtout s'il est présent en grand nombre près des habitations : il peut alors creuser sous les vérandas et les fondations, causant des dégâts aux maisons, ainsi que déterrer les bulbes et abimer le jardin. Aux États-Unis et Canada, ce ne sont pas des animaux protégés, mais la législation peut les protéger d'un état à l'autre. Selon la loi, ils peuvent être piégés morts, ou vivants et relocalisés [42, 66]. Leur détention en captivité peut être interdite selon les états, ou limitée.

Enfin, en Amérique du Nord, il peut être un vecteur de la peste (due à *Yersinia pestis*) ; elle peut se transmettre par aérosols ou par morsure.

Il peut être également infecté par le virus de la rage ou par *Borrelia burgdorferi* (maladie de Lyme). Les risques zoonosiques sont donc assez importants et il convient d'éviter de s'approcher de terriers, de ramasser un animal mort ou malade, ou de prendre des précautions [5, 44].

CHAPITRE 2

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

I. Anatomie

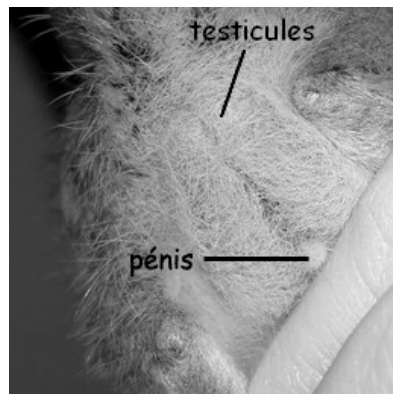
A. Anatomie du mâle

1. Externe

L'écureuil est cryptorchide : ses testicules sont remontés dans la cavité abdominale en dehors de la saison de reproduction. Le scrotum est rosé en dehors de la période de reproduction et pigmenté de noir au niveau de sa partie scrotale et du raphé scrotal pendant la période de reproduction, avec une pilosité bien développée ventrolatéralement. Il est de type *non pendulans* et occupe une large partie de la région anogénitale ventralement. Le raphé scrotal se prolonge crânialement par un sillon jusqu'à rejoindre le bord caudal du prépuce [8, 18].

En période de reproduction, les testicules descendent dans le scrotum et sont bien visibles (photographie n°5).

Le pénis se trouve à environ 1 cm en avant de l'anوس, ce qui permet de faire la différence avec la femelle en dehors de la saison de reproduction, lorsque les testicules sont remontés dans l'abdomen [1, 8, 68].



Photographie n°5 : Appareil génital d'un écureuil de Corée mâle en période de reproduction
(photographie personnelle)

2. Interne

La cavité scrotale est séparée en 2 parties par un septum scrotal issu du dartos. La tunique vaginale est fine et transparente, son pôle caudal atteint le fond de la cavité scrotale auquel elle est liée par un ligament scrotal.

Le muscle crémaster est situé latéralement à la tunique vaginale, il est irrigué par l'artère crémastérique qui prend naissance au niveau de l'anneau inguinal. L'anneau inguinal permet la remontée des testicules dans la cavité abdominale.

Les testicules sont ovales et mesurent 1,5 cm de long et 0,9 cm de large en période de reproduction. La tête de l'épididyme, bien développée, est crâniale. Le corps de l'épididyme, peu développé et fin, recouvre la partie dorsale du testicule. La queue de l'épididyme, qui

forme un cône émoussé, occupe la partie caudale du testicule et déforme le scrotum, ce qui la fait deviner extérieurement. Elle est facilement palpable et est reliée à la tunique vaginale par le ligament épiddymaire caudal.

Le pôle crânial du testicule ainsi que la tête et environ la moitié du corps de l'épididyme sont enveloppés dans un corps adipeux. Celui-ci se prolonge dans le cordon testiculaire et atteint la cavité abdominale au niveau de l'anneau inguinal profond. Il enveloppe l'artère testiculaire, issue de l'aorte et la veine testiculaire (plexus pampiniforme). Ce corps adipeux peut être absent chez d'autres espèces qu'*Eutamias sibiricus*.

Le conduit déférent, qui prend naissance au niveau de la queue de l'épididyme, et qui longe médialement le testicule, remonte de façon crâniodorsale dans le cordon, et pénètre dans la cavité abdominale, où il prend alors une direction médiadorsale puis caudo-dorsale. Il est accompagné au niveau du cordon par l'artère déférentielle [6, 8, 30].

Selon certains auteurs, l'écureuil ne possède pas d'os pénien alors que sur un cliché radiographique d'un *Eutamias sibiricus* mâle publié par Rugel, Isenbugel et Wolverkamp, on distingue un os pénien, également cité par Benato [6]. Ce cliché semble être une preuve suffisante de la présence d'un os pénien chez *Eutamias sibiricus*.

Deux des caractéristiques de l'appareil génital des Sciuridés se retrouvent chez *Tamias striatus* : la glande bulbaire et le long *ductus penis*, qui conduit à l'urètre caverneux les sécrétions des glandes bulbo urétrales et de la glande bulbaire [30].

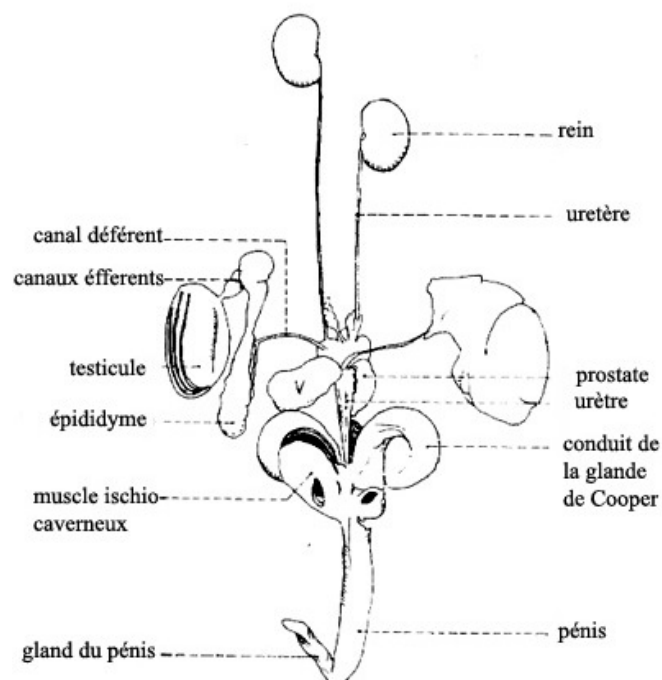


Figure n°5 : Schéma d'organes génitaux mâles d'un écureuil gris (*Sciurus carolinensis*) [30]

La figure n°5 montre les organes génitaux mâles de *Sciurus carolinensis* mais les différences avec le genre *Tamias* sont peu importantes [30] :

- Chez *Tamias*, le canal déférent, la vésicule séminale et le conduit prostatique s'ouvrent en commun dans l'urètre par un seul orifice de chaque côté.
- L'utricule prostatique est petit et en forme de kyste chez *Tamias*
- Les vésicules séminales sont grandes chez *Tamias* et petites chez *Sciurus carolinensis*.

B. Anatomie de la femelle

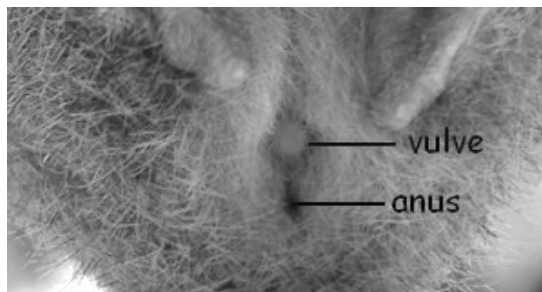
1. Externe

La femelle *Eutamias sibiricus* possède 4 paires de mamelles, non visibles en dehors de la gestation et de la lactation [6, 8, 11, 44].

La vulve est située à moins de 5 mm en avant de l'anus. Elle possède deux plis de tissus, les lèvres, qui forment une petite papille rose pâle [56] (photographie n°6 et figure n°6).

Cette papille peut parfois porter à confusion (apparence identique à celle du pénis), c'est pourquoi il faut se baser sur la distance ano-génitale pour distinguer les 2 sexes en dehors de la période de reproduction ou chez les jeunes à la naissance.

Les lèvres sont recouvertes de poils clairs et longs clairsemés. La fente est difficilement visible en temps normal [56].



Photographie n°6 : Appareil génital externe d'un écureuil de Corée femelle (photographie personnelle)



Figure n°6 : Vulve et anus d'un écureuil de Corée femelle [56]

2. Interne

La femelle a un utérus bicorne avec 2 corps utérins qui débouchent séparément dans le vagin, un placenta discoïde et une placentation de type hémochoriale. Les cornes utérines font environ 3 à 4 cm de long (figure n°7).

Les ovaires sont petits (0,6x0,3 cm), ovoïdes, jaunâtres ou rosés et situés au pôle caudal du rein. Ils sont entourés d'un corps adipeux [6, 8, 11, 15, 41, 50].

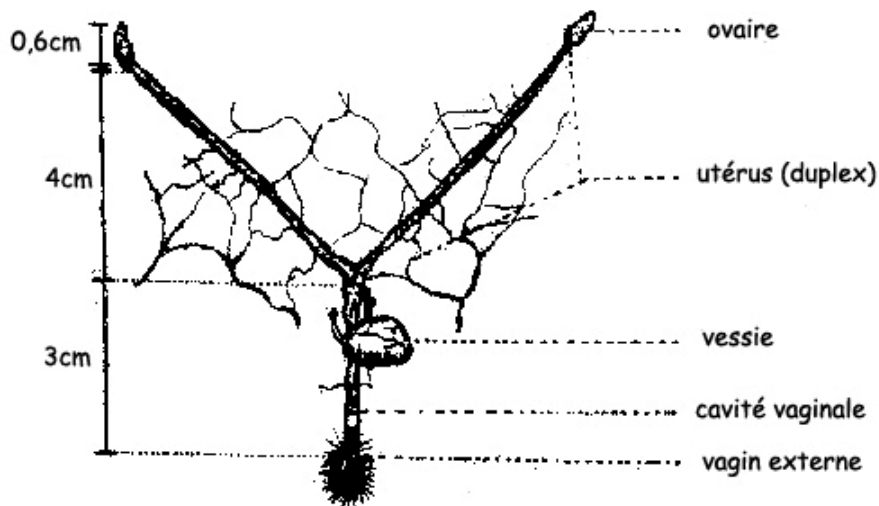


Figure n°7 : Schéma d'organes génitaux femelles d'après Lee et Lew [41]

C. Dimorphisme sexuel

Aucun dimorphisme sexuel ne peut être observé à distance en dehors de la période de reproduction, les mâles et femelles faisant à peu près le même poids, les variations étant plus individuelles (liées aux parents et à la couleur) que liées au sexe.

On distinguera alors mâle et femelle à la distance entre l'anus et la vulve ou le pénis : elle est d'environ 1 cm chez le mâle, et de moins de 0,5 cm chez la femelle [6, 8, 29] (figure n°8).



Figure n° 8 : Dimorphisme sexuel entre la femelle (à g.) et le mâle (à d.) [29]

Les mamelles sont difficilement discernables chez les femelles en dehors de la gestation et de la lactation et on ne peut pas s'y fier pour déterminer le sexe.
Pendant la période de reproduction, on distingue aisément les testicules descendus du mâle en dessous de l'abdomen et sous la queue [29].

II. Physiologie

A. Mise en évidence du rôle de l'hypophyse dans l'activité saisonnière de reproduction

Des études réalisées sur des rongeurs variés tels que les hamsters [64] ou les écureuils indiens *Funambulus pennanti* [32] ont permis de mettre en évidence le rôle de la glande pinéale dans la détermination de la saison de reproduction [37, 43].

La glande pinéale, ou hypophyse, est responsable de la synthèse d'un certain nombre de molécules, dont la mélatonine.

La mélatonine a la particularité d'être produite uniquement pendant la nuit. Chez les *Tamias*, sa sécrétion commence dès le début de la scotophase (période sombre, durant la nuit) et augmente progressivement jusqu'à atteindre un plateau en milieu de nuit. Ensuite on observe une chute lente et un arrêt de la sécrétion en début de la photophase (phase d'éclaircissement) [64].

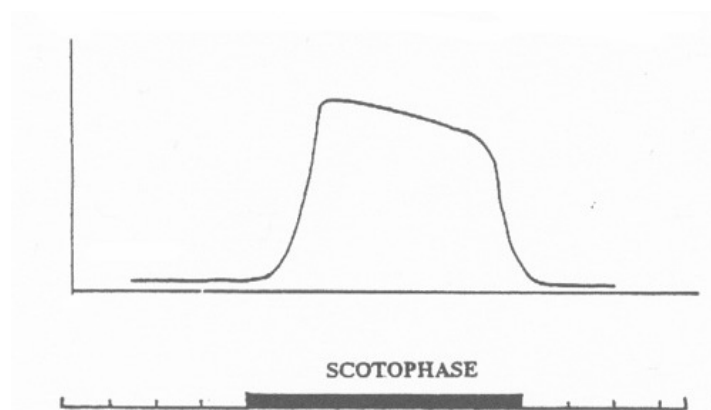


Figure n° 9 : Sécrétion de la mélatonine chez les *Tamias* au cours de la journée [64]

La régulation de la production de mélatonine se fait grâce à un circuit nerveux complexe, mettant en jeu les voies optiques, les noyaux supra-chiasmatiques, les noyaux supra-ventriculaires et les ganglions cervicaux supérieurs. Ce circuit met en jeu non seulement la photopériode perçue par les yeux, mais également l'oscillateur endogène circadien, ou « horloge interne biologique », situé dans les noyaux supra-chiasmatiques [37, 43, 64].

Des études réalisées sur des hamsters [64] ont permis de mettre en évidence un effet antigonadotrope de la mélatonine : des nuits plus courtes et donc une plus faible quantité de mélatonine permet la suppression de cet effet et donc la reproduction.

La mélatonine possède des récepteurs dans l'hypothalamus qui vont lui permettre d'influencer la sécrétion de GnRH par des circuits complexes et encore peu étudiés.

L'augmentation de la durée du jour va provoquer une diminution de sécrétion de mélatonine par la glande pinéale, entraînant une augmentation de la sécrétion de gonadolibérine (GnRH) par l'hypothalamus. Le mécanisme d'action par lequel la mélatonine inhiberait la

gonadolibérine n'est pas encore bien connu (une hypothèse est que la mélatonine inhibe la transcription du gène codant pour la GnRH [24]), mais l'action de celle-ci a été reconnue. La GnRH va stimuler les gonadotrophines (LH et FSH) sécrétées par l'hypophyse qui vont à leur tour agir sur la sécrétion d'hormones sexuelles par les gonades, permettant le développement de celles-ci et le début de la saison de reproduction.

B. Physiologie du mâle

1. Période d'activité sexuelle

L'écureuil de Corée est comme nous l'avons dit un animal cryptorchide, dont les testicules ne descendent dans le scrotum qu'en période d'activité sexuelle.

La puberté a lieu vers l'âge de 12 mois, et les mâles peuvent se reproduire en théorie jusqu'à leur mort.

La période d'activité sexuelle a lieu au sortir de l'hibernation, lors de l'allongement de la durée des jours, et se prolonge jusqu'à septembre-octobre environ [57].

Chez les écureuils sauvages, elle a donc lieu de mars à octobre. On observe souvent 2 périodes distinctes d'activité sexuelle chez *Tamias striatus* (marqué par des testicules descendus dans le scrotum, gros et colorés) : une première période de mars à juin, et une deuxième d'août à octobre. Cette deuxième saison n'est pas décrite chez *Eutamias sibiricus*.

Chez les écureuils maintenus en captivité à l'intérieur, elle est plus étendue car ils hivernent moins longtemps et est donc de janvier à septembre environ d'après nos références.

Cependant, nous avons observé chez *Eutamias sibiricus* maintenu en captivité que souvent les testicules remontaient vers mai-juin et ne redescendaient pas plus tard : il semble donc qu'il n'y ait qu'une période de reproduction chez *Eutamias sibiricus*.

2. Changements morphologiques et physiologiques lors de cette période

Pendant la période d'activité sexuelle, les testicules du mâle descendent dans le scrotum, grossissent : ils atteignent 1,5 cm de long et leur poids peut être multiplié par 10 par rapport à celui en dehors de la saison de reproduction (ils peuvent atteindre jusqu'à 592 mg contre 40 mg en dehors de la saison de reproduction [57]) et sont bien visibles extérieurement. Ils prennent une coloration noirâtre ou violacée au niveau du scrotum.

Les tubules de l'épididyme caudal deviennent macroscopiques : ils atteignent 0,3 mm de diamètre et sont visibles à l'œil nu, contrairement à ce qu'on observe en dehors de la période de reproduction [54, 57].

Le taux de testostérone augmente, ainsi que celui de LH et de FSH, suite à la stimulation par la GnRH, qui fait suite à la diminution de mélatonine lors des nuits courtes (cf. paragraphe précédent).

Pendant cette période, le mâle est tout le temps disponible pour saillir une femelle. Dès sa sortie d'hibernation, il commence sa quête d'une femelle.

3. Influence de la masse grasseuse sur la reproduction

Une étude réalisée par Forger et al. (1986) [20], consistant en l'ablation d'une partie de la masse grasseuse chez des écureuils terrestres et de les priver de nourriture avant leur hibernation, a montré que les sujets ayant subi cette ablation se réveillaient plus tard de leur hibernation et avaient les testicules bien moins développés que les sujets témoins, ainsi qu'un taux d'hormones plus faible.

Une masse grasseuse suffisamment développée est donc importante pour assurer la reproduction.

C. Physiologie de la femelle

Les femelles écureuils de Corée peuvent se reproduire à partir d'environ 11 mois et jusqu'à environ l'âge de 6 ans [10].

1. Cycle œstral : influence du cycle nyctéméral

Comme chez un certain nombre d'espèces, l'activité sexuelle saisonnière de la femelle dépend du rythme nyctéméral en plus d'un rythme propre. En effet, on a constaté que des femelles de *Spermophilus* (sciuridé, écureuil terrestre ressemblant beaucoup au *Tamias*) hypophysectomisées continuaient à avoir une activité sexuelle cyclique, mais que celle-ci se décalait dans le temps et que le cycle ne correspondait pas à une année [34]. Le rythme nyctéméral permet donc de recaler chaque année ce cycle.

Le début de la saison sexuelle est déclenché par un allongement de la durée des jours et donc de l'éclairage, et une augmentation de la température. Il a lieu vers mars-avril et dépend de la latitude [24, 37, 56].

Comme décrit dans le paragraphe A, l'allongement de la durée des jours va provoquer une diminution de la quantité de mélatonine et une augmentation des pulses de GnRH.

La GnRH va stimuler les gonadotrophines (LH et FSH) sécrétées par l'hypophyse qui vont à leur tour agir sur la sécrétion d'hormones sexuelles par l'ovaire, ainsi que sur la maturation des follicules puis la libération des ovules [24].

Le cycle œstral est de type polyœstrien, et dure en moyenne 13 à 14 jours (11 à 21 jours). Le pré-œstrus dure de 2 à 3 jours en moyenne mais peut durer jusqu'à une à deux semaines, et l'œstrus 3 jours. La femelle accepte le mâle le 2ème jour de l'œstrus où a lieu l'accouplement, l'ovulation est spontanée. Le post-œstrus dure en général de 1/3 de la gestation jusqu'à la totalité de la gestation, après quoi la femelle est de nouveau en anœstrus. S'il n'y a pas eu d'accouplement ou de fécondation, le post œstrus durera uniquement quelques jours, jusqu'au nouveau cycle [6, 56, 57].

La phase lutéale est induite par stimulation cervico-vaginale [9].

