

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2008 - Thèse n°19



*Etude du régime alimentaire des Callithricidés.
Application pratique pour leur conservation en captivité.*

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 29 mai 2008
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Melle FAIVRE Sylvie
Née le 26 Août 1981
À BESANCON (Doubs)



ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2008 - Thèse n°19



*Etude du régime alimentaire des Callithricidés.
Application pratique pour leur conservation en captivité.*

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 29 mai 2008
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Melle FAIVRE Sylvie
Née le 26 Août 1981
À BESANCON (Doubs)



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

Mise à jour : 02/01/2007

	PREX	PR 1	PR 2	MC	Contractual, Associé, IMC, DISPEV	AFRC	Chargés de consultations et déplacements
DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE							
Oncologie vétérinaire, Parasitologie Générale	Y. ESCOFFIER		A. KEDJO D. GICHEL	V. DUBREUIL D. GICHEL			
Pharmacologie vétérinaire	MAC CHALVE	G. BOUQUOISEAU	M. ARLETTE	J. VALARD M. P. CALCHET SANDRINI			
Quarantaine et Sécurité des Aliments			P. DEWERT C. VERNOUVE A. LAFRENETE	Z. ZIMMER A. GOTTILIER S. COUABREJLE			
Épidémiologie et Diagnostic				F. SAZANTER M. ULYSSETTE B. CHEVET-MONTEAU			
Épizootologie Bio-moléculaire							
DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE							
Logiciels			T. BOSLER	S. SIVAKVA	C. BOUTEYER M. DUCLOS		
Chirurgie et Anesthésiologie	J.P. GILBERTOS		D. POU E. VIGNIER B. FICHY		S. JONDI (MCO) K. MARTIN (MCO) E. DEFOSSIL (JUNIOR MCO) S. REILL C. VAN	S. CARROZZO	
Assistance vétérinaire, éthovétérinaire-Quarantaine			C. LEUPY	F. MARCHE			
Diagnostique		C. T. OLIVER					D. VAUREL (OT-VÉRÉDIA (MCO))
Médecine vétérinaire		M. CARONNE					L. BLUET
Imagerie Médicale							
DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES							
Zootechnie, Élevage et Économie Rurale	V. FROVIER			E. MOUREL D. GRANCHER - ALVES DE OLIVEIRA S. EGGIN			
Nutrition et Élevage							
Biologie et Élevage de Réproduction	F. SMOYANO		M. MACHILL-RECHIN	P. BELLEIN R. HERRIN M.A. ARCANOULI D. LE GUAND			S. TESSIER P. DUBARROT D. LAURENT
Physiologie Animale de Production	F. SIZALLE		T. ALXANDRINOVA				
DEPARTEMENT SCIENCES BILOGIQUES							
Physiologie Thérapeutique				J.J. THIBAUT M. BIGNET-JOERN			
Supplémentation			C. ESTHER S. GOSQUER	T. BURTON OUSE V. LAUDOUF			
Genétique et Reproduction							
Pharmacologie Thérapeutique, Utilisation des Médicaments			G. BACC	L. BRAM F. PLESSARD D. BARBER			
Logiciels							
DEPARTEMENT HIPPIQUE							
Pathologie Équine		M. GANDON		A. BENOIST-SANTIN			
Chirurgie Équine		D. LEPAGE		A. LÉONARD			M. GIANG

Remerciements

A Monsieur le professeur Claude Gharib,

De la Faculté de médecine de Lyon,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
Hommages très respectueux.

A Madame le Docteur Germaine Egron Morand,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Qui nous a aidé dans la réalisation de cette thèse et nous a entouré de ces conseils judicieux,
Qu'elle trouve ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre respect.

A Madame le Docteur Véronique Lambert,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse,
Sincères remerciements.

Aux Directeurs et Vétérinaires des zoos de Mulhouse, de Lille, de Beauval, de La Palmyre et de Besançon,

Pour m'avoir accueillie au sein de leurs parcs zoologiques, pour leur encadrement lors de mes stages et les précieux conseils qu'ils ont pu me dispenser,
Qu'ils en soient vivement remerciés.

Aux soigneurs des parcs zoologiques de Mulhouse, de Lille, de Beauval, de La Palmyre et de Besançon,

Pour m'avoir guidée dans les méandres des menus des primates, aider pour la mise en place des études alimentaires de chaque parc et pour la réalisation des pesées, et surtout pour m'avoir fait partager leurs expériences.

A Gérard et Anne, soigneurs au zoo de Besançon,

Pour m'avoir fait découvrir les Callithricidés bien avant que l'idée d'une thèse à leur sujet ne me traverse l'esprit,
Merci de tout cœur

A Jean Yves Robert, directeur adjoint du zoo de Besançon,

Pour m'avoir permis de faire mes premières pesées et études alimentaires au zoo de La Citadelle de Besançon.

A ma famille

A mes parents qui m'ont soutenue pendant toutes mes études, ainsi que lors de mon tour de France pour mes stages. Merci de tout cœur.

A ma sœur qui malgré la distance s'est inquiétée lors de mes baisses de forme.

A toute ma famille, pour son soutien, les moments agréables partagés ; j'espère en connaître encore de nombreux avec vous.

A mes amis

A Damien, un véritable ami depuis la classe préparatoire, toujours présent lors de coups durs mais aussi présent pour des soirées ciné, barbecue... dans le joie et la bonne humeur.

A mon groupe de clinique de D2, pour la bonne ambiance que nous avons pu partager tout au long de l'année.

Et à tous mes amis en dehors de l'école qui, malgré la distance, ne m'ont jamais laissée tomber.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	10
LISTE DES TABLEAUX.....	11
LISTE DES ANNEXES	11
LISTE DES ABBREVIATIONS.....	12
INTRODUCTION	13
PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	17
I. PRESENTATION DES CALLITHRICIDES OU <i>CALLITHRICHIDAE</i>	17
A. Place des Callithricidés dans la classification	17
1. La famille des Callithricidés	17
2. Les différents genres de Callithricidés	19
B. Lieux de vie des Callithricidés	20
1. Localisation	20
2. Habitat	20
C. Des différences et des particularités	22
1. Anatomiques.....	22
a) Formule dentaire et dentition	22
b) Les muscles masséters.....	22
c) Le tractus digestif et les modes de digestion.....	22
d) Les ongles.....	23
2. Comportements particuliers	23
a) La structure sociale.....	23
b) Organisation des évènements liés à la reproduction	24
II. REGIME ALIMENTAIRE DES CALLITHRICIDES EN LIBERTE	25
A. Principaux aliments disponibles en milieu naturel.....	25
1. Etude qualitative.....	25
a) Les exsudats	25
b) Les insectes	25
c) Les végétaux.....	26
2. Etude quantitative.....	26
B. Variation et uniformité des régimes alimentaires des Callithricidés.....	26
1. En fonction des espèces.....	26
a) Parmi les ouistitis	26
b) Parmi les tamarins	27
c) Parmi les tamarins lions	27
d) et <i>Callimico goeldii</i> ?	28
2. En fonction des individus d'une même espèce	28
3. En fonction des saisons	28
C. Comportement alimentaire	29
1. Les techniques de nourrissage.....	29
a) La recherche de proies animales : la chasse	29
b) La recherche de fruits : la cueillette	30
c) La recherche de gomme	30
2. Le budget temps alimentaire	30
3. La cohabitation inter spécifique	31
III. REGIME ALIMENTAIRE EN CAPTIVITE.....	31
A. L'importance de l'alimentation en milieu captif.....	31
1. Le développement des recherches en alimentation	31
a) Le point de départ de la recherche en alimentation : les laboratoires	31
b) Le relais des recherches en alimentation : les parcs zoologiques et leur rôle de conservation	32

2.	Les problèmes liés à l'alimentation et à la captivité	34
a)	La reproduction	34
b)	Le pelage	35
c)	La pathologie digestive	35
c.1)	Diarrhées	35
c.2)	« Wasting Marmoset Syndrom » (WMS)	35
c.3)	Adénocarcinome de l'intestin, colite et cancer du colon.....	36
d)	Hémosidérose hépatique	36
e)	Infections et sensibilité aux infections	37
e.1)	Virus LCMV (lymphocytic choriomeningitis virus).....	37
e.2)	Maladie parodontale	37
B.	Elaboration de la ration	38
1.	Sources d'information	38
2.	Les principes d'une bonne alimentation chez les primates captifs	39
3.	Les besoins nutritionnels et énergétiques	40
a)	Les limites de sécurité	40
b)	Variations des besoins	40
b.1)	En fonction des espèces.....	40
b.2)	En fonction de la taille du groupe et des individus	40
b.3)	En fonction du stade physiologique des individus	40
c)	Les besoins énergétiques	41
c.1)	Besoins énergétiques et expression de ces besoins	41
c.2)	Besoins énergétiques lors de la gestation et de la lactation.....	41
d)	Les besoins nutritionnels	42
d.1)	Les protéines	42
(a)	Besoins en protéines totales	42
(b)	Besoins en acides aminés	43
(c)	Le cas particulier des intolérances alimentaires	43
d.2)	Les glucides solubles.....	44
d.3)	Les fibres	44
d.4)	Les lipides	45
d.5)	Les vitamines.....	46
(a)	La vitamine A	46
(b)	La vitamine C ou acide ascorbique	46
(c)	La vitamine D.....	47
(d)	La vitamine E	48
(e)	Les vitamines B.....	49
d.6)	Les oligo-éléments et minéraux	49
(a)	Zinc.....	49
(b)	Le fer	49
(c)	Calcium/Phosphore	50
4.	Les aliments disponibles	51
a)	Les aliments « naturels »	51
a.1)	Les végétaux : fruits, légumes et plantes.....	51
a.2)	Insectes	51
a.3)	Viandes et oeufs	52
b)	Les aliments industriels	52
b.1)	Les croquettes et autres dérivés.....	52
b.2)	La gomme arabique	52
b.3)	La gelée ou Jelly®.....	53
c)	Mélanges « faits maison »	53

d)	Compléments minéraux et vitaminés	53
5.	Préparation, présentation, distribution et enrichissement.....	53
a)	Préparation	53
b)	Présentation	54
c)	Distribution.....	54
d)	Enrichissement	54
6.	Considérations spéciales	55
a)	L'alimentation des jeunes à la main	55
b)	Le surpoids	55
c)	La saisonnalité.....	55
d)	La néophobie	56
PARTIE II : ETUDE DE L'ALIMENTATION DE 5 ESPECES DE CALLITHRICIDES (<i>S. OEDIPUS</i>, <i>S. IMPERATOR</i>, <i>C. GEOFFROYI</i>, <i>L. CHRYSOMELAS</i>, ET <i>C. GOELDII</i>) DANS DES PARCS ZOOLOGIQUES EN FRANCE		57
I.	CONDITIONS DE L'ETUDE.....	57
A.	Les zoos et les animaux.....	57
1.	Localisation des parcs zoologiques et dates d'étude	57
2.	Les cinq espèces étudiées	58
B.	Les groupes étudiés	61
1.	Composition des groupes étudiés	61
2.	Conditions d'hébergement des Callithricidés dans les parcs	61
C.	Les particularités d'organisation et de préparation des repas.....	64
1.	Les menus : comment sont-ils présentés dans les parcs zoologiques ?.....	64
2.	La préparation et la distribution des repas	65
a)	Au zoo de Besançon	65
b)	Au zoo de Mulhouse	65
c)	Au zoo de Lille	65
d)	Au zoo de La Palmyre	65
e)	Au zoo de Beauval	66
II.	METHODES D'ETUDE.....	66
A.	Les pesées.....	66
1.	La pesée des aliments distribués	66
2.	La pesée des restes	66
B.	Les logiciels utilisés	67
C.	Les biais.....	67
III.	RESULTATS ET ANALYSES.....	69
A.	Résultats et analyse de la consommation	69
1.	Quantité consommée par individu.....	69
2.	Relation quantité consommée/distribuée	70
a)	Préférences alimentaires en fonction des espèces, des zoos ou des groupes d'une même espèce	70
b)	Des déséquilibres entre ce qui est donné et ce qui est consommé ?.....	70
B.	Résultats et analyse des rations distribuées (composition nutritionnelle).....	73
1.	Quantité d'énergie apportée par les aliments ingérés.....	73
2.	Evaluation du taux de protéine des rations ingérées	74
3.	Les tendances des rations de chaque zoo pour quelques nutriments.....	77
a)	Les vitamines.....	77
a.1)	La vitamine A	77
a.2)	La vitamine C	77
a.3)	La vitamine D3	77
a.4)	L'acide folique	77

b) Les minéraux	77
b.1) Le Fer	77
b.2) Le Calcium	78
b.3) Le Zinc	78
IV. DISCUSSION	78
A. Pourquoi plusieurs types de ration ?	78
B. Elaboration d'une ration en fonction d'une problématique	79
CONCLUSION	81
BIBLIOGRAPHIE	82

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Place des Callithricidés dans la classification des primates	18
Figure 2 : Carte de répartition des Callithricidés en Amérique du sud	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3 : Schéma de la classification des espèces en danger (d'après IUCN, 2001)	33
Figure 4 : Localisation des zoos participant à l'étude	57
Figure 5 : Tamarin de Goeldi (<i>C. goeldii</i>)	60
Figure 6 : Tamarin empereur (<i>S. imperator</i>)	60
Figure 7 : Tamarin lion à tête dorée	60
Figure 8 : Ouistiti de Geoffroy (<i>C. geoffroyi</i>)	60
Figure 9 : Tamarin pinché (<i>S. oedipus</i>)	60
Figure 10 : Enclos intérieur et extérieur du zoo de Besançon	61
Figure 11 : Présentation de la salle accueillant les visiteurs	62
Figure 12 : Présentation d'un enclos au zoo de Lille	62
Figure 13 : Enclos extérieur du zoo de La Palmyre	63
Figure 14 : Enclos intérieur au zoo de La Palmyre	63
Figure 15 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de La Palmyre	71
Figure 16 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de Lille	71
Figure 17 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de Besançon	72
Figure 18 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de Beauval	72
Figure 19 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Mulhouse	75
Figure 20 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Besançon	75
Figure 21 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de La Palmyre	76
Figure 22 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Beauval	76
Figure 23 : répartition des apports en protéines (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Lille	76
Figure 24 : répartition des différentes catégories d'aliments ingérés (en MS) de la moyenne des rations pour chaque zoo	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Besoins estimés en nutriments pour des Callithricidés sevrés (par apport à la MS), d'après NRC, 2003	50
Tableau 2 : dates de l'étude en fonction du zoo	58
Tableau 3 : Quelques données concernant les espèces étudiées	59
Tableau 4 : nombre d'individus étudiés par espèces et par parcs zoologiques	61
Tableau 5 : Consommation moyenne d'aliments en matière humide et en matière sèche (MS) en g/j/individu	69
Tableau 6 : consommation théorique de MS par individu	70
Tableau 7 : quantité d'énergie métabolisable consommée par les Callithricidés (Kcal/j/individu)	73
Tableau 8 : Pourcentage en protéine des rations consommées par les Callithricidés étudiés par rapport à la MS	74

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Liste des espèces connues de Callithricidés.....	94
Annexe 2 : Liste des végétaux consommés dans la nature par <i>L. chrysomelas</i> (Eggler, 1992).....	95
Annexe 3 : Liste des fruits consommés par <i>S. midas</i> dans la nature (Pack et al., 1999)	97
Annexe 4 : Exemple du menu du zoo de Jersey issu de leur Dietary Manual.....	98
Annexe 5a : Liste des plantes toxiques pour les primates (Carroll, 2002).....	100
Annexe 5b : Liste des plantes consommables pour les primates (Carroll, 2002).....	101
Annexe 6a : Composition nutritionnelle de quelques fruits utilisés pour nourrir les Callithricidés (d'après Zootrition®)	102
Annexe 6b : Composition nutritionnelle de quelques légumes utilisés pour nourrir les Callithricidés (d'après Zootrition®).....	103
Annexe 7 : Composition nutritionnelle de quelques insectes (d'après Zootrition®)	104
Annexe 8a : composition nutritionnelle des granulés Mini Marex®	105
Annexe 8b : composition nutritionnelle de la poudre servant à l'élaboration du "cake" ou du "gâteau"	106
Annexe 8c : composition nutritionnelle de la poudre servant à l'élaboration du "cake" sans gluten.....	107
Annexe 9 : Composition nutritionnelle de la poudre servant à fabriquer la gomme	108
Annexe 10 : Composition nutritionnelle de la poudre servant à reconstituer la gelée ou "Jelly"	109
Annexe 11 : Exemple du menu du zoo de Mulhouse (Carroll, 2002).....	110
Annexe 12a : composition nutritionnelle des 3 poudres servant à l'élaboration du lait de remplacement	111
Annexe 12b : Mode d'emploi pour la reconstitution du lait maernisé en fonction du stade de lactation	112
Annexe 13 : Liste des groupes étudiés dans les différents parcs	113
Annexe 14 : Menu du zoo de Beauval (sources de protéines).....	118
Annexe 15a : Menu du zoo de Mulhouse.....	118
Annexe 15b : Indications pour la fabrication de la bouillie Tamarin.....	119
Annexe 15c : Indications pour la fabrication de la poudre Tamarin.....	120
Annexe 16 : Menu du zoo de La Palmyre	121
Annexe 17 : Présentation du menu du zoo de Besançon.....	122
Annexe 18a : Menu du zoo de Lille (matin)	125
Annexe 18b : Menu du zoo de Lille (après midi).....	126
Annexe 19 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Beauval (g/j/individu)	127
Annexe 20 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Besançon (g/j/individu)	130
Annexe 21 : Résultats des pesées obtenues au zoo de La Palmyre (g/j/individu).....	133
Annexe 22 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Lille (g/j/individu).....	135
Annexe 23 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Mulhouse	138
Annexe 24 : Composition nutritionnelle des rations distribuées aux tamarins empereurs, par rapport à la MS.....	141
Annexe 25 : Composition nutritionnelle des rations distribuées aux ouistitis de Geoffroy, par rapport à la MS.....	143
Annexe 26 : Composition nutritionnelle des rations aux tamarins de Goeldi, par rapport à la MS.....	145
Annexe 27 : Composition nutritionnelle des rations aux tamarins lion, par rapport à la MS	147
Annexe 28 : Composition nutritionnelle des rations aux tamarins pinchés, par rapport à la MS.....	149

Listes des abréviations :

ADF : Acid-Detergent Fiber
ARN : acide ribo nucléique
Ca : calcium
MS : Matière Sèche
NDF : Neutral-Detergent Fiber
P : phosphore
ppm : Partie par millions
PV : Poids vif
TDF : Total Dietary Fiber
UV : UltraViolet
UI : Unité Internationale

Pathologie :

LCMV : lymphocytic choriomeningitis virus
WMS : Wasting Marmoset Syndrom

Organismes et associations :

AZA : Association of Zoos and Aquariums
CITES : Convention on International Trade in Endangered Species ou convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
EAZA : European Association of Zoos and Aquaria
EEP : Europeans Endangered Species Programmes = Programmes Européens pour les Espèces menacées
ESB : Europeans StudBooks
EZNRG : European Zoo Nutrition Research Group
IUCN : International Union for Conservation of Nature
NAG : Nutrition Advisory Group
NRC : National Research Council
ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
SSC : Species Survival Commission
WAZA : World Association of Zoos and Aquariums

Introduction

La famille des Callithricidés regroupe les petits primates d'Amérique du sud, dont font partie les tamarins et les ouistitis. Ces singes ont été en partie exploités par des laboratoires de recherche depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, et sont de plus en plus menacés dans leur milieu naturel par les captures et la déforestation.

Dans le but de les conserver, ils sont, pour certains d'entre eux, maintenus en captivité, notamment dans des parcs zoologiques du monde entier et font partie de programmes d'élevage, voire de programmes de réintroduction.

Le déplacement de ces espèces à travers le monde pose un problème notamment pour les nourrir : très peu d'études sur leur alimentation en milieu naturel ont été réalisées, et celles effectuées en captivité ne permettent pas encore de leur assurer les apports alimentaires optimums pour leur vie captive. En effet, même en connaissant les espèces végétales et animales consommées par ces primates, il n'est pas toujours possible de s'approvisionner en ces mêmes espèces et il faut trouver, dans nos pays, des produits qui peuvent s'en rapprocher.

De plus, on fait encore peu de différences entre les différentes espèces de Callithricidés, et il apparaît que certaines espèces sont plus difficiles à élever que d'autres.

Dans une première partie, nous expliquerons ce qu'est un Callithricidé et quelles sont les particularités de cette famille et des espèces qui la composent, puis nous ferons le point sur les connaissances actuelles des régimes alimentaires, aussi bien en liberté, qu'en captivité.

Dans une deuxième partie, nous observerons comment sont appliquées ces connaissances à travers l'étude de cinq espèces représentatives (*Callithrix geoffroyi*, *Callimico goeldii*, *Leontopithecus chrysomelas*, *Saguinus imperator* et *Saguinus oedipus*) dans plusieurs parcs zoologiques. Nous tâcherons de mettre en évidence les différences qui peuvent exister aussi bien entre les parcs zoologiques qu'entre les espèces étudiées, et de pointer les conséquences que peuvent engendrer de telles différences.