2. Modifications morphologiques lors du cycle œstral

Au cours du cycle œstral, la vulve de la femelle va subir une série de modifications visibles sur la figure n°10 [56] :

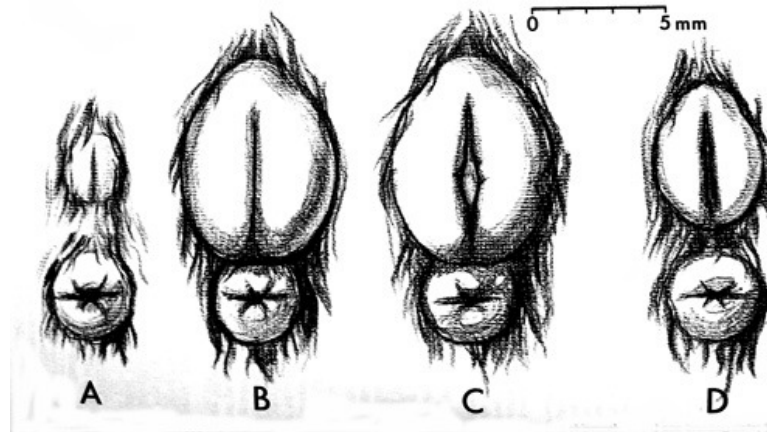


Figure n° 10 : Modifications de la vulve en fonction du moment du cycle [56]

Au début du cycle, la vulve est petite et pâle (figure n° 10, A).

Au début de l'œstrus (1^{er} jour), elle va gonfler et devenir turgescente : elle peut atteindre 8 mm de long et 6 mm de large. Elle est également rose vif à rouge. La fente est apparente mais aucune ouverture visible.

Au cours de l'œstrus (2^{ème} et 3^{ème} jours), en plus des modifications déjà présentes, l'ouverture du vagin (ainsi que celle de l'urètre, antérieure) va devenir apparente lorsque la fente s'élargit (figure n°10, B).

Après l'œstrus et pendant la gestation, la vulve va diminuer de taille et devenir flacide et rose pâle, ce qui est montré sur la figure n°10, D. Elle redeviendra progressivement plus petite (figure n°10, A).

3. Modifications hormonales lors du cycle œstral

Au cours du cycle œstral, une modification du taux d'hormones va avoir lieu.

On observe tout d'abord, au sortir de l'hibernation, une augmentation des taux d'hormone lutéinisante (LH) et de FSH.

Des études ont également montré une variation du taux de glucocorticoïdes au cours de la saison reproductrice : le taux est bas au début de la saison de reproduction (900 ng/ml de cortisol, 50 ng/ml de corticostérone), augmente pour atteindre un pic lors de la lactation (1600 ng/ml de cortisol, 175 ng/ml de corticostérone), et diminue de nouveau pour revenir au plus bas avant l'hibernation [38].

4. Influence du poids sur la fertilité

Il semblerait, d'après une étude de Schulte-Hostedde et al. (2002) [53], que le poids ait une influence sur la fertilité des femelles. En effet, dans la nature, les femelles dont le poids et la taille sont les plus importants seraient celles dont la reproduction serait la plus efficace.

Il paraît en effet logique que des réserves graisseuses corporelles assez importantes soient nécessaires au maintien de la gestation qui nécessite une importante dépense d'énergie pour la femelle.

5. Gestation

La gestation est de 31 jours en moyenne, elle est comprise entre 28 et 35 jours.

La femelle porte en moyenne de 3 à 5 jeunes, mais le nombre de petits peut être compris entre 1 et 8. Le nombre de jeunes est variable en fonction de l'espèce étudiée, mais on observe qu'il est souvent plus bas chez les primipares [6, 8, 10, 25, 26, 29, 44, 48, 54].

a. Changements morphologiques

Lors de la gestation, une distension abdominale et un développement des mamelles sont observés au cours du dernier tiers de celle-ci (photographie n°7).



Photographie n°7 : Femelle gestante : distension de l'abdomen et mamelles apparentes ([19],
photographie Pedro CORREIA)

b. Changement hormonaux

Au cours de la gestation, le corps jaune va sécréter de la progestérone, et les œstrogènes vont diminuer.

6. Mise-bas et allaitement

Le jour de la mise bas, la femelle ne sort que peu, et reste la plupart du temps dans son nid. Elle réapparaît après la mise-bas, l'abdomen moins tendu, les mamelles proéminentes [8, 48, 54, 63].

Des petits cris provenant du nid sont témoins de la naissance et de la survie des jeunes.

La femelle va alors passer beaucoup de temps à nourrir ses petits, à les nettoyer et à les réchauffer.

La composition du lait varie au cours de l'allaitement, d'après une étude réalisée par Veloso et al. (2003) sur des tamias des pins sauvages (*Tamias amoenus*) [63], comme indiqué dans le tableau n°3 :

Tableau n°3 : Variation de composition du lait de *Tamias amoenus* en fonction du stade de lactation [63]

Composition du lait	En début de lactation (2 jours)	En fin de lactation (33 jours)
Matière sèche	20 %	50 %
Protéines	5 %	10 %
Lipides	10 %	30 %
Glucides	4-5 %	4-5 %
Energie	5 kJ/mL	12-13 kJ/mL

Ceci correspond à un besoin de croissance rapide des jeunes : la taille de la portée passe en effet de 25% du poids de la mère à la naissance à 200% du poids de la mère au sevrage [48, 63]. Ce même type de variation de la composition du lait se retrouve chez d'autres espèces nidicoles.

La lactation dure environ 35 à 40 jours, et l'émergence des jeunes hors du nid a lieu à partir de ce moment, mais peut se prolonger jusqu'à l'âge de 60 jours.

CHAPITRE 3

ASPECT COMPORTEMENTAL DE LA REPRODUCTION

I. A l'état sauvage

La saison de reproduction dans la nature a lieu au printemps, après l'hibernation. Elle se situe vers mars-avril, et il peut éventuellement y avoir une 2^{ème} saison de reproduction avec une portée plus petite sous certaines latitudes en été.

L'existence d'une 2^{ème} saison de reproduction est fonction également de l'espèce concernée, car il existe des variations selon l'espèce rencontrée pour les différentes espèces de *Tamias* et d'*Eutamias* en Amérique du Nord [55].

A. Comportement en dehors de la saison de reproduction

Les tamias vivent en petites colonies, mais chaque individu a son propre terrier et son propre territoire qu'il défend contre les intrus. Ce territoire est assez grand, il fait environ ¼ d'hectare de superficie (entre 100m² et plus d'un hectare), cependant plusieurs territoires peuvent se chevaucher. Il existe par contre une zone de dominance plus restreinte autour du terrier qui est elle farouchement défendue contre tout intrus, ce qui peut entraîner des bagarres impressionnantes. Cette zone ne dépasse pas 15m² [4, 8, 39, 52, 55, 58].

Les terriers dans lesquels ils vivent ont été décrit dans la première partie.

B. Comportement de la femelle lors de l'œstrus

Les femelles tamias en œstrus vont appeler le mâle de manière caractéristique, en sifflant de façon répétitive pendant toute la journée. Ces appels peuvent avoir lieu parfois pendant les 3 jours que durent l'œstrus, mais souvent ne durent qu'un jour ou deux et correspondent au 2^{ème} jour de l'œstrus. La portée de ces sifflements est grande [44, 52, 56].

Elles présentent de plus les signes constants de l'œstrus : œdème de la vulve, excitation et acceptation du mâle [56].

Elles ne les laissent pénétrer leur territoire qu'après plusieurs tentatives au cours desquelles ils seront chassés [56].

C. Comportement du mâle

Les mâles, attirés par les cris des femelles, vont alors tenter de pénétrer son territoire. Ils seront d'abord repoussés par la femelle en chaleur, mais devront de plus affronter leurs rivaux. Les bagarres entre mâles peuvent être féroces, des blessures voire des morts sont fréquentes [56].

Leur état d'excitation lorsqu'ils entendent les sifflements est grand. Ils y répondent également par des sifflements, plus aigus et plus espacés que ceux des femelles.

D. Comportement lors de la saillie

La saillie a lieu en général le 2^{ème} jour de l'œstrus. Le mâle vainqueur poursuit la femelle qui fuit en émettant de petits jets d'urine qui laissent une trace odoriférante. Après quelques joutes symboliques lors de la poursuite, elle va s'immobiliser, tourner le dos au mâle et lever la queue bien droite en signe d'acceptation de l'accouplement (figure n° 11). Le mâle peut alors la chevaucher [6, 8, 29, 44, 52].

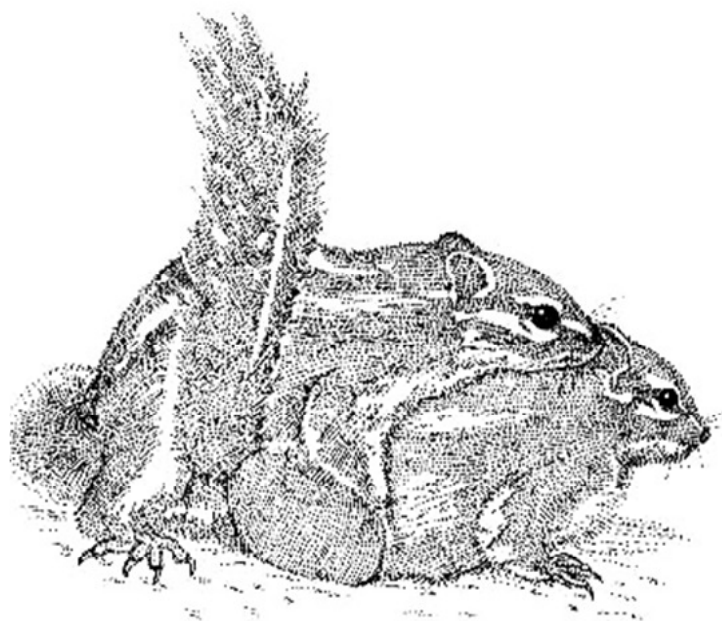


Figure n° 11 : Accouplement de 2 écureuils de Corée [29]

La saillie elle-même est rapide : elle dure entre 5 secondes et une minute. Selon Le Metayer [40], l'accouplement est unique, alors que selon d'autres auteurs [25, 29] on observe plusieurs chevauchements successifs entrecoupés de pauses consacrées à la toilette de l'appareil génital. Il est cependant difficile de préciser s'il y a intromission à chaque chevauchement. Selon nos propres observations, la seconde hypothèse est la bonne : nous avons pu observer, lors du 2^{ème} jour d'œstrus, des chevauchements multiples de courte durée pendant l'après-midi où mâle et femelle étaient réunis.

Le couple émet de petits grognements au cours de l'accouplement.

La femelle peut se faire saillir par plusieurs mâles différents au cours de la même journée.

E. Comportement de la femelle lors de la gestation et après la mise bas

Après la saillie et après l'œstrus, la femelle en général devient agressive et n'accepte plus les mâles. Ceux-ci sont alors repoussés de son territoire et plus aucun intrus n'est toléré.

Mis à part cette agressivité, la femelle ne change pas vraiment son comportement jusqu'à la fin de la gestation, elle va continuer ses activités normales de recherche de graines et d'exploration du territoire. Sa prise alimentaire va par contre augmenter au fur et à mesure.

Quelques jours avant la mise bas, la femelle va se préparer un nid confortable pour la mise bas avec des feuilles et de la mousse et y mettre des réserves.

Quelques heures avant la mise bas, elle va s'installer dans son nid et ne plus en sortir avant que les bébés ne soient tous nés.

Une fois les bébés nés, elle va passer une bonne partie du temps dans son nid afin de les nourrir, de les réchauffer et de les nettoyer. Elle continuera à défendre son territoire contre tout intrus jusqu'à ce que les jeunes soient sevrés.

Une fois les jeunes assez grands, vers environ 3 mois, elle va les chasser de son territoire : ils sont alors assez grands pour se trouver leur propre territoire.

Pour *Tamias striatus*, dans les régions assez tempérées, elle pourra alors revenir en chaleurs pour faire une 2^{ème} portée au cours de l'été ou en début d'automne [39, 55]. Ceci n'est pas décrit pour *Eutamias sibiricus*, et il a été observé qu'il n'y avait pas de 2^{ème} portée pour *Eutamias minimus*, cela dépend donc des espèces.

II. En captivité

D'après nos observations personnelles, la saison de reproduction peut commencer dès février voire fin janvier (observations de chaleurs avec reproduction le 28 janvier 2006) pour les animaux qui n'hibernent pas ou peu. Elle peut durer éventuellement jusqu'à juin ou juillet, cela dépend des individus.

Cependant on observe souvent un nombre limité de chaleurs, 3 ou 4 au maximum lors d'une saison de reproduction.

A. Comportement en dehors de la saison de reproduction

En captivité, les écureuils sont souvent gardés à plusieurs, en couple ou en trio, ce qui nécessite une grande cage (voir chapitre 4, I.A.). Si la cohabitation se passe souvent bien lorsque les écureuils ont été introduits ensembles jeunes, elle peut parfois poser problème, surtout en hiver, quand les écureuils vont faire des réserves et défendre leur territoire. Certains individus cohabitant bien en été peuvent alors devenir très agressifs avec leurs congénères et les chasser impitoyablement à travers toute la cage, leur occasionnant des blessures pouvant être graves. Il convient donc à ce moment de séparer les individus dans 2 cages différentes, ou de réaliser une séparation dans la cage à travers laquelle ils ne pourront pas s'agresser.

En revanche au printemps et en été, les écureuils vont souvent dormir ensembles et s'ignorer ou se chamailler gentiment.

B. Comportement de la femelle lors de l'œstrus

Comme dans la nature, la femelle en chaleurs va siffler toute une journée pour appeler le mâle. Si dans la nature, il est décrit dans la littérature qu'elle peut siffler les 3 jours de l'œstrus, en captivité, nous n'avons observé les sifflements en général qu'une journée, 2 au maximum [6, 8, 27, 29, 44].

Pendant ces sifflements, elle se place en général en hauteur dans la cage, sur une étagère par exemple, et ne bouge pas ou peu.

La femelle va poursuivre le mâle si celui-ci ne réagit pas, le chevauchant lorsqu'elle le rattrape.

C. Comportement du mâle

Le mâle attiré par les sifflements de la femelle va la poursuivre jusqu'à ce qu'elle accepte l'accouplement [52] (photographie n°8). Nous n'avons pas observé de sifflements émis par le mâle lors de cette poursuite, mais ceci a déjà été noté une fois par un particulier de notre connaissance.



Photographie n°8 : Mâle poursuivant une femelle avant l'accouplement (photographie personnelle)

D. Comportement lors de la saillie

En général on ne met en présence qu'un mâle pour une femelle, l'accouplement va donc n'avoir lieu qu'avec un mâle.

Comme à l'état sauvage, les deux écureuils se poursuivent mutuellement, la femelle émettant de petits jets d'urine sur son passage, et se chamaillent gentiment, jusqu'à ce que la femelle accepte le mâle en dressant sa queue [29, 52].

Le mâle grimpe alors sur la femelle, lui serrant l'abdomen en avant des cuisses à l'aide des membres antérieurs le temps de la saillie (photographie n°9).

La saillie est courte mais sera répétée plusieurs fois au cours de la journée. Entre 2 accouplements, les écureuils font leur toilette et nettoient leurs parties génitales (photographie n°10) [29].



Photographie n° 9 : Accouplement de deux *Eutamias sibiricus* lilas (photo Nadège WILLIES)



Photographie n° 10 : Toilette de l'appareil génital chez un mâle (photographie personnelle)

E. Comportement de la femelle pendant la gestation et après la mise bas

La femelle, si le mâle lui est inconnu (pas un compagnon de cage) ou si elle est encore agressive suite à l'hiver, va redevenir agressive rapidement, et dans ce cas mieux vaut les séparer.

Si elle connaît le mâle, elle ne sera pas agressive tout de suite mais risque de le devenir rapidement si la fécondation a eu lieu et si elle est gestante, mieux vaut donc séparer mâle et femelle [6, 29, 52].

Elle peut de plus devenir agressive avec les autres écureuils dans la cage, si elle est logée avec par exemple une autre femelle : dans ce cas, il faut isoler la femelle gestante des autres.

Au cours de la gestation, on n'observe en général pas d'agressivité vis-à-vis du propriétaire. La femelle ne change pas de comportement pendant la majorité de la gestation, continuant ses activités normales et ne semblant pas plus prudente lors de ses acrobaties quotidiennes. Elle va manger un peu plus [25].

Quatre à cinq jours avant la mise bas, elle va commencer à faire un nid douillet avec ce qu'on lui laisse à disposition, en général des mouchoirs, du papier hygiénique, ou, s'il y en a, de la mousse naturelle et des feuilles.

Quelques heures avant la mise bas, elle va se retirer dans son nid et ne plus en sortir jusqu'à ce que les bébés soient nés [25].

L'observation de l'intérieur du nid quelques heures après la mise bas permet de constater que les placentas sont mangés et le sang nettoyé.

Une fois les bébés nés, la maman va passer du temps dans le nid pour les nourrir et les réchauffer, mais elle va également reprendre des sorties afin de manger et de se balader ; on peut alors observer des mamelles proéminentes [25].

Elle va également les nettoyer et surtout lécher la région ano-génitale afin de stimuler la miction et la défécation.

On peut souvent observer la mère sortir les petits pour les changer de nid ou juste les transporter, ou encore faire leur toilette en les léchant sur tout le corps et en les tournant dans sa bouche.

Si elle est bien apprivoisée, elle laissera le propriétaire commencer à manipuler les petits sans manifester d'agressivité mais en maintenant une surveillance sur ses petits, en allant les voir

fréquemment. Dans le cas contraire, elle pourra adopter une attitude protectrice en agressant le propriétaire s'il introduit sa main dans le nid en sa présence.

Les jeunes étant en général donnés dès 6-8 semaines, âge auquel la mère s'en occupe encore un peu et peut encore les allaiter, on n'observe pas de comportement de rejet des jeunes une fois assez grands.

CHAPITRE 4

MAITRISE DE LA REPRODUCTION EN CAPTIVITÉ

I. Conditions de reproduction

A. Cage

1. Taille de la cage

La cage (photographie n°11) hébergeant le couple doit être suffisamment grande pour que la reproduction puisse être assurée [8, 25, 26, 28, 29, 44] ; en effet, dans une cage plus petite, les écureuils pourront être stressés ou être agressifs l'un avec l'autre, ce qui compromet le succès de la reproduction. On conseille un minimum de 100x50x150cm pour un couple en termes de volume soit 0,75m³ [10]. Cependant des reproductions ont été observées dans des volières du commerce standard un peu plus petites sans soucis. Les cages vendues « pour écureuils » en magasin sont en général insuffisantes pour 2 écureuils et ne sont pas recommandées.

Si on a de la place, on peut leur construire de très grandes volières intérieures tout le long d'un mur par exemple, ils n'en seront que mieux.

Pour éviter toute escapade, elle devra être en métal, ou si construite avec du bois, du grillage en acier galvanisé devrait recouvrir celui-ci sur l'intérieur de la cage [44]. Les mailles du grillage devront être de moins de 1,5 cm pour éviter les escapades des jeunes écureuils.



Photographie n° 11 : Cage construite de 95x77x150cm (1m³) (photographie personnelle)

2. Emplacement et équipement de la cage

Elle doit être placée dans un endroit calme, en évitant la télévision (les fréquences de 50 à 60 Hz en général (télévision, écran d'ordinateur, certains néons) sont très stressantes pour les écureuils [28, 44]), les courants d'air, et le placement juste derrière une fenêtre, ce qui conduirait à des températures trop élevées [44].

Les normes d'ambiance recommandées pour l'écureuil figurent dans le tableau n° 4.

Tableau n°4 : Normes d'ambiances pour l'écureuil de Corée [10]

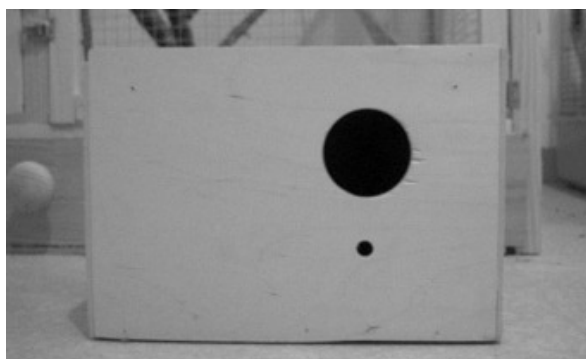
Température	Hygrométrie	Ammoniaque	Lumière	Vitesse de l'air
18-26°C	50-60%	< 8 ppm	12h/jour, 30-40 Watt/m2	0,30 m/s

Il faut également éviter de fumer dans cette pièce ou d'y faire trop de bruit [44].

Elle sera bien sûr équipée des accessoires nécessaires : une mangeoire qui ne puisse pas être renversée (accrochée aux barreaux ou assez lourde, en céramique par exemple), un biberon accroché à l'extérieur (l'eau dans une gamelle est trop vite souillée), ainsi que de branches et étages leur permettant de jouer et de s'épanouir. Les étages doivent être assez grands et rapprochés pour éviter tout risque de chute une fois les jeunes sortis du nid.