PARTIE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. PRÉSENTATION DES CALLITHRICIDÉS OU CALLITHRICHIDAE

A. PLACE DES CALLITHRICIDÉS DANS LA CLASSIFICATION

1. LA FAMILLE DES CALLITHRICIDES

La classification actuelle tient compte non seulement des caractères morfo-anatomiques (à l'origine de la première classification), mais aussi des caractères paléontologiques, écologiques, cytogénétiques et enfin moléculaires. La classification évolue au fil des découvertes et peut différer en fonction des critères de classification utilisés.

➤ Sous embranchement des **Vertébrés** :

Les individus sont pourvus d'une colonne vertébrale et en général de deux paires de membres.

➤ Classe des **Mammifères** :

Les animaux vertébrés mammifères sont caractérisés par la présence de mamelles, d'une peau généralement couverte de poils, d'un cœur à quatre cavités, d'un encéphale relativement développé, ainsi que par une température corporelle constante et une reproduction presque toujours vivipare.

➤ Infra classe des **Euthériens** :

Les embryons se développent longuement et entièrement dans l'utérus de la mère, et sont alimentés pendant la grossesse grâce au placenta.

➤ Ordre des **Primates** :

Les primates sont définis par une vie en général arboricole. Ils sont plantigrades et généralement pentadactyles. Ils possèdent des ongles plats aux doigts et aux orteils, ainsi que l'aptitude à la préhension par opposition du pouce aussi bien aux pieds qu'aux mains. La vision est prédominante sur l'olfaction grâce au développement du lobe occipital (siège des centres visuels) au dépend des centres olfactifs. Le crâne est volumineux par rapport à la face et l'encéphale est bien développé. L'orbite de l'œil est orientée vers l'avant et entourée par un anneau osseux (ou barre post orbitaire) fermé. Le squelette des primates possède une clavicule permettant les mouvements de latéralité ainsi qu'un radius et une ulna non unis. (Moisson, 2007).

➤ Sous ordre des **Anthropoidea/Haplorrhini** :

Ces singes sont en général plus gros que les prosimiens qui sont considérés comme le groupe de primates les plus primitifs et qui comprennent entre autre les lémuriens et les loris. Contrairement aux prosimiens, ils ne possèdent pas d'incisives en forme de peigne, ni de tapetum (surface réfléchissante derrière la rétine permettant une vision nocturne). Leur mandibule inférieure est soudée (absence de symphyse mandibulaire) et les os frontaux ont fusionné. La vision stéréoscopique devient encore plus performante, leur face ne se présente plus sous la forme d'un museau avec une truffe humide et sans poil (rhinarium), mais possède un nez court sans rhinarium. Le cortex cérébral a des plissements accentués. La placentation est discoïde, déciduée et de type hémochorial. (Moisson, 2007).

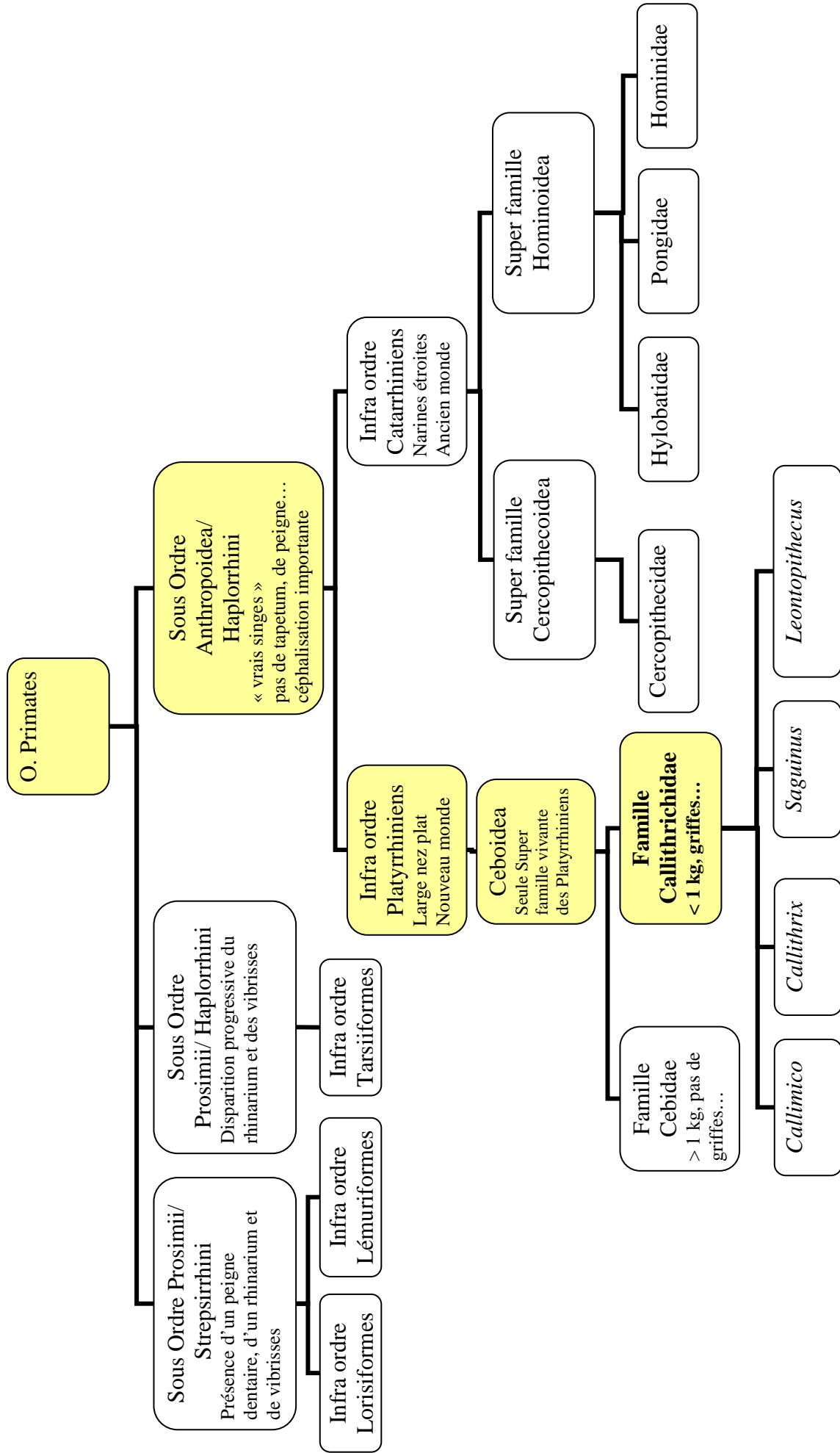


Figure 1 : Place des Callithrichidés dans la classification des primates

➤ Infra ordre des **Platyrrhiniens** :

Les Platyrrhiniens sont des singes du Nouveau Monde, c'est-à-dire d'Amérique Centrale et du Sud, qui pèsent de 100 g à 10 kg. Ils ont un large nez plat, avec des narines arrondies vers les oreilles, ouvertes latéralement et fortement espacées par une large cloison nasale. Ces singes ne présentent pas de callosités fessières ni d'abajoues. Ils portent par contre souvent une longue queue qui peut être parfois préhensile. Il existe un contact entre l'os pariétal et l'os jugal du crâne, et l'ectotympanique est soudée à l'ouverture de la bulle tympanique, mais pas allongée en conduit auditif externe. Leur formule dentaire est en général celle ci : (Moisson, 2007)

$$\frac{2.1.3.3}{2.1.3.3} \times 2 = 36.$$

avec Incisive. Canine. Prémolaire. Molaire. de la demi mâchoire supérieure
Incisive. Canine. Prémolaire. Molaire. de la demi mâchoire inférieure.

➤ Super famille des **Ceboidea** :

Les *Ceboidea* sont les seuls représentants encore vivants des Platyrrhiniens.

➤ Famille des **Callithrichidae**, sous famille des **Callithrichinae** :

Ces singes sont les plus petits et les plus primitifs des Platyrrhiniens. Leur poids est inférieur à 1 kg. Ils ne possèdent pas de queue préhensile. Leur pouce est raccourci et non opposable aux autres doigts. Les ongles ancestraux ont été transformés en griffes sur tous les doigts sauf au niveau du gros orteil. Ils sont omnivores avec des tendances frugivores, insectivores ou gommivores (mangeurs d'exsudats des arbres tels que la gomme ou la sève). La figure 1 résume la place des Callithricidés dans l'ordre des primates

2. LES DIFFERENTS GENRES DE CALLITHRICIDES

Les taxonomistes distinguent d'abord les tamarins des genres *Saguinus*, *Leontopithecus* et *Callimico*, des ouistitis du genre *Callithrix* par leurs dents : les incisives des ouistitis sont élargies et de même longueur que les canines. En fait, on peut même différencier les ouistitis de la côte atlantique du Brésil (*Callithrix Callithrix sp.*) qui ont les incisives et les canines exactement de même longueur, des autres ouistitis de l'Amazonie (*Callithrix Mico sp.*) qui possèdent quant à eux des canines de longueur intermédiaire entre celles des tamarins et des autres ouistitis. Les ouistitis profitent de ce caractère (canines courtes) pour creuser des trous dans les troncs d'arbre et consommer des exsudats (de la gomme ou de la sève) tandis que les tamarins se servent de leurs longues canines pour mordre plus profondément leurs proies (insectes, petits rongeurs...). (Kleiman *et al.*, 2003).

ANNEXE 1: liste des espèces de callithricidés

- Les ouistitis (*Callithrix*) comptent 21 représentants (espèces ou sous espèces).
- Les tamarins se divisent en deux genres : *Saguinus*, qui regroupe 17 espèces, et *Leontopithecus*, les tamarins lions, contenant quatre espèces bien connues des programmes de conservation et de réintroduction (le tamarin lion doré *L. rosalia*, le tamarin lion à tête dorée *L. chrysomelas*, le tamarin lion à croupe dorée *L. chrysopygus* et le tamarin lion à tête noire *L. caissara*).
- Le quatrième genre de la famille des Callithricidés est *Callimico*. Il ne compte qu'une seule espèce : le tamarin de Goeldi (ou singe de Goeldi) *Callimico goeldii* ; il diffère des autres tamarins et des ouistitis par le fait qu'il n'a qu'un seul petit par portée (contrairement aux autres Callithricidés qui mettent bas en général 2 petits par portée) et par des différences anatomiques et physiologiques.

Cependant, encore récemment, des espèces de Callithricidés ont été découvertes et la liste disponible actuellement pourrait bien s'allonger dans les années à venir. (Rylands *et al*, 2000). En fonction de l'auteur, le nombre de singes peut varier dans une même famille, ainsi que leur place dans la classification des animaux. (Rylands 2001).

B. LIEUX DE VIE DES CALLITHRICIDÉS

1. LOCALISATION

On les rencontre surtout en Amérique du Sud et Amérique Centrale, dans les régions tropicales et subtropicales (de l'isthme du Panama jusqu'au nord du Paraguay).

Les tamarins occupent principalement l'Amazonie occidentale et centrale, à l'ouest du Rio Madeira (affluent de l'Amazone), la Guyane, le nord du Brésil adjacent, le nord ouest de la Colombie, le Panama et le sud est du Costa Rica.

Les tamarins lions possèdent l'aire de répartition la plus réduite de tous les genres des Callithricidés. Ils sont endémiques du Brésil du sud est.

On trouve les tamarins de Goeldi en Amazonie occidentale, au sud du Rio Japurá (ou Rio Caqueta), mais on ne connaît pas très bien sa répartition, en particulier les limites à l'est. On pense qu'il doit être réparti de manière très inégale sur ce territoire.

Les ouistitis amazoniens (*Callithrix mico sp.*) se répartissent dans l'est et le sud de l'Amazonie, entre le Rio Madeira à l'ouest et les rivières Xingu et Tocantins à l'est. Alors que les ouistitis de l'est du Brésil (*Callithrix callithrix sp.*) ont une distribution le long de la côte atlantique du Brésil et dans des terres intérieures adjacentes à cette côte. (Kleiman *et al*, 2003).

La figure 2 montre la répartition des Callithricidés en Amérique du Sud

2. HABITAT

Les Callithricidés vivent principalement dans les forêts tropicales. Ils occupent cependant un large éventail d'habitats différents.

Les tamarins et les ouistitis amazoniens vivent surtout dans la partie supérieure des forêts primaires tropicales contenant des morceaux de forêts secondaires. La forêt secondaire offre l'avantage de proposer d'autres types de fruits et une abondance d'insectes très attractifs pour les tamarins. Certaines espèces persistent aussi dans des forêts secondaires avec très peu ou aucun reste de végétation primaire.

Les tamarins de Goeldi fréquentent plutôt les forêts avec un sous-bois dense, tel qu'on peut le trouver dans les forêts de bambous. Un tel habitat se rencontre plutôt de façon morcelée dans d'autres types de forêts et généralement largement espacés les uns des autres. Les tamarins du nord ouest de la Colombie et de l'Amérique centrale vivent dans des forêts plus sèches et semi-déciduées.

Les tamarins lions occupent les forêts tropicales côtières et leurs extensions plus sèches à l'intérieur des terres.

Les ouistitis de l'est du Brésil vivent eux aussi dans les forêts côtières, mais également dans des couloirs de forêts et dans des îlots forestiers entourés de paysages plus ouverts tels que la savane. (Kleiman *et al.*, 2003)

AMERIQUE DU SUD

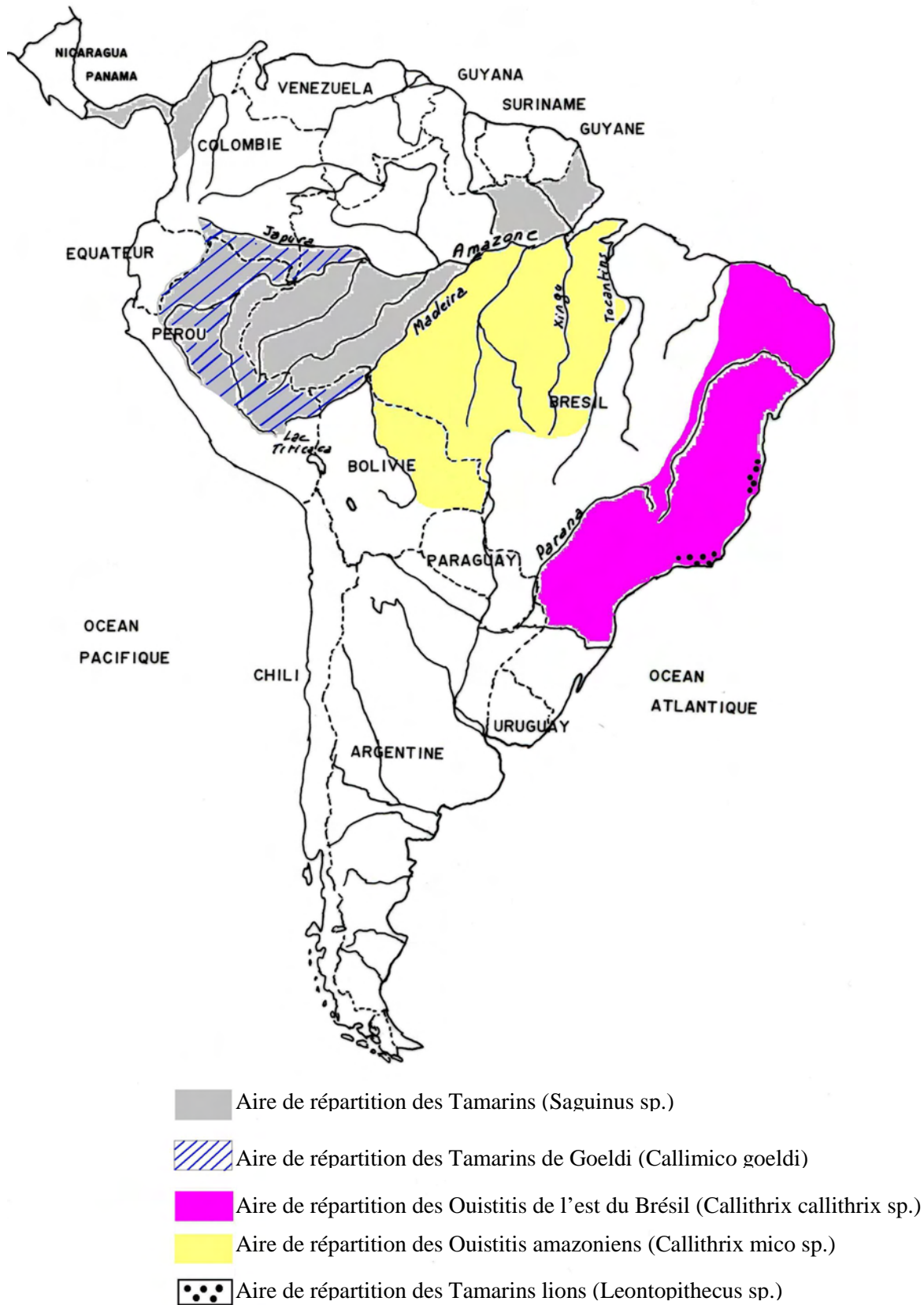


Figure 2 : Carte de répartition des Callithricidés en Amérique du sud

C. DES DIFFÉRENCES ET DES PARTICULARITÉS

1. ANATOMIQUES

Les caractères anatomiques principaux qui permettent de mieux différencier les différents genres de Callithricidés sont essentiellement en relation avec l'appareil digestif.

a) FORMULE DENTAIRE ET DENTITION

Seul le genre *Callimico* a gardé la dentition de ses ancêtres avec la formule dentaire suivante :

$$\frac{2.1.3.3}{2.1.3.3} \times 2 = 36.$$

Tous les autres Callithricidés ont perdu une rangée de molaires, ne possédant ainsi plus que 32 dents réparties de la façon suivante :

$$\frac{2.1.3.2}{2.1.3.2} \times 2 = 32$$

Comme cité précédemment, la longueur des canines par rapport aux incisives constitue une différence majeure : de même longueur chez les ouistitis et plus longues chez les tamarins. (Ferrari et Martin, 1992 ; Kleiman *et al.*, 2003).

Les dents servent à saisir les aliments, tandis que la langue les casse en petits morceaux jusqu'à obtenir une consistance molle. (Lecoq, 2005).

b) LES MUSCLES MASSETERS

Une étude comparant les muscles masséters de ouistitis communs (*C. jacchus*) et de tamarins pinchés (*S. oedipus*) a montré que les fibres des masséters de ouistitis sont plus longues (de façon relative et absolue) que celles des tamarins. Ceci suggère que les masséters de ouistitis favorisent plutôt un grand écartement de la mâchoire. Les masséters de tamarins ont quant à eux une aire de section transversale physiologique plus grande, une proportion de tendon plus grande par rapport aux fibres, ce qui laisse supposer que les tamarins ont des capacités de production de force relativement plus grande que les ouistitis communs. On pourrait rapprocher cela de leur mode d'alimentation : les ouistitis communs se nourrissent en creusant activement les arbres avec leurs dents antérieures, ce qui nécessite un large écartement de la mâchoire mais pas nécessairement une grande force pour mordre. (Taylor et Vinyard, 2004).

c) LE TRACTUS DIGESTIF ET LES MODES DE DIGESTION

Les Callithricidés sont des singes omnivores avec des tendances alimentaires plus ou moins marquées (insectivores, gommivores, frugivores...). Ces différences alimentaires nécessitent une adaptation anatomique du tractus digestif, et notamment du cæcum en ce qui concerne les singes qui se nourrissent le plus de feuilles et d'exsudats des arbres. Ils ont besoin de bactéries caecales pour les aider à digérer ces éléments : en effet, la gomme, par exemple, est un polysaccharide avec des liaisons β qui résistent aux enzymes digestives endogènes des mammifères. Elle ne peut donc être digérée que par fermentation microbienne. Ceci permet à l'animal d'utiliser alors l'énergie contenue dans la gomme. Cette dernière se décomposera finalement en galactose, arabinose, rhamnose et acide glycuronique (le plus abondant dans la gomme). (Glicksman, 1969 ; Van Soest, 1994).

Des études ont cherché à comparer le degré de spécialisation du caecum pour la digestion d'exsudats de plantes entre des ouistitis, plutôt connus pour leur alimentation riche en gomme, et des tamarins, réputés insectivores et ne mangeant de la gomme quasiment que

de façon opportuniste. Ferrari et Martin ont étudié en 1992 *C. emiliae* et *S. fuscicollis*, puis Ferrari *et al.*, en 1993, ont étudié *C. nigriceps* et *S. labiatus*. Il ressort alors que *C. emiliae* a un intestin grêle plus court et un caecum compartimenté, relativement plus large que celui de *S. fuscicollis*. Le caecum pourrait être le lieu de fermentation de la gomme. (Ferrari et Martin, 1992). De même, l'intestin grêle de *C. nigriceps* est plus court que celui de *S. labiatus*, et son caecum plus large et complexe. (Ferrari *et al.*, 1993). Il en est de même lorsque l'on compare *C. jacchus* et *L. rosalia* : le ouistiti a un caecum plus complexe et plus large que celui du tamarin lion doré. (Coimbra-Filho *et al.*, 1980).

D'autres études ont pu mettre en évidence des différences significatives en ce qui concerne les réponses digestives à l'addition de gomme dans une ration, entre les animaux du genre *Callithrix* et ceux des genres *Leontopithecus* et *Saguinus*. Le temps de transit alimentaire augmente lorsqu'on ajoute de la gomme dans la ration des ouistitis, sans que la digestibilité apparente de la matière sèche ou de l'énergie ait changé ; à l'inverse, le temps de transit ne change pas chez les tamarins et la digestibilité diminue. En fait, cela montrerait que les ouistitis possèdent des adaptations digestives qui facilitent la digestion de la gomme en augmentant la durée pendant laquelle le bol alimentaire est en contact avec des bactéries de la fermentation. Les tamarins en sont quant à eux dépourvus (y compris les tamarins tels que *S. fuscicollis* qui se nourrissent de gomme plus fréquemment que d'autres). On pense que cette différence provient du fait que les ouistitis ont un caecum plus large et complexe que les tamarins. (Power et Oftedal, 1996).

En fait, il semble que la digestion se réalise de la façon suivante chez les gommivores :

- une digestion rapide des aliments de haute qualité tels que les insectes, les fruits sucrés, dans l'intestin grêle
- suivi d'une digestion par fermentation bactérienne dans le caecum qui sélectionne et retient les polysaccharides solubles des exsudats de plantes et quelques particules alimentaires très petites. (Caton *et al.*, 1996)

d) LES ONGLES

Les Callithricidés font partie de la classe des primates, ce qui implique qu'ils possèdent des ongles. Cependant, ces ongles ont été modifiés et aplatis dans le sens de la longueur, pour donner des « griffes » (seul le pouce du pied – appelé hallux - possède encore un ongle plat). Ces « griffes » ont conservé les caractères histologiques des ongles et n'ont rien à voir avec les griffes que portent les félinés par exemple. (Kleiman *et al.*, 2003)

Ces griffes permettent aux Callithricidés de se déplacer beaucoup plus facilement dans les arbres de façon verticale. (Rylands, 1984). Ils peuvent ainsi adopter des postures appropriées pour manger de la gomme sur les troncs d'arbre ou gratter sous les écorces et rechercher dans des renforcements des insectes ou des larves. Les tamarins lions (*Leontopithecus*) sont des experts dans ce domaine : ils possèdent des griffes plus longues que les autres genres de Callithricidés, ce qui fait d'eux de grands « chasseurs » d'insectes.

2. COMPORTEMENTS PARTICULIERS

La famille des Callithricidés se distingue des autres familles également par sa façon de se comporter dans la structure sociale : l'aide à l'apprentissage des jeunes et les soins qu'ils reçoivent de la part de toute la famille, ainsi que le fait qu'un seul couple se reproduit au sein du groupe font partie de ces comportements particuliers.

a) LA STRUCTURE SOCIALE

Tous les Callithricidés vivent en groupe de 3 à 15 individus le plus souvent. On peut parfois rencontrer des groupes de deux individus, mais dans ce cas, il s'agit habituellement

d'animaux en migration qui n'ont pas de territoire propre ou d'un groupe en formation. Les groupes sont familiaux et rassemblent ainsi le couple reproducteur avec jusqu'à 3 ou 4 de ses portées. Les « enfants » les plus âgés aident leurs parents à s'occuper des plus jeunes. Ils acquièrent ainsi l'apprentissage des soins aux jeunes, ce qui leur servira plus tard. Plus le groupe sera grand, plus il y aura d'individus pour partager les soins aux jeunes et moins le coût de la reproduction (portage, alimentation des jeunes...) se fera sentir sur les individus.

En général, la taille des groupes de tamarins est moins importante que celle des groupes de ouistitis. On peut également rencontrer des plus grands groupes, de l'ordre d'une vingtaine d'individus, mais on a à faire dans ce cas le plus souvent un regroupement temporaire de deux groupes, ou plus, de singes. (Kleiman *et al.*, 2003 ; Lecoq, 2005)

Les groupes de tamarins et ouistitis les plus stables sont ceux comprenant un couple reproducteur avec sa descendance non encore mature. Ce sont ces familles que l'on rencontre le plus souvent en captivité. Par contre, dans la nature, les choses peuvent se compliquer un peu : on peut par exemple rencontrer des groupes d'une même espèce et de structures différentes et voir l'organisation du groupe évoluer au cours du temps. En plus de la structure « familiale » renfermant un mâle et une femelle adultes, on trouve des groupes comprenant une femelle et plusieurs mâles adultes, ou bien un mâle et plusieurs femelles adultes, ou encore plusieurs mâles et femelles adultes, plus évidemment les individus non matures sexuellement. (Kleiman *et al.*, 2003).

Il existe également des associations interspécifiques dans lesquelles les différentes espèces peuvent joindre leurs différentes compétences notamment lors de recherche de nourriture. Ceci peut se produire tout au long de l'année ou alors n'avoir lieu que quelques mois dans une année. (Kleiman *et al.*, 2003).

b) ORGANISATION DES EVENEMENTS LIES A LA REPRODUCTION

Chez tous les Callithricidés, à l'exception de *Callimico goeldii*, chaque groupe ne comporte qu'une seule femelle reproductrice (dominante) avec soit un mâle reproducteur unique (monogamie), soit plusieurs mâles reproducteurs (polyandrie). La polyandrie ne s'observe toutefois pas chez toutes les espèces de Callithricidés.

Les groupes de tamarin de Goeldi possèdent le plus souvent une structure avec plusieurs femelles reproductrices, ce qui peut également se produire chez les ouistitis communs (*C. jacchus*), le tamarin lion doré (*L. rosalia*), et quelques espèces de tamarins. Généralement, la deuxième femelle reproductrice est la fille de la femelle dominante. Elle réussit souvent moins bien à élever ses petits, et la femelle dominante peut aller jusqu'à dévorer ses petits. (Kleiman *et al.*, 2003).

En captivité, tous les Callithricidés peuvent mettre bas deux fois par an, ce qui n'est pas toujours le cas dans la nature : la plupart des tamarins du genre *Saguinus* et le tamarin lion doré ne mettent bas qu'une fois par an. Les naissances s'étalent alors sur 2 ou 3 mois, au début ou au milieu de la saison humide, ce qui permet de profiter de la saison où les fruits sont le plus disponibles pour subvenir aux besoins nutritifs supérieurs correspondant à la période de lactation.

La gestation dure environ 150 jours en moyenne (129 jours pour *L. rosalia*, 183 jours pour *S. oedipus*). Les femelles donnent naissance à deux petits à la fois, voire trois en captivité, à l'exception de *Callimico goeldii* qui ne porte qu'un petit uniquement. Les petits ont une croissance rapide et sont sevrés vers l'âge de deux à trois mois, avec la possibilité de se déplacer seul à la fin du troisième mois de vie.

Chacun, y compris les jeunes subadultes issus des portées précédentes, intervient dans les soins apportés aux nouveaux nés : la mère allaite ses petits, le père et les subadultes interviennent dans le portage des jeunes, très souvent dès la naissance, sauf en ce qui concerne le tamarin de Goeldi. Le père et les subadultes n'ont accès au nouveau né que dans sa deuxième semaine de vie et pas avant. (Kleiman *et al.*, 2003). Tous les adultes et subadultes

Callithricidés prennent part au nourrissage des jeunes lors du sevrage en proposant des aliments solides.

II. RÉGIME ALIMENTAIRE DES CALLITHRICIDÉS EN LIBERTÉ

L'homme a très peu étudié les Callithricidés dans la nature, notamment en ce qui concerne leur comportement. Ils étaient considérés comme très difficiles à observer, trop petits, peu intéressants du fait de leur éloignement de la lignée des hommes, et appartenant à un environnement trop restreint. Depuis quelques temps, les chercheurs se rendent compte de l'urgence d'observer ces animaux, car ils sont de plus en plus en danger à cause de la destruction de leur habitat. (Bairrao Ruivo, 2001). L'étude de l'alimentation en milieu naturel revêt une importance majeure. En effet, la connaissance du comportement alimentaire des animaux, ainsi que celle de leurs besoins nutritionnels peut permettre d'élever correctement les animaux captifs et de comprendre les pathologies qu'ils rencontrent en captivité. Ces connaissances pourraient contribuer à diminuer en particulier les risques de maladies chroniques chez les animaux captifs. (Carroll, 1997).

A. PRINCIPAUX ALIMENTS DISPONIBLES EN MILIEU NATUREL

1. ETUDE QUALITATIVE

a) LES EXSUDATS

Il existe quatre principaux types d'exsudats (Stevenson et Rylands, 1988 ; Lambert, 1998) :

- Les résines : elles sont produites dans des vaisseaux à résine chez les conifères et quelques angiospermes tropicaux. Dérivée de phénols et de terpènes (métabolites des plantes), elle est insoluble dans l'eau. On ne connaît pas, à l'heure actuelle, de singes qui s'en nourrissent.
- La sève : c'est l'exsudat du xylème et du phloème (tous les arbres produisent de la sève). La sève est soluble dans l'eau, riche en glucides simples relativement bien digérés.
- Les gommés : elles sont riches en glucides complexes (polysaccharides à liaisons β). Elles ne contiennent ni graisses, ni vitamines. Certaines peuvent contenir une fraction de protéines de 0,5 à 35% de leur poids. Par contre, elles sont riches en minéraux, notamment en calcium, magnésium et potassium. (Garber, 1993). De nombreuses espèces d'angiospermes tropicales produisent de la gomme. Celle-ci peut coaguler et former des masses solides. Les Callithricidés ne sont pas les seuls singes à en consommer.
- Le latex : assez semblable à la gomme, il se présente sous la forme d'un liquide laiteux, blanc, rouge ou jaune, qui devient solide au contact de l'air. Il contient des terpènes, des tannins, et des petites quantités de protéines et de sucre. Il est très rarement consommé par les Callithricidés (exceptionnellement par les ouistitis).

Ces éléments ne sont pas forcément extraits séparément des arbres : lors du mordillage ou lorsque l'arbre se fissure, la gomme se mélange souvent avec la sève.

De ces quatre sources d'exsudats, la gomme est toutefois la plus consommée par les Callithricidés. (Nash, 1986)

b) LES INSECTES

La plupart des insectes consommés par les Callithricidés sont des orthoptères (grillons, sauterelles...). (Garber, 1993 ; Soini, 1987 ; Terborgh, 1983). Certains singes montrent des préférences pour un type d'insectes : Le tamarin empereur par exemple préfère les sauterelles.

(Crissey *et al.*, 1999). Les insectes représentent la source principale de protéines et de lipides pour les Callithricidés. Ils sont pauvres en calcium et présentent un faible ratio Ca/P. (Ofstedal et Allen, 1996 ; Allen et Ofstedal, 1996). La composition des insectes varie également beaucoup en fonction du stade dans lequel ils se trouvent ou même de leur état physiologique : ces variations concernent notamment les lipides et les vitamines. Il est bon de remarquer que les insectes contiennent très peu de vitamines A et E. (Pennino *et al.*, 1991).

c) LES VEGETAUX

Les Callithricidés se nourrissent d'une multitude de végétaux. Le tamarin lion par exemple peut consommer plus de 79 espèces de plantes appartenant à 32 familles différentes, sous la forme de fruits, de fleurs, de nectar ou de gomme. (Raboy et Dietz, 2004). Les Annexes 2 et 3 reprennent respectivement des listes de plantes consommées par les tamarins lions à tête dorée (*L. chrysomelas*) et les tamarins à mains rousses (*S. midas*) dans leur milieu naturel. (Pack *et al.*, 1999 ; Raboy et Dietz, 2004)

Les végétaux ne sont pas toujours entièrement consommés. Par exemple, *S. bicolor* mange des fruits plutôt petits, mûrs et sucrés. Il consomme la pulpe et laisse les pépins et la peau. (Eggler, 1992).

La composition des végétaux est très variable en fonction des régions, mais également des saisons, notamment en ce qui concerne les fruits (le taux de sucre et de fibres peut varier énormément). (Carroll, 1997). Cependant, on considère que les végétaux apportent principalement les glucides et les fibres de la ration des Callithricidés.

2. ETUDE QUANTITATIVE

Il n'est pas aisé, compte tenu du milieu de vie de ces singes, dans la partie moyenne ou supérieure de la canopée, de pouvoir collecter des données sur leur alimentation, en particulier des données quantitatives. On se contente donc pour le moment d'avoir des pistes qui permettent d'émettre des hypothèses quant aux adaptations à réaliser en captivité pour améliorer la santé et le bien être des Callithricidés (Bairrao Ruivo, 2001)

Finalement, assez peu d'études sont compréhensibles et transposables au milieu captif (car elles ne sont pas assez quantitatives), ce qui fait qu'on applique des principes généraux pour les rations en captivité (formulation et structure) sans faire de différences entre les différentes espèces. (Carroll, 1997 ; Crissey *et al.*, 1999).

B. VARIATION ET UNIFORMITÉ DES RÉGIMES ALIMENTAIRES DES CALLITHRICIDÉS

Dans la nature, les Callithricidés sont omnivores. Ils mangent des fruits, des invertébrés, des petits vertébrés, des œufs, des exsudats de plantes, et pour quelques espèces, des champignons. La composition de leur alimentation varie en fonction des espèces, des individus et de la saison. (Bairrao Ruivo et Carroll, 2002).

1. EN FONCTION DES ESPÈCES

a) PARMIS LES OUISTITIS

Parmi les ouistitis, on peut distinguer plusieurs groupes en fonction du niveau de consommation de la gomme (Leus, 2002 ; Rylands et de Faria, 1993) :

- Groupe 1 : il regroupe les ouistitis qui se nourrissent de beaucoup d'exsudats (*C. Cebuella pygmaea*, *C. C. jacchus* et *C. C. penicillata*). Pour ces singes, particulièrement bien équipés pour se procurer et digérer les exsudats, la gomme est un substitut important aux fruits, notamment lorsqu'ils deviennent rares. Elle leur assure un apport régulier en

glucides et en certains minéraux tels que le calcium (Ca) tout au long de l'année, c'est pourquoi ils peuvent vivre dans de petits territoires, dans des forêts morcelées avec des fortes variations de disponibilité des fruits et des insectes. On pourra donc les rencontrer dans des forêts abîmées, ou encore des forêts sèches avec un climat plus aride. (Caton *et al.*, 1996 ; Stevenson et Rylands, 1988)

- Groupe 2 : Ils sont moins « exsudivores » que les ouistitis du groupe 1 mais sont tout de même mieux adaptés que ceux du groupe 3 pour ronger l'écorce des arbres afin de faire s'écouler la gomme et la sève. (*C. C. kuhli* et *C. C. geoffroyi* par exemple)
- Groupe 3 : Assez pauvrement équipés pour creuser les arbres, leur consommation d'exsudats dépend en fait de leur disponibilité. (*C. C. flaviceps* et *C. C. aurita* par exemple)
- Groupe 4 : Ils sont considérés comme des espèces frugivores, et ne se nourrissent d'exsudats que saisonnièrement. (*C. Mico argentata*, *C. Mico humeralifer* par exemple)

La consommation d'exsudats des animaux des groupes 2 à 4 varie finalement plus ou moins en fonction des saisons, et est pratiquement toujours corrélée négativement à la disponibilité des fruits. (Stevenson et Rylands, 1988). On peut donc plutôt qualifier ces Callithricidés de frugivores insectivores.

En fait, toutes les espèces de *Callithrix* passent une partie considérable de leur journée à chasser des proies animales, qui consistent le plus souvent en des insectes, des araignées et moins souvent des escargots, des grenouilles, des lézards, des petits oiseaux ou encore des œufs d'oiseaux. (Leus, 2002).

Certains ouistitis se démarquent dans leur alimentation parce qu'ils sont les seuls à manger un aliment donné. *C. flaviceps*, par exemple, est le seul Callithricidé connu pour se nourrir d'une plante toxique : le *Siparuna guianensis* qui est largement distribué dans les zones d'habitat des Callithricidés. Ses graines sont comestibles, mais elles sont entourées de défenses chimiques. *C. flaviceps* attend que le fruit toxique soit bien mûr, que le réceptacle s'ouvre et expose ainsi les graines. Cette particularité a été enregistrée pour la première fois au cours d'une étude réalisée en 2001. (Simas *et al.*, 2001)

b) PARMIS LES TAMARINS

La base de l'alimentation des tamarins est principalement constituée d'insectes puis de fruits (Snowdon et Soini, 1988). On peut donc les considérer comme des insectivores frugivores. Ils consomment de petites quantités d'exsudats (gomme et/ou sève) de façon opportuniste ou saisonnière. Ils mangent également du nectar, des escargots, du miel, des fleurs, des feuilles, des bourgeons, des champignons, des écorces et des petits vertébrés. En fait, les proportions relatives des différents aliments dépendent de la disponibilité de ces derniers. (Leus, 2002).

On trouve assez peu de données permettant de comparer les différents régimes alimentaires des tamarins.

c) PARMIS LES TAMARINS LIONS

Les tamarins lions se nourrissent majoritairement de fruits, qu'ils préfèrent le plus souvent mous, sucrés et pulpeux. Ils sont considérés comme des frugivores insectivores. Ils complètent ce régime avec de petites quantités d'invertébrés, des fleurs, des exsudats, du nectar, des champignons, et des petits vertébrés (grenouilles, oisillons, petits lézards...). (Rylands, 1993 ; Kleiman *et al.*, 1988 ; Dietz *et al.*, 1997). Il ne semble pas y avoir de grosses variations de régime alimentaire entre les différentes espèces de tamarins lions. Cependant il existe quand même des différences en fonction de la zone géographique qu'ils habitent. S'ils vivent en forêt primaire ils mangeront principalement des plantes de la famille des *Myrtaceae*, et s'adapteront en forêt secondaire en mangeant des *Melastomataceae*. Ceci est

particulièrement vrai pour *L. rosalia* et *L. chrysomelas* qui vivent dans les deux types de forêts. (Dietz *et al.*, 1997 ; Raboy et Dietz, 2004)

d) ET CALLIMICO GOELDII ?

On dispose d'assez peu de données sur ses habitudes alimentaires dans la nature. Il semble plutôt se nourrir d'abord de fruits puis d'insectes et partage assez souvent son milieu avec d'autres Callithricidés.

2. EN FONCTION DES INDIVIDUS D'UNE MEME ESPECE

Il existe des différences dans la façon de s'alimenter entre mâles et femelles d'un groupe de même espèce. En général, les femelles passent plus de temps à fourrager et/ou à manger plus de protéines que les mâles. (Box, 1997). Ceci pourrait peut être s'expliquer par le fait que les mâles sont plus vigilants que les femelles et passent plus de temps à observer les menaces éventuelles. (Goldizen, 1989 ; Koenig, 1998).

Il semble en plus, qu'il y ait des différences entre populations de même espèce en ce qui concerne le temps passé à se nourrir. Ainsi une étude portant sur quatre populations de ouistitis pygmés *C. Cebuella pygmaea*, vivant au Nord Est de l'Equateur, a montré qu'ils passaient plus ou moins de temps dans la journée à manger de la gomme, et qu'ils avaient des préférences alimentaires différentes et indépendantes de la disponibilité des plantes consommées. Cette étude montre qu'il est important de ne pas se limiter à une seule population lorsqu'il s'agit d'étudier et de réaliser des plans de protection de leur milieu naturel, car il arrive que tous ne se nourrissent pas des mêmes aliments. (Yèpez *et al.*, 2005).

Les variations alimentaires dans un même groupe peuvent aussi s'expliquer par un phénomène de dominance et d'accès prioritaire aux aliments. En règle générale, c'est souvent la femelle dominante et ses petits les plus jeunes qui sont prioritaires sur les autres membres du groupe. Ils peuvent ainsi consommer plus d'aliments préférés par cette espèce. Un groupe de ouistitis pygmés par exemple se nourrira de gomme provenant d'un arbre (qui est la source principale), réservé au couple reproducteur et à leur plus jeune portée. Les portées plus âgées y ont un accès très restreint. Ils utilisent alors des arbres de second choix comme source principale de gomme. (Soini, 1982).

On observera également des variations de consommation liées au stade physiologique des femelles : elles recherchent plus d'énergie lorsqu'elles sont gestantes et allaitantes.

3. EN FONCTION DES SAISONS

En règle générale, lorsque les animaux vivent dans une zone sans variations saisonnières, leur alimentation varie très peu. Le tamarin lion à tête dorée *L. chrysomelas* vivant dans la réserve de Una au Brésil ne change pas son alimentation dans l'année. Ce n'est pas le cas des espèces vivant dans des forêts semi-décidées subissant assez fortement les changements saisonniers.

Par exemple, la consommation de gomme par *L. chrysomelas* à Una est quasi nulle, alors qu'elle peut atteindre jusqu'à 55% de l'alimentation de *L. chrysopygus* en forêt semi déciduée pendant la saison sèche. (Rylands, 1993). De même *L. rosalia* a été observé en train de mordiller des lianes pour extraire des exsudats lors d'une période très sèche (Peres, 1989a), et *L. caissara* mange les sporocarpes des champignons uniquement trois mois dans l'année, lors de la période sèche. (Prado, 1999)

Chez le tamarin empereur *S. imperator*, en saison humide, les fruits représentent 95% des plantes consommées, alors qu'en saison sèche, ils ne représentent plus que 41%, le reste étant principalement du nectar (52%). Par contre il y a peu de variation au cours de l'année en ce qui concerne le rapport insectes/ plantes. (Terborgh, 1983)

En ce qui concerne *C. geoffroyi*, on observe des changements de temps passer à fourrager : en période humide, ils fourragent à la recherche d'insectes 9,7% de leur temps, alors qu'en période sèche, ils fourragent 20,6% de leur temps, au détriment du temps passé à se reposer. Cette augmentation du temps passé à la recherche d'insectes correspond à la diminution de la disponibilité de ceux-ci. Ce n'est donc pas parce que les singes fourragent plus longtemps, qu'ils mangent plus d'insectes. (Passamani, 1998). On constate également le même phénomène avec *C. penicillata*, aussi bien en région de savane, de broussailles qu'en forêt semi-décidué. (Vilela et de Faria, 2004)

La flexibilité que les singes peuvent avoir vis-à-vis de leur alimentation, peut leur permettre de s'adapter lorsque leur écosystème change. En effet les modifications de la faune et de la flore dans leur habitat sont de plus en plus importantes.