La litière peut être en chanvre ou en rafles de maïs. Les copeaux de résineux sont connus pour provoquer des problèmes respiratoires en particulier chez les rats et devraient être évités. Le foin se salit vite et absorbe mal l'urine.

Le nid doit être assez grand (20x15x15 cm au moins), avec une entrée de 3-4 cm de diamètre en hauteur pour éviter que les bébés ne puissent tomber [29]. Il est conseillé d'avoir un toit qui puisse être ouvert pour contrôler et observer les jeunes après la naissance sans les déranger plus que nécessaire. Un nid à perruches (photographie n°12) fait l'affaire. Il faut de préférence le placer au sol pour éviter une chute accidentelle des petits. On donnera aux écureuils du Sopalín® ou du papier hygiénique qu'ils déchireront en petits bouts pour le garnir. On peut aussi donner de la mousse naturelle ou du foin, mais il faut éviter le coton hydrophile qui peut faire des fils et s'enrouler autour des pattes (surtout des bébés) et provoquer leur nécrose.



Photographie n° 12 : Nid à perruches (photographie personnelle)

On recommande de mettre un nid par écureuil s'ils sont gardés en couple ou trio car ceux-ci ne dorment pas toujours ensemble, et la femelle peut chasser le mâle une fois fécondée.

Les écureuils de Corée peuvent également être maintenus en groupes (avec toujours 3 ou 4 femelles pour un mâle) en volière extérieure ou intérieure de taille suffisante. Des reproductions peuvent être alors observées sans soucis particuliers [13].

3. Cas des volières extérieures

Dans le cas du choix d'héberger les écureuils dans une volière extérieure (manque de place en intérieur ou volonté de recréer un habitat le plus naturel possible), celle-ci devra comporter un espace suffisant (2x3x2m est un bon compromis), un grillage à 80 cm de profondeur dans le sol pour éviter qu'ils ne s'enfuient en creusant, mais tout en leur laissant assez de profondeur pour faire un terrier dans lequel ils puissent hiberner (s'il n'est pas assez profond, l'isolation ne sera pas suffisante et ils risquent de mourir de froid pendant l'hiver) [13, 25].

Il faudra également leur laisser de grands nids et assez de matériaux pour les garnir pour que l'isolation soit suffisante.

Une partie au moins du toit devra être couverte pour les abriter de la pluie et du soleil, ainsi qu'un ou 2 côtés (les plus exposés aux vents) [25].

Les écureuils devront y être placés durant la belle saison pour qu'ils aient le temps de s'habituer progressivement aux baisses de températures. Leur poil sera alors plus fourni que celui de leurs congénères gardés à l'intérieur.

B. Alimentation

L'alimentation des écureuils doit être variée et contenir tous les aliments nécessaires en quantité raisonnable, afin de les maintenir en bon état de chair, sans qu'ils soient non plus obèses [25, 52].

En général à la fin de l'hiver, les écureuils ont maigri par rapport à l'automne où ils ont accumulés beaucoup de réserves (observations personnelles). Cependant ils ne doivent pas être trop maigres non plus. Il est difficile d'estimer exactement l'embonpoint d'un écureuil qui selon la position peut apparaître plus ou moins rond et c'est avec l'habitude qu'on finit par le juger. On peut les peser en été (une fois adultes) pour savoir leur poids usuel et savoir si au printemps ils ont repris ce poids.

L'alimentation, surtout d'une femelle, avant la reproduction doit être équilibrée et contenir :

- des graines (blé, maïs, avoine, tournesol)
- des noix (noix, noisettes, arachides) en quantité raisonnable (le pourcentage de lipides dans l'alimentation des écureuils doit être autour de 15% et ces fruits secs sont très gras)
- des fruits (pomme, fraise, cerise, raisin, framboise, mûre, prune...)
- des légumes (pissenlit, endive, maïs, tomate...)

- des protéines animales en petite quantité (vers de farine (2 à 3 par semaine), poulet ou bœuf cru, insectes, croquettes pour chien)

Les graines et les fruits et légumes seront donnés *ad libitum*, les noix et protéines en quantité plus faible. Les graines et noix devraient constituer environ 70 % de leur alimentation et les végétaux 25 % [25]. La quantité de nourriture mangée par jour est de 10 à 20g de graines (une cuillère à soupe).

Le blé et les germes de blé sont riches en vitamine E, dont une augmentation dans la diète peut augmenter la fertilité [52].

C. Formation du couple

Les individus composant un couple devraient être choisis avec soin afin de ne pas dégénérer l'espèce en réalisant des croisements non réfléchis et délétères. En particulier, il convient de choisir deux individus non apparentés, ou le moins possible. Ceci est facile à réaliser lorsqu'on achète les écureuils chez un particulier dont on connaît les ascendants, mais moins facile si on achète en animalerie. Dans ce cas, il conviendra de ne pas prendre 2 écureuils dans une même animalerie au même moment car il y a des chances qu'ils soient à ce moment frère et sœur.

Le couple peut avoir été formé jeune, en réunissant 2 écureuils non issus d'une même portée : dans ce cas, s'ils ne sont pas séparés pour l'hiver pour des problèmes de territoire, l'accouplement ne pose pas de problèmes. On peut aussi former un trio constitué de 1 mâle et 2 femelles : avec des écureuils réunis ensemble assez jeunes on ne rencontre pas de soucis [25, 44].

On peut aussi vouloir faire s'accoupler 2 écureuils ne vivant pas ensemble (propriétaires différents, incompatibilité de caractère en hiver...) : dans ce cas, il vaut mieux mettre la femelle dans la cage du mâle pour éviter qu'elle ne l'attaque pour défendre son territoire. Il ne faut la mettre que le jour où elle accepte le mâle, c'est-à-dire le jour où elle siffle [2, 25, 44]. Les jours précédents, il est conseillé de la mettre dans une petite cage à côté de celle du mâle pour qu'ils puissent se sentir et faire connaissance.

Si le mâle ne l'accepte pas dans la cage, il vaut mieux alors les faire se rencontrer en terrain neutre, à l'extérieur de la cage, dans une petite pièce, ou dans une autre cage.

Il faut éviter de mettre un mâle inconnu en présence d'une femelle avant l'œstrus car si la femelle l'agresse, il peut le jour de l'œstrus être trop apeuré pour réagir normalement aux sifflements et continuer à la fuir [6, 8, 29, 44].

Dans le cas de groupes d'écureuils maintenus ensemble en grandes volières extérieures, il convient de mettre au moins 3 fois plus de femelles que de mâles (6 femelles pour 2 mâles par exemple) ou de ne mettre qu'un seul mâle afin d'éviter les disputes et les bagarres pouvant être mortelles à la saison des amours. La volière devra être assez grande afin de permettre la fuite et l'évitement si on met plusieurs mâles.

Dans le cas d'une population trop importante pour la taille de l'enclos, seule la femelle dominante va se reproduire [25].

D. Gestion de la mise bas

La mise bas a lieu en général pendant la nuit et dans le nid et il est donc difficile de la surveiller [6]. Cependant, en cas de problème, on pourra le noter le matin : si la femelle semble encore continuer ses efforts expulsifs alors que 2 ou 3 bébés sont nés, ou si on observe un bébé bloqué que la mère n'arrive pas à expulser, il faut l'aider : on peut tenter de dégager un jeune à moitié expulsé, mais mieux vaut l'amener chez le vétérinaire qui pourra réaliser le traitement adéquat.

Ce genre de soucis est rare mais a déjà été décrit chez un écureuil lila qui avait 6 bébés morts dans l'utérus après un part long et difficile [61].

E. Cas des élevages

Dans les élevages professionnels, les écureuils sont très souvent maintenus non pas en couple ou petits groupes mais par grands groupes dans de grandes volières, pour des questions de place [6] (photographie n°13).

La reproduction est rarement bien surveillée.



Photographie n° 13 : Élevage en Italie [6]

Cependant dans certains petits élevages familiaux, ne comportant que peu de couples (8 ou 10 couples), les animaux sont maintenus en couples, voire individuellement pour les *Tamias striatus* qui sont difficile à maintenir en couple en dehors des chaleurs (communication d'un éleveur amateur aux Pays Bas). Ils ne sont alors réunis qu'au moment des chaleurs.

II. Prise en compte de la génétique dans la formation des couples

A. Différents phénotypes et leur déterminisme

Les variations de couleur rencontrées existent principalement chez les *Eutamias*. Cependant celles-ci se développent également chez les *Tamias* : on a pu obtenir des spécimens lilas hybrides *Tamias striatus* x *Eutamias sibiricus*.

1. Phénotype agouti

Les animaux agoutis sont ceux dont la couleur est celle correspondant au phénotype sauvage (photographie n°14). Les écureuils agoutis sont marrons sur le dos et la tête, crème sur le ventre, et portent 5 raies sombres sur le dos qui se prolongent sur la queue ainsi que sur la tête pour les *Eutamias sibiricus* [2, 8, 25, 44, 68].

Le ou les allèles codant pour cette couleur sont dominants.

Certaines sous espèces d'*Eutamias sibiricus* sont plus rousses, en particulier celles provenant de l'île d'Hokkaido [2]. Elles sont souvent également plus petites que les sous espèces continentales.

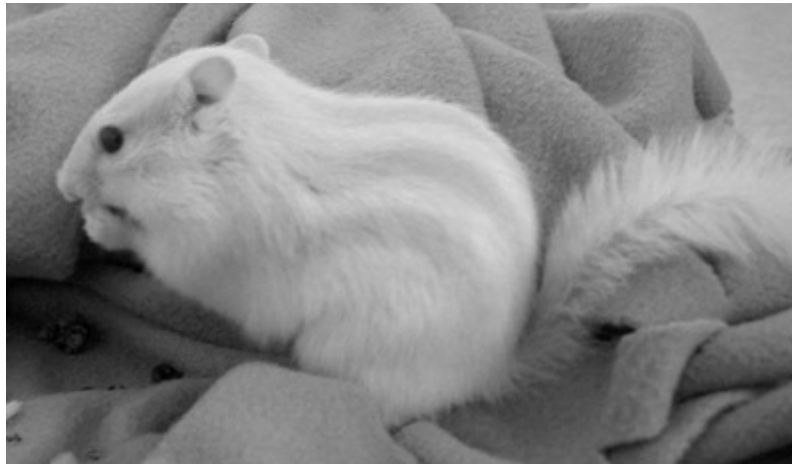


Photographie n° 14 : *Eutamias sibiricus* agouti (photographie personnelle)

2. Phénotype lila

La mutation lila (ou blanche) est une mutation diluée (photographie n°15). Un lila est blanc, avec des raies couleur crème et les yeux rouges foncés [2, 8, 25, 44, 68]. Ils sont souvent plus grands que les agoutis vendus actuellement (observations personnelles et communications de propriétaires en possédant des 2 couleurs), peut-être car recroisés avec des écureuils sauvages

(qui sont plus grands que les agoutis issus d'élevage après plusieurs générations) pour réintroduire du sang neuf et éviter trop de consanguinité.



Photographie n° 15 : *Eutamias sibiricus* lila (photographie personnelle)

Le ou les allèles codant pour cette mutation sont récessifs, lorsqu'on croise un agouti et un lila, on obtient des écureuils marrons dits porteurs de l'allèle lila.

L'engouement pour cette couleur est grand et des éleveurs amateurs passionnés tentent d'obtenir des spécimens aux yeux les plus foncés possibles par des croisements réfléchis.

Il a été observé par les particuliers détenant des lilas et des agoutis que les bébés issus des croisements étaient souvent plus roux, particulièrement sur l'arrière train, ce qui semblerait indiquer que ce gène n'est pas totalement récessif, et plus grands que les agoutis.

L'origine de cette mutation est discutée, et elle n'a pas été déterminée.

Nous avons également observé que les proportions de bébés blancs dans les portées de porteur de gène x blanc et de porteur de gène x porteur de gène étaient inférieures à ce qu'elles devraient être en théorie dans le cas d'un gène unique codant pour la couleur (moins de 50% dans le 1^{er} cas de bébés blancs, et bébés blancs très rares dans le 2^{ème} cas alors qu'en théorie on devrait avoir 25%), ce qui peut laisser penser qu'il n'y a pas un gène unique permettant de coder pour la couleur mais plusieurs, sur un seul chromosome ou sur plusieurs, comme c'est le cas chez de nombreuses espèces de mammifères tels que le chien et le chat. Cependant les données que nous avons, en trop faible quantité, n'ont pas pu être réellement exploitées statistiquement afin de préciser le nombre de gènes et leur emplacement possible.

3. Albinisme

Les albinos sont complètement blancs et ont les yeux rouges. Ils sont plus rares que les lilas car moins recherchés, et plus fragiles [2, 8, 25, 44, 68]. Ils sont également souvent plus petits [2].

Le déterminisme de la couleur n'est pas connu.

B. Croisements recommandés

Il faut évidemment éviter de croiser deux écureuils ayant une origine commune telle que frère et sœur, père et fille ou mère et fils, mais il est également préférable quand on connaît les grands parents d'éviter également toute parenté à ce niveau, c'est pourquoi il est intéressant pour les éleveurs amateurs de garder la trace des origines de leurs écureuils ainsi que des petits qui auront été donnés, et pour tout acheteur, de se renseigner sur les ascendants des écureuils qu'il souhaite acheter s'il a l'intention de les faire se reproduire.

On recommande surtout, la souche blanche étant encore réduite, pour éviter trop de consanguinité et d'accumulation possible de gènes délétères, de ne pas croiser 2 blancs ensembles même si la tentation est grande (ceci permet d'avoir uniquement des bébés blancs qui sont vendus plus chers), mais de croiser agoutis et blancs et de croiser les F1 avec des blancs (issus d'une autre lignée que le parent blanc) pour obtenir à nouveau des bébés blancs [2, 8]. En théorie on aurait alors 50% de blancs et 50% de marrons (mais comme dit plus haut, cette proportion est rarement atteinte) (photographie n°16). Il est également possible d'obtenir des blancs en croisant deux F1 (de 2 lignées différentes) mais la probabilité d'obtenir des bébés blancs diminue alors (25% en théorie). En pratique, très peu de bébés blancs ont été observés lors d'un tel croisement sur un assez grand nombre de portées d'après des éleveurs amateurs.

Cependant, si les parents sont tous les 2 blancs mais non issus d'une même lignée (ce qui implique de connaître assez bien les ascendants des parents), les bébés peuvent être tout à fait en bonne santé sans malformations. Par contre il ne faut pas recroiser ces bébés avec des blancs, mais avec des marrons porteurs du gène blanc.

Il a été observé, comme chez beaucoup d'espèces, que les croisements consanguins donnaient lieu à des petits malformés, chétifs et ne vivant pas longtemps, aussi bien avec les agoutis qu'avec les blancs.



Photographie n° 16 : Portée de jeunes écureuils issus d'un croisement blanc x marron porteur de gène blanc : 2 blancs et 6 marrons (photo Bruno SEGONDS)

III. Stérilisation

A. Stérilisation chirurgicale

1. Anesthésie

a. Mesures pré-anesthésiques

Examen clinique : tous les animaux devraient être examinés et leurs antécédents médicaux notés avant toute intervention. Le poids devrait être le plus précis possible (avec une balance électronique de précision, ou à défaut une balance de cuisine précise au gramme) et devrait être pris dès l'admission pour pouvoir le suivre journallement lors d'une hospitalisation [9, 11, 15, 16, 18, 33, 49, 50, 52].

Examens complémentaires : ils pourraient inclure une prise de sang pour noter l'hématocrite, les protéines totales et le glucose [15]. Ces tests ne nécessitent qu'un faible volume sanguin et peuvent être réalisés facilement, et les informations qu'ils apportent peuvent déterminer si l'écureuil est apte à subir une intervention chirurgicale.

La formule sanguine de l'écureuil de Corée est donnée dans le tableau n° 5.

La prise de sang peut être réalisée à plusieurs endroits mais devra de toute façon nécessiter une tranquillisation de l'animal.

Le sang peut être prélevé en coupant une griffe assez courte : il s'agit de la méthode la plus facile, permettant de recueillir assez de sang pour réaliser un frottis sanguin et une glycémie, mais elle ne permet pas la réalisation d'un micro-hématocrite.

Une prise de sang à la jugulaire peut être possible mais reste extrêmement délicate [44].

Le site de prise de sang conseillé chez un écureuil de Corée est à la veine fémorale (photographie n°17), qui est assez grosse chez cette espèce, avec une seringue de 1/2 mL et une aiguille de 25 Ga [46]. La quantité maximale de sang pouvant être prélevée est de 1/100^{ème} du poids du corps en mL, soit environ 0,8 à 1 mL pour un écureuil de Corée. Le volume sanguin total est de 8mL/100g [10].



Photographie n° 17 : Prise de sang chez un écureuil de Corée à la veine fémorale [46]

Tableau n° 5 : Formule sanguine de l'écureuil de Corée [65]

GR (10⁶/mm³)	Hb (%)	Ht (%)	Thrombo (10³/mm³)	Leuco (10³/mm³)	Neutro (%)	Lympho (%)	Mono (%)	Baso (%)	Eosino (%)
7,61-10,9	15,8- 20	37- 57	150-500	5,2-7,2	28	58	14	0-1	0-1

Mise à la diète : d'après Richardson [52], la régurgitation chez l'écureuil de Corée n'est pas possible à cause de l'anatomie du cardia, mais des vomissements chez des écureuils de Corée nous ont été rapportés, cette hypothèse est donc douteuse et la mise à la diète est donc intéressante. Elle a de plus d'autres intérêts [8, 11, 15, 18, 50] :

- ◆ Elle permet une estimation plus précise du poids réel du sujet ; dans la mesure où elle réduit la masse du contenu digestif

- ◆ Elle réduit le volume du tube digestif, facilitant l'accès aux organes intra-abdominaux lors de laparotomie et évitant la compression de la cage thoracique par les organes abdominaux.

- ◆ Elle permet la vidange des abajoues, dont le contenu est source potentielle de fausse déglutition. Il est possible de retirer manuellement avec un coton-tige les aliments persistants dans la cavité buccale.

- ◆ La diète permet d'améliorer l'induction de la narcose : il semble en effet qu'à dose égale de principe actif, l'animal à jeun soit beaucoup plus sensible à l'anesthésie.

Une diète de 2 heures pré-anesthésie peut être réalisée de manière sûre. Au-delà, il y a des risques d'hypoglycémie ou d'iléus intestinal pendant la période péri-anesthésique, et de délai dans la reprise de l'alimentation en post-opératoire [15, 50].

b. Mesures pré-opératoires

α) Prévention des pertes de chaleurs et des pertes hydriques

Le ratio surface/poids corporel est élevé chez les écureuils et ils sont donc très sensibles aux pertes de chaleur.

Les zones de pertes sont essentiellement les oreilles, la queue, et la face palmaire des extrémités. L'hypothermie causée par le contact avec la table de chirurgie ou les instruments interfère de plus avec l'élimination des anesthésiques.

On peut diminuer les pertes de chaleur par quelques mesures simples [8, 9, 11, 15, 18, 49, 52] :

- ◆ Placer l'animal sur une surface isolante : papier, tissu (champs opératoire), ou du plastique à bulle. On peut également l'envelopper de papier aluminium [52].

- ◆ Utiliser des coussins ou des tapis chauffants. Attention lors de l'utilisation de tapis chauffants électriques aux risques de brûlure : mettre du tissu ou du papier pour isoler un peu

l'animal, ne pas le placer directement dessus. Les tapis chauffants à eau sont l'idéal pour les petits animaux. Ils permettent une bonne maîtrise de la température.

- ◆ Utiliser des bouillottes ou des sacs chauffants enveloppés dans des serviettes de part et d'autre de l'animal.

- ◆ L'utilisation d'une sonde thermique placée dans le rectum permet de contrôler facilement la température et éviter toute hyperthermie ou hypothermie.

On peut également éviter des pertes de chaleur trop importantes :

- ◆ Tondre la surface la plus petite possible, chauffer préalablement les solutions désinfectantes, ne pas utiliser d'alcool mais un soluté isotonique chauffé et ne pas mouiller inutilement le pelage.

- ◆ Recouvrir le reste du corps d'un champ, de préférence transparent pour surveiller les mouvements respiratoires de l'animal.