La vitesse de disparition de certaines espèces de Callithricidés par rapport à d'autres pourrait être liée à une incapacité à s'adapter aux variations de disponibilité des végétaux et des insectes.

C. COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

1. LES TECHNIQUES DE NOURRISSAGE

a) LA RECHERCHE DE PROIES ANIMALES : LA CHASSE

Il existe plusieurs façons pour les Callithricidés de rechercher des proies animales, qu'on peut classer en différentes catégories (d'après le classement de Garber (1993) effectué sur les tamarins).

- La chasse sur des branches flexibles et fines : les singes grimpent énergiquement sur ces branches, s'agrippent puis sautent. Ils attrapent les proies à l'aide de leurs membres antérieurs, pendant que les membres postérieurs s'accrochent solidement à la végétation. Ils effectuent cette chasse surtout dans des buissons assez bas ou des enchevêtrements de vignes, à moins de 5 mètres du sol. (exemple : *S. geoffroyi*)
- La chasse de type rafle furtive et la technique du bondissement : les singes alternent des moments de déplacements rapides et d'arrêts tandis qu'ils sont constamment attentifs à leur environnement pour rechercher leurs proies. Ils rampent le long des branches, principalement dans la partie moyenne de la forêt. Ils placent leur tête près des branches et du feuillage et, immobiles, ils observent les branches et les feuilles, à la recherche d'insectes. Une fois qu'ils ont repéré leur proie, ils bondissent dessus ou cherchent à la piéger (par exemple entre le creux de leur deux mains). Cette chasse leur permet de capturer des insectes qui peuvent se camoufler ou s'échapper rapidement. (exemple : *C. cebuella pygmaea*, *Callithrix sp.*, *S. mystax*, *S. labiatus*, *S. imperator*)
- La chasse par manipulation : les singes fourragent. Cette recherche de proies s'effectue surtout sur des troncs ou des branches larges. Les singes peuvent s'agripper et se déplacer verticalement. Une fois en position stable, ils explorent les régions du tronc tel les nœuds, les fissures, les fentes ou l'écorce à l'aide de leurs mains et de leurs doigts. Les tamarins lions sont des experts de ce mode de chasse grâce à leurs mains et doigts plus longs et fins que ceux des autres Callithricidés. Ils fourragent principalement dans les épiphytes (plantes non parasites, autotrophes et photosynthétiques, qui utilisent comme support d'autres plantes), en particulier de la famille des Broméliacées. (Rylands, 1996). Les insectes recherchés sont le plus souvent immobiles et cachés, et sont localisés plutôt par le toucher que par la vue. (exemple : *S. fuscicollis*, *Leontopithecus sp.*)
- On connaît peu de chose sur la façon dont *Callimico goeldii* chasse les insectes et on ne sait pas trop dans quel groupe de chasseur le classer. Par contre, il semble avoir un mode de chasse particulier car il lui arrive de sauter au sol puis de remonter rapidement dans les

arbres avec dans la bouche de gros insectes tels des criquets ou des sauterelles (Pook et Pook, 1981).

Cette classification peut ainsi permettre de développer et surtout d'adapter des techniques variées d'enrichissement du milieu afin de donner la possibilité aux animaux d'exprimer au mieux leur comportement naturel.

b) LA RECHERCHE DE FRUITS : LA CUEILLETTE

La recherche des fruits est sensiblement la même pour tous les Callithricidés. (Rylands, 1981 ; Snowdon et Soini, 1988 ; Stevenson et Rylands, 1988). Les fruits sont le plus souvent petits. Les singes les arrachent des arbres avec leurs mains ou en mordant dedans puis les tiennent à deux mains pour les manger. Les fruits plus gros sont mangés directement sur l'arbre alors qu'ils sont encore attachés. Les fruits peuvent parfois être plus gros que les singes. Dans ce cas, ils s'accrochent à la surface extérieure du fruit et creusent un trou vers l'intérieur. (Stevenson et Rylands, 1988). Les Callithricidés ont accès à des fruits en bout de branches (du fait de leur faible poids) que les autres singes ne peuvent atteindre. (Carroll, 1997).

Les graines des fruits ne sont en général pas digérées. Elles passent à travers le tube digestif sans subir d'altération. (Heymann, 1992 ; Power, 1996 ; Dietz *et al.*, 1997). Il semble que de cette façon, les Callithricidés jouent un rôle important dans la dissémination des graines dans les forêts tropicales. (Passos, 1997).

c) LA RECHERCHE DE GOMME

Les Callithricidés utilisent plusieurs espèces de plantes (arbres et vignes) pour se procurer de la gomme. Ceux qui ont la dentition adéquate (canines et incisives de même longueur) mordillent les écorces pour en extraire les exsudats de types gomme ou sève. Les autres Callithricidés, en particulier les tamarins qui sont opportunistes, profitent en général des trous déjà formés pour consommer les exsudats. (Snowdon et Soini, 1988).

On peut observer deux pics de consommation par jour chez *C. geoffroyi* : le matin pour accumuler l'énergie nécessaire à la chasse de la journée et en fin d'après midi pour refaire des réserves. (Passamani, 1998).

2. LE BUDGET TEMPS ALIMENTAIRE

Il s'agit de déterminer le temps que les animaux passent à manger dans une journée, puis de le détailler le plus possible par exemple en séparant la consommation des feuilles, des fleurs, du nectar, de la gomme...). Le budget temps s'exprime en pourcentage des activités d'une journée.

En règle générale, le budget temps reflète assez fidèlement la proportion de chaque aliment mangé par les singes (% fruits, % feuilles...). Par contre on rencontre un problème pour interpréter les rations des singes qui fourragent car le temps passé à fourrager ne correspond pas à celui passé à manger des insectes par exemple. On surestime alors la consommation d'insectes et il faut corriger le budget temps en précisant le taux de réussite lorsque les singes fourragent, mais ceci est généralement peu étudié. (NRC, 2003). Pour ne pas fausser les données concernant l'alimentation, on sépare souvent le temps que passent les singes à fourrager de celui qu'ils passent à se nourrir directement.

Par exemple, une étude concernant *C. geoffroyi* a montré qu'ils se reposaient 29% de la journée, qu'ils se nourrissaient 21%, qu'ils se déplaçaient 20%, qu'ils fourrageaient 14% et qu'ils mordillaient les arbres à la recherche de gomme 13%. (Passamani, 1998).

On trouve de plus en plus ce genre de données sur les espèces de Callithricidés. Malheureusement, elles ne reflètent pas du tout ce qui est ingéré surtout en ce qui concerne la gomme et les insectes

3. LA COHABITATION INTER SPECIFIQUE

Les espèces de Callithricidés peuvent cohabiter dans un même environnement. Cependant, dès que la nourriture et les proies viennent à manquer (Dietz *et al.*, 1997, Peres, 1989b) ou que les animaux n'ont plus la possibilité de défendre correctement les limites de leur territoire (Peres, 2000), la cohabitation devient plus difficile et des conflits entre espèces éclatent. Cette cohabitation dépend donc quasi exclusivement de la disponibilité des vivres qui influence elle-même l'aire du territoire.

Certains singes développent des stratégies pour éviter d'entrer en conflit avec les autres espèces. *S. midas* gère la compétition avec les autres espèces frugivores en se nourrissant énormément d'insectes, même pendant la saison riche en fruit. (Pack *et al.*, 1999). D'autres singes s'imposent par la force : *S. imperator* domine *S. fuscicollis* dans la nature lorsque les ressources deviennent rares, alors qu'en temps normal, ils fourragent à des niveaux différents de la canopée et vivent en harmonie. (Terborgh, 1983 et 1987).

Callimico goeldii est une espèce qui cohabite beaucoup avec d'autres Callithricidés. On les rencontre souvent à proximité ou en contact vocal avec des tamarins (*S. fuscicollis* et *S. labiatus*). Cette cohabitation varie énormément avec les saisons, et est maximale en saison humide. Les *Callimico* profitent le plus de cette association lorsque les fruits sont les plus nombreux et qu'ils les partagent avec les tamarins. En fait, les fruits sont le plus souvent présents dans la canopée et pas dans les sous bois de bambous qui abritent les *Callimico*. Ceux-ci profitent donc de la présence des tamarins qui connaissent très bien la canopée pour dénicher les fruits. Ils entretiennent presque une relation de parasitisme envers les tamarins. Lorsque les *Callimico* retirent moins de bénéfice de cette association, ils adoptent alors des stratégies d'alimentation différentes : ils mangent des champignons alors que les tamarins s'orientent plus vers le nectar. (Porter, 2001).

Toutes ces connaissances acquises lors d'études en milieu naturel, même si elles sont incomplètes et difficiles à établir, constituent un atout très important pour mettre en place un régime alimentaire adapté en captivité. A ces connaissances s'ajoutent également les études qui ont été réalisées dans des laboratoires ou des parcs zoologiques.

III. RÉGIME ALIMENTAIRE EN CAPTIVITÉ

A. L'IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION EN MILIEU CAPTIF

1. LE DEVELOPPEMENT DES RECHERCHES EN ALIMENTATION

a) LE POINT DE DEPART DE LA RECHERCHE EN ALIMENTATION : LES LABORATOIRES

L'alimentation des primates, est devenue une problématique à part entière grâce aux recherches des laboratoires. On trouve dès les années 1960 des ouvrages traitant de l'élevage des primates de laboratoire ainsi que de leur alimentation et des maladies d'origine nutritionnelle. (Withney *et al.*, 1973 ; Brand, 1981). En effet, un peu avant les années 1970, *C. jacchus* et *S. oedipus* en particulier vont être reproduits et gardés en milieu captif pour la recherche médicale. Etant donné leur petite taille, les laboratoires pouvaient facilement en

détenir en plus grand nombre. De plus, ils représentent de bons modèles pour certaines maladies : *S. oedipus*, par exemple, est utilisé pour étudier les adénocarcinomes de l'intestin, *C. jacchus* sert de modèle pour étudier le développement cérébral des fœtus carencés en iode... (Mano *et al.*, 1987). Ceci a obligé les chercheurs à s'intéresser de près à l'alimentation pour créer des rations pauvres en iode par exemple. (Mano *et al.*, 1985).

Ces singes sont également utilisés en immunologie, toxicologie, études de fertilité...

Les laboratoires ont ainsi grandement participé à l'établissement de besoins minimums nécessaires à la croissance, à la reproduction et au bien être des ces animaux.

b) LE RELAIS DES RECHERCHES EN ALIMENTATION : LES PARCS ZOOLOGIQUES ET LEUR ROLE DE CONSERVATION

Par la suite, l'alimentation des Callithricidés est devenue un terrain de recherche en parc zoologique. Dès les années 1970, les parcs accueillent ces espèces déjà en danger dans leurs milieux naturels respectifs afin de les protéger et de participer à leur conservation.

Les parcs remarquent alors que l'élevage de certaines espèces de Callithricidés est beaucoup plus difficile que pour les espèces utilisées en laboratoire. Des études complémentaires de leur alimentation, entre autre, ont été réalisées, pour essayer de résoudre les problèmes de mortalité élevée et les pathologies digestives...

Au « Jersey Wildlife Preservation Trust » (centre de préservation de la faune à Jersey), les employés ont suspecté l'alimentation d'avoir un rôle sur la forte mortalité infantile et celle des jeunes adultes de ouistitis de Geoffroy (*C. geoffroyi*) (Price, 1992).

Au zoo de Londres, des changements considérables des rations et des modes de distribution des aliments ont eu lieu entre 1972 et 1981 : interdiction au public de nourrir les animaux, distribution des repas deux fois par jour avec un aliment complet le matin, complémentation en vitamine D3, distribution d'insectes... (Bertram, 1982).

De toute évidence, les parcs zoologiques ont été rapidement d'accord pour envisager que les grandes pathologies qu'ils rencontraient chez les Callithricidés étaient influencées par l'alimentation.

Pour remédier à ces problèmes, les zoos doivent donc prendre en compte l'alimentation, calculer des rations équilibrées, afin d'assurer une haute qualité par rapport aux besoins des singes, mais ils doivent également prendre en compte le bien être des animaux en envisageant des enrichissements environnementaux pour favoriser les comportements « naturels » des singes, et surveiller la reproduction et la mortalité infantile qui marquent souvent les premiers signes de déséquilibres alimentaires.

Les parcs zoologiques dans le monde se sont regroupés en associations afin de favoriser les échanges d'animaux mais également les échanges de données : ainsi en Europe, l'EAZA (European Association of Zoos and Aquaria) regroupe depuis 1988 des zoos européens (et certains même aux portes de l'Europe). Cette association a ainsi participé à la mise en place de standards d'accueil et de soins des animaux dans les parcs zoologiques, a développé également un code éthique et se donne pour mission d'accroître la coopération entre parcs européens. Elle met en place des plans de conservation à travers les EEP (Europeans Endangered Species Programmes = Programmes Européens pour les Espèces menacées) ou les ESB (Europeans StudBooks). Grâce à ces structures, les informations concernant notamment l'alimentation des animaux sont regroupées et sont ainsi plus facilement disponibles.

Il est bon de rappeler que les parcs seuls ne suffisent pas à conserver les espèces en danger et que des institutions internationales ou nationales aident à protéger les espèces

menacées, tels les Callithricidés qui sont non seulement menacés par la déforestation, mais aussi par la chasse et les captures.

- L'IUCN (International Union for Conservation of Nature) s'occupe principalement de soutenir et développer scientifiquement la conservation, et de mettre en pratique des projets sur le terrain partout dans le monde. (IUCN, 2008). Une de ses commissions, la SSC (Species Survival Commission), édite régulièrement une « liste rouge » des espèces menacées, qu'elle classe selon le schéma de la figure 3. Les Callithricidés se répartissent dans toutes les classes de l'IUCN. Par exemple, parmi les quatre espèces de tamarins lions, il y en a deux qui sont en danger critique et deux autres en danger. On trouve aussi des espèces à préoccupation mineure (*S. imperator*), des espèces quasi menacées (*C. goeldii*), vulnérables (*C. geoffroyi*), en danger (*S. oedipus*) et d'autres espèces pour lesquelles, on ne dispose pas de données (*C. mico nigriceps*). (IUCN, 2001)

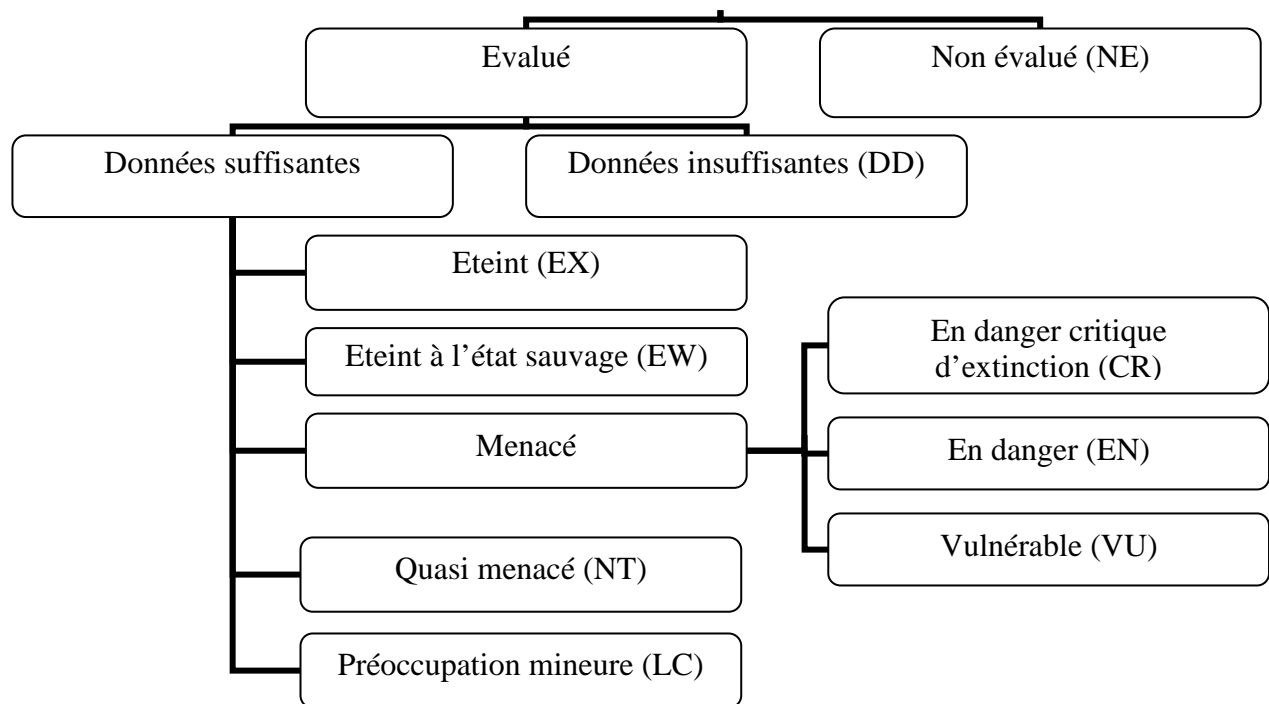


Figure 3 : Schéma de la classification des espèces en danger (d'après IUCN, 2001)

- Une autre institution gère le commerce des espèces animales et végétales (ainsi que leurs parties ou produits) de façon internationale, afin de ne pas menacer leur survie. La CITES (convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction) ou convention de Washington, classe les espèces inscrites en trois annexes. Les annexes I, II et III regroupent les espèces pour lesquelles le commerce et les échanges entre pays participant à cette convention sont restreints : (CITES, 2008)
L'annexe I comprend toutes les espèces menacées d'extinction. Le commerce de ces espèces (y compris de parties de ces espèces) n'est autorisé que dans des conditions exceptionnelles.
L'annexe II comprend toutes les espèces qui ne sont pas nécessairement menacées d'extinction mais dont le commerce des spécimens doit être réglementé pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie.

Les inscriptions dans les annexes I ou II se font par la Conférence des Parties (organe décideur suprême de la CITES) sur des critères biologiques et commerciaux.

L'annexe III comprend toutes les espèces protégées dans un pays qui a demandé aux autres Parties de la CITES leur assistance pour en contrôler le commerce. La procédure à suivre pour procéder à des changements dans l'annexe III est distincte de celle pour les annexes I et II car chaque Partie est habilitée à y apporter unilatéralement des amendements.

En Europe, les annexes de la CITES ont été reprises par un règlement communautaire : (ONCFS, 2008)

L'annexe A reprend les espèces de l'annexe I, plus celles de l'annexe II que la communauté européenne souhaite protéger davantage.

L'annexe B reprend les espèces restantes de l'annexe II, plus certaines espèces constituant une menace écologique (espèces dites envahissantes).

L'annexe C correspond à l'annexe III.

L'annexe D est constituée d'espèces non CITES pour lesquelles l'Union Européenne souhaite connaître les flux d'importation.

- Par ailleurs, les gouvernements d'Amérique du Sud, en particulier du Brésil, de la Bolivie et du Pérou ont eux aussi réagi en interdisant l'exportation des animaux sauvages ou encore en interdisant la chasse et la capture de ces animaux. Seules les exportations à des fins scientifiques, surtout pour la conservation, sont autorisées. Ainsi, le Brésil est allé encore plus loin, dans le cadre des programmes de réintroduction des tamarins lions. Il est le seul gestionnaire des tamarins lions des parcs zoologiques du monde entier, c'est-à-dire que lorsqu'un parc veut reproduire ces individus, il doit demander auparavant l'autorisation au gouvernement brésilien. Une fois l'autorisation accordée, le zoo peut réunir un couple en vue de le reproduire. Le Brésil est ainsi considéré comme propriétaire des tamarins lions captifs dans le monde, et gère lui-même les programmes d'élevage dans les parcs zoologiques du monde entier. Cette gestion a été réalisée dans un cadre plus large qui a consisté à réintroduire des tamarins lions dans leur milieu naturel. Pour cela, il a fallu replanter des parties de forêts pour réaliser des « couloirs verts » afin de relier entre eux les îlots de forêt qui abritaient des tamarins lions et favoriser ainsi le brassage génétique. La réintroduction s'est effectuée sur plusieurs générations avec une mise en contact progressive dans le nouvel environnement. Le tamarin lion est devenu un animal emblématique du Brésil, mais également un animal emblématique pour la réintroduction d'espèces dans leur milieu naturel car il s'agit d'une des rares espèces que l'on a pu protéger de cette façon.

2. LES PROBLEMES LIES A L'ALIMENTATION ET A LA CAPTIVITE

En captivité, les animaux des zoos ne présentent que très rarement des phases de pathologie aiguë. Le plus souvent, la pathologie nutritionnelle se développe de façon chronique avec de mauvaises performances (faible reproduction, mortalité infantile importante) puis un mauvais état général et souvent une sensibilité accrue aux agents pathogènes... C'est pourquoi, il est très important de pouvoir surveiller les animaux de près (suivi de la reproduction, du poids des animaux, de leurs déjections, de leur pelage...).

a) LA REPRODUCTION

L'alimentation intervient à différents niveaux de la reproduction. Tout d'abord, des carences importantes entraînent toujours une diminution de la fertilité des animaux ou une mortalité des jeunes peu de temps après la naissance, voire l'apparition de cannibalisme vis-à-

vis des petits. Mais il faut voir également que des excès peuvent avoir aussi de fâcheuses conséquences : on constate en effet une augmentation du nombre de naissance de triplés chez les Callithricidés, ce qui pourrait être relié avec une alimentation trop riche en protéines (Carroll, 2002). Ceci pose problème car les femelles n'arrivent généralement pas à s'occuper (portage et allaitement) de trois petits. De plus, on a constaté que chez les Callithricidés, en particulier chez le Tamarin empereur, on rencontrait des problèmes de dystocie liés à une disproportion materno-fœtale : le fœtus a une tête trop grosse pour la filière pelvienne de la mère. En fait, en terme de budget temps, les femelles Tamarins empereurs passent quasiment autant de temps à se nourrir en captivité que dans la nature. Malheureusement, elles ne se dépensent pas autant en déplacement et recherche de nourriture, ce qui peut entraîner un surpoids des mères, mais également des fœtus de taille importante. En réalité, en captivité, les singes mangent plus de fruits et ces derniers contiennent plus de sucre, ce qui peut contribuer au développement de gros fœtus. (Bairrão Ruivo, 2001).

b) LE PELAGE

Une étude sur des singes *S. mystax* qui présentaient des alopecies et des lésions cutanées en laboratoire, six mois après avoir été introduits dans un laboratoire, a montré que la complémentation en Zinc pouvait améliorer la qualité du pelage et de la peau. (Chadwick *et al.*, 1979). Cependant l'auteur précise bien que le zinc n'est pas une solution à lui seul, il faut que la ration soit équilibrée afin d'éviter des compétitions entre oligo-éléments.

On peut également rencontrer des alopecies de la queue qui peuvent parfois survenir à la faveur de carences nutritionnelles en vitamine B ou acide folique (Lecoq, 2005), mais il faut également penser qu'il peut s'agir de vers digestifs, d'un épouillage intensif, d'un comportement de marquage exacerbé, et plus rarement d'infection bactérienne cutanée ou de dermatophytose. (Wissman, 2006).

c) LA PATHOLOGIE DIGESTIVE

Les Callithricidés sont connus pour développer des pathologies intestinales. Ceci peut être dû au fait qu'il existe une différence très nette entre les aliments que ces primates mangent dans la nature et ceux qu'on leur distribue lorsqu'ils sont en captivité.

c.1) Diarrhées

La diarrhée est une des pathologies les plus fréquemment rencontrées chez les callithricidés. Le plus souvent, son étiologie est plurifactorielle, en relation avec des changements alimentaires, le stress, les parasites ou les infections bactériennes à *Escherichia coli* ou encore dues à *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, et *Campylobacter*. (Wissman, 2006 ; Johnson *et al.*, 2001). L'excès de fer pourrait également faciliter la croissance de certaines bactéries entériques non pathogènes, entraînant un déséquilibre de la flore digestive responsable de diarrhées. (Miller *et al.*, 1997). Lorsque de la diarrhée survient, il faut impérativement commencer par réduire la quantité de fruits dans la ration (Crissey *et al.*, 1999).

c.2) « Wasting Marmoset Syndrom » (WMS)

Une autre affection intestinale est le « Wasting Marmoset Syndrome » (WMS) encore appelé syndrome de dépérissement. C'est une maladie assez fréquemment rencontrée chez les Callithricidés. Son étiologie est très mal définie, mais certaines pistes laissent penser que l'alimentation, en particulier les protéines, joue un rôle majeur dans l'apparition de ce syndrome. On constate en effet que la plupart des colonies de Callithricidés, notamment dans les laboratoires de recherche, reçoivent entre autre des protéines de blé, de soja et de lait. Ces

protéines ont été reliées à une réaction immune chez *C. jacchus* et *S. oedipus*, ce qui permet de déterminer quelques pistes de recherches. (Gore, 2001).

Les autres facteurs possibles pouvant entraîner un WMS sont un taux faible en protéines dans la ration, des carences en vitamines, un dysfonctionnement pancréatique (entraînant une malabsorption des graisses et des vitamines liposolubles ainsi que des problèmes de digestion des protéines), le stress, la surpopulation et des agents infectieux. (Ialeggio et Baker, 1995).

Les principaux symptômes rencontrés dans le WMS sont principalement une perte de poids allant jusqu'à 30%, une alopécie, une diarrhée chronique, l'atrophie des muscles et une colite chronique. (Barnard et al., 1988 ; Ialeggio et Baker 1995). Parmi les propositions faites pour améliorer le WMS, on pourrait augmenter la quantité de protéines et de glucides dans l'alimentation. Barnard et al. (1988) a montré qu'en augmentant ces éléments, on obtenait chez *Saguinus mystax* une diminution de la diarrhée et de la perte de poids. De même, une alimentation sans gluten (protéine visqueuse issue de céréales) permet d'améliorer nettement les symptômes de WMS. (Berndt *et al.*, 2003).

c.3) Adénocarcinome de l'intestin, colite et cancer du colon

Chez l'homme, certaines études ont montré que l'alimentation pouvait jouer un rôle dans les adénocarcinomes de l'intestin. Il semble que certains comportements alimentaires tels qu'une alimentation trop riche en énergie, ne contenant pas assez de fibres ou trop de glucide et de viande rouge ainsi qu'une diminution de la consommation en micronutriments puisse jouer sur l'incidence des modifications chroniques de la muqueuse digestive. On spéculait ainsi sur le rôle que pourrait avoir l'alimentation en parc zoologique sur les adénocarcinomes des Callithricidés ; en effet, leur alimentation en captivité est souvent riche en glucide et contient un taux élevé de protéines. Le développement de carcinome pourrait être en partie lié à une alimentation trop raffinée et déséquilibrée. Le stress pourrait être également un facteur prédisposant pour tous ces animaux. (Liu *et al.*, 2004).

Une étude prospective de l'épidémiologie des colites et cancer du colon, que l'on rencontre assez régulièrement chez *S. oedipus* a été réalisée. Les données récupérées laissent penser que les colites ulcératives sont associées à l'environnement et que les changements chroniques de la muqueuse peuvent être modifiés par l'alimentation. Le cancer du colon, qui associe les colites ulcératives et les changements chroniques de la muqueuse apparaît également comme associé à l'alimentation. En fait, il semble qu'il y ait entre les deux aliments comparés (un aliment standard commercial et un aliment semi purifié) des composants autre que les fibres ou la graisse qui peuvent jouer un rôle dans le développement ou la prévention du cancer. (Johnson *et al.*, 1996)

d) HEMOSIDEROSE HEPATIQUE

L'hémosidérose hépatique est une maladie due au dépôt d'un pigment dérivé et insoluble du fer, l'hémosidérine, dans le foie. Cette affection est couramment observée chez le ouistiti commun (*C. jacchus*).

Une étude sur des biopsies de foie de singes a montré que les animaux du genre *Callithrix* possédaient à 95% du fer dans leur hépatocytes, et les animaux du genre *Saguinus* en possédaient à 72%. (Dorrestein *et al.*, 2000).

Miller a réussi à prouver dans une étude que les aliments contenant de fortes concentrations en fer (350 ppm de fer dans la ration la plus riche en fer) sont une des causes de l'hémosidérose hépatique. Cette étude a pu montrer que l'hémosidérose est également une cause importante de débilité et de mortalité prématurée des Callithricidés. Cependant, il semble que certains individus accumulent plus rapidement le fer que d'autres, ce qui conduit à

leur mort plus rapidement ; peut être existe-t-il un caractère héréditaire pour l'absorption du fer ? De plus, il semble que l'état de surcharge soit réversible, car les singes recevant la ration la moins riche en fer (100 ppm) ont vu leur concentration hépatique en fer diminuer. (Miller *et al.*, 1997).

e) *INFECTIONS ET SENSIBILITE AUX INFECTIONS*

e.1) *Virus LCMV (lymphocytic choriomeningitis virus)*

Le virus LCMV est un virus à ARN qui a pour hôte réservoir les rats et les souris. Ce virus cause des anémies et des hépatites chez les singes infectés, provoquant une léthargie, une dépression et une anorexie. On le rencontre chez les Callithricidés qui sont en contact avec des souris ou leurs excréments par exemple dans des enclos extérieurs ou dans des bâtiments non dératisés. La transmission se fait principalement par voie orale, en mangeant des souris porteuses. Le contrôle de cette infection passe par une dératisation totale des locaux hébergeant les Callithricidés et surtout par une alimentation ne contenant pas de souris nouveaux nés. (Wissman, 2006). En effet, il est arrivé que des zoos nourrissant les Callithricidés avec des souris infectés non apparents, voient apparaître soudainement une épidémie d'hépatite aussi bien chez des tamarins lions que chez des ouistitis pygmés. Il semble en plus que la survenue et la gravité des symptômes soient liées à la quantité de souris ingérées. (Montali *et al.*, 1993).

e.2) *Maladie parodontale*

Elle regroupe toutes les atteintes des tissus de soutien de la dent. En premier lieu, on rencontre une gingivite, atteinte inflammatoire de la gencive causée par la présence de germes dans la bouche. Puis l'atteinte devient dégénérative : on parle de parodontose (dégénérescence des tissus de soutien ou parodonte). L'os alvéolaire est atteint puis le ligament alvéolaire et le cément, ce qui a pour conséquence la chute des dents. La maladie parodontale étant principalement due à la plaque dentaire qui comprend des microorganismes (bactéries, virus, levures et protozoaires), il est important de pouvoir contrôler la microflore de la bouche afin de diminuer au maximum les risques de chute de dents.

En fait, l'alimentation joue un rôle important dans ce contrôle puisqu'on a pu montrer que des rations riches en sucre (60% environ) augmentaient significativement le nombre de microorganismes dans la bouche de *S. oedipus* par rapport à des rations moins riches (49 et 29% de sucre). (Brown *et al.*, 1973)

Des rations à base d'aliments trop mous doivent également pouvoir intervenir dans le développement de la maladie parodontale. En effet, ils ne permettent pas d'éliminer la plaque dentaire et se collent plus facilement aux dents. C'est pourquoi, on peut penser que l'utilisation d'aliments un peu durs tels que les aliments secs industriels sous forme de « croquettes » ou l'utilisation de fruits tels que les pommes pourrait permettre de diminuer les risques de maladie parodontale.

Cette liste de pathologies liées à l'alimentation est bien entendue non exhaustive. Pour pouvoir contrer et éviter au maximum ces maladies, il faut donner aux animaux une ration équilibrée, et pour cela, il convient de savoir élaborer correctement une ration.

B. ELABORATION DE LA RATION

1. SOURCES D'INFORMATION

Lorsqu'un parc veut élaborer une ration, ou vérifier que sa ration est adaptée à l'espèce visée, il lui est nécessaire de trouver des informations permettant de comparer ses valeurs à des valeurs « recommandées ».

Les premières valeurs qui ont été disponibles sont celles des laboratoires. Malheureusement, elles sont un peu dispersées dans différentes revues, ce qui ne rend pas leur recherche aisée.

Les premiers rapports essayant de concentrer les données alimentaires sur les primates non humains datent de 1978. (NRC, 1978). Le but était de décrire les besoins en nutriments des primates en se basant sur des articles qui donnaient « un niveau de nutriments produisant des performances acceptables de la part de l'animal ». (Crissey et Pribyl, 2000). Ces données ont souvent été extrapolées à partir d'études réalisées sur des singes de l'ancien monde. Malheureusement, ces primates sont souvent plus faciles à élever que les primates du nouveau monde et ont des besoins ainsi que des stratégies alimentaires avec des adaptations digestives différents. Le « National Research Council » (NRC) à l'origine du projet en 1978 a depuis réactualisé ses données à l'aide des études réalisées depuis. La dernière version des « nutrient requirements of nonhuman primates » (besoins nutritionnels des primates non humains) date de 2003. (NRC, 2003).

D'autres organismes, plus en relation avec les zoos et la conservation s'occupent de plus en plus de regrouper les données dans une seule et même revue.

C'est ainsi que la commission SSC de l'IUCN publie régulièrement une revue, « Neotropical Primates », qui regroupe les données biologiques et celles concernant la conservation des primates d'Amérique du Sud. (Primate Specialist Group, 2008)

L'EAZA possède également un groupe de recherche, l'EZNRG (European Zoo Nutrition Research Group) qui veut promouvoir les recherches en alimentation dans les parcs zoologiques. L'EAZA a mis à disposition de ses membres des « guidelines », c'est-à-dire des ouvrages regroupant des conseils sur l'élevage, l'alimentation, les soins vétérinaires, la biologie... c'est ainsi qu'il existe un « guidelines » des Callithricidés. (Carroll, 2002).

L'AZA (Association of Zoos and Aquariums), équivalent de L'EAZA en Amérique du Nord, a lui aussi un groupe d'étude en alimentation, le NAG (Nutrition Advisory Group). Le NAG se donne pour mission d'accroître les échanges d'informations entre les nutritionnistes et les personnes ayant besoin des informations nutritionnelles, de développer des « guidelines » c'est-à-dire de donner des conseils et des protocoles pour faciliter l'alimentation, et d'aider le développement de projets entre les zoos et les industriels. Enfin, la WAZA, World Association of Zoos and Aquariums, développe elle aussi des projets et aide les zoos à gérer l'alimentation de leurs animaux par exemple en développant un logiciel appelé Zootrtion® et qui permet de calculer les apports nutritionnels d'une ration et de collecter des données sur l'alimentation de telle ou telle espèce.

Les parcs aussi peuvent éditer leurs données sous la forme de « Dietary Manual » (manuel d'alimentation), reprenant tous les repas distribués dans leur parc. En général, on retrouve les différents repas présentés sous la forme d'un aliment avec la quantité distribuée (aussi bien en gramme, qu'en quartier ou en nombre de pièce). Ces « menus » ont le plus souvent fait leur preuve de façon empirique.

Annexe 4 : exemple du menu des Callithricidés issu du Dietary Manual de Jersey

2. LES PRINCIPES D'UNE BONNE ALIMENTATION CHEZ LES PRIMATES CAPTIFS

L'alimentation en parc zoologique est un domaine complexe. Elle doit impérativement apporter les nutriments essentiels à la survie de l'espèce, doit s'assurer que le groupe et chaque individu consomment réellement les nutriments, et en quantité adéquate, et elle doit aussi être présentée de façon à permettre une expression raisonnable des comportements naturels. (Carrol, 1997).

Ceci nécessite tout d'abord de connaître la composition nutritionnelle des aliments que l'on apporte aux animaux, quitte à faire une analyse de la ration apportée. Il faut ensuite pouvoir contrôler la consommation des aliments et les préférences alimentaires des singes : en effet, il ne suffit pas de mettre à disposition et en bonne quantité une ration équilibrée, il faut également que les singes l'ingèrent de façon équilibrée.

De plus, l'alimentation doit être variée car les callithricidés sont des singes très intelligents, et ils peuvent souffrir d'ennui par diminution de la stimulation environnementale s'ils reçoivent continuellement le même aliment. L'apport d'aliments variés n'est pas trop difficile car les Callithricidés comptent parmi les singes les plus omnivores et opportunistes. (Wissman, 2006 ; Carroll, 1997).

On doit donc finalement apporter une ration équilibrée, en quantité suffisante afin de couvrir les besoins et d'éviter des carences par compétition, en tenant compte des préférences alimentaires des espèces (afin d'éviter qu'un aliment soit entièrement consommé et un autre pas du tout dans la ration). (Crissey et Pribyl, 2000 ; Leus, 2002). En effet, la sélection des aliments n'est pas toujours basée comme on pourrait le penser sur leurs besoins nutritionnels, mais sur la concentration en sucre ou en lipides, ou encore sur la nouveauté des aliments apportés. (Price, 1992).

Il est bon de noter également que l'on peut compléter les rations avec des vitamines, des minéraux et oligo-éléments, mais il faut prendre en compte que certains de ces éléments peuvent être stockés par l'organisme (les vitamines liposolubles, A, D, E et K, le fer) et que d'autres nécessitent des apports quotidiens (les vitamines hydrosolubles, C, B, le zinc...). (Crissey et Pribyl, 2000). De même, il est nécessaire de contrôler l'équilibre entre ces éléments car ils peuvent entrer en compétition et provoquer des carences malgré la mise à disposition des éléments, et également vérifier leur biodisponibilité.

Enfin, on doit choisir le rythme d'administration de la nourriture : une alimentation variée et présentée plus fréquemment peut aider à maintenir l'intérêt pour les aliments et peut également aider à assurer une prise équilibrée des nutriments. En ce qui concerne les Callithricidés, le rythme varie de 2 à 4 fois par jour. Au-delà, il devient difficile pour les soigneurs de gérer leur travail auprès des autres espèces animales ou de réaliser les nettoyages nécessaires au bon entretien des conditions de vie des Callithricidés.

Il existe une règle que les zoos appliquent assez souvent, qui consiste à apporter l'aliment le plus complet (croquettes ou bouillie contenant la ration équilibrée) plutôt le matin. Les animaux viennent en effet de se réveiller et ont faim, ce qui n'est pas toujours le cas dans l'après midi. (Carroll, 1997).

Enfin, il faut prendre en compte les variations individuelles et physiologiques (âge, croissance et reproduction) ainsi que celles liées aux espèces et comparer ainsi les résultats obtenus avec les données disponibles dans la bibliographie. (Oftedal, 1995)

Pour résumer, le plus important est d'apporter une ration équilibrée, en quantité suffisante, de vérifier la consommation de la ration régulièrement afin de découvrir rapidement les déséquilibres et enfin de vérifier toujours l'état de santé des animaux.

3. LES BESOINS NUTRITIONNELS ET ENERGETIQUES

a) LES LIMITES DE SECURITE

Chez, l'homme, on peut trouver des limites de sécurité pour certains minéraux et vitamines. C'est le conseil supérieur d'hygiène publique qui a défini celles disponibles en France.

Pour les primates, il existe peu de données concernant des seuils à ne pas dépasser. Le NRC regroupe autant que possible les derniers chiffres trouvés lors d'études, mais ces dernières ne concernent principalement que les macaques, et uniquement certains nutriments. De plus, les études ne visent quasiment que les carences et très peu les excès d'apport.

b) VARIATIONS DES BESOINS

Les besoins nutritionnels peuvent varier, en fonction des espèces considérées, de la taille du groupe et du stade physiologique des individus.

b.1) En fonction des espèces

Tout d'abord, les espèces ne réagissent pas toutes de la même façon à la captivité. Certaines « stressent » plus intensément que d'autres. Il faut donc prendre en compte ces espèces sensibles au stress car elles consomment généralement plus d'énergie et de vitamines que les autres. (Flurer et Zucker, 1987b).

De plus, on doit tenir compte de l'activité des animaux. Certaines espèces de Callithricidés sont plus calmes que d'autres et se dépenseront moins que les autres. La captivité engendre généralement une baisse de l'activité par rapport à la liberté : les déplacements se font uniquement dans la cage, sur quelques mètres carrés, au lieu de plusieurs kilomètres carrés dans la nature. De même la recherche de nourriture est beaucoup moins active, d'où l'intérêt d'enrichir l'environnement des Callithricidés.

Enfin, en fonction des espèces, on aura des préférences alimentaires différentes, donc lorsque l'on élabore une ration, on doit éviter au maximum les aliments susceptibles de rester dans les plats.

b.2) En fonction de la taille du groupe et des individus

Tout d'abord, les couples seuls, avec une femelle primipare, doivent être surveillés de près et bien nourris car la mortalité des femelles primipares est largement supérieure à celle des femelles multipares. En effet, seul le mâle peut les aider dans l'élevage des jeunes et leur portage. (Bairrão Ruivo, 2001). Il faut donc apporter beaucoup plus d'énergie à ces couples seuls.

En fonction de la taille du groupe, il peut y avoir une compétition entre individus plus ou moins importante. Cette compétition peut être à l'origine de déséquilibres alimentaires, aussi bien pour les individus dominants que les individus dominés : les dominants ne se nourrissent qu'avec les aliments préférés et laissent aux plus dominés uniquement les aliments les moins aimés. C'est pourquoi, il est nécessaire d'apporter suffisamment d'aliments dans les grands groupes, afin que les animaux les plus dominés puissent tout de même se nourrir. (Crissey *et al.*, 1999).

b.3) En fonction du stade physiologique des individus

Le fait que les femelles donnent naissance à des jumeaux intervient énormément dans leurs besoins élevés en énergie et nutriments, car non seulement, elles doivent aller au bout du terme avec deux fœtus, mais elles doivent également les nourrir et les porter surtout dans les quelques jours qui suivent la naissance. En effet, il existe une période, tout de suite après le part, pendant laquelle seules les mères portent les bébés. La durée de cette période varie en

fonction des espèces considérées. (Souza de Oliveira *et al.*, 1999). Le poids de la portée à la naissance et le taux de croissance post natal très rapide rendent l'élevage de jeunes très « coûteux » en énergie.

Kirkwood et Underwood (1984) ont montré que la prise d'énergie par la femelle tamarin pinché (*S. oedipus*) durant la lactation augmentait considérablement. De même, chez la même espèce, Price (1990) a montré que la prise alimentaire des femelles en lactation augmentait et atteignait un pic durant le deuxième mois suivant la naissance. Ce pic ne décroît que lorsque les petits commencent à recevoir des aliments de la part des autres individus du groupe.