- ◆ Lors du temps chirurgical, extérioriser les organes abdominaux sur une période la plus courte possible, et chauffer les solutés de rinçage préalablement.

Les pertes liquidiennes souvent importantes seront compensées par l'utilisation de solutés isotoniques injectés par voie sous cutanée ou intra-péritonéale, à la dose de 5% du poids du corps environ. Un mélange de 2/3 de Ringer Lactate et d'1/3 de glucose isotonique est conseillé [9].

β) Position de l'animal

On s'assurera de la position correcte de la tête et du cou qui doivent être étendus, et de la position de la langue, pour éviter une obstruction des voies aériennes supérieures [8, 15, 18, 49, 52]. Les membres ne doivent pas être en extension forcée car cela rend plus difficile les mouvements respiratoires et augmente le risque de luxation scapulo-humérale ou coxo-fémorale. Éviter d'utiliser des bandes élastiques pour arrimer les membres à la table car celles-ci peuvent comprimer la circulation veineuse, aboutissant à un œdème des extrémités voire des lésions plus graves. On peut utiliser du sparadrap pour fixer les membres à la table. Il est important de prévenir la dessiccation de la cornée (conséquences telles que kératites majeures, panophtalmie) en appliquant une pommade ophtalmique (par exemple de l'OCRYGEL®) [8, 18].

c. Surveillance de l'anesthésie

La surveillance de l'anesthésie chez un animal de taille aussi petite que l'écureuil de Corée est délicate.

La technique la plus utilisée pour tester le niveau d'anesthésie est la réactivité de l'animal à des stimuli nociceptifs : on peut pincer les espaces interdigités au niveau des postérieurs, afin de rechercher une manifestation de douleur. En raison de la petite taille, on peut également piquer les coussinets avec une aiguille. Une insensibilité au pincement des oreilles et de la queue doit également être présente [8, 9, 18].

Il est préférable de commencer l'opération après la disparition de la réponse aux pincements des postérieurs.

D'autres réflexes peuvent être surveillés mais ils ne sont pas toujours fiables pour estimer la qualité de l'anesthésie [8, 18, 25, 44, 50] :

- le réflexe de redressement de la tête disparaît tôt, alors que l'anesthésie est encore légère, comme celui de mâchonnement.
- le réflexe palpébral est difficile à réaliser et présente des variations selon les anesthésiques utilisés. Il disparaît assez vite.
- le réflexe cornéen présente les mêmes difficultés que le réflexe palpébral. Il disparaît beaucoup plus tardivement. Sa disparition indique un surdosage de l'anesthésie [9].

Les signes indiquant un surdosage et devant être surveillés sont les suivants [9] :

- Dépression respiratoire profonde : apparition de pauses, respiration difficile avec participation abdominale, puis mouvements de « gaping » et cyanose.
- Abolition du réflexe cornéen
- Abolition du réflexe anal
- Retard de coloration de la muqueuse labiale
- Ralentissement cardiaque (la fréquence normale pendant une anesthésie est de l'ordre de 150 bpm).

On observera également une perte des réflexes photomoteurs et une évolution vers la mydriase complète et persistante.

Les différents paramètres physiologiques peuvent être surveillés plus ou moins facilement selon l'équipement dont on dispose ; les données physiologiques normales concernant l'écureuil de Corée sont données dans le tableau n°6.

Tableau n°6 : Données physiologiques de l'écureuil de Corée [6, 29]

Fréquence cardiaque	300-500
Fréquence respiratoire	200
Température	38-39,5°C

▪ **Fonction cardio-vasculaire :**

La fréquence cardiaque (auscultation, choc précordial) est difficile à surveiller avec un simple stéthoscope, surtout si on n'en a pas de taille adaptée. On peut l'évaluer plus facilement qu'avec un stéthoscope en plaçant une sonde Doppler sur le cœur et en l'y fixant avec du sparadrap. L'écoute du Doppler permet d'estimer la fréquence cardiaque et les variations de pression artérielle. [16, 33]

Le temps de remplissage capillaire peut être observé au niveau de la langue, ou encore des oreilles et des coussinets plantaires pour les sujets à robe blanche. Un oxymètre de pouls peut également être utilisé : il permet de donner la fréquence cardiaque et d'évaluer la saturation en O₂. Il peut être placé sur une patte (photographie n°18).[50]



Photographie n° 18 : Ecureuil gris (Sciurus carolinensis) anesthésié avec un oxymètre de pouls sur une patte (photographie Dr Isabelle LANGLOIS)

L'électrocardiogramme ne peut guère être utilisé.

Il est important de surveiller la fonction cardiaque lors de l'anesthésie des écureuils de Corée car les cardiopathies sont relativement fréquentes chez cette espèce [9].

▪ **Fonction respiratoire :**

On surveille les mouvements respiratoires, le capnomètre n'étant pas utilisable sur un animal non intubé. La présence de buée sur le masque peut aussi être observée.

On recherche également des signes d'obstruction des voies : ronflements, sifflements à l'auscultation thoracique ou en écoutant près de la tête de l'animal.

▪ **Réanimation cardiovasculaire et respiratoire :**

En cas d'apnée, il faut augmenter l'oxygénation. On peut ballonner doucement (ne pas trop augmenter la pression) en appliquant le masque de manière la plus étanche possible sur le museau. On peut prévenir l'apnée en maintenant une bonne oxygénation [9].

En cas de défaillance cardiaque, on peut réaliser un massage cardiaque à raison de 60 à 80 compressions par minutes. On peut également utiliser des substances cardiotoniques qui auront été préparées de préférence avant l'anesthésie, pour pouvoir agir le plus rapidement possible :

- adrénaline : 0,1 mg/kg d'une solution à 0,1 % [9]
- atropine : 0,05 mg/kg [12]
- glycopyrrolate en cas de ralentissement trop important du rythme : 0,01 à 0,02 mg/kg [12]
- propranolol en cas d'arythmie : 0,1 mg/kg [9]

Souvent vu la petite taille de l'écureuil et les faibles volumes consécutifs il peut être plus facile de diluer au 1/10^{ème} les produits.

▪ **Température :**

Si on possède le matériel, on peut placer une sonde rectale permettant de prendre la température en continu. Sinon, il est recommandé de prendre la température régulièrement si l'opération se prolonge.

d. Méthodes d'anesthésie

α) Prémédication

Une prémédication permet d'abaisser l'excitation du système nerveux cérébro-spinal et végétatif [9]. Cependant, l'écureuil étant très facilement stressé et les injections délicates à réaliser, elle sera rarement mise en œuvre.

A titre d'information, on peut utiliser :

- atropine 0,05 mg/kg SC : elle peut être utile pour réduire la salivation et doit être injectée 20 minutes avant les autres agents.
- acépromazine 0,5-2,5 mg/kg IM, IP : elle permet une tranquillisation modérée
- diazépam 3-5 mg/kg IM, IP : tranquillisation modérée

Les sites d'injection recommandés chez l'écureuil sont le flanc pour la voie SC, la cuisse pour une injection en IM, et l'ombilic pour une IP. La veine jugulaire est recommandée pour une injection IV.

β) Anesthésie fixe

Très peu de données sont disponibles pour les écureuils de Corée. Berghoff propose la kétamine seule à 4mg/100g en IM, et le pentobarbital à 5-6mg/100g, après une prémédication de 0,2 mg d'atropine SC pour éviter une hypersalivation, sans plus donner de précisions sur leurs effets [7].

Gillett et Temple proposent l'utilisation du couple alphaxalone/alphadolone à 40mg/kg pour une anesthésie de longue durée ou l'induction en chambre, qui permet ensuite de réaliser de courtes interventions avant que l'animal ne se réveille [25].

On peut également extrapoler pour d'autres agents à partir d'autres petites espèces telles que la souris, le hamster ou la gerbille. Les concentrations de quelques agents anesthésiques pour ces espèces sont données dans le tableau n°7.

Tableau n°7 : Anesthésiques injectables et leurs concentrations utilisables chez les petits rongeurs [17, 50]

Kétamine- Xylazine	Midazolam	Tiletamine- Zolazepam (Zoletil®)
5-10 mg/kg IP	1-2 mg/kg IM, IP	50-80 mg/kg IP

Les inconvénients de cette méthode sont qu'il faut pouvoir immobiliser l'animal et lui faire l'injection, or l'écureuil étant un animal très vif, n'aimant pas être restreint et susceptible de mordre, ceci est assez délicat.

χ) Anesthésie gazeuse

Il s'agit de la méthode la plus simple à mettre en pratique, et la plus sûre pour l'animal.

Les anesthésiques utilisables sont l'halothane, l'isoflurane et le méthoxyflurane. L'éther peut être utilisé mais est déconseillé car irritant et inflammable [8, 50, 52]. Les concentrations recommandées sont présentées dans le tableau n°8 ci-dessous :

Tableau n° 8 : Anesthésiques volatils et concentrations utilisables chez l'écureuil de Corée
[8, 52]

Anesthésique	Induction	Entretien
Isoflurane	3,4 à 4,5 %	1,5 à 3 %
Halothane	3 à 4 %	1 à 2 %
Methoxyflurane	4 %	0,4 à 1 %
Ether (non recommandé)	10 à 20 %	4 à 5 %

L'anesthésie gazeuse peut être utilisée en entretien après une induction par injection ou en induction et entretien.

▪ Induction

Elle se réalise en chambre d'induction (figure n°12, photographie n°19), qui est une boîte en Plexiglas® par exemple (achetée ou fabriquée, mais transparente pour surveiller l'animal) présentant une arrivée d'anesthésique (isoflurane, ou halothane) sous l'animal et une sortie en haut. Elle est reliée à un appareil d'anesthésie gazeuse en circuit ouvert, ce qui permet une maîtrise de la concentration en anesthésique [8, 25, 28, 33 , 44, 50, 52, 66].

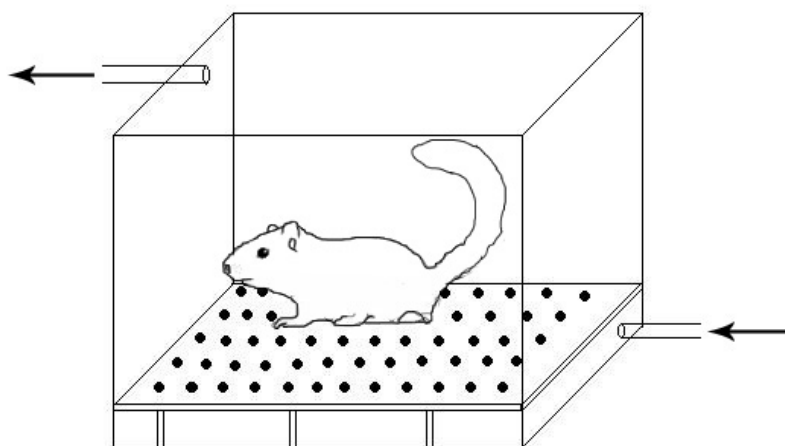
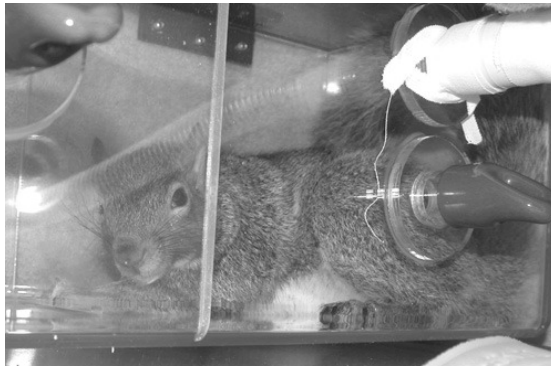


Figure n° 12 : Schéma d'une chambre d'induction (d'après [8])



Photographie n° 19 : Écureuil gris (Sciurus carolinensis) en chambre d'induction
(photographie Dr Isabelle LANGLOIS)

Le gaz anesthésique arrive par un tuyau relié au trou en bas de la chambre d'induction, situé sous une grille sur laquelle on placera l'animal pour qu'il ne soit pas en contact direct avec l'orifice. L'anesthésique étant plus lourd que l'air, il va progressivement remplir la chambre puis s'évacuer par l'orifice supérieur.

On peut également induire directement au masque, mais l'animal risquant de se débattre et de s'enfuir, la méthode de la chambre est plus pratique.

On peut enfin utiliser un coton imbibé d'anesthésique volatil (halothane, isoflurane, méthoxyflurane, ce dernier étant à privilégier car moins volatil et donc moins dangereux pour le manipulateur). Cette méthode est cependant déconseillée car peu précise : on ne maîtrise pas la concentration en anesthésiques utilisés, et le contact de l'anesthésique liquide avec les muqueuses de l'animal est très irritant [8].

▪ **Maintenance de l'anesthésie**

Une fois l'animal induit, prendre le relais en circuit ouvert, avec un masque (petit masque (photographie n°20) ou fabriqué par exemple avec un doigt de gant) [8, 25, 28, 33, 44, 50, 52, 66].



Photographie n° 20 : Écureuil gris (Sciurus carolinensis) anesthésié au masque (photographie
Dr Isabelle LANGLOIS)

Ce type de circuit présente deux avantages :

- ◆ Il est le seul dont l'espace mort (la fraction des gaz contenus dans le circuit qui n'est pas renouvelé entre 2 respirations) n'est pas trop important à condition que le débit de gaz délivré soit suffisamment important.
- ◆ La résistance du circuit (qui traduit l'effort que doit fournir l'animal pour inspirer les gaz) n'est pas trop élevée par rapport à la taille de l'animal.

Il a néanmoins des inconvénients :

- ◆ La respiration de l'animal ne peut être que spontanée. Cependant un masque bien étanche permet de ballonner un peu l'animal au besoin.
- ◆ La concentration d'anesthésique dans le mélange de gaz n'est généralement pas fiable, la concentration d'anesthésique pratiquée est souvent supérieure à celle nécessaire, d'où des pertes. Cependant vu les faibles volumes celles-ci ne sont pas très importantes.
- ◆ Dans ce type de circuit, les gaz ne sont pas recyclés : ils passent sous les bords du masque vers la pièce ; c'est pourquoi il est conseillé d'utiliser de l'isoflurane plutôt que de l'halothane (moins toxique).

Le volume de gaz apporté par minute devra être de l'ordre de 3 fois le volume d'air respiré par l'animal par minute (ou volume minute). Chez un écureuil, ce volume minute est de l'ordre de 200 à 300 mL/kg (poids (100g) x 10 à 15 mL/kg x fréquence respiratoire (200)) donc de 20 à 30 mL.

L'intubation, si elle peut être envisagée chez les grandes espèces d'écureuils comme l'écureuil gris, ne peut pas vraiment être mise en œuvre chez les écureuils de Corée en raison de leur petite taille. Cependant, en cas de nécessité (besoin d'une réanimation), l'intubation peut être tentée avec un cathéter sans trocard, de 16 ou 18 gauges par exemple (comme pour un rat [33, 50]). La bouche des écureuils peut s'ouvrir facilement mais la visualisation de la trachée peut être difficile, c'est pourquoi l'intubation risque de se faire à l'aveugle.

2. Castration du mâle

a. Indications

Elle permet d'éviter la reproduction chez les sujets maintenus en couple ou en harem, ou de calmer un sujet agressif [8, 15, 18, 50, 67].

Certains auteurs recommandent de la réaliser avant la maturité sexuelle [9], d'autres préfèrent attendre celle-ci car il semblerait qu'une stérilisation trop précoce pourrait conduire à une interruption de la maturation du système endocrinien et plus tard à l'apparition de certaines maladies. De plus, il est plus délicat de localiser les organes reproducteurs sur des animaux immatures [15].

Les tumeurs testiculaires peuvent également survenir chez les rongeurs mais elles sont rares [15, 50].

b. Matériel et méthode

Les instruments utilisés sont des instruments normaux mais de préférence de petite taille tels que des instruments d'ophtalmologie [9, 11].

La technique conseillée est comme pour les autres rongeurs de petite taille tels que le rat ou le hamster [9, 11, 15, 16, 18, 44, 49, 67] :

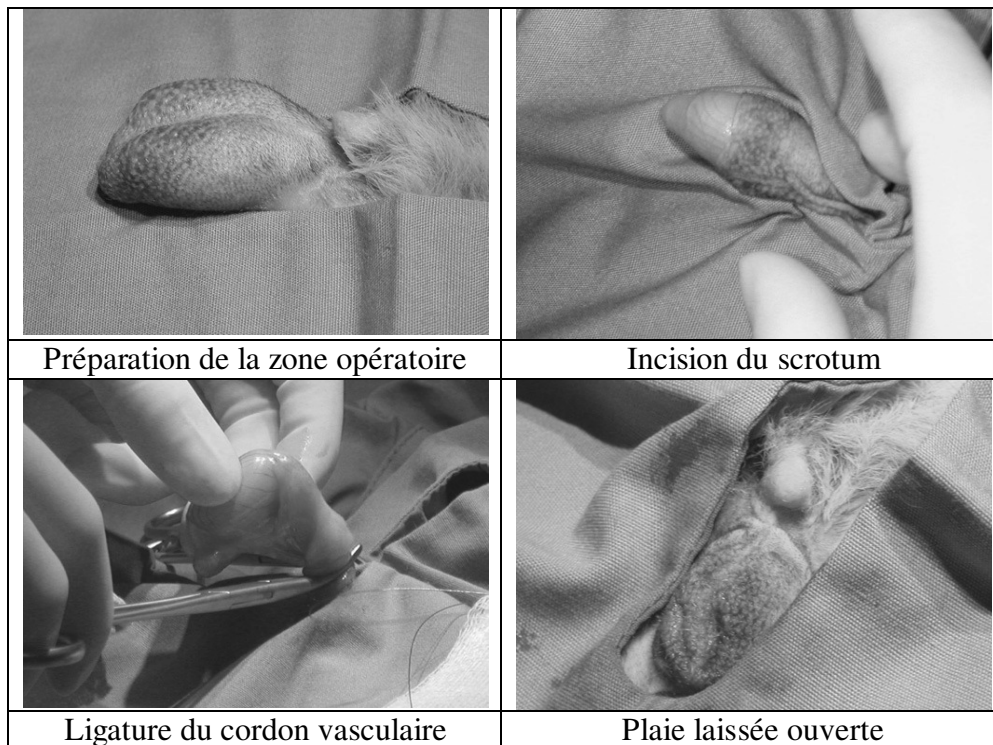
- placer l'écureuil en décubitus dorsal, en allongeant bien la tête et le cou.
- raser le scrotum et la région ano-génitale, la préparer chirurgicalement (photographie n°21). Si nécessaire replacer les testicules en position scrotale par une pression douce sur l'abdomen caudale.

- effectuer une incision interscrotale unique sans ouvrir la vaginale (photographie n°22 : technique fermée, afin d'éviter tout risque de hernie [9, 44, 50]). Certains auteurs proposent une technique ouverte mais la technique fermée nous semble plus sûre.

- extérioriser les testicules, ligaturer les cordons testiculaires avec un fil résorbable 4-0 le plus crânialement possible (photographie n°23), et faire l'exérèse des testicules. Enlever également le corps adipeux rétro-épididymaire. Il convient cependant d'en laisser un peu pour limiter les risques de hernie.

On peut également utiliser des clips hémostatiques à la place du fil pour ligaturer le cordon [16, 50].

- l'incision scrotale est suturée avec un fil 3-0 ou 4-0 résorbable, de préférence en intradermique pour éviter que l'écureuil ne coupe les points, ou laissée ouverte (photographie n°24). On peut également mettre de la colle chirurgicale.



Photographies n° 21 à 24 : Étapes de la castration d'un écureuil gris (*Sciurus carolinensis*)
(photographies Dr Isabelle LANGLOIS)

3. Stérilisation de la femelle

a. Indications

Elle est moins souvent pratiquée car il est plus simple de castrer le mâle dans un couple, mais elle peut être effectuée comme un geste thérapeutique en cas de pyométre, métrite, dystocie, kystes ovariens ou également pour prévenir les chaleurs et éviter la reproduction. Elle pourrait également être utilisée en prévention des tumeurs mammaires mais l'incidence chez cette espèce est plus faible que chez d'autres rongeurs tels que le rat et cette indication est donc peu valable.