Les apports pendant la lactation peuvent être multipliés par 1,5 pour les femelles (Crissey *et al.*, 1999), cependant, les besoins de la lactation peuvent varier en fonction des espèces. En effet, la composition du lait varie d'une espèce à l'autre. Par exemple, le lait de *C. jacchus* contient 12,5% de protéines, 26,4% de glucides et 60,9% de lipides, alors que celui de *S. oedipus* en contient respectivement 20,3%, 39,2% et 40,7%. (Ofstedal, 1995 ; Ausman, 1995).

Les mâles aussi sont « touchés » par les naissances. Durant la gestation des femelles, il a été constaté que les mâles pouvaient également prendre du poids, ceci peut être en prévision du portage des jeunes à venir. En effet, il faut rappeler que les mâles passent autant de temps, si ce n'est plus que les femelles à porter les jeunes après la naissance. (Ziegler *et al.*, 2006). D'ailleurs, une étude a également montré que les mâles tamarins pinchés (*S. oedipus*) perdaient du poids à la naissance des jeunes et cela d'autant plus qu'il y avait moins d'individus dans le groupe pour aider au portage. (Achenbach et Snowdon, 2002).

Il faut également prendre en compte les besoins liés à la croissance des jeunes

c) LES BESOINS ENERGETIQUES

c.1) Besoins énergétiques et expression de ces besoins

Il est difficile de faire le tri dans les données que l'on trouve. En effet, il n'est pas toujours précisé quel type d'énergie (brute, digestible ou métabolisable) est évoquée, et les résultats ne permettent pas plus une mise en application. Par exemple, Power en 1991 a montré que les besoins en énergie digestible chez les Callithricidés étaient compris entre 169 et 310 Kcal/kg de PV/jour, ce qui est tout de même du simple au double. De même Barnard, lors de son étude sur le WMS a évalué les besoins en énergie métabolisable entre 142 et 232 Kcal/PV/jour. (Barnard *et al.*, 1988).

Les recommandations données par le NRC en 2003 font la moyenne des résultats des études réalisées jusqu'alors. En ce qui concerne les apports d'énergie métabolisable, elles donnent :

- pour les ouistitis, $145 * \text{kg(PV)}^{0,75}$ en Kcal/j

- pour les tamarins, $155 * \text{kg(PV)}^{0,75}$ en Kcal/j

Cependant, les données en énergie métabolisable ne sont pas très pratiques, car on connaît très peu la digestibilité des aliments chez les Callithricidés et encore moins la digestibilité de leur énergie.

c.2) Besoins énergétiques lors de la gestation et de la lactation

Etant donné que les gestations gémellaires sont fréquentes chez les Callithricidés, les besoins lors de la gestation et même lors de la lactation doivent être beaucoup plus élevés. Cependant, lorsqu'on étudie la prise alimentaire et énergétique des femelles en gestation, on ne constate pas de différence de prise énergétique entre le cycle ovulatoire et toute la période de gestation. En fait, pendant la gestation, les femelles étudiées ont soit augmenté soit diminué leur prise alimentaire. On remarquera quand même que, bien qu'il n'y ait aucun

changement d'un point de vue de l'ingestion d'énergie, les femelles gestantes ont quand même beaucoup moins de dépense d'énergie : elles se déplacent moins en gardant à peu près les mêmes apports d'énergie. Par contre, au cours de la lactation, les femelles augmentent significativement leur consommation et leur ingestion d'énergie. Lors de cette étude, les mâles ne semblaient pas changer significativement leur prise alimentaire ou énergétique entre les périodes de cycle ovarien, de gestation ou de lactation des femelles. De même, il n'a pas été montré de différence liée au portage des jeunes chez les mâles. (Nievergelt et Martin, 1999).

Il semble donc qu'entre la perte de poids des mâles à la naissance des jeunes (Achenbach et Snowdon, 2002), leur prise de poids pendant la gestation (Ziegler *et al.*, 2006), et les résultats de Nievergelt et Martin (1999) qui ne montrent pas de changement de la prise énergétique chez le mâle pendant toutes les phases de la reproduction, il reste encore beaucoup d'études à réaliser.

D'autres études sur les carences énergétiques à différents stades de la gestation chez *C. jacchus*, ont montré que des carences de 25% (soit un apport de 464 Kcal/kg/j au lieu de 619 Kcal/kg/j consommé lors de distribution alimentaire *ad libitum*) en milieu de gestation (66^{ème} jour) provoquaient la perte de la portée et une diminution du poids de la mère (en temps normal, le poids de la mère augmente). Une carence énergétique en fin de gestation (99^{ème} jour) provoque pour 4/7 des jeunes une naissance à terme et pour les autres, une naissance avant terme. Les carences en énergie ne semblent pas diminuer la taille de la portée ou diminuer la croissance ultérieure des jeunes. (Tardiff *et al.*, 2004).

d) LES BESOINS NUTRITIONNELS

d.1) Les protéines

(a) Besoins en protéines totales

On considère souvent que les primates du nouveau monde (Cébidés et Callithricidés) en particulier ont des besoins en protéines plus élevés que les autres primates. Cette suggestion a principalement été faite par le comité sur la nutrition animale et présentée dans les résultats du « National Research Council » (NRC) en 1978. Celui-ci proposait d'apporter une ration contenant 27,8% de protéines par rapport à la matière sèche d'aliment et au moins 3,5 à 4,5 g/ kg de PV de singe (NRC, 1978). Les fabricants d'aliments pour singes ont alors augmenté la concentration en protéines de leurs aliments de 15% (concentration considérée comme adéquate pour les singes de l'ancien monde) à 25%. Ceci est probablement le résultat d'études dans lesquelles une alimentation riche en protéine a révélé une meilleure croissance des singes. (Leus, 2002).

Cependant, il reste des mésententes quant à ce taux élevé. O.T. Oftedal remet en cause les études réalisées pour fixer ce taux de 25%. Il semble que les analyses n'aient pas pris en compte assez d'individus pour être valables statistiquement, ou que les tests aient été réalisés avec des sources de protéines utilisées en alimentation humaine (œufs, lait ou soja), ce qui pourrait fausser la digestibilité de ces protéines et surévaluer les besoins des singes. De plus, certaines études n'ont pas apporté l'énergie nécessaire aux singes en même temps que les protéines, ce qui a provoqué une surestimation des besoins en protéines (les animaux catabolisent alors davantage les protéines) (Oftedal, 1991). Oftedal conclut que les primates ont des besoins faibles car la croissance et la reproduction sont assez étendues dans le temps. Cependant, les Callithricidés ont une croissance rapide et une reproduction intense (2 portées par an, souvent avec des jumeaux voire des triplés, et la nouvelle gestation chevauche souvent la lactation précédente), ce qui pourrait expliquer des besoins élevés.

La concentration optimale en protéine dans la ration ne semble pas encore avoir pu être déterminée. Toutefois, on connaît le taux minimal en protéine nécessaire à maintenir en

vie des *C. jacchus*. Ce taux s'élève à 6% de protéine dans la ration (par rapport à la MS), avec des protéines de bonne qualité. La quantité de protéine ingérée est alors de 4,6 g/kg de PV, ce qui correspond aux recommandations NRC de 1978. (Flurer *et al.*, 1987d ; Flurer *et al.*, 1988b) En dessous de ce seuil, on constate alors des manifestations cliniques : de la coprophagie, qui disparaît dès l'augmentation des protéines dans la ration. (Flurer et Zucker, 1988a).

Par ailleurs on peut également constater qu'à différents taux de protéines (6, 12, 18 et 24%), on note uniquement une diminution du nombre de globules blancs lors de l'alimentation à 6% de protéines, et aucune autre différence entre des groupes de *S. fuscicollis*. (Flurer et Zucker, 1985)

Il semble qu'il n'y ait pas eu d'études réalisées pendant la lactation et la gestation afin de déterminer les besoins protéiques. (Crissey *et al.*, 1999). Cependant, Oftedal dans une étude conclut qu'il n'y a pas de différences de reproduction, de croissance ni de composition du lait lorsque l'on nourrit des callithricidés avec deux rations différentes, dont une plus riche en protéine que l'autre (25% contre 15% en protéine par rapport à la matière sèche). (Oftedal *et al.*, 1997).

Contrairement aux premières recommandations faites par le NRC en 1978, les nouvelles valeurs du NRC en 2003 ne se focalisent plus sur un taux en protéine à atteindre dans la ration, mais donnent seulement le minimum de 6 % de protéines permettant aux singes de vivre et de ne pas manifester de carences en protéines. (NRC, 2003). Cependant certains groupes d'étude tel que le NAG recommandent encore des apports élevés en protéine de l'ordre de 25%. (NAG, 2003)

Dans tous les cas, une augmentation du taux de protéine de la ration ne semble pas altérer l'état de santé des animaux. (Crissey *et al.*, 1999). Au contraire, on a pu constater des cas de rémission de WMS en augmentant le taux protéique de la ration des singes malades. (Barnard *et al.*, 1988)

Un taux élevé en protéine peut aussi se justifier dans les aliments industriels si les protéines sont de plus faible qualité ou si l'on incorpore des fruits qui contiennent une faible concentration en protéine, diluant ainsi la proportion des protéines dans la ration totale. (Oftedal *et al.*, 1997)

(b) Besoins en acides aminés

Peu de données sont disponibles sur les acides aminés essentiels pour les Callithricidés. On peut se baser principalement sur les données en alimentation humaine. De source sûre, on sait que l'arginine et/ou l'histidine sont essentielles pour *C. jacchus*. En effet, une ration sans histidine et arginine (contenant tout de même 7% de protéines) provoque les mêmes manifestations de coprophagie que lors de la distribution de ration contenant moins de 6% de protéine. (Flurer et Zucker, 1988a). De plus, il semble que la taurine soit nécessaire au développement des jeunes primates, mais sans savoir toutefois si cet élément est un acide aminé essentiel ou non. (Sturman, 1993).

Les besoins en protéines sont donc à moduler en tenant compte des apports et de la proportion en acides aminés dans les protéines. (Crissey et Pribyl, 2000).

(c) Le cas particulier des intolérances alimentaires

Comme nous l'avons déjà indiqué précédemment, il existe des réactions immunes vis-à-vis de certaines protéines alimentaires chez les Callithricidés. La ressemblance entre les symptômes du « Wasting Marmoset Syndrom » et ceux de la maladie coeliaque de l'homme a conduit à suspecter fortement le gluten comme responsable de la maladie des Callithricidés. Certains parcs zoologiques ont alors éliminé les aliments contenant du gluten par précaution, tandis que certains laboratoires menaient des études comparatives de régimes alimentaires avec et sans gluten.

Le zoo de Emmen, aux Pays Bas, a lui aussi essayé une alimentation sans gluten. Les Callithricidés qui montraient des signes de coprophagie en plus des signes classiques de WMS (diarrhée, perte de poids...) avaient déjà été traité avec des antibiotiques, des vitamines, une alimentation limitée en lactose ou encore une éviction totale des agrumes, mais sans résultats. Il a alors été constaté une amélioration des signes cliniques, deux semaines après le début de la distribution de l'aliment sans gluten. (Berndt *et al.*, 2003)

Une étude comparant les effets de deux rations alimentaires, dont une contenait des protéines de blé et l'autre de riz ont montré qu'il existait des changements significatifs de la structure du colon et a mis en évidence une réaction immune envers la gliadine (un des éléments composant le gluten). Le colon ainsi modifié n'absorbe plus correctement les nutriments et les minéraux, ce qui produit alors les symptômes liés à la malabsorption. Ces primates se nourrissent essentiellement dans la nature de fruits de basse qualité, d'insectes et de petits vertébrés, et aucunement de céréales, qu'on ne trouve d'ailleurs pas dans les arbres (les callithricidés sont des singes arboricoles). De plus, il semble que, bien que le riz ne contienne pas de gliadine, deux callithricidés ont montré une sensibilité au riz avec des modifications de la structure des intestins. Le maïs, le millet et riz ne contiennent pas de gliadine, mais font quand même partie de la même sous famille que le blé (la sous famille des *Festucoideae*). Il pourrait donc être plus sûr d'éviter également ces céréales dans l'alimentation des Callithricidés. (Gore *et al.*, 2001)

Il est bon de ne pas seulement se concentrer sur les céréales ; il est également nécessaire de s'interroger sur la qualité des fruits que l'on propose aux callithricidés. En effet, les fruits dans les forêts humides néotropicales sont peu concentrés en fructose et contiennent beaucoup d'eau, contrairement aux fruits que l'on trouve communément sur nos marchés. (Gore *et al.*, 2001).

d.2) Les glucides solubles

On dispose de très peu de données sur la quantité et le type de glucides à apporter aux Callithricidés. On sait que l'apport excessif de sucre peut entraîner des désordres digestifs (Oftedal, 1996) et peut provoquer une maladie parodontale par multiplication bactérienne dans la bouche (Brown *et al.*, 1973).

De plus, on sait que les ouistitis sont plus aptes à digérer les glucides complexes contenus dans la gomme que les tamarins, du fait de leur cæcum plus complexe. (Ferrari et Martin, 1992 ; Ferrari *et al.*, 1993 ; Coimbra-Filho *et al.*, 1980)

Les glucides varient en goût sucré et en appétence. Les singes semblent aller mieux lorsqu'ils reçoivent plutôt de l'amidon accompagné de fibres, et un peu de sucre pour le goût, mais rien n'a encore été prouvé. (Ausman, 1996).

Enfin, le NRC ne donne pas de recommandation pour les Callithricidés en ce qui concerne les glucides.

d.3) Les fibres

On les trouve beaucoup dans les végétaux. Les fruits tropicaux sont plus riches en fibre que les fruits disponibles en Europe (carotte : 15%, pomme 17% contre 50% de fibres NDF pour les fruits tropicaux). Pour apporter des fibres, on peut également proposer des plantes avec des feuilles. Ces végétaux contiennent en général 50% ou plus de fibres par rapport à la MS. Cependant, il faut être prudent car certaines plantes peuvent se révéler toxiques. (Oftedal, 1996).

De la même façon que pour l'énergie, les besoins en fibre sont exprimés de plusieurs manières, en fonction de la technique utilisée pour déterminer la concentration en fibres dans l'aliment : (NRC, 2003)

- Les fibres brutes (Crude Fiber CF) : ce sont les résidus insolubles organiques restant après traitement des aliments à l'aide d'acide et de base. Elles sont censées représenter la fraction fibreuse non digestible des cellules végétales. Cependant, la façon d'obtenir ces résultats sous-estime les fibres en solubilisant la lignine et l'hémicellulose.
- Les fibres alimentaires totales (Total Dietary Fiber ou TDF) : ce sont les restes de plantes, polysaccharides, lignine et substances associées, considérées comme résistantes à la digestion par les enzymes humaines. Les TDF incluent la cellulose, l'hémicellulose, la lignine, les gommes, les celluloses modifiées, les mucilages, les oligosaccharides et la pectine.
- Les fibres obtenues par des détergents neutres (Neutral Detergent Fiber NDF) puis par des acides (Acid Detergent Fiber ADF)

On trouve quelques données dans les recommandations NRC de 2003 dont celle de Power et Oftedal (1996) qui ont montré une consommation de 16% de TDF par rapport à la MS chez des *C. jacchus* en captivité. Le NRC propose également des concentrations en fibre de 10% de NDF et 5% de ADF pour des aliments extrudés. (NRC, 2003). De même que pour l'énergie, toutes ces données ne sont pas évidentes à mettre en application.

La digestion s'effectue différemment en fonction du type de fibre que l'on utilise. En effet, la digestibilité des fibres brutes varie déjà en fonction du type de fibre. Par exemple, lorsqu'on augmente la quantité de fibre en cellulose, on diminue sa digestibilité, alors que si on augmente la quantité de fibre en son de blé ou en chitine de crevette (qui ressemble aux fibres végétales), on augmente leur digestibilité. De même, la quantité de fibre influence la digestibilité de la matière sèche et de l'énergie : plus on augmente le taux de fibre en son de blé, moins la matière sèche et l'énergie sont digestibles. Des essais ont également été menés sur de la chitine de crevette (élément essentiel de leur exosquelette). La digestibilité de la chitine est élevée et elle a peu d'influence sur la digestibilité de la MS ou de l'énergie, ce qui indique une dégradation dans le tube digestif considérable. (Krombach *et al.*, 1984). On retrouve cette chitine dans la composition des exosquelettes des insectes dont les Callithricidés raffolent.

Enfin, les fibres jouent un rôle sur le temps de transit et la consistance des fèces : le son de blé diminue le temps de transit significativement et rend les selles plus abondantes et plus molles. (Krombach *et al.*, 1984).

d.4) Les lipides

Les lipides ont une densité énergétique élevée. Les aliments manufacturés pour les primates du nouveau monde en contiennent généralement entre 9 et 10%. (Layne et Power, 2003). Les lipides peuvent apporter de l'appétence à un aliment, mais il faut faire attention au rancissement s'il y en a trop. (Ausman, 1996).

Les lipides sont un des constituants essentiels des membranes cellulaires sous la forme de phospholipides notamment. Ces phospholipides sont formés de chaînes d'acides gras, qui dépendent du type de lipides administré dans l'alimentation. (Charnock *et al.*, 1992a). En modifiant les lipides dans l'alimentation, on peut ainsi modifier la structure des membranes cellulaires. Des études ont montré l'impact du choix de certains lipides sur le fonctionnement du cœur. Ainsi, en substituant les graisses saturées par des graisses poly insaturées, on diminue la fréquence cardiaque ainsi que la pression au niveau du cœur, on obtient une fraction d'éjection du ventricule gauche plus importante et on gagne en stabilité électrique, c'est-à-dire qu'il y a moins de risques d'arythmie ou de fibrillation. Il sort même de cette étude que les acides gras poly insaturés n-3 ont des effets plus importants que les acides gras n-6. (Charnock *et al.*, 1992b).

Quant au cholestérol, il semble que les Callithricidés ont une absorption digestive et une concentration plasmatique assez faibles par rapport aux autres primates. Ils pourraient donc être moins sensibles aux pathologies liées aux excès de cholestérol. Cependant, l'étude

qui a également été réalisée entre deux espèces de tamarins (*S. oedipus* et *S. fuscicollis*) a montré qu'il existait aussi des différences d'absorption et de concentration plasmatiques entre celles-ci. (Croll *et al.*, 1993). Enfin, si vraiment on augmente les doses de cholestérol dans la ration, on constate alors un syndrome de malabsorption avec une lipodystrophie, une stéatorrhée, et une ostéomalacie. Le cholestérol forme un « blocus » au niveau d'une zone du tube digestif et empêche l'absorption de vitamine D ou de calcium. (Dreizen *et al.*, 1971)

d.5) Les vitamines

(a) La vitamine A

Elle provient d'aliments d'origine animale (foie, beurre, thon, fromage, œufs...) sous forme de rétinol, ou végétale (presque tous les fruits et les légumes, en particulier les carottes, les épinards, le persil, le melon) sous forme de carotènes. La vitamine A est altérée par l'air et la lumière, et est pratiquement thermostable. Cette vitamine, liposoluble, est stockée en grande majorité dans le foie. (Médart, 2005)

Elle joue un rôle dans la vision, la différenciation cellulaire, la reproduction, la croissance ou encore la fonction immune. (Crissey et Pribyl, 2000).

Très peu d'études ont été réalisées sur les carences ou les excès en vitamine A chez les Callithricidés. Mills *et al.* (2005) ont étudié les concentrations extra hépatiques en vitamine A chez des animaux nourris avec un excès de cette vitamine (par rapport aux recommandations NRC). Mais cette étude ne permet pas de conclure car les valeurs « normales » ne sont pas connues.

Une autre étude a montré que pour des valeurs subtoxiques à toxiques chez le macaque rhésus (*Macaca mulatta*), s'accompagnant d'hypertrophie avec des irrégularités des cellules hépatiques, on n'obtenait pas d'irrégularités dans les cellules hépatiques de ouistiti commun (*C. jacchus*) malgré une forte concentration hépatique en vitamine A. (Penniston *et al.*, 2003).

Cependant, chez l'homme, on sait que des carences peuvent entraîner notamment des troubles de la vision, des troubles cutanés (sécheresse), des muqueuses (ulcérations), des troubles de l'ossification et une diminution de la résistance aux infections.

L'hypervitaminose se manifeste quant à elle par des nausées, des vomissements, de l'anorexie, de la fatigue, de la somnolence, des troubles du comportement... Chez l'homme, l'hypervitaminose n'est possible que par excès de rétinol, et non de carotène, la transformation du carotène en rétinol étant régulée. (Médart, 2005). On peut donc penser que l'hypervitaminose A chez les Callithricidés a peu de chance de survenir sauf en cas de complémentation en rétinol.

(b) La vitamine C ou acide ascorbique

Comme la plupart des primates, les Callithricidés ne synthétisent pas la vitamine C. (Flurer et Zucker, 1989). Il faut donc veiller à leur en apporter quotidiennement. Les aliments riches en vitamine C sont principalement les poivrons, les kiwis, les agrumes et les brocolis.