Sa difficulté, par rapport à la taille de l'animal, devrait la restreindre à un usage thérapeutique [9, 11, 16, 50].

b. Matériel et méthode

Il peut être utile pour le vétérinaire d'utiliser une paire de lunettes-loupes étant donné la petite taille des organes. Comme dans le cas du mâle, des instruments de petite taille tels que des instruments d'ophtalmologie seront plus adaptés pour cette opération.

Deux techniques sont possibles :

α) Ovariectomie seule par le flanc

Deux incisions sont réalisées latéralement au niveau de L3 [8, 9, 15, 50].

Les ovaires, postérieurs au pôle caudal du rein, sont extériorisés, et des ligatures ou des clips hémostatiques [16, 50] sont posées sur le pédicule et l'extrémité de la corne utérine (ceci évite qu'il ne reste des fragments d'ovaire). L'oviducte, qui entoure l'ovaire, devrait être enlevé également car si laissé en place il peut produire des fluides conduisant à la formation de kystes.

On peut poser un point au niveau des muscles avec un fil résorbable en 4-0 ou 5-0 mais ce n'est pas forcément nécessaire [50].

La peau est ensuite refermée avec un fil à résorption lente. Un surjet intradermique résorbable sera de même préféré à des points cutanés pour éviter que l'écureuil ne les ronger. L'utilisation de colle chirurgicale est également possible [50].

Le port d'une collerette (fabriquée avec par exemple du film radiographique) est possible si l'animal cherche à se ronger les points, mais n'est que difficilement toléré.

β) Ovariectomie ou ovariohystérectomie par la ligne blanche

Le ventre de la femelle est rasé sur une petite surface et une incision est réalisée sur la ligne blanche sur un à deux cm [8, 9, 15, 16, 50].

Il est fortement déconseillé d'utiliser un crochet à ovariectomie chez les rongeurs en raison de la fragilité de leurs anses intestinales [15], mais la petite taille des écureuils fait qu'il risque

quand même d'être nécessaire. Il vaut mieux quand même essayer de chercher avec le petit doigt, en écartant délicatement les anses intestinales et en ramenant l'utérus le long de la paroi abdominale.

Une fois les ovaires isolés, soit on réalise une ovariectomie simple comme précédemment, soit on réalise une ovariohystérectomie, en posant une ligature sur le col utérin, prenant en masse les vaisseaux sanguins (photographie n°25). Cette dernière est plus facile à réaliser et est conseillée.

Le plan musculaire et le plan sous cutané seront refermés séparément [50].

La peau est ensuite refermée avec un fil à résorption lente comme du PDS II 4-0, avec un surjet intradermique. Comme précédemment, le port d'une petite collerette est conseillé.



Photographie n° 25 : Ovariohystérectomie chez une femelle hamster doré [16]

4. Réveil et soins postopératoires [9, 11, 18, 44, 52]

a. Température

Après l'opération, placer l'écureuil dans une pièce ou une couveuse à 30°C, et baisser la température à 25°C dès les premiers signes de réveil (frémissement des moustaches) [9]. S'il n'est pas possible d'atteindre cette température, utiliser des bouillottes, des coussins chauffants ou des lampes infrarouges. Cependant ces dispositifs ne sont pas très fiables et présentent l'inconvénient de pouvoir surchauffer l'animal voire le brûler.

Il faut surveiller la température rectale avec un petit thermomètre digital (le plus petit possible en raison de la petite taille de l'animal) pour vérifier qu'il ne soit ni en hyperthermie ni en hypothermie.

Une injection de sérum physiologique tiédi est conseillée pour compenser les pertes hydriques à raison de 5 à 10% du poids du corps si cela n'a pas été fait en pré ou péri-opératoire.

b. Litière

Il ne faut pas laisser la litière habituelle (copeaux, paille) car elle risque de souiller la plaie opératoire ou de s'insérer dedans [9, 15, 50]. Les copeaux peuvent causer des traumatismes cornéens tant que le réflexe cornéen est encore aboli par l'anesthésie, et la litière peut se coller à la bouche ou aux narines, perturbant la respiration.

Il est préférable de placer l'animal sur une serviette en tissu ou en papier qui sera changée si nécessaire pour que l'animal ne reste pas sur une litière souillée.

En outre, il sera retourné toutes les 30 à 60 minutes pour éviter un œdème pulmonaire par hypostase, jusqu'au réveil.

Il ne faut pas remettre un animal encore faible avec ses congénères que sa faiblesse pourrait inciter au cannibalisme [10, 15, 50].

c. Analgésie

L'analgésie pré-opératoire est peu documentée : on peut utiliser de la buprénorphine ou du butorphanol aux mêmes doses qu'en péri et post-opératoire [15].

En péri-opératoire et postopératoire, on peut utiliser de la buprénorphine (TEMGESIC®) à 0,1mg/kg SC toutes les 6 à 12 heures ou du butorphanol 0,1 à 0,5 mg/kg SC toutes les 2 à 4 heures [15].

Les posologies d'autres analgésiques classiques ne sont pas disponibles pour l'écureuil de Corée mais on peut extrapoler sans danger à partir des posologies pour rats et souris, par exemple on peut utiliser de la morphine 2 à 5mg/kg toutes les 8 à 12 heures.

Enfin, on peut utiliser après l'opération des AINS comme le méloxicam, à raison de 0,05 mg (une goutte) de la solution buvable à 1,5mg/mL (METACAM® buvable). Cependant son emploi doit être surveillé en raison de ses potentiels effets sur le système digestif (ulcères gastriques) [44, 52].

d. Reprise de l'alimentation

Elle doit être reprise le plus rapidement possible après le réveil car les rongeurs ont un métabolisme élevé pouvant conduire rapidement à l'hypoglycémie.

Si l'animal refuse de s'alimenter dans les heures suivant l'anesthésie, des injections sous cutanées de chlorure de sodium et de glucose à 5% ou de dextrose à 4% à raison de 10 à 20 mL/kg (1 à 2 mL) sont utiles [52]. On peut également réaliser des injections intra-péritonéales, à raison de 2 à 3 mL par injection.

Il faut également surveiller la consommation et faire des perfusions sous cutanées de chlorure de sodium tiédi au besoin.

e. Antibiothérapie

Une antibiothérapie de 3 à 5 jours est conseillée par certains auteurs, inutile selon d'autres [11, 52]. Cependant, dans le cas d'une castration, les testicules étant placés sous l'abdomen et le scrotum pouvant trainer par terre, elle peut être préférable si on ne peut pas assurer un environnement parfaitement propre. Elle préviendrait également une éventuelle entérotaxémie par arrêt du transit intestinal. On peut donner une fluoroquinolone (enrofloxacin (BAYTRIL® 2,5%), 5 à 10 mg/kg/jour, marbofloxacin 2-5 mg/kg/jour) ou des sulfamides potentialisés par du triméthoprime (triméthoprime sulfadiazine (BORGAL®), 100 mg/kg/jour) [7, 8, 11]. La dilution préalable des antibiotiques permet de mieux contrôler la quantité administrée.

f. Complications post opératoires

Suite à une castration, on peut rencontrer des hématomes, des traumatismes auto-infligés (souvent si on laisse des points cutanés qui sont donc à éviter), ou encore des infections (suite à l'absence d'antibiothérapie et/ou une hygiène insuffisante) [50].

Sur une ovariectomie ou ovariohystérectomie, on peut avoir une déhiscence des points et des traumatismes dus à l'écureuil se rongant les points, il est donc important d'utiliser de préférence une suture intradermique ou de la colle chirurgicale.

B. Stérilisation chimique

Elle peut être envisagée si on souhaite faire reproduire les animaux ultérieurement, ou encore lorsqu'on garde provisoirement 2 animaux de sexe opposé dans la même cage sans souhaiter de reproduction.

1. Stérilisation chimique de la femelle

Des études chez la lapine ont montré des effets secondaires de l'acétate de megestrol et de l'acétate de médroxyprogestérone tels que prise de poids, augmentation de l'appétit et léthargie : ils ne sont donc pas conseillés.

La proligestone est le progestatif recommandé chez les lapins et chez les rongeurs : il n'entraîne pas d'effets secondaires [11, 49].

Posologie : 50mg/kg soit 5mg/100g. Il est efficace dès 24h après son administration et l'effet dure de 2 à 3 mois.

2. Stérilisation chimique du mâle

L'acétate de delmadinone (TARDAK®) est utilisable chez le mâle à raison de 10mg/kg [11, 49]. Il diminue la libido mais n'offre pas la garantie d'obtenir une stérilité.

CHAPITRE 5

GESTATION ET PARTURITION DÉVELOPPEMENT DES JEUNES

I. Gestation

A. Alimentation

Pendant la gestation, la ration de la femelle doit être augmentée de 20 à 30%, particulièrement en protéines, sous forme par exemple de vers de farine, qui peuvent être donnés plus souvent que d'habitude, à raison d'un ou deux par jour. On peut aussi donner de l'œuf, des insectes, des croquettes pour chien ou encore de la viande [23, 25, 44, 52].

Il ne faut pas augmenter le calcium dans la ration sous peine de problèmes : en augmentant le calcium, on inhibe l'activité de la PTH (hormone parathyroïdienne) qui permet normalement d'augmenter la teneur en calcium du sang en mobilisant le calcium osseux. En cas de besoin augmenté et rapide de calcium, si la PTH est inhibée, il ne pourra pas y avoir de réponse rapide d'où une hypocalcémie consécutive.

Il faut également éviter de donner trop de graines de tournesol, qui ont un effet hypocalcémiant [28, 44, 52].

On peut compléter un peu en vitamines, mais ce n'est pas indispensable si on donne des fruits et légumes frais tous les jours.

B. Soins particuliers

Il n'y a pas de soins spécifiques à prendre avec une femelle gestante, sinon évidemment de la laisser tranquille et de ne pas trop la manipuler sous peine de provoquer un avortement.

Éloigner la cage de tous bruits intempestifs (télévision, radio, pièce fréquentée) si ce n'est pas déjà fait. Ne pas fumer dans cette pièce.

C. Habitat

On doit mettre à disposition de la femelle un nid assez grand (15x15x15cm) [6, 8, 25, 29, 44], avec une entrée de 4cm de diamètre environ, en hauteur pour que les petits ne puissent pas en tomber.

Il est conseillé de prendre un nid dont le toit peut être ouvert, pour pouvoir observer les petits sans les sortir du nid. Le nid à perruches cité plus haut convient très bien car il possède en général ce genre de toit.

Mettre à sa disposition des matériaux pour le nid : papier hygiénique, foin, mousse ramassée en forêt, feuilles... Éviter la ouate ou « nid pour hamster » qui peut s'enrouler autour des pattes des futurs bébés, causant une ischémie et la nécrose des pattes.

Mettre le nid au sol de préférence pour éviter toute chute.

D. Diagnostic de gestation

La gestation de la femelle tamia dure de 30 à 35 jours en moyenne [6, 8, 10, 25, 26, 29, 40, 44, 52].

Le diagnostic de gestation se fait en général par simple observation : un œil expérimenté peut voir les mamelles se développer et le tour de taille augmenter vers 11-12 jours, mais ce n'est que vers 20 jours que ces signes sont nettement visibles. A ce moment, on voit les 4 paires de mamelles nettement apparaître entre les poils (photographie n°26).



Photographie n°26 : Mamelles d'une femelle écureuil de Corée lila à 3 semaines de gestation (photographie Tiffen GUILLE)

On peut également faire une radiographie, mais c'est stressant pour la mère et peu utile. Celle-ci peut se faire dans le dernier tiers de la gestation. Elle permet de déterminer le nombre de bébés principalement. Les constantes radiographiques pouvant être utilisées sont données dans le tableau n°9 ci-après. Pour éviter une anesthésie, la femelle pourra être placée dans une petite boîte en plastique radio-transparent le temps de faire la radiographie.

Tableau n° 9 : Constantes radiographiques utilisables chez les écureuils de Corée [45]

kV	mA	mAs	Temps d'exposition
48	200	3,3	1/60 s

La palpation abdominale est réalisable mais délicate et dangereuse pour une main non experte et donc peu conseillée.

L'échographie est délicate comme sur tout animal de petite taille et surtout nécessite une anesthésie, ce qui n'est pas recommandé sur une femelle gestante, elle sera donc à éviter.

Le non retour des chaleurs n'est pas un diagnostic certain de gestation car la femelle a un nombre souvent limité de chaleurs (4 à 5 dans la saison). Par contre, un retour en chaleurs dans les 15 jours est un bon diagnostic d'absence de gestation.

II. Mise bas

A. Déroulement de la mise-bas

La mère écureuil met en moyenne bas de 3 à 5 petits, mais la taille de la portée peut varier de 1 à 8 voire 10 selon certains auteurs [6, 8, 10, 21, 25-27, 29, 44, 54, 57, 58, 68].

La mise-bas a lieu souvent la nuit, dans le nid que la femelle a préparé avant, en le garnissant de matériaux doux.

Les signes principaux indiquant que la mise-bas a eu lieu sont les cris et piailllements des nouveaux nés [25, 52].

Les jeunes sont nidicoles, ils naissent glabres, aveugles et sourds [8, 21, 25-29, 44, 48, 54, 57, 58, 68].

Une observation du nid après la mise bas montre que celui-ci est propre, la mère mange donc probablement les placentas, comme chez beaucoup d'autres espèces.

B. Soins aux jeunes

Il n'est pas nécessaire d'aller voir dans le nid dès la naissance, au contraire, ceci peut pousser la mère à abandonner la portée.

Si par contre après la mise-bas les cris des jeunes s'arrêtent, il vaut mieux aller jeter un coup d'œil dans le nid sans y mettre les doigts pour vérifier qu'ils sont encore en vie. Les jeunes écureuils crient de manière vigoureuse pendant au moins 14 jours après la mise-bas [25, 52]. Un arrêt de ces cris est un signe d'alerte.

Les jeunes, totalement dépendants de leur mère, sont nourris et lavés par celle-ci, et le nid est nettoyé (photographie n°27). La mère leur lèche la région ano-génitale pour les stimuler à uriner et déféquer, et passe beaucoup de temps à les allaiter. Pendant la lactation, les mamelles sont très développées et bien visibles (photographie n°28).



Photographie n°27 : Femelle écureuil prenant soin de ses jeunes (photo Tiffen GUILLE)



Photographie n° 28 : Femelle écureuil de Corée lila en lactation (photo Tiffen GUILLE)

La mère peut parfois déplacer ses bébés d'un nid à l'autre, ou courir dans la cage avec un bébé dans la bouche (photographie n°29) : ceci peut être un signe de stress mais en général ne porte pas à conséquence pour les bébés.



Photographie n° 29 : Mère portant un nouveau né dans sa bouche (photographie Colin BREEN [13])

III. Développement des jeunes de la naissance au sevrage

A. Caractéristiques des jeunes à la naissance



Photographie n° 30 : Jeunes écureuils de Corée à la naissance (photographie Sandra)

Un bébé écureuil pèse de 3 à 4 grammes à la naissance. Son gain moyen quotidien est d'environ 0,7 à 0,8 g par jour. Il mesure environ 3 cm, 5 à 7 cm avec la queue. La tête fait à elle seule environ 1/3 du corps.

Le jeune écureuil de Corée est nidicole : il est glabre, aveugle et sourd, ses oreilles sont collées (photographie n°30). Il est incapable de se déplacer et de manger seul et est totalement dépendant de sa mère, qui doit le réchauffer, le nourrir et le stimuler pour faire ses besoins.

Le nombre de jeunes écureuils dans une portée peut varier de 1 à 10 dans la littérature (paragraphe II, A). Nous avons pu observer nous même des portées allant de 2 à 8 jeunes, avec une moyenne d'environ 5 petits. Le nombre de jeunes n'est pas forcément moins élevé chez les primipares [6, 8, 25, 44, 57].

B. Développement des jeunes

1. De 0 à 14 jours

Leurs yeux sont fermés, leurs oreilles collées (photographie n°31). Les incisives commencent à faire irruption au 5^{ème} jour. Un fin duvet apparaît vers le 10^{ème} jour (photographie n°32), où l'on distingue déjà les rayures de l'adulte. Ils gémissent sans cesse [3, 25, 36, 48, 52, 54, 57, 59].



Photographie n° 31 : Jeunes écureuils de 6 jours (photo Éric ALABOWSKY)



Photographie n° 32 : Jeunes *écureuils* de 10 jours (apparition du duvet) (photographie *Éric ALABOWSKY*)

2. De 15 à 21 jours

Le duvet continue à se développer. Les paupières commencent à s'ouvrir mais la vision n'est pas encore effective. Les oreilles sont de plus en plus visibles mais pas encore décollées (photographies n°33 et 34) [3, 25, 36, 48, 54, 57, 59].

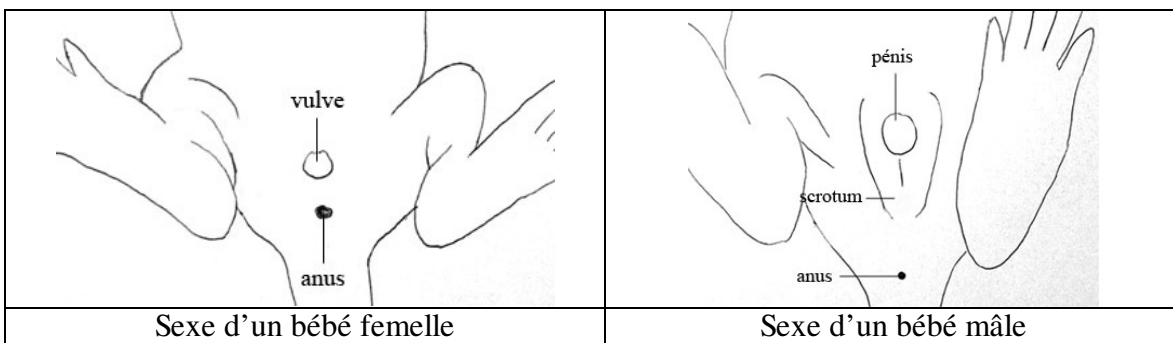


Photographie n° 33 : Jeunes *Tamias striatus* de 15 jours (photographie *Bruno SEGONDS*)



Photographie n° 34 : Jeunes *Eutamias sibiricus* de 20 jours (photo *Éric ALABOWSKY*)

Le sexe des bébés peut être facilement déterminé à cet âge par examen de la zone ano-génitale (photographies 33 et 34) : chez une femelle, vulve et anus sont proches, chez un mâle, le pénis et l'anus sont plus éloignés et on distingue le scrotum.



Figures n° 13 & 14 : Sexes de jeunes écureuils de 17 jours (d'après des photos de Tiffen GUILLE)

3. De 22 à 28 jours

Les incisives supérieures apparaissent au 22^{ème} jour. Le pelage est complet et assez fourni. La queue devient plus fournie. Les oreilles se décollent et s'ouvrent. Les yeux s'ouvrent complètement vers le 30^{ème} jour (photographies n°35 à 37) [3, 25, 36, 48, 54, 57, 59].



Photographie n° 35 : Jeune écureuil de 23 jours (photo Éric ALABOWSKY)



Photographie n° 36 : Jeunes écureuils de 24 jours (photo Éric ALABOWSKY)



Photographie n° 37 : Jeunes écureuils de 24 jours (photographie Bruno SEGONDS)

4. De la 5^{ème} semaine au sevrage

Les petits commencent à sortir du nid. Le sevrage commence environ à ce moment, l'âge exact n'étant pas déterminé mais étant entre 4 et 8 semaines.

A ce moment, les jeunes ne font pas encore leur taille adulte qu'ils atteindront vers leurs 8 semaines, mais seulement les 2/3 de celle-ci environ. Leur tête est ronde et grosse proportionnellement au corps (figure n°13, photographie n°38) [3, 29, 36, 48, 54, 57, 59].

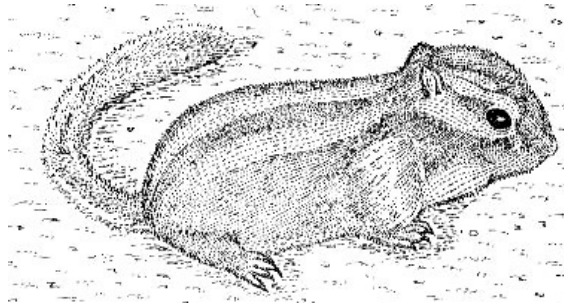
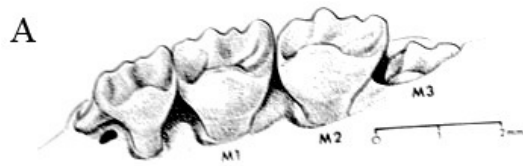


Figure n° 15 : Jeune écureuil de Corée (d'après [29])



Photographie n° 38 : Jeune écureuil de 29 jours (photographie Tamsyn HOLDER [36])

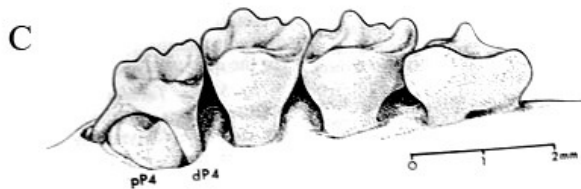
L'éruption des dents jugales inférieures permet de déterminer l'âge, la dentition étant définitive à partir de l'âge de 3 mois (figure n°14).



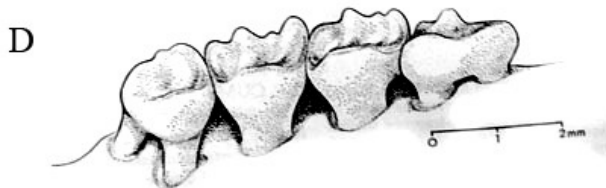
A : Jeune, poids de 50g



B : Sub-adulte précoce (7 semaines), poids de 60 à 70g



C : Sub-adulte tardif (12 semaines), poids de 100 à 110g



D : Adulte

Figure n° 16 : Eruption des dents jugales inférieures en fonction de l'âge [57]

A cet âge, ils passent leurs journées à jouer et à apprendre les règles de vie en société (photographie n°39).



Photographie n° 39 : Jeunes écureuils de 34 jours : sortie du nid (photo Éric ALABOWSKY)

C. Alimentation des jeunes et sevrage

Le lait des rongeurs est pauvre en glucides et riche en lipides. La composition du lait varie en fonction du stade de lactation, comme indiqué plus haut, pour combler les besoins de jeunes dont la croissance est rapide. La fréquence des tétées est élevée, la mère passe beaucoup de temps avec eux au début.

La fréquence diminue lorsque les jeunes grandissent.

Vers 3-4 semaines, lorsqu'ils sortent du nid, ils commencent à grignoter des aliments solides tels que fruits coupés en petits morceaux et graines.

Ils seront sevrés complètement vers 5-6 semaines.

D. Soins aux jeunes orphelins [60]

Lors de décès de la mère à la naissance ou dans les jours qui suivent, ou dans le cas d'une portée trop importante dont l'allaitement épuise la mère, il est possible de s'occuper des jeunes de plus d'une semaine en les allaitant artificiellement.

L'annexe 1 résume les soins à apporter en fonction de l'âge.

1. Environnement

Les jeunes pendant les 3 premières semaines doivent être gardés au chaud, dans une boîte remplie de tissu doux (serviettes, papier essuie-tout) sans trous ni fils pour éviter qu'ils ne se coincent un membre. La boîte doit être placée dans une pièce sans courants d'air, à l'abri du bruit. Il faut changer la litière 2 fois par jour.

On peut laisser aux jeunes une peluche contre laquelle ils iront se serrer.

Il faut ajouter une source de chaleur supplémentaire : par exemple une bouillotte bien enveloppée pour qu'elle ne brûle pas les jeunes au fond de la caisse, des lampes infra-rouge (de 25 à 40 W), ou encore on placera la boîte dans une couveuse dont la température sera réglée à 35°C tant que les bébés n'ont pas de poils puis diminuée à 25-28°C une fois qu'ils auront leur fourrure.

Après 3 semaines, les jeunes devront être placés dans une cage ou une boîte en plastique pour éviter tout risque d'évasion. La source de chaleur devra être retirée progressivement, en vérifiant alors la température des jeunes et en la remettant si elle descend trop.

A partir de 4 semaines, il faudra en plus laisser aux jeunes de quoi ronger.

2. Alimentation

Le lait utilisé peut être du lait en poudre pour carnivores (le tableau n°10 montre que c'est celui le plus proche en composition) dont on doublera la concentration, ou encore des mélanges avec du lait de vache et des céréales ou du lait condensé non sucré dilué avec de

l'eau bouillie refroidie (1/3 de lait, 2/3 d'eau) [10]. On peut également utiliser du lait de chèvre avec des compléments en calcium et phosphore [60].

Les centres de réhabilitations américains proposent un mélange de lait pour carnivores, de crème et d'eau [59]:

- un volume de lait en poudre ESBILAC®
- ½ volume de crème épaisse
- 1 ½ volume d'eau

Les éleveurs amateurs ont souvent recours au lait 2^{ème} âge pour bébé sans gluten, qui semble ne pas poser de problèmes de diarrhée et être bien toléré. De plus, souvent les jeunes écureuils apprécient le parfum vanille et téteront plus volontiers. Cependant, la composition de celui-ci (tableau n° 11) est plus proche du lait de vache que du lait d'écureuil et ce n'est donc pas le plus adapté. De jeunes écureuils vendus mal sevrés (vers 4 semaines) ont toutefois été nourris avec ce lait sans soucis particulier, l'absence de lait conduisant par contre fréquemment à la mort de trop jeunes individus.

Tableau n° 10 : Composition du lait chez l'écureuil de Corée, la chienne et la vache ainsi que d'un lait en poudre pour carnivores et rongeurs TVM® en % [10]

	Ecureuil de Corée	Chienne	Vache	Lait en poudre double dose
Eau	73,4	77,2	87,6	76
Lipides	12,6	9,8	3,8	5,5
Protides	9,2	8,1	3,3	5,7
Lactose	3,4	3,5	5	6,26
Mat. minérales	1,4	7,3	7,2	7

Tableau n° 11 : composition d'un lait infantile 2^{ème} âge dilué à 14,5 % (85,5 % d'eau)

Valeur énergétique	69 Kcal
Protéines	1,6 %
Glucides	9,3 %
Dont lactose	5,7 %
Lipides	2,8 %
Minéraux	0,44 %

Un petit biberon prévu pour les chatons ou les petits chiots, ou à défaut une simple seringue d'un mL permettra la distribution du lait aux jeunes (photographies n°40 et 41).

Les jeunes écureuils apprennent vite à téter et sont souvent faciles à nourrir à la seringue une fois qu'ils y sont habitués.



Photographie n°40 : Jeune écureuil nourri au biberon (photographie Catherine)



Photographie n°41 : Jeune écureuil nourri à la seringue (photo Jim Gandy, [22])

La distribution de lait doit se faire sur un animal bien réveillé, la tête vers le haut. Elle doit être lente pour éviter tout risque de fausse déglutition. Ne pas forcer le liquide dans la bouche mais laisser perler quelques gouttes au coin des lèvres. L'animal va les lécher, et va ensuite chercher à téter tout seul.

Cependant, en cas de gêne respiratoire lors du nourrissage (toux, bulles au niveau des narines), il faut suspendre le jeune par les membres postérieurs et maintenir le corps d'un doigt, jusqu'à un retour normal de la respiration. Si nécessaire, on peut masser délicatement l'abdomen pour faciliter l'évacuation du liquide inspiré [25, 60].

La fréquence de distribution des repas est donnée dans le tableau n°12 ainsi que dans l'annexe 1 qui résume les soins à apporter en fonction du stade de développement :

Tableau n° 12 : Fréquence des repas et quantités pour nourrir de jeunes orphelins [3, 59]

Age	Fréquence et quantité
0 à 7 jours	Toutes les 3 heures. La quantité est faible.
8 à 14 jours	1 à 2 mL toutes les 3-4 heures, 6 fois par jour
15 à 21 jours	2 à 3mL toutes les 3,5-4h, 5 fois par jour
22 à 28 jours	3-4 mL, toutes les 4h, 4 fois par jour. Commencer à donner des aliments solides (fruits) coupés en petits bouts.
A partir de 28 jours	3-4 mL 3 fois par jour, puis diminuer la fréquence toutes les semaines (passer à 2 fois puis une fois par jour). Proposer des fruits et des graines (tournesol, blé, cacahuètes, noisettes).

3. Hygiène

Après chaque repas, le museau des jeunes doit être nettoyé avec une lingette pour bébé ou un coton. Cela permet d'éviter l'accumulation de nourriture sur la face, causant une irritation et une agglutination des poils.

Après le repas, la défécation et la miction doivent être stimulées par un massage doux de la région péri-anale avec un coton ou une compresse imbibé d'eau tiède [3, 25, 44, 52, 59, 60].

En cas de rougeur péri-anale, due à l'irritation de l'urine, on peut utiliser des crèmes apaisantes pour bébé pour soulager la douleur [60].

Le biberon ou la seringue doivent être nettoyés et devrait être gardé dans une solution stérilisante. Si possible, chaque bébé devrait avoir sa propre seringue ou son propre biberon.

Tout reste de lait doit être jeté, le lait doit être reconstitué à chaque repas pour du lait en poudre [60].

4. Pesée

Tous les bébés doivent être pesés tous les jours pour vérifier la prise de poids, à la même heure, avant leur premier repas [60]. Un graphique de courbe de poids permet de voir l'évolution de l'animal.

Toute perte de poids doit être surveillée et si elle continue sur plus de 48h, il se peut qu'il y ait un problème nécessitant d'être exploré. Il peut y avoir plusieurs causes :

- En cas de diarrhée, arrêter le lait 24 heures et donner uniquement des solutés de remplacement par voie orale.
- Il peut y avoir un début d'infection nécessitant l'usage d'antibiotiques.
- Il peut y avoir une charge importante en parasites (peu souvent dans le cas d'écureuils de particuliers, mais ça peut être le cas sur une portée trouvée dans la nature). Un traitement antiparasitaire est alors nécessaire.

5. Sevrage

Le sevrage se fait vers 4 ou 5 semaines, de manière progressive, en présentant tout d'abord des graines et des fruits aux jeunes à partir de 3 semaines pour qu'ils commencent à grignoter, puis en diminuant les quantités de lait données à partir de 4 semaines [3, 59].

Les jeunes pourront être donnés à partir de 5 ou 6 semaines.

CHAPITRE 6

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

I. Chez le mâle

Il n'y a pas de pathologie de la reproduction décrite chez le mâle reproducteur.

Cependant, on peut imaginer que comme chez d'autres espèces, il peut y avoir des problèmes de composition du sperme (azoospermie, aspermie,...).

Il peut aussi parfois y avoir une absence de réaction de la part d'un mâle à une femelle en chaleur, probablement due à une non maturité sexuelle (ceci est possible quand on achète des écureuils en animalerie sans en savoir l'âge exact).

II. Chez la femelle

A. Infection utérine

Les infections utérines (pyomètre, métrite) chez la femelle écureuil peuvent se produire [8, 25, 28, 44, 52].

L'infection se fait par voie vénérienne à la suite d'un contact avec un mâle infecté, par voie hématogène à partir d'un autre foyer septique (pyomètre) ou le plus souvent à la suite d'une rétention fœtale suivant le part (métrite).

1. Étiologie

De nombreux agents peuvent être en cause ; sont notamment cités Staphyloques (*S. aureus*), Streptocoques, Pasteurelles (*P. multocida*, *P. pneumotropica*), et *Pseudomonas aeruginosa*, et également même si leur importance est plus faible *Chlamydia sp.*, *Brucella melitensis*, *Listeria monocytogenes*.

2. Symptômes

L'atteinte de l'état général se traduit par de l'anorexie et de l'apathie. On peut noter un abdomen distendu et douloureux, des écoulements vulvaires purulents parfois teintés de sang. L'urine est foncée voire noire. Une polydipsie est parfois notée.

3. Diagnostic

La clinique et la période d'apparition des signes (fréquemment en *post partum*) permettent un diagnostic de quasi certitude. L'échographie bien que rarement réalisée ou la radiographie peuvent aider au diagnostic. Une augmentation des leucocytes est également notée. Les quantités de sang prélevées étant faibles, il est conseillé de faire un frottis sanguin et non un tube.

Les méthodes de prélèvement sont décrites dans le chapitre 4, paragraphe III. A. 1.a. et la formule sanguine dans le tableau n°3.

4. Pronostic

Le pronostic est réservé car si aucun traitement n'est mis en place, l'infection peut rapidement se propager et la métrite évoluer en péritonite ou en toxémie, qui sont fatales le plus souvent.

5. Traitement

Il est chirurgical : une ovariectomie est réalisée après stabilisation de l'état général à l'aide de fluides (saline ou solution de lactate de Ringer + dextrose) en sous cutanés. Celle-ci doit être entreprise rapidement car l'évolution chez des animaux au métabolisme élevé est rapide et fatale.

Un traitement médical peut être tenté en alternative à la chirurgie, avec une antibiothérapie associée à l'administration de prostaglandines afin d'augmenter le drainage utérin. On peut par exemple utiliser du chloramphénicol. Cependant celui-ci est rarement efficace et le traitement chirurgical doit être préféré.

Un traitement de soutien (fluidothérapie avec des fluides dextrosés pour apporter de l'énergie, maintenance en couveuse à 30°C) est nécessaire en postopératoire. Les autres précautions à prendre sont les mêmes que pour toute chirurgie (voir paragraphe sur l'anesthésie).

B. Dystocie

Les dystocies sont peu fréquentes chez les écureuils de Corée mais un cas a déjà été décrit sur une femelle lila dont un des bébés était bloqué dans la filière pelvienne et qui avait 6 bébés morts dans l'utérus [61].

Le traitement adéquat consiste à donner de l'ocytocine ou du gluconate de calcium pour relancer les contractions s'il n'y en a pas ou réaliser une césarienne et une ovariectomie.

Les doses d'ocytocine recommandées pour le hamster et le rat et pouvant être extrapolées pour l'écureuil sont de 0,2 à 3 UI/kg en SC ou IM [12].

La dose de gluconate de calcium recommandée pour le cobaye en cas de dystocie est de 100 mg/kg en IM ou per os [12].

C. Tumeurs mammaires

La suspicion est clinique, suite à l'apparition d'une ou plusieurs masses mammaires remarquées par le propriétaire, qui souvent grossissent rapidement (photographie n°42).



Photographie n° 42 : Tumeur chez une femelle écureuil de Corée [68]

Des examens complémentaires peuvent être réalisés, comme une cytologie après un prélèvement à l'aiguille fine, ou une histologie après un prélèvement, qui révèlent en règle générale un fibroadénome, c'est-à-dire une tumeur bénigne [25, 28, 44, 52].

Le traitement consiste en l'exérèse chirurgicale de la tumeur. Celle-ci est d'autant plus nécessaire que la tumeur est de taille importante et gêne les mouvements de l'animal, ou qu'elle peut s'ulcérer et se nécroser avec un risque septique important.

Le pronostic est bon après une exérèse large, malgré un risque de récurrences non négligeable. Il convient par contre de bien surveiller la plaie après car les écureuils ont tendance à ronger les fils ou à retirer les agrafes, d'où un risque de déhiscence de la plaie. Ceci peut être limité par un surjet intradermique sans points cutanés. Le port d'une collerette (difficilement tolérée mais réalisable) et le confinement dans une petite cage sont recommandés.

D. Mammites

Les mammites sont peu rencontrées, mais des bactéries comme *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp et *Staphylococcus* spp ont déjà été isolées [28].

E. Infertilité

Une absence de chaleurs constatée chez la femelle ou une absence de gestation après accouplement peut résulter de plusieurs causes.

1. Influence de la durée du jour

Les chaleurs dépendent fortement du rythme nyctéméral et de la durée du jour, comme décrit dans le chapitre 2, paragraphe II. C. 1.

En cas d'absence de variation de la durée du jour (éclairage prolongé en hiver), il semblerait qu'on observe des troubles de la reproduction [52].

Cependant, des études réalisées sur *Tamias striatus* par Reiter et al. [51] ont montré qu'un éclairage pendant la nuit n'avait pas d'influence sur le taux de mélatonine et que celui-ci ne diminuait pas. On peut donc supposer que les *Tamias* ne sont pas très sensibles à un éclairage nocturne, et que l'éclairage de la pièce le soir n'influencera pas la reproduction.

En revanche, une luminosité insuffisante (cage dans une pièce mal éclairée, avec par exemple une seule fenêtre au nord) provoquera une infertilité apparente avec un retard des chaleurs.

2. Stress

Le stress chez les femelles peut provoquer une baisse de fertilité, ou encore des avortements précoces. Il est donc important de leur offrir une grande cage avec plusieurs nids, et d'éviter la télévision, les ordinateurs, les néons (appareils émettant à 50-60 Hz) ou tout autre animal dans la même pièce, en particuliers d'autres rongeurs [25, 27, 52].

3. Autres

Une masse corporelle pas assez importante peut comme nous l'avons vu plus haut provoquer une baisse de fertilité voire une absence de chaleurs dans la nature [20]. En captivité, ce cas est assez rare car les écureuils sont en général bien nourris.

F. Toxoplasmose

Toxoplasma gondii a été décrit chez l'écureuil, cependant on connaît mal l'incidence de ce parasite et surtout sa pathogénie réelle chez *Tamias striatus* [7].

G. Hypocalcémie

Elle est fréquente après la mise bas et en début de lactation, les écureuils y sont sensibles. Elle se rencontre surtout chez des écureuils ayant une diète peu équilibrée, constituée uniquement de graines, dont du tournesol [8, 25, 28, 44, 52].

Les signes cliniques sont les suivants :

- léthargie
- ne nourrit pas les jeunes
- paralysie postérieure
- contractures musculaires
- ténesme
- incoordination motrice
- asthénie progressive
- perte de conscience (« forme comateuse »)

Le diagnostic est facile et est basé sur l'apparition brutale des symptômes décrits ci-dessus chez une femelle peu avant ou après la mise-bas. Une mesure du taux calcique sérique n'apportera pas grand-chose car les valeurs normales chez l'écureuil ne sont pas connues.

Le traitement recommandé à mettre en place d'urgence est du gluconate de calcium en solution à 10% à raison de 0,5 mL en sous cutané, puis une complémentation par voie orale de calcium. Une diminution des symptômes est visible quelques minutes après l'injection. L'administration de calcium per os assure le relais du traitement d'urgence et est maintenu pendant toute la durée de la lactation.

Le pronostic est favorable si le traitement est mis en place rapidement sans quoi l'issue est fatale. Des rechutes sont possibles.

La prévention consiste à donner une alimentation assez riche en calcium, sans cependant trop en donner, car si on en donne trop, la sécrétion de PTH est inhibée et le corps ne pourra pas répondre à un besoin urgent en calcium en mobilisant le calcium osseux. Il faut également limiter les graines de tournesol dans la ration.

H. Carences et hypervitaminoses

Des carences en vitamines et minéraux chez les rongeurs peuvent provoquer des troubles de la reproduction, ainsi qu'à l'inverse un excès de certaines vitamines qui peuvent être tératogènes comme la vitamine A [23, 29, 35].

Ces troubles de la reproduction sont en général accompagnés d'autres troubles.

Les tableaux ci-dessous indiquent les vitamines et minéraux responsables de la reproduction ainsi que les troubles associés.

Tableau n° 13 : Signes de carences en vitamines chez les Rongeurs [23, 35]

Vitamines	Troubles associés à une carence ou un excès*
Vitamine A	Tératogène*, troubles de la reproduction Troubles de la croissance, amaigrissements, troubles oculaires, dermatite, anomalies dentaires, kératinisation des épithéliums
Vitamine B1	Baisse de fertilité Retard de croissance, anorexie, troubles neurologiques, vomissements, diarrhée, dilatation cardiaque
Vitamine B2	Troubles de la reproduction Retard de croissance, entérite, cataracte, troubles cutanés (alopécie et dépigmentation) et nerveux
Vitamine B5	Tératogène Amaigrissement, diarrhée, stéatose hépatique, alopécie, hyperkératose, ataxie, dermatite exfoliative
Vitamine B12	Troubles de la reproduction, tératogène Retard de croissance
Vitamine E	Infertilité, avortements Dystrophie musculaire, dégénérescence hépatique, anémie

Tableau n° 14 : Signes de carences en minéraux chez les Rongeurs [23, 35]

Minéraux	Troubles associés à une carence
Manganèse	Baisse de fertilité Retard de croissance
Zinc	Tératogène Retard de croissance, parakératose, diarrhée, anorexie, alopécie
Sélénium	Infertilité Maladie du muscle blanc, nécrose hépatique

III. Pathologie et mortalité des jeunes

A. Cannibalisme

Si les conditions de reproduction sont mauvaises, la femelle ou le mâle peuvent être amenés à manger leurs petits [25, 27].