En règle générale, les aliments secs pour singes contiennent de fortes doses de vitamine C en raison de la forte instabilité de cette vitamine. En effet, celle-ci est très sensible à l'exposition à l'air et à la lumière. Il faut donc faire très attention au mode de conservation des aliments et ne pas hésiter à compléter les aliments manufacturés avec des fruits et légumes frais, pour contrer l'altération rapide de la vitamine C. (Allen et Oftedal, 1996), (Leus, 2002). Actuellement, la forme la plus stable et disponible pour les primates et la vitamine C sous forme de phosphate ; c'est principalement cette forme qui est utilisée dans l'industrie alimentaire. (Fenster *et al.*, 2000).

La vitamine C joue un rôle dans le métabolisme cellulaire en permettant le transfert d'électrons (rôle d'oxydoréducteur) et possède des propriétés antioxydantes. Elle semble avoir un rôle dans la sensibilité aux infections des singes (chez l'homme, on reconnaît qu'elle

participe à la stimulation des cellules immunitaires). (Medart, 2005). Elle est nécessaire à la cicatrisation et aide à surmonter les épisodes de stress que ces animaux peuvent rencontrer en captivité. D'autre part, elle participe à la transformation du cholestérol en acides biliaires et intervient dans la régénération de la vitamine E. Elle favorise aussi l'absorption digestive de fer par transformation du fer ferrique et fer ferreux. Certains parcs préconisent alors de ne pas donner trop de vitamine C pour ne pas favoriser l'absorption de fer. En effet, l'excès de fer peut provoquer des troubles tels que l'hémossidérose hépatique.

Lors de carence en vitamine C, il peut y avoir apparition de scorbut, mais ceci reste assez théorique car les animaux meurent souvent d'infection avant l'apparition des signes du scorbut. En général, on note un état de faiblesse de l'animal avec diminution de la mobilité, une diminution de l'appétit et une diminution du poids du singe. Il peut y avoir également quelques saignements gingivaux, des hémorragies sub-périostées et des saignements dans l'orbite oculaire. Lors de carence chronique, on peut noter l'apparition facile de fracture, dues à une diminution de la quantité de calcium dans l'os. (Whitney *et al.*, 1973). Lors d'une étude Flurer a démontré que les ouistitis peuvent supporter une carence en vitamine C pendant environ 6 semaines avant de montrer des symptômes cliniques (pertes de dents, diminution de l'appétit). (Flurer *et al.*, 1987a).

Les besoins minimums des Callithricidés en vitamine C sont de l'ordre de 15 à 20 mg/kg PV pour ce qui est de *C. jacchus*, ce qui correspond à un aliment contenant 500 ppm environ. (Leus, 2002). Il est bon de noter que tous les Callithricidés n'ont pas les mêmes besoins en vitamine C. Flurer et Zucker en 1987 ont montré que malgré une alimentation identique, plusieurs années de suite, enrichies en vitamine C (2000 ppm dans les croquettes, assurant une prise quotidienne de 60 à 80 mg/kg PV d'acide ascorbique), les concentrations en acide ascorbique dans le sérum sont cinq fois plus importante chez *C. jacchus* que chez *S. fuscicollis* en captivité. De plus, la concentration sérique chez *S. fuscicollis* est en dessous du seuil d'élimination rénale supposé, malgré la forte dose ingérée (seuil supposé identique à celui de *C. jacchus* et de l'homme). L'auteur conclut que cette différence peut être le reflet de la nature plus « timide et excitable » de *S. fuscicollis* par rapport à *C. jacchus*. (Flurer et Zucker, 1987b). Des espèces plus sensibles au stress auraient donc des besoins plus élevés en vitamine C. Il est bon de noter également que lorsque les animaux sont malades, le stress augmente et la concentration en acide ascorbique sérique diminue encore.

On considère, malgré les risques d'hémossidérose hépatique (il faut toutefois un apport excessif en fer simultané), que la vitamine C est une des vitamines les moins toxiques, c'est pourquoi, pour assurer un apport suffisant à l'animal, on peut donner un aliment avec une forte concentration en vitamine C (comme le sont les aliments industriels par exemple). En fait, les effets de l'apport excessif en vitamine C sont assez peu connus ; on sait que la vitamine C est éliminée par le rein. Par contre, il a été mis en évidence que cet excès peut causer à court terme de la diarrhée. (Whitney *et al.*, 1973).

(c) La vitamine D

On connaît deux sortes de vitamines D : la vitamine D2, et la vitamine D3. La vitamine D2 provient de la transformation de l'ergostérol (provitamine D, composant des membranes des cellules fongiques) par irradiation avec des rayons UV. La vitamine D3 est la vitamine « naturelle » que l'on trouve dans les huiles de foie comme le poisson. Elle se forme surtout à partir de cholestérol au niveau de la peau par exposition aux rayons UV. (Médart, 2005 ; Oftedal et Allen, 1996).

Chez les quelques espèces de singes du nouveau monde étudiées, la vitamine D2 semble moins active que la vitamine D3. De plus il semble que les tamarins et les ouistitis nécessitent des apports supérieurs en vitamine D par rapport aux autres singes du nouveau monde, parce qu'il existe une résistance des récepteurs des organes cibles à la forme active de la vitamine D. (Takahashi *et al.*, 1985).

En 1978, le NRC préconisait des apports en vitamine D3 de 2170 UI/kg MS d'aliment, pour tous les primates non humains. (NRC, 1978). Depuis, on s'est rendu compte que les besoins des Callithricidés étaient plus élevés que ceux du macaque rhesus qui avait servi à établir le chiffre précédent. De plus, avec de fortes doses de vitamine D3, les Callithricidés ne montrent pas d'hypercalcémie. (Shinki *et al.*, 1983 ; Yamaguchi *et al.*, 1986).

En fait, pour le moment, on dispose de quelques études sur les apports optimaux en vitamine D3 pour les Callithricidés, mais les chiffres énoncés restent vagues. Ainsi, pour Flurer et Zucker (1987c), un apport de 2000 UI de vitamine D3/ kg de MS d'aliment (ou 33UI/ animal/ jour) permet de maintenir des taux sériques normaux en phosphatase alcaline, parathormone et vitamine D3 chez *S. fuscicollis*, alors que pour Yamaguchi *et al.*, même en apportant 110 UI vitamine D3/jour/100g de PV d'animal (apports conneillés par Takahashi *et al.*, 1985), on rencontre encore chez *C. jacchus* des cas d'ostéomalacie avec des concentrations sériques en vitamine D plus basse pour les animaux malades. (Yamaguchi *et al.*, 1986).

Afin de déterminer les concentrations sériques normales, Power *et al.*, ont réalisé une étude sur 18 *S. oedipus* sauvages en Colombie. La moyenne de la concentration sérique en vitamine D est de 76,4 ng/ml (25,5-120 ng/ml), ce qui est plus bas que celle rencontrée généralement en captivité. Cette étude a permis de montrer également que les jeunes en croissance avaient des concentrations sériques plus élevées que celles des adultes (donc des besoins plus élevés) et que les femelles gestantes avaient des concentrations plus faibles que les femelles non gestantes. Power *et al.*, considèrent que des concentrations sériques de 50 à 120 ng/mL sont normales et qu'en dessous, il y a des risques de carences, en tout cas pour *S. oedipus*. (Power *et al.*, 1997).

Finalement, pour le NRC, les recommandations sont actuellement assez incertaines et sont comprises entre 1000 et 3000 UI/kg de MS d'aliment. (NRC, 2003). Les aliments industriels en contiennent généralement beaucoup plus (de l'ordre de 8000 UI/ kg de MS), et ce malgré le manque d'information sur la toxicité de cette vitamine sur les Callithricidés. (Layne et Power, 2003). Une étude a toutefois montré que l'on n'observait pas de différences de santé entre des tamarins pinchés (*S. oedipus*) nourris avec 2500 UI ou 26 000 UI/kg de MS d'aliment. (Ullrey *et al.*, 1999).

Outre l'ostéomalacie fréquemment rencontrée lors de carence en vitamine D, on peut observer du rachitisme (forme d'ostéomalacie infantile), des difficultés à la locomotion, une anémie et parfois une azotémie et un ratio Ca/P inversé. Les signes radiographiques peuvent comprendre en plus de l'ostéomalacie, une calcification des tissus mous et une baisse de la densité osseuse avec des zones de lyse. Ces manifestations sont principalement liées à la carence en vitamine D qui entraîne une carence en Ca. (Hatt et Sainsbury, 1998).

Pour lutter contre ces carences, on peut, en plus d'apporter de la vitamine D3, favoriser sa formation au niveau de la peau en permettant aux animaux d'avoir accès à une source d'UV, c'est-à-dire soit d'avoir accès à l'extérieur sans vitres qui filtrent les UV, soit leur laisser une source d'UV artificiels lorsqu'ils sont enfermés toute la journée. (Ofstedal *et al.*, 1997)

(d) La vitamine E

Très peu d'études ont été réalisées sur les besoins en vitamine E des Callithricidés. Par contre, on connaît un peu les effets de carences marquées. En général, on constate une perte de poids, une anémie accompagnée de myopathie et de stéatose avec une pancréatite. Ces manifestations peuvent parfois s'accompagner de maladies intercurrentes telles que des colites chroniques qui peuvent influencer le développement d'anémies et faire varier la concentration sérique en vitamine E. (Juan-Salles *et al.*, 2003). Dans une autre étude, il a été montré que l'on pouvait diminuer l'hémolyse érythrocytaire *in vitro* en augmentant la

vitamine E. En fait la vitamine E participe à la protection contre le stress oxydatif. (Ghebremeskel *et al.*, 1991).

(e) Les vitamines B

Parmi les vitamines du groupe B, l'acide folique a été le plus étudié chez les Callithricidés. C'est un composé synthétisé dans les végétaux. Les folates sont sensibles à la chaleur mais aussi à l'exposition à l'air et à la lumière. (Médart, 2005)

Chez les ouistitis communs (*C. jacchus*), une carence en acide folique induit une perte de poids, de l'alopecie, de la diarrhée, une anémie macrocytaire accompagnée de leucopénie et des lésions de la muqueuse buccale. La stomatite apparaît comme le résultat d'une mauvaise maturation des cellules épithéliales, ce qui entraîne d'abord des ulcérations suivies d'infection. (Dreizen et Levy, 1969 ; Dreizen *et al.*, 1970).

On a très peu de données sur les besoins des Callithricidés en folates. Le NRC recommande d'en apporter 4mg/kg de MS d'aliment. (NRC, 2003).

d.6) Les oligo-éléments et minéraux

(a) Zinc

Il joue un rôle important dans la qualité du pelage et de la peau, mais également dans la croissance des tissus, la formation des os, l'immunité et entre dans la composition de plusieurs métallo-enzymes.

Lors de carences, on constate une alopecie, un épaissement de la peau à certains endroits. L'alimentation semble carencée chez *S. mystax* en dessous de 150 ppm de zinc, alors que le NRC de 1978 en recommande 11 ppm. (Crissey et Pribyl, 2000 ; Chadwick *et al.*, 1979).

Il existe des compétitions du zinc avec d'autres oligo-éléments, notamment avec le cuivre au niveau des cellules de la bordure en brosse de l'intestin. L'apport de zinc en trop grande quantité, diminue l'absorption du cuivre, ce qui peut conduire à une anémie. (Crissey et Pribyl, 2000 ; Médart, 2005).

(b) Le fer

Le fer est un composé essentiel de l'hémoglobine et de la myoglobine ainsi que de la ferritine et il participe au fonctionnement de certaines enzymes comme coenzyme. Le fer permet le transport de l'oxygène vers les tissus grâce à l'hémoglobine, son stockage dans les tissus grâce à la myoglobine ainsi que le transfert d'électrons dans la chaîne respiratoire des cytochromes. Il intervient dans le métabolisme énergétique, la synthèse de neurotransmetteurs, la fonction immunitaire, le métabolisme de l'hormone thyroïdienne ainsi que dans la thermogenèse. Le fer peut également se fixer à des protéines facteurs de transcription, ce qui peut affecter l'expression d'autres protéines et gêner le métabolisme de nombreux nutriments. (NRC, 2003)

Le fer est un élément souvent contaminant de la plupart des sources de phosphates de calcium, ce qui explique qu'il soit difficile de réaliser des rations contenant peu de fer.

De plus, l'absorption du fer au niveau du tube digestif peut varier en fonction de la concentration en calcium, cuivre, manganèse ou zinc dans l'aliment, le transport du fer varie quant à lui en fonction de la concentration sérique en chrome et en manganèse, et la concentration tissulaire en cuivre et en zinc joue sur l'absorption cellulaire. (O'Dell et Sunde, 1997). L'acide ascorbique favorise l'absorption du fer. La viande, le poisson et le poulet la favorisent également, alors que les polyphénols, tels que ceux que l'on trouve dans le thé et les feuilles semblent l'inhiber. (Zijp *et al.*, 2000).

Comme nous l'avons déjà vu précédemment, l'excès de fer est un des responsables d'hémosidérose hépatique chez le ouistiti et pourrait être à l'origine de diarrhée en déséquilibrant la flore digestive (Miller *et al.*, 1997)

(c) Calcium/Phosphore

On trouve peu de calcium dans les fruits ou les invertébrés (sauf si ces derniers sont issus d'élevage et nourris avec des aliments enrichis en calcium). Par contre, la gomme contient des quantités importantes de calcium et peut constituer une source de calcium non négligeable, notamment pour les Callithricidés sauvages.

Les besoins en calcium chez les mammifères sont généralement de 0,5 à 0,8% de la MS pour la croissance et la lactation. (Allen et Oftedal, 1996). Cependant, avec la reproduction importante de ces espèces, on peut considérer que la complémentation en calcium peut s'avérer nécessaire. (Leus, 2002).

Il s'avère en plus que les *C. jacchus* sont capables de distinguer une eau plate d'une solution de lactate de calcium. Ils boivent davantage de solution riche en calcium que d'eau, et ce sont les femelles en reproduction (gestation ou lactation) qui ont la plus importante prise de calcium. (Power *et al.*, 1999.).

L'équilibre entre le calcium et le phosphore doit être maintenu dans un ratio Ca/P compris entre 1 et 2. Une inversion de ce ratio, peut conduire à une diminution de l'absorption du calcium et du phosphore. (Allen et Oftedal, 1996).

Le tableau ci-dessous présente les besoins estimés en nutriments, d'après le NRC, 2003. Il contient également des valeurs pour les nutriments dont nous n'avons pas parlé.

Tableau 1 : Besoins estimés en nutriments pour des Callithricidés sevrés (par apport à la MS), d'après NRC, 2003

NUTRIMENTS	CONCENTRATION	NUTRIMENTS	CONCENTRATION
Protéines totales, %	15-22	I, mg/kg	0,35
AGE n-3, %	0,5	Se, mg/kg	0,3
AGE n-6, %	2	Cr trivalent, mg/kg	0,2
Neutral Detergent	10	Vitamine A, IU/kg	8000
Fiber(NDF), %			
Acid Detergent Fiber	5	Vitamine D3, IU/kg	2500
(ADF), %			
Ca, %	0,8	Vitamine E, mg/kg	100
P total, %	0,6	Vitamine K, mg/kg	0,5
P non phytate, %	0,4	Thiamine, mg/kg	3
Mg, %	0,08	Riboflavine, mg/kg	4
K, %	0,4	Acide Panthoténique, mg/kg	12
		Niacine disponible, mg/kg	25
Na, %	0,2		
		Vitamine B6, mg/kg	4
Cl, %	0,2	Biotine, mg/kg	0,2
Fe, mg/kg	100	Acide folique, mg/kg	4
Cu, mg/kg	20	Vitamine B12, mg/kg	0,03
Mn, mg/kg	20		
Zn, mg/kg	100		

4. LES ALIMENTS DISPONIBLES

Une fois que l'on connaît les besoins en nutriments et en énergie à apporter aux singes, il faut également prendre en compte les aliments dont on dispose pour réaliser la ration.

a) LES ALIMENTS « NATURELS »

a.1) Les végétaux : fruits, légumes et plantes

La plupart des parcs zoologiques en France utilisent des fruits et légumes que nous consommons couramment dans notre région : pommes, poires, oranges, bananes, fraises, kiwi, raisin, carottes, poivrons, haricots verts, brocoli...

La plupart des végétaux cultivés sont généralement plus riches en eau, en sucre et en glucides solubles, tandis qu'ils contiennent moins de fibres, de protéines, de graisses et de calcium. Il ne faut donc pas trop en distribuer sous réserve de voir apparaître des désordres digestifs. (Oftedal, 1995 ; Oftedal et Allen, 1996). De plus, certains fruits contiennent des minéraux dans des proportions inadéquates pour les animaux. On peut citer l'exemple de la banane qui est très pauvre en calcium et très riche en phosphore. Il ne faudra donc pas en abuser (d'autant plus que les Callithricidés en sont très friands). (Carroll, 1997).

Lorsque l'on apporte un grand choix de fruits aux Callithricidés, on constate assez rapidement des préférences très claires pour tel fruit ou tel légume. Il faut donc éviter d'en donner un trop grand choix à la fois, et choisir de donner en même temps des aliments qui ont environ le même attrait pour les singes.

Les légumes et les plantes constituent un bon apport de fibres. Cependant il faut se méfier car certaines plantes peuvent contenir des alcaloïdes toxiques pour les singes. L'Annexe 5 dresse une liste des végétaux toxiques et non toxiques d'après la Simian Society Of America 1997. (Carroll, 2002). On reconnaît entre autre parmi les plantes toxiques, les lauriers rose et cerise, la rhubarbe, le Dieffenbachia ou la glycine. Les plantes consommables comportent le thym, le brocoli, le melon, la menthe...

Les Annexes 6a et 6b reprennent quelques valeurs nutritionnelles de fruits et légumes régulièrement distribués aux Callithricidés.

a.2) Insectes

Ils sont de plus en plus distribués par les parcs zoologiques, surtout dans le but d'enrichir un peu l'environnement des singes, mais également de plus en plus pour les apports nutritionnels particuliers qu'ils procurent. Certains parcs les élèvent sur place, d'autres les achètent à des fournisseurs spécialisés. Les insectes majoritairement utilisés, et majoritairement appréciés, sont les vers de farine, les vers de farine géants, les criquets et les sauterelles. L'annexe 7 regroupe quelques valeurs de la composition nutritionnelle d'insectes.

Les insectes semblent bien digérés dans l'ensemble par les Callithricidés, même la chitine, qui est un constituant principal de l'exosquelette des insectes, grâce à la présence de bactéries particulières dans le tube digestif des Callithricidés. (O'Sullivan *et al.*, 2003 ; Krombach *et al.*, 1984).

Les insectes en général contiennent assez peu de calcium et beaucoup de phosphore. Pour contourner ce déséquilibre, on peut alimenter les insectes avec des aliments riches en calcium, ce qui permet d'augmenter le taux de calcium dans les insectes.

Ils restent cependant une source de protéine très coûteuse, ce qui oblige à compléter les rations alimentaires avec de la viande ou des œufs.

a.3) Viandes et oeufs

Les Callithricidés mangent des aliments protéinés de différentes origines, avec plus ou moins de préférence. Une des premières sources est le bœuf. C'est le cœur de bœuf qui est le plus riche en protéine (près de 70% de protéines par rapport à la MS).

On peut également donner des proies mortes beaucoup plus petites tels des poussins. On évitera de donner des souriceaux, à cause du risque de contamination par le virus LCMV.

Dans certains parcs zoologiques, on donne même du poisson, en particulier des petits éperlans. Ces poissons s'éloignent beaucoup du régime alimentaire que peuvent avoir les Callithricidés dans leur milieu naturel, cependant, ils sont une source de protéine non négligeable et apportent en même temps des acides gras poly insaturés, bénéfiques à l'organisme.

Les œufs, sous forme d'omelette ou d'œufs cuits durs peuvent également constituer un apport en protéine, de même que le fromage à petite dose. L'annexe 6c reprend la composition nutritionnelle de quelques aliments utilisés comme source de protéine pour les Callithricidés.

b) LES ALIMENTS INDUSTRIELS

Les aliments industriels ont d'abord été créés pour les laboratoires, afin d'uniformiser les protocoles servant aux expérimentations. Les zoos ont par la suite contribué au développement et à l'amélioration de ces produits.

b.1) Les croquettes et autres dérivés

On trouve généralement ces aliments sous forme de croquettes ou de poudre à mélanger à de l'eau afin d'obtenir un « cake ». Ce sont des aliments complets qui pourraient se suffire à eux même. Malgré tout, il est quand même recommandé d'ajouter quelques fruits frais, sources de vitamines qui peuvent être altérées par une mauvaise conservation des croquettes, et source de diversité pour les singes.

La composition nutritionnelle et énergétique de ces aliments se situe en annexe 8.

b.2) La gomme arabique

Généralement distribuée en poudre que l'on mélange avec de l'eau, on l'offre sur des supports verticaux et horizontaux. On peut par exemple l'appliquer sur des troncs d'arbre munis de trous. Ceci permet de stimuler le comportement naturel des singes.

La plupart du temps, les Callithricidés ne reçoivent de la gomme que dans le cadre d'un enrichissement du milieu ; il est donc pour le moment impossible de juger de l'importance de cet aliment dans une ration. Cependant, certaines observations montrent que si quelques espèces de Callithricidés se reproduisent en captivité, sans apport de gomme, ce n'est pas le cas pour d'autres. Au zoo de Jersey, on a constaté que les ouistitis de Geoffroy (*C. geoffroyi*) étaient très difficiles à maintenir en captivité. Ils avaient une longévité très courte avec une forte incidence de pathologies entériques et une forte mortalité. Lors de la mise en place d'un programme assurant une distribution de gomme *ad libitum* chez les Callithricidés, on a pu se rendre compte que les ouistitis de Geoffroy reprenaient du poids et que les diarrhées avaient presque cessé. (Carroll, 1997 ; Price, 1992).