Les causes possibles sont :

- une manipulation trop précoce des bébés : la mère ne reconnaîtra plus leur odeur et les abandonnera voire les mangera.
- la présence du mâle peut stresser la femelle, ou celui-ci peut lui-même manger les bébés : on peut supposer que ce comportement (pas toujours observé) peut, comme chez d'autres mammifères (comme le tigre), être dû à une volonté de recommencer l'accouplement, la femelle entrant de nouveau en chaleurs après la mort précoce de ses bébés. Nous avons observé ceci sur une portée ayant eu lieu au printemps 2005 : le mâle était resté avec la femelle après la naissance de 3 bébés. Quelques jours après la naissance, ceux-ci avaient disparu même si la propriétaire n'a pas observé de comportement cannibale. La femelle est de nouveau entrée en chaleurs, et une deuxième portée a pu naître. La séparation du mâle et de la femelle a permis probablement la survie de cette portée.
- un fort stress à la naissance : bruits (télévision par exemple), trop grande présence des maîtres si la femelle n'en a pas l'habitude, qui sans toucher les jeunes vont regarder dans le nid...
- une carence en protéines lors de la gestation va amener la femelle à manger ses petits car elle ne peut pas les allaiter
- une cage trop petite
- les femelles primipares sont également plus susceptibles de manger leur première portée même si les conditions sont bonnes (observations personnelles).

B. Malformations

Des malformations des jeunes peuvent être observées, sur une partie ou sur toute la portée. Elles sont souvent la conséquence de croisements consanguins lors d'une mauvaise maîtrise de la reproduction (entre frères et sœurs, entre parents et enfants lorsque ceux-ci sont gardés dans la même cage ou fréquemment dans la même volière extérieure).

Nous avons déjà pu observer un jeune écureuil chétif, dont les pattes arrières étaient trop courtes, et paralysé du train arrière, issu d'un croisement consanguin probable. Celui-ci est mort précocement à l'âge de 3 mois.

C. Agalaxie de la mère

Il arrive que la mère ne produise que très peu ou pas du tout de lait.

Il convient dans ce cas de prendre le relais avec un allaitement artificiel.

D. Taille de la portée trop importante

Dans le cas de portées de 6 ou plus, il peut arriver que la lactation épuise la mère. Ceci peut se manifester par des vomissements, un pelage devenant hirsute et terne. Ceci se produit en général vers la 2^{ème} ou 3^{ème} semaine de lactation quand les petits tètent plus et sont déjà assez grands (observations personnelles).

Dans ce cas, mieux vaut soulager la mère et prendre le relais avec un allaitement artificiel pour éviter que la mère ne meurt d'épuisement.

E. Hypocalcémie des jeunes mâles

Il a été décrit des formes d'hypocalcémie chez les jeunes mâles [8, 10] : on observe les mêmes signes cliniques que chez la femelle adulte (paralysie postérieure, contractures musculaires, ténésme, incoordination motrice, asthénie progressive puis perte de conscience)

Le traitement est comme pour la femelle du gluconate de calcium en solution à 10%, 0,5 mL en sous cutané, puis une administration de calcium par voie orale.

F. Problèmes rencontrés chez les jeunes nourris au biberon

L'alimentation de jeunes bébés au biberon, ainsi que les conditions de maintenance des bébés orphelins, ne sont pas toujours les conditions idéales qu'ils auraient eues près de leur mère. C'est pourquoi on rencontre parfois certains problèmes [60].

1. Pneumonie

Elle est consécutive à l'inhalation de lait par le bébé lors de la tétée, souvent car le lait est administré trop rapidement. C'est la cause principale de mortalité chez les bébés orphelins.

Administrer uniquement des fluides de remplacement (comme du liquide de Ringer Lactate) en début d'allaitement peut permettre d'éviter ce souci.

Les signes de pneumonie sont des difficultés respiratoires et parfois une respiration bouche ouvert. On peut entendre parfois un « click » lors de la respiration. Une injection d'amoxicilline peut aider à traiter la pneumonie.

Les bébés devraient être gardés à la verticale lorsqu'ils sont nourris pour prévenir le problème.

2. Hypothermie

Un jeune animal en hypothermie ne se nourrit pas. Normalement, il doit être tiède au toucher. Attention, l'hyperthermie peut également être fatale si on ne prend pas de précautions lorsqu'on met des bouillottes ou des lampes infra rouges. La source de chaleur devrait être placée à une extrémité de la boîte pour que les jeunes puissent s'en éloigner s'ils ont trop chaud.

La partie chaude de la boîte devrait être à environ :

- 35°C pour des jeunes sans poils
- 32°C pour des jeunes avec des poils mais dont les yeux ne sont pas encore ouverts
- 30°C une fois les yeux ouverts
- 23°C après le sevrage

3. « Rots »

Les jeunes avalant souvent le lait goulument peuvent aspirer de l'air en même temps, ce qui les conduit à faire des « gémissements » comme un bébé humain. Cela peut être soulagé en massant doucement l'abdomen ou en tapotant le dos.

4. Tétée du pénis

Ceci est assez fréquent chez les écureuils. On observe que le pénis est rouge et enflé, il peut parfois y avoir des traces de morsure.

Quand ce sont les autres de la portée qui causent le problème, le jeune affecté devrait être mis à l'écart.

Souvent il s'agit d'automutilation. Dans ce cas on peut l'empêcher en fabricant un petit collier élisabéthain en plastique ou en carton.

G. Troubles de la croissance

Des carences en vitamines et minéraux peuvent provoquer des troubles de croissance comme indiqué dans les tableaux n°10 et n°11 [23, 35].

D'autres oligoéléments responsables de troubles de croissance en cas de carence sont le cuivre, le sodium, la niacine ou la choline.

Une carence en vitamine C causera des anomalies de croissance.

Une carence en calcium, phosphore ou en vitamine D nécessaire à l'absorption du calcium sera responsable de rachitisme et/ou d'ostéodystrophie.

CHAPITRE 7

EXPLOITATION DU
QUESTIONNAIRE

Un questionnaire a été soumis aux personnes de notre entourage possédant un couple d'écureuils de Corée s'étant accouplé au cours de l'année 2004, 2005 ou 2006.

Ce questionnaire est joint en annexe 1.

Toutes les questions n'ont pas forcément été renseignées mais nous avons pu avoir un aperçu de la reproduction telle qu'elle se passe chez les particuliers, en captivité, en particulier concernant le nombre de bébés et les problèmes rencontrés.

Un biais peut exister car certaines personnes nous ont contactées uniquement suite à des problèmes lors de la mise bas (cannibalisme principalement).

I. Résultats du questionnaire

Questions générales :

1. Combien possédez vous d'écureuils ? (mâles et femelles)

Couple : un mâle, une femelle	13
Un mâle, 2 femelles	1
2 mâles, 2 femelles	1
Plus de 2 femelles	1

2. De quelle espèce sont-ils (Eutamias sibiricus ou Tamias striatus) ?

Eutamias sibiricus	24 couples
Tamias striatus	2 couples

3. De quelle couleur sont-ils? (en nombre de couples)

Uniquement des marrons	14
Marron(s) et blanc(s)	3
Porteur(s) du gène blanc et blanc(s)	2
Uniquement des blancs	1
De tout (en trio ou plus)	1

4. Quelle est la taille de leur cage ?

Moins d'un demi m ³	1
Entre 0,5m ³ et 1m ³	13
Plus d'1m ³	2

5. Si vous en avez plusieurs, les maintenez vous en couple, en trio (ou plus) ou séparés ?

En couple	17
En trio	1
Séparés sauf reproduction (ou mâles et femelles séparés)	3
Grand groupe dans une grande volière extérieure	2 couples (tamias)

6. Si plus de deux ensembles, nombre de mâles et de femelles dans la cage ?

Un seul mâle pour 2 ou plus femelles	1
2 mâles pour 2 femelles	1
2 mâles pour 3 ou 4 femelles	0
2 mâles pour plus de 4 femelles	0

7. Ont-ils des sorties ?

Oui	24
Non	1
En grande volière extérieure	1

8. Quelle est leur alimentation ?

Mélange de graines du commerce	21
Mélange de graines maison	5
Fruits et légumes	26
Source de protéines : vers de farine, viande...	22

9. Où les avez-vous eu ? (animalerie, particulier)

Animalerie	6
Particulier	6
Les 2 origines	10

Questions sur la reproduction :

Questions sur la reproduction :

1. Si vous avez un couple en âge de reproduire, avez-vous déjà eu des petits ?

Oui	21
Non	5

2. Environ quand a eu lieu la reproduction (mois et si possible préciser la date) ? (se baser sur la date des chaleurs de la femelle).

Janvier	2
Février	3
Mars	11
Avril	2
Mai	0

3. Pour chaque reproduction, préciser la durée de gestation (compter à partir des chaleurs donc des sifflements de la femelle), le nombre de petits, le poids et la taille à la naissance si possible.

28 jours	0
29 jours	0
30 jours	1
31 jours	2
32 jours	2 (<i>Tamias striatus</i>)
33 jours	1

Peu de personnes ont su répondre à cette question.

Le nombre de petits figure dans le tableau ci –après, ainsi que le nombre de portées disparues peu après la naissance :

Portée	Nombre de bébés	Femelles	Mâles	Morts nés	Morts à 10 jours	Morts à 40 jours
n°1	3	1	2	0	0	0
n°2	8	4	4	0	0	0
n°3	4	3	1	0	0	0
n°4	7	6	1	0	0	2*
n°5	5	4	1	0	0	0
n°6	6	5	1	0	0	0
n°7	8	2	6	0	0	0
n°8	5	3	2	0	0	0
n°9	2	1	1	0	0	0
n°10	5	2	3	0	0	0
n°11	4	0	4	0	0	0
n°12	5	1	4	0	0	0
n°13	4	2	2	0	0	0
n°14	5	2	3	0	0	0
n°15	3			0	3 ** +	
n°16	5 (tamias)					
n°17	6 (tamias)					
n°18	?			0	tous ²	
n°19	?			0	tous ²	
n°20	?			0	tous *	
n°21	?				tous	
n°22	?				tous	
n°23	?			tous		

* Suspicion de consanguinité des parents

** Manipulation des jeunes à la naissance

+ Présence du mâle lors de la mise bas

² 2 portées consécutives issues des mêmes parents, cannibalisme

Les bébés n'ont pas été manipulés à la naissance et leur poids et taille sont donc inconnus.

Nous avons également pu savoir la couleur des bébés en fonction de celle des parents :

Couleurs :

Couleur des parents	Nombre de couples	Nombre de bébés marrons	Nombre de bébés blancs	
Marron x marron	7	tous	0	
Marron x blanc	3	14	0	
Porteur marron x	0	0	0	
Porteur porteur	0	0	0	
Blanc x blanc	1	0	5	
Porteur x blanc	1	6	2	

4. Développement des jeunes : pour une portée de 8 petits (née chez Bruno SEGONDS) :

Age en jours	Poids en g	Yeux	Oreilles	Pelage	Remarques
10		fermés	fermées	Les rayures apparaissent	
12		fermés	fermées	Couleur déterminée	
13	15	fermés	fermées		
17	16,5		Décollées partiellement	Léger duvet	
18					Sexe déterminé
21	25		Ouvertes		
24	27,5			Le duvet pousse	
28	30				
30		À moitié ouverts		Poil bien fourni, la queue s'étoffe	Bien dégourdis, commencent à grimper
31		Ouverts			
33	42				
35	45				Mangent des graines

Sur une portée de 3 petits, on a pu noter que le pelage apparaissait dès 8 jours, que les yeux étaient ouverts à 25 jours et qu'ils ont commencé à manger des graines dès 33 jours. Une portée de taille plus faible semble donc plus précoce.

Les incisives sortent entre 3 semaines et demi et 4 semaines.

- si action des maîtres avant le terme du sevrage :
 - o à partir de quel âge ?
 - o quelle action ? (allaitement artificiel, sevrage précoce...)

Allaitement artificiel	1
Sevrage à la main (nourri au biberon à partir de 4 semaines)	3
Pas d'action	22

- Y'a-t-il eu une manipulation des petits ?
 - o à combien de jours de la naissance

Avant 3 semaines	15
Entre 3 et 4 semaines	10
Après 4 semaines	1

- o les conséquences : pour l'approvisionnement, réactions des parents

A facilité l'approvisionnement, bébés curieux et sociaux	24
Pas d'approvisionnement facilité observé	2

5. Avez-vous rencontré des problèmes de reproduction :

Le principal problème rencontré a été une mort précoce des jeunes à moins d'une semaine : 7 personnes ont eu ce cas chez elles. Aucun avortement n'a été noté.

Il y a eu un cas où l'allaitement artificiel a été obligatoire car la mère était épuisée par la lactation d'une portée de 6 jeunes.

II. Exploitation des données

A. Infertilité/infécondité

Les personnes n'ayant pas eu de bébés n'ayant pas forcément répondu à notre questionnaire, il est difficile d'interpréter réellement l'infertilité et l'infécondité. Cependant, par des messages sur des forums de discussion, nous savons que certaines personnes possèdent des couples qui se sont accouplés mais n'ont pas eu de petits ; ceux-ci ne sont cependant pas majoritaires. Chez certains cependant, il n'y a jamais eu de jeunes malgré des accouplements fréquents plusieurs fois dans la saison, semblant indiqué un réel problème de fertilité.

D'autres personnes semblent avoir des femelles qui n'ont pas de chaleurs la première année : c'est parfois le cas mais le problème se résout en général la 2^{ème} année.

B. Cannibalisme

Plusieurs portées ont disparu dans la semaine suivant la mise bas. Sur les 7 portées disparues, il y avait :

- 6 primipares
- 1 couple non séparé (avec également manipulation des jeunes dès la naissance)
- 0 pluripares séparées du mâle
- 1 suspicion de consanguinité des parents

Nous pouvons donc observer un effet du mâle et/ou de la première portée assez important.

C. Morts nés

Aucun bébé mort né n'a été observé, cependant, il est possible que les bébés morts nés aient été mangés par la mère et n'ont donc pas pu être observés.

D. Courbe de croissance des jeunes

Grâce aux données fournies par un des propriétaires ayant pesé les petits régulièrement, nous avons pu établir une courbe de croissance.

Celle-ci est à moduler selon la taille de la portée : ici il s'agissait d'une portée de 8 petits donc de taille importante.

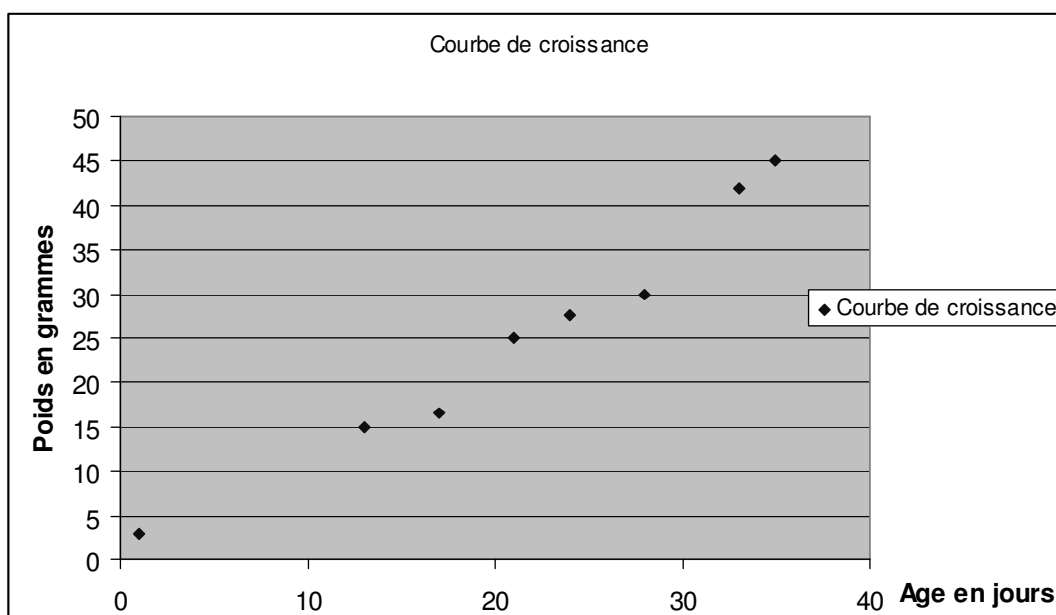


Figure n° 17 : Courbe de croissance d'une portée de 8 bébés : poids moyen des jeunes

E. Données générales

Les réponses au questionnaire permettent de préciser quelques données sur les écureuils de Corée *Eutamias sibiricus* en captivité, les données bibliographiques concernant surtout *Tamias striatus* dans la nature.

Nous pouvons ainsi observer qu'en captivité, la saison de reproduction commence nettement plus tôt que dans la nature, dès janvier, et qu'elle se finit également plus tôt : la majorité des accouplements ont lieu entre janvier et avril, et principalement en mars.

Les cas de 2^{ème} portée sont très rares, en général les femelles après une portée entrent en repos sexuel.

Le nombre moyen de jeunes est de 4,9 bébés par portée.

Le déterminisme de la couleur lila semble plus compliqué qu'un déterminisme monogénique mais ne peut pas être précisé vu le faible nombre de données.

F. Observations sur les propriétaires d'écureuils de Corée

Ce questionnaire nous a permis également d'avoir un aperçu des propriétaires d'écureuils de Corée : comment ceux ci sont ils considérés et traités. Globalement, les besoins des écureuils sont respectés par ces propriétaires qui se renseignent via des livres ou des sites internet spécialisés. Le besoin d'espace et de nourriture varié est bien compris et bien respecté. C'est probablement pourquoi on a aujourd'hui un taux de succès assez important de reproduction de cette espèce alors qu'elle est considérée comme délicate dans certains vieux livres : la

compréhension des besoins des écureuils et l'adaptation à ceux ci au cours des dernières années permettent cette réussite.

CONCLUSION

Les écureuils de Corée sont des animaux à la popularité actuellement grandissante, et qui présentent pour leurs propriétaires l'intérêt de ne faire qu'une portée par an, ce qui leur évite d'être débordés par un grand nombre de petits. Ils sont également très recherchés, surtout en ce qui concerne les écureuils nés chez les particuliers, plus faciles à apprivoiser que les écureuils d'animalerie.

La reproduction étant recherchée en général par les propriétaires, il est important pour eux de savoir quelles sont les conditions adéquates pour qu'elle ait lieu et comment s'occuper des jeunes. Les problèmes pouvant être rencontrés sont rares mais les propriétaires doivent en être informés.

Si Internet est une grande source de renseignements, ceux-ci ne sont pas toujours exacts et il est important pour le vétérinaire de pouvoir renseigner les propriétaires désireux d'obtenir des portées.

Ainsi, l'observation de la reproduction en captivité et les renseignements apportés par les éleveurs, qu'ils soient amateurs ou professionnels, peuvent compléter nos connaissances. On a pu observer que la reproduction en captivité était assez facile, pourvu qu'on ait respecté les exigences de captivité des écureuils, comme une cage de taille assez grande et une certaine tranquillité. Les problèmes les plus souvent rencontrés sont une mort précoce de la portée, par cannibalisme en général, lors de manipulation de la portée ou chez les primipares, et une insuffisance de lait chez la mère se traduisant par une fatigue de celle-ci.

Les connaissances actuelles sur la génétique des écureuils ne sont malheureusement pas très développées et il reste encore beaucoup de domaines à explorer. Il serait donc intéressant de se renseigner auprès des éleveurs sérieux sur les portées d'écureuils blancs et porteurs du gène blanc afin de déterminer un peu plus précisément le déterminisme génétique de la couleur.

**Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon**



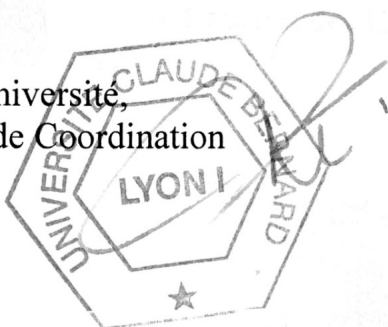
Le Président de la thèse



Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 16 OCT. 2006

Pour Le Président de l'Université,
Le Président du Comité de Coordination
Des Etudes Médicales
Professeur F.N GILLY



**Vu : Le Directeur de l'Ecole
Nationale Vétérinaire de Lyon**



ANNEXES

Annexe 1

Étapes de développement et élevage des *Tamias orphelins*

Age	Description	Alimentation	Maintenance	Soins spécifiques
Naissance – 1 semaine	3 à 5 cm de long Pas de fourrure Yeux fermés	Toutes les 3h ou 6 fois par jour, moins de 1mL à chaque repas (selon la faim).	Boite en carton avec des tissus doux sans trous et non effilochés. Dans une pièce chauffée, sans courants d'airs. Les tissus devraient être changés une à 2 fois par jour.	Nécessité d'une source de chaleur supplémentaire : bouillotte entourée d'une serviette, lampe chauffante... Vérifier que les bébés soient bien éveillés avant de les nourrir. Frotter doucement la région ano-génitale après chaque repas pour stimuler la défécation et la miction.
1 à 2 semaines	Les rayures apparaissent. Les yeux sont toujours fermés mais les jeunes deviennent plus actifs.	1 à 2 mL toutes les 3h ou 6 fois par jour.	Comme précédemment	Comme précédemment
2 à 3 semaines	Rayures complètes, yeux toujours fermés, ressemble à un adulte en miniature. Les incisives inférieures commencent à sortir.	2 à 3 mL toutes les 3 ½ h ou 5 fois par jour	Comme précédemment	Comme précédemment

3 à 4 semaines	Les yeux et les oreilles s'ouvrent, le poil devient plus fourni	3 à 4 mL toutes les 4h ou 4 fois par jour. Ajouter dans une gamelle quelques graines et des fruits coupés en petits morceaux.	Une petite cage (30x40x40cm) devrait être utilisée car ils deviennent plus actifs. Changer la litière 2 fois par jour	Retirer progressivement la source de chaleur. (d'abord la journée puis ensuite la nuit). Vérifier la température des bébés, remettre au besoin.
4 à 5 semaines	De plus en plus actifs	4 à 5 mL 3 fois par jour ou toutes les 5h. Laisser graines et fruits à disposition.	Des branches pour qu'ils puissent se faire les dents devraient être laissés à disposition.	Toute source de chaleur devrait être retirée. Bien varier l'alimentation.
5 à 6 semaines	Adultes miniatures autonomes	4 à 5 mL deux fois par jour. On peut laisser le lait dans une gamelle, les bébés le laperont. Ils devraient bien grignoter les graines et manger des fruits. Donner des légumes.	Comme précédemment	Comme précédemment
6 à 7 semaines	Très actifs	Laisser un peu de lait dans une gamelle la dernière semaine. Proposer noix et noisettes ouvertes en plus des petites graines. Donner un ver de farine 2 fois par semaine.	Les passer dans une grande cage de type volière. Ils peuvent être donnés à cet âge.	Ne pas hésiter à varier l'alimentation car le goût se forme à cet âge et après ils peuvent devenir difficile ! Mettre des branches dans la cage pour offrir un décor naturel.

Annexe 2

Questionnaire

Questions générales :

1. Combien possédez-vous d'écureuils ? (mâles et femelles)
2. De quelle espèce sont-ils (Eutamias sibiricus ou Tamias striatus) ?
3. De quelle couleur sont-ils ?
4. Quelle est la taille de leur cage ?
5. Si vous en avez plusieurs, les maintenez vous en couple, en trio (ou plus) ou séparés ?
6. Si plus de deux ensembles, nombre de mâles et de femelles dans la cage ?
7. Ont-ils des sorties ?
8. Quelle est leur alimentation ?
9. Où les avez-vous eu ? (animalerie, particulier)

Questions sur la reproduction :

1. Si vous avez un couple, avez-vous déjà eu des petits ?
2. Environ quand a eu lieu la reproduction (mois et si possible préciser la date) ? (se baser sur la date des chaleurs de la femelle).
3. Pour chaque reproduction, préciser la durée de gestation (compter à partir des chaleurs donc des sifflements de la femelle), le nombre de petits, le poids et la taille à la naissance si possible.
4. Développement des jeunes :
 - âge d'apparition des poils (en jours)
 - ouverture des oreilles et des yeux
 - éruption (apparition) des dents
 - sortie du nid (et taille et poids à la sortie du nid)
 - âge du sevrage (premières graines mangées)
 - si action des maîtres avant le terme du sevrage :
 - o à partir de quel âge ?
 - o quelle action ? (allaitement artificiel, sevrage précoce...)
 - Y'a-t-il eu une manipulation des petits ?
 - o à combien de jours de la naissance
 - o combien de fois par jour et combien de temps
 - o les conséquences : pour l'appivoisement, réactions des parents
5. Avez-vous rencontré des problèmes de reproduction :
 - Avortement (foetus retrouvés) femelle en chaleur, saillie observée mais pas de bébés
 - mort d'un des bébés après la naissance (dans les jours qui suivent)
 - mort de la mère : dans ce cas avez-vous élevé les bébés et comment ?
 - Ont-ils survécu ?
 - Quel âge avaient-ils lorsque la mère est morte ?
 - jeunes malformés (les parents étaient ils consanguins ?)
 - mort précoce d'un jeune (moins de 6 mois) ; si la raison est connue, pourquoi ?
 - difficultés à la parturition et besoin d'une césarienne.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. **ALABOWSKY E.**
(page consultée le 21 juin 2006) *Ecureuil mon ami*, [en ligne];
Adresse URL: <http://fr.groups.yahoo.com/group/ecureuilsdecree/>.
2. **ALDERTON D., 2001**
Votre petit rongeur. Paris: Ed. Larousse. 208 pp.
3. **Anonyme.**
(page consultée le 7 décembre 2005) *Care for orphaned chipmunks*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.orphanedwildlifecare.com/chipmunkcare.htm>.
4. **Anonyme.**
(page consultée le 13 décembre 2005) *The life of the chipmunk animal*, [en ligne];
Adresse URL: http://mdmd.essortment.com/chipmunkanimal_rzkd.htm.
5. **Anonyme.**
(page consultée le 6 juillet 2006) *Plague in the United States*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.denvergov.org/AnimalControl/template21628.asp>.
6. **BENATO L., 2004**
Les écureuils. Paris: Ed. De Vecchi. 94 pp.
7. **BERGHOFF P.C., 1990**
Les petits animaux familiers et leurs maladies : Cobaye, Lapin, Hamster, Ecureuil, Rat et Souris, Chinchilla. Paris: Ed. Maloine. 132 pp.
8. **BODART A., 2004**
L'écureuil de Corée : nouvel animal de compagnie.
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 136 pp.
9. **BOUSSARIE D., 1997**
Chirurgie de convenance des rongeurs et lagomorphes de compagnie.
Pratique Médicale et Chirurgicale des Animaux de Compagnie. **32**(5): p. 371-389.
10. **BOUSSARIE D., 2003**
Consultation des petits mammifères de compagnie. Maisons-Alfort: Ed. du Point Vétérinaire. 218 pp.
11. **BOUSSARIE D., 2002**
La stérilisation des rongeurs et des lagomorphes.
Le Point Vétérinaire. **33**(223): p. 34-36.
12. **BOUSSARIE D., 2003**
Mémento thérapeutique des NAC. Paris: Ed. Med'Com. 152 pp.

13. **BREEN C.**
(page consultée le 27 janvier 2006) *The Chipmunkery*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.chipmunkery.co.uk>.
14. **BRONZINO V.**
(page consultée le 17 juin 2006) *Les NAC : quand l'amour des animaux rime avec bocal et cage*, [en ligne];
Adresse URL: http://www.veganimal.info/article.php3?id_article=395.
15. **BROWN S., 2000**
Neutering of Rabbits and Rodents.
in *Kirk's Current Veterinary Therapy XIII*, R.W. KIRK, BONAGURA, J.D., Editeur,
Philadelphie: Ed. W.B. Saunders p. 1137-1140.
16. **CAPELLO V., 2003**
Techniques for neutering pet hamsters.
Exotic DVM, (5.4): p. 21-26.
17. **CARPENTER J., 2005**
Exotic Animal Formulary. 3rd ed., Philadelphie: Ed. W.B. Saunders. 592 p.
18. **CAU D., 2001**
Opérations de convenance chez le furet, les rongeurs et lagomorphes de compagnie.
Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Nantes, 199 pp.
19. **CORREIA P.**
(page consultée le 6 novembre 2005) *Galerie photo Pbase - Ecureuil de Corée*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.pbase.com/correp00/image/41650595>.
20. **FORGER N.G D.J., BARNES B.M., ZUCKER I., 1986**
Fat ablation and food restriction influence reproductive development and hibernation in ground squirrels.
Biology of Reproduction, (34): p. 831-840.
21. **FRESQUET B., VANHEE, P.**
(page consultée le 21 juin 2006) *Rongeurs.net*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.rongeurs.net>.
22. **GANDY J., GANDY, T.**
(page consultée le 13 septembre 2006) *Chipmunks*, [en ligne];
Adresse URL: <http://web.comporium.net/~motleyone/chipmunks.html>.
23. **GAUGY P., 2002**
Les rongeurs de compagnie : conditions de vie, alimentation, et pathologies associées.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 178 pp.
24. **GILLESPIE J.M., ROY, D., CUI, H., BELSHAM, D.D., 2004**
Repression of GnRH gene expression by melatonin may involve transcription factors COUP-TFI and C/EBP beta binding at the GnRH enhancer.
Neuroendocrinology. 2(79): p. 63-72.

25. **GILLET K.E., TEMPLE J.D., 1991**
Chipmunks.
in *Manual of Exotic Pets*, J.E. COOPER, BEYNON, P.H., Editeur, Shurdington: Ed. BSAVA p. 23-30.
26. **GIRAL I., 1999**
L'écureuil de Corée.
Action Vétérinaire ASV Magasine. **1492**(26): p. 19-20.
27. **GIRAL I., 1999**
La reproduction des NAC (1).
Action Vétérinaire ASV Magasine. **1491**(26): p. 15-18.
28. **GIRLING S., 2003**
Veterinary Nursing of Exotic Pets. Oxford: Ed. Blackwell Publishing. p. 230-280.
29. **GISMONDI E., 2001**
L'écureuil. Paris: Ed. De Vecchi. 143 pp.
30. **GRASSE P.P., 1955**
Traité de Zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie. Mamelles, appareil génital, gamétogenèse, fécondation, gestation. Mammifères. Vol. Tome XVI, fasc VI. Paris: Ed. Masson et cie. 1027 pp.
31. **GRZIMEK B., FONTAINE M., 1971**
Le monde animal en 13 volumes. Vol. XI, Mammifères 2. Zurich: Ed. Stauffacher S.A. 630 pp.
32. **HALDAR C., SARKAR R., 2001**
Reproductive phase dependant circadian variation in the pineal biochemical constituents of Indian palm squirrel, *Funambulus pennanti*.
Acta Biologica Hungarica. **52**(1): p. 9-15.
33. **HEARD D.J., 2001**
Analgesia and Anaesthesia
Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice D.J. HEARD, Editeur. Vol. 4. Philadelphie: Ed. W.B. Saunders.
34. **HIEBERT S.M., THOMAS E.M., LEE T.M., PELZ K.M., YELLON S.M., ZUCKER I., 2000**
Photic entrainment of circannual rythms in golden-mantled ground squirrels : role of the pineal gland.
Journal of Biological Rhythms. **15**(2): p. 126-134.
35. **HOFF G., DAUN J., 1982**
Nutritionnal diseases of Mammals.
in *Non infectious diseases of wildlife*, J. WALLACH, HOFF, G., Editeur, Ames: Ed. The Iowa State University Press p. 135.

36. **HOLDER T.A.**
(page consultée le 25 juin 2005) *Kess's babies diary*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.geocities.com/thechipmunkcrossing/diary.html>.
37. **IANAS O., MANDA D., CAMPEAN D., IONESCU M., 1999**
Effects of melatonin and its relation to the hypothalamic-hypophyseal-gonadal axis.
Advances in Experimental Medicine and Biology, (460): p. 321-328.
38. **KENAGY G.J. P.N.J., 2000**
Seasonal changes in plasma glucocorticoids of free living female Yellow-Pine Chipmunks : effects of reproduction and capture and handling.
Gen Comp Endocrinol., (117): p. 189-199.
39. **LADYWILDLIFE.**
(page consultée le 13 décembre 2005) *Eastern Chipmunk*, [en ligne];
Adresse URL: <http://ladywildlife.com/animal/easternchipmunk.html>.
40. **LE METAYER O., 1987**
Les rongeurs, animaux de compagnie : éléments de biologie, d'élevage, de pathologie et sur les principales zoonoses.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 161 pp.
41. **LEE W.Y. L.J., 1979**
Biotic potential of captured chipmunks.
Yonsei Medical Journal. **20**(2): p. 127-132.
42. **LOVEN J.**
(page consultée le 7 décembre 2005) *Animal damage management - Chipmunks*, [en ligne];
Adresse URL:
<http://www.entm.purdue.edu/Entomology/ext/targets/ADM/ADMPDF/ADM-2.pdf>.
43. **MALPAUX B., THIERY J.C., CHEMINEAU P., 1999**
Melatonin and the seasonal control of reproduction.
Reproduction, Nutrition, Development. **39**(3): p. 355-66.
44. **MEREDITH A., 2002**
Chipmunks.
in *BSAVA Manual of Exotic Pets*, A. MEREDITH, REDROBE, S., Editeur,
Quedgeley: Ed. BSAVA p. 100-102.
45. **MORGAN J.P., 1993**
Techniques of Vet radiography. 5th ed., Ames: Ed. Iowa State University Press. 482 pp.
46. **ODBERG E., SJOBERG, J.G., 2003**
One perspective on selected blood collection sites in exotic species.
Exotic DVM, (5.4): p. 27-31.

47. **OWCA D.**
(page consultée le 13 décembre 2005) *The Chipmunk Place*, [en ligne];
Adresse URL: <http://www.chipmunkplace.org/nests.htm>.
48. **PIDDUCK E.R., FALLS J.B., 1973**
Reproduction and emergence of juveniles in *Tamias striatus* (Rodentia : Sciuridae) at two localities in Ontario, Canada.
Journal of Mammalogy. **54**(3): p. pp. 693-705.
49. **POUX F.X., 1997**
Maîtrise de la reproduction chez les Rongeurs et Lagomorphes de compagnie.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 130 pp.
50. **QUESENBERRY K.E., CARPENTER J.W., 2004**
Ferrets, Rabbits, and Rodents - Clinical Medicine and Surgery. 2nd ed., Philadelphie:
Ed. Saunders. 461 pp.
51. **REITER R.J., KING T.S., RICHARDSON B.A., HURLBUT E.C., 1982**
Studies on pineal melatonin levels on a diurnal species, the Eastern chipmunk (*Tamias striatus*) : effects of light at night, propranolol administration or superior cervical ganglionectomy.
Journal of Neural Transmission. **54**(3-4): p. 275-284.
52. **RICHARSON V., 2003**
Diseases of small domestic rodents. 2nd ed.
Library of Veterinary practice. Oxford: Ed. Blackwell. 234 pp.
53. **SCHULTE-HOSTEDDE A.I. M.J.S., GIBBS H.L., 2002**
Female biased sexual sized dimorphism in the Yellow Pine Chipmunk (*Tamias amoenus*) : sex specific patterns of annual reproductive success and survival.
Evolution. **56**(12): p. 2519-2529.
54. **SHEPPARD D., 1969**
A comparison of reproduction in two chipmunk species (*Eutamias*).
Canadian Journal of Zoology. **47**: p. 603-608.
55. **SHEPPARD D.**
(page consultée le 7 décembre 2005) *Faune et flore du pays - Le suisse et les tamias*, [en ligne];
Adresse URL: http://www.hww.ca/hww2_f.asp?id=86.
56. **SMITH D.A., SMITH L.C., 1974**
Oestrus, copulation, and related aspects of reproduction in female Eastern Chipmunks, *Tamias striatus*.
Canadian Journal of Zoology. **53-1**: p. 756-767.
57. **SMITH D.A., SMITH L.C., 1972**
Reproductive biology, breeding seasons, and growth of Eastern Chipmunks, *Tamias striatus*, in Canada.
Canadian Journal of Zoololy. **50-2**: p. 1069-1085.

58. **SNYDER D.P., 1982**
Tamias striatus, Mammalian species.
American Society of Mammalogists, (168): p. 8 pp.
59. **STOCKARD M.**
 (page consultée le 1er mai 2006) *Raising orphaned chipmunks*, [en ligne];
 Adresse URL: <http://www.awrc.org/Eastern%20Chipmunks.htm>.
60. **STOCKER L., 2005**
Practical Wildlife Care. 2nd ed., Oxford: Ed. Blackwell Publishing. p. 289-297.
61. **TALLON K.**
 (page consultée le 11 Aout 2005) *Boggy's babies 1999*, [en ligne];
 Adresse URL: <http://www.fortunecity.com/meltingpot/lawrence/583/boggys99.html>.
62. **TILLEMANS F.**
 (page consultée le 7 décembre 2005) *La rubrique du commissaire vert en forêt de Soignes de l'administration*, [en ligne];
 Adresse URL: <http://soignes.ibelgique.com/randon/chemins/soignes/histoire.htm>.
63. **VELOSO C. P.N.J., KENAGY G.J., 2003**
 Milk composition of free living Yellow Pine chipmunks (*Tamias amoenus*) : temporal variation during lactation.
Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular and Integrative Physiology. **134**(2): p. 387-392.
64. **VENTOU P., 1992**
 Chronobiologie de la reproduction. Pinéale, mélatonine et fonction de reproduction chez trois espèces de hamster : *Mesocricetus auratus*, *Mesocricetus brandti*, *Phodopus sungurus sungurus*. Etude bibliographique.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 113.
65. **WALLACH J.D., BOEVER, 1983**
Diseases of exotic animals - medicinal and surgical management. Philadelphie: Ed. W.B. Saunders. 850 pp.
66. **WILLIAMS D.E., CORRIGAN, R.M. .**
 (page consultée le 13 décembre 2005) *Chipmunks : damage prevention and control methods*, [en ligne];
 Adresse URL: <http://www.ces.ncsu.edu/nreos/wild/pdf/wildlife/CHIPMUNKS.PDF>.
67. **WISSDORF H. S.B., 1977**
 Anatomische Grundlagen und Operationsbeschreibung zur kastration von männlichen japanischen Streifenhörnchen (*Eutamias sibiricus* L.) und pakistanischen Palmhörnchen (*Funambulus palmarum* L.).
Kleintierpraxis. **22**(6): p. 255-258.
68. **WOLF A.C.**
 (page consultée le 13 mars 2006) *Les écureuils du Web*, [en ligne];
 Adresse URL: <http://ecusduweb.free.fr/galerie/albums/userpics/10018/Sun%201.jpg>.

WOLF Anne-Cécile

LA REPRODUCTION DE L'ÉCUREUIL DE CORÉE

Thèse Vétérinaire : Lyon, 9 Novembre 2006

RESUME :

L'écureuil de Corée ou tamia est un petit rongeur dont la popularité en tant que nouvel animal de compagnie est croissante. Cependant les données disponibles sur celui-ci sont peu nombreuses, en particulier en ce qui concerne la reproduction. Pour répondre à une certaine demande de propriétaires souhaitant réussir la reproduction, nous avons donc regroupé les informations disponibles à l'heure actuelle. Nous avons tout d'abord abordé une partie de rappel sur l'écureuil, puis décrit l'anatomie, la physiologie et le comportement lors de la reproduction. Puis nous avons expliqué comment maîtriser la reproduction, le développement des jeunes et pour finir nous avons abordé les pathologies de la reproduction pouvant être rencontrées. Enfin nous avons regroupé les résultats de questionnaires envoyés à des propriétaires de couples afin de comparer les données bibliographiques et les observations sur le terrain.

MOTS CLES :

- **écureuil de Corée**
- **tamias**
- **NAC**
- **reproduction**

JURY :

Président :	Monsieur le Professeur Claude GHARIB
1er Assesseur :	Madame le Docteur Marie-Pierre CALLAIT-CARDINAL
2ème Assesseur :	Monsieur le Docteur Laurent ALVES DE OLIVEIRA

DATE DE SOUTENANCE :

9 Novembre 2006

ADRESSE DE L'AUTEUR : 593 chemin de la Laurelle
38330 Montbonnot St Martin