D'autre part ces observations ont pu montrer que toutes les espèces de Callithricidés n'étaient pas friandes de gomme, de la même façon que dans la nature : les genres *Callimico* et *Leontopithecus* sont assez indifférents à l'apport de gomme et en consomment peu. (Carroll, 1997).

La gomme peut également avoir un rôle social : lorsqu'on compare de *C. jacchus* et *S. oedipus* en captivité, on constate que les animaux gommivores mordillent les perches en bois et marquent moins fréquemment leur territoire, ce qui a pour conséquence de diminuer les

conflits entre mâles. La durée des soins apportés par *Callithrix* aux jeunes (sans porter préjudice à leur croissance) est diminuée et le groupe contient plus de subadultes sans que cela n'affecte le groupe. (Harrison et Tardif, 1994)

La gomme industrielle est souvent complétementée en minéraux et vitamines. Sa composition est détaillée en annexe 9.

b.3) La gelée ou Jelly®

On trouve également des aliments un peu plus adaptés à une pathologie. Par exemple la « gelée » proposée par le fabricant Mazuri® est encore plus riche en protéines et est accompagnée d'un arôme de banane assez fort pour augmenter son appétence. Ce produit peut être utilisé lorsqu'on sait que la ration est assez pauvre en protéine, mais également, dans le cas d'animaux malades, débilisés. Le fort taux de protéine permet de réduire un peu la diarrhée et l'appétence permet de glisser des médicaments dans cette gelée.

La composition de cet aliment présenté sous forme de poudre à mélanger à de l'eau est présentée en annexe 10.

c) MELANGES « FAITS MAISON »

Certains parcs, forts de leur expérience en matière d'élevage de Callithricidés, ont élaboré eux-mêmes des bouillies ou des mélanges complets qui apportent la majorité des besoins des singes. Nous pouvons citer par exemple le zoo de Mulhouse qui fait fabriquer une partie de son mélange et le reconstitue avant de le donner aux Callithricidés.

On peut trouver des exemples de ces mélanges « faits maisons » dans le guidelines de l'EAZA. L'annexe 11 montre l'exemple du zoo de Mulhouse, d'après le guideline EAZA 2002 (Carroll, 2002)

d) COMPLEMENTS MINERAUX ET VITAMINES

Enfin, pour compléter les éventuelles carences que l'on peut avoir dans sa ration, on dispose de toute sorte de compléments utilisés aussi bien chez l'homme que chez les animaux. On peut ainsi compléter les apports en acide folique, en vitamine D3, en minéraux...

Toutefois, cette complémentation semble se faire un peu à l'aveuglette dans les zoos, sans analyse préalable de la ration donnée, ni évaluation du taux sérique en minéraux et vitamines afin de déterminer si les animaux sont réellement carencés ou non.

5. PREPARATION, PRESENTATION, DISTRIBUTION ET ENRICHISSEMENT

Une fois que l'on dispose des besoins à apporter, de la quantité de chaque aliment à donner, on peut alors préparer les repas des Callithricidés.

a) PREPARATION

Tout d'abord, on doit choisir les aliments. En fonction des parcs zoologiques, cette tâche est réalisée par le soigneur en charge des singes ou par la personne en charge de la cuisine pour tous les animaux du parc. Les aliments sont triés et on contrôle leur qualité pour enlever les fruits abîmés, la viande pas très fraîche... Ensuite, les fruits et légumes sont rincés pour éliminer le plus possible les saletés accumulées pendant le transport et réduire les résidus de pesticides. Dans certains parcs zoologiques, on ajoute quelques gouttes de désinfectant (eau de Javel®) dans l'eau de rinçage. Au zoo de Lille, la vétérinaire a constaté que les singes présentaient moins fréquemment de la diarrhée après la mise en place de cette « désinfection ».

Une fois les fruits et légumes rincés, il convient de les couper pour faciliter la préhension par les singes. En général, les aliments sont coupés en cubes de 1 cm de côté,

voire de deux cm. Cependant toute forme de taille de coupe des aliments est valable, du moment que les singes peuvent les attraper et les transporter facilement. Il ne faut pas oublier que la compétition est assez importante en captivité et les singes doivent pouvoir se déplacer rapidement avec leur morceau de nourriture. On remarque quand même que si les morceaux sont trop gros, les singes mordent une fois dedans puis les laissent tomber au sol, ce qui n'est pas souhaitable pour des raisons d'hygiène : plus il y a d'aliments au sol, plus on risque de voir apparaître des nuisibles, tels que des souris ou des blattes, qui peuvent apporter avec eux toutes sortes de maladies. Il vaut mieux éviter au maximum également de faire descendre les animaux au sol pour ne pas qu'ils aient la possibilité de rentrer en contact avec ces nuisibles.

b) PRESENTATION

Les aliments sont la plupart du temps distribués dans des plats en inox ou en plastique (matériaux non toxiques). Le plus important, c'est que ces contenants soient adaptés au groupe de Callithricidés auquel ils sont destinés (taille du plat ou nombre suffisant de plats) : le mieux serait de bénéficier d'au moins deux sites de distribution d'eau et de nourriture, pour éviter les conflits avec les individus dominants. Il faut également que l'on puisse facilement laver et désinfecter les plats. La plupart du temps, ils sont disposés sur des supports en hauteur afin de préserver un minimum le comportement naturel des ces singes arboricoles qui ne descendent que très rarement au sol ; comme il a été dit précédemment, on évite aussi le contact avec des éléments qui pourraient apporter des germes de l'extérieur.

Souvent lors de la préparation, on est amené à conserver les aliments. Cette phase de conservation est critique car les aliments peuvent perdre de leur valeur nutritive, notamment par des processus d'oxydation, et on peut aussi rencontrer des proliférations bactériennes sur les aliments. C'est pourquoi, lorsque c'est possible, il est préférable de préparer les aliments juste avant de les distribuer, ou de les conserver dans les meilleures conditions : le plus possible à l'abri de la lumière et de l'oxygène ou sous couvert du froid pour les aliments frais. Pour les mêmes raisons, il est préférable de conserver des gros morceaux d'aliments plutôt que des petits morceaux qui favorisent l'oxydation des vitamines et le développement des bactéries.

c) DISTRIBUTION

On doit connaître l'espèce et le nombre d'individus présents dans chaque cage ainsi que leur stade physiologique, ceci afin d'adapter au mieux les quantités distribuées. Il faut également prendre en compte la densité énergétique des aliments pour déterminer la quantité d'aliments à distribuer. En général, la quantité à distribuer représente 5% du PV du singe en MS et par jour ou alors 16 à 24% du PV en matière humide. (Crissey *et al.*, 1999). Pour ce qui est des femelles en lactation, cette quantité peut être multipliée par 1,5.

En fonction des parcs, la distribution s'effectue de deux à quatre fois par jour.

d) ENRICHISSEMENT

Le but est de recréer un environnement qui permet de diminuer le stress et les comportements anormaux. Pour cela, on peut utiliser les aliments. Il faut rappeler que l'enrichissement du milieu à l'aide d'aliments doit toujours être pris en compte lors de l'élaboration des rations et de l'analyse de la consommation. De la même façon que l'on élabore les plats, l'enrichissement doit être suffisant en nombre ou en taille pour le groupe afin que tous les individus y aient accès. L'enrichissement permet d'augmenter par exemple le temps de recherche de la nourriture et de diminuer l'ennui. (Bairrao Ruivo, 2002)

Pour enrichir un milieu, il vaut mieux prendre en compte les préférences et les habitudes alimentaires de l'animal pour lequel on veut réaliser l'enrichissement. Pour les Callithricidés, on peut essayer de compliquer la distribution des aliments en les dispersant

dans la volière, en donnant des proies vivantes (tels que des insectes) qui forceront les singes à chasser, en créant des distributeurs d'aliments qui en compliquent l'accès (par exemple un tube muni de quelques trous forçant le singe à utiliser ses doigts et ses griffes). On peut également distribuer de la gomme arabique sur des supports verticaux pour reproduire le comportement naturel des ouistitis, ou encore donner des fruits entiers de temps en temps, ou bien éparpiller sur des supports des petites croquettes pour faire fouiller tout l'environnement aux singes. (Bairrao Ruivo, 2002 ; Leus, 2002)

On peut citer l'exemple du « puzzle feeder » qui est un tube dans lequel on place des aliments et qui comporte des ouvertures nécessitant des manipulations de la part des singes pour avoir accès à la nourriture. Si on laisse le choix à des Callithricidés entre deux volières identiques avec pour seule différence la présence d'un « puzzle feeder », ils choisissent toujours en premier la volière contenant l'enrichissement, et préfèrent passer plus de temps à la recherche de leur alimentation que d'avoir tout leur repas « servi sur un plateau ». (De Rosa *et al.*, 2003).

Pour finir, l'environnement végétal des cages peut servir également d'enrichissement en plaçant des végétaux consommables par les singes, qui leur permettent d'exprimer leurs comportements naturels.

Les zoos s'intéressent de plus en plus au bien être de leurs animaux et mettent en place de plus en plus fréquemment des enrichissements. Cependant, ils n'en sont pas tous au même point, et si certains travaillent sur l'environnement dans lequel évoluent leurs animaux depuis plus de vingt ans, d'autres viennent seulement de s'y intéresser.

6. CONSIDERATIONS SPECIALES

a) L'ALIMENTATION DES JEUNES A LA MAIN

L'élevage à la main des nouveaux nés n'est pas aisé. Le lait que l'on doit utiliser contient plus de protéines que le lait maternisé pour les humains (Turton *et al.*, 1978). De plus, il existe des différences entre espèce de Callithricidés : le lait de *C. jacchus* contient 12,5% de protéines alors que celui de *S. oedpius* en contient pas moins de 20,3%. (Ausman, 1996). Il faut donc préférer apporter un lait spécifiquement conçu pour les Callithricidés ou au moins pour les singes du nouveau monde. En annexe 12a, on trouvera la composition du lait maternisé fabriqué par Mazuri®. Ce lait se compose en fait de 3 poudres enrichies soit en protéine, soit en glucide, soit en graisse. C'est le mélange de ces 3 poudres dans des proportions indiquées en annexe 12b qui permet d'obtenir un lait adapté aux petits singes, mais aussi à leur stade de croissance.

Le sevrage s'effectue progressivement. Les premières dents apparaissent vers l'âge d'un mois, donc on peut commencer à introduire des aliments solides à partir de ce moment.

b) LE SURPOIDS

En cas de surpoids, si la concentration en nutriment de la ration est équilibrée, on diminuera juste les quantités d'aliments apportés de façon proportionnelle, en commençant par une diminution de 5%. Une autre alternative est soit de diminuer les aliments riches énergétiquement, soit d'augmenter la part des aliments peu caloriques. Dans tous les cas, on devra contrôler très régulièrement le poids des animaux. (NAG, 2003)

c) LA SAISONNALITE

Il se peut que l'on voie apparaître, tout comme dans la nature, des fluctuations saisonnières dans la façon de s'alimenter. Ceci conduit à des variations de la prise alimentaire, mais également du poids des animaux. Si ces fluctuations apparaissent comme normales, il

faut alors ajuster les rations en quantité d'aliments offerts. De la même façon que précédemment, il est bon de surveiller régulièrement le poids des animaux. (NAG, 2003).

d) LA NEOPHOBIE

Cette tendance à la prudence devant tout nouvel aliment, oblige à introduire les nouveaux aliments progressivement dans la ration. Cette néophobie est variable d'un individu à l'autre et varie également en fonction de l'âge des individus. Lorsque les animaux sont jeunes, ils sont tentés beaucoup plus que les adultes par des aliments nouveaux. (Brown *et al.*, 2005). Mais en fait ceci ne serait pas lié directement aux nouveaux aliments mais plus à l'exploration et au jeu des jeunes individus. De plus, d'autres études auraient tendance à prouver que la néophobie n'était pas influencée par l'âge, mais que l'âge influence l'exploration et l'innovation de par l'expérience des individus les plus âgés. (Kendal *et al.*, 2005).

Maintenant que nous avons pu faire le point sur les connaissances dont on dispose en matière d'alimentation des Callithricidés, nous allons analyser ce qui est réalisé au sein de parcs zoologiques français, pour cinq espèces de Callithricidés : *S. imperator*, *S. oedipus*, *L. chrysomelas*, *C. goeldii* et enfin *C. geoffroyi*.

PARTIE II : ÉTUDE DE L'ALIMENTATION DE 5 ESPÈCES DE CALLITHRICIDÉS (*S. OEDIPUS*, *S. IMPERATOR*, *C. GEOFFROYI*, *L. CHRYSOMELAS*, ET *C. GOELDII*) DANS DES PARCS ZOOLOGIQUES EN FRANCE

I. CONDITIONS DE L'ÉTUDE

A. LES ZOOS ET LES ANIMAUX

1. LOCALISATION DES PARCS ZOOLOGIQUES ET DATES D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans cinq parcs zoologiques français, qui possédaient tous déjà une expérience dans l'élevage des Callithricidés, avec des résultats dans la reproduction des espèces étudiées. La carte ci après permet de localiser les parcs en France

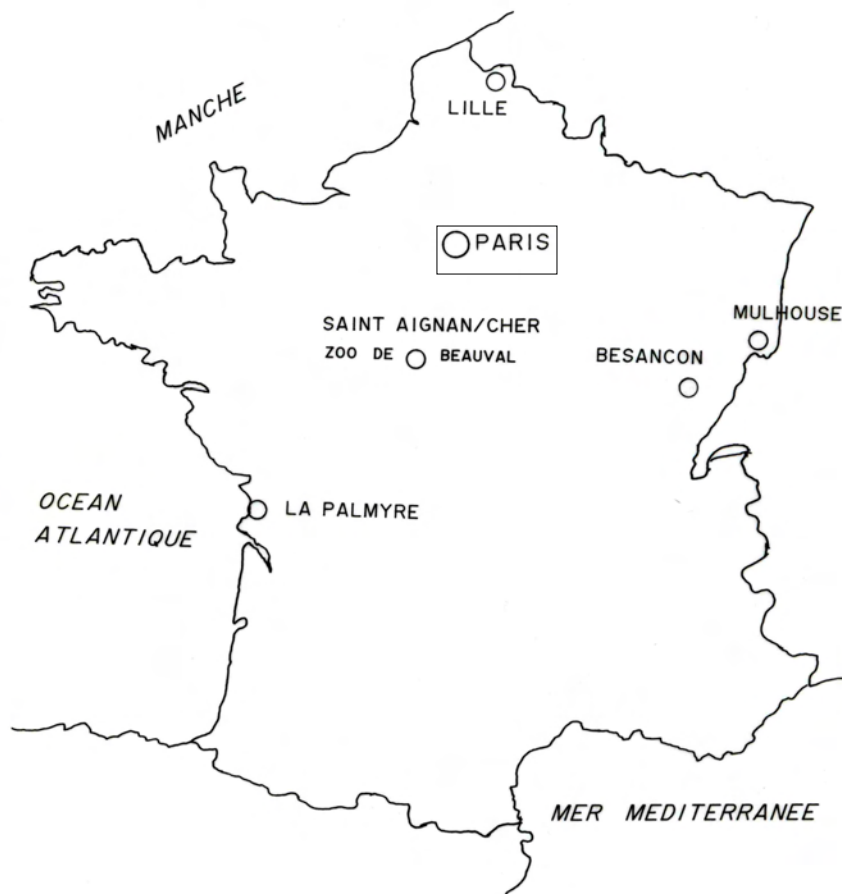


Figure 4 : Localisation des zoos participant à l'étude

L'étude a été menée à différentes périodes de l'année 2006/2007. Pour ce qui est des zoos de La Palmyre, Beauval et Lille, les pesées ont été réalisées sur 21 jours consécutifs. A Besançon, les pesées n'ont pu être réalisées que sur 2 semaines séparées et en ce qui concerne le zoo de Mulhouse, les résultats proviennent en partie d'une étude réalisée par le vétérinaire du zoo fin 2002 et 2003, ainsi que d'une semaine de pesées réalisée par mes soins avec l'aide des soigneurs en septembre 2006. Pour des questions de gestion de temps, les pesées à Mulhouse ont été réalisées sur des semaines différentes pour chaque espèce étudiée (mise à part la semaine de 2006).

Le tableau suivant précise les dates de l'étude, sauf pour le zoo de Mulhouse, les pesées étant dispersées sur plusieurs années et comprenant 3 semaines pour chaque espèce.

Tableau 2 : dates de l'étude en fonction du zoo

Zoo	Date(s) d'étude
Besançon	Du 11/12/06 au 17/12/06 et du 18/03/07 au 24/03/07
La Palmyre	Du 25/10/06 au 14/11/06
Lille	Du 10/04/07 au 30/04/07
Beauval	Du 23/05/07 au 12/06/07

2. LES CINQ ESPECES ETUDIEES

Les cinq espèces étudiées sont des espèces que l'on rencontre assez facilement dans les parcs zoologiques français. Les quatre genres de la famille des Callithricidés sont représentés, avec un doublon dans le genre *Saguinus*, ce qui permet de comparer des espèces d'un même genre, et qui peuvent rencontrer des problèmes différents liés à la captivité, tel le problème de dystocie assez fréquemment rapporté chez *S. imperator*, et non rencontré chez *S. oedipus*.

Le tableau ci après reprend quelques données biologiques et physiologiques concernant ces espèces, ainsi que leur distribution en Amérique du Sud et leur statut de protection CITES et IUCN.

Tableau 3 : Quelques données concernant les espèces étudiées

	<i>C. geoffroyi</i>	<i>S. imperator</i>	<i>S. oedipus</i>	<i>L. chrysomelas</i>	<i>C. goeldii</i>
Statut liste rouge de l'IUCN	VU (vulnérable)	LC (préoccupation mineure)	EN (en danger)	EN (en danger)	NT (quasi menacé)
Statut CITES	Annexe II	Annexe II	Annexe I	Annexe I	Annexe I
Distribution	Brésil	Bolivie, Brésil et Pérou	Colombie	Brésil (forêt atlantique)	Bolivie, Brésil, Colombie et Pérou
Habitat	Forêt semi déciduée, et jusqu'à 500m au bord des forets	Forêt primaire	Forêts secondaires humides et sèches jusqu'à 1500m d'altitude	Forêts des plaines, marais, forêt semi déciduée ou à feuillage persistant, du niveau de la mer jusqu'à 112 m d'altitude	Forêt tropicale mixte à sous bois dense, fourrage le plus souvent à moins de 5 m du sol
Régime alimentaire principal (classification NRC, 2003)	Frugivore-insectivore	Frugivore-insectivore	Frugivore-insectivore	Frugivores	Frugivore-insectivore
Autres aliments	Gomme de façon importante et saisonnière	Proies animales Nectar, sève, fleurs	Proies animales (oiseaux, souris)	Insectes Gomme et nectar saisonnièrement	Champignons
Poids moyen	350 g environ	450 g environ	411-443 g	480 à 700 g	400 à 535 g
Maturité sexuelle	Mâle : 12 à 16 mois Femelle : 12 à 24 mois		18 à 24 mois	15 mois environ	13 mois
Durée de gestation	148 j	140 à 145 j	183 j	128 jours	144 à 165 j
Age moyen du sevrage	63 j				65 j environ

Pour ce qui est de la durée de vie d'un Callithricidé, elle est d'environ 12 ans chez les ouistitis et 17 ans chez les tamarins, en captivité.

Les figures suivantes représentent des photos des cinq espèces étudiées.

Figure 5 : Tamarin de Goeldi (*C. goeldii*)



Figure 6 : Tamarin empereur (*S. imperator*)



Figure 7 : Tamarin lion à tête dorée (*L. chrysomelas*)



Figure 8 : Ouistiti de Geoffroy (*C. geoffroyi*)



Figure 9 : Tamarin pinché (*S. oedipus*)

B. LES GROUPES ÉTUDIÉS

1. COMPOSITION DES GROUPES ETUDIÉS

Le tableau 4 présente les groupes d'animaux des différents parcs zoologiques. Le premier chiffre indique le nombre de mâle, le deuxième le nombre de femelle et le dernier, le nombre d'animaux dont on ne connaît pas le sexe. Ce sont en général les jeunes que l'on n'a pas encore capturés pour les sexer. En Annexe 13, on trouvera plus de détails sur l'âge des animaux au moment de l'étude.

En ce qui concerne le zoo de Mulhouse, le nombre d'individus peut varier car les pesées ont été réalisées sur plusieurs années et sur différents groupes.

Tableau 4 : nombre d'individus étudiés par espèces et par parcs zoologiques

	Besançon	Mulhouse (année 2006)	La Palmyre	Lille	Beauval
<i>C. geoffroyi</i>		1.1.0	1.1.1	2.2.0	
<i>L. chrysomelas</i>	1.1.0	4.4.1	1.1.0		5.2.3
<i>S. oedipus</i>	4.3.2	2.2.2	2.2.0		2.1.0
<i>S. imperator</i>	2.4.1	1.1.2	Gr1 : 1.0.0	2.2.0	3.1.0
			Gr2 : 1.2.0		
			Gr3 : 2.2.4		
<i>C. goeldii</i>	1.5.1	1.3.0	2.4.0		2.3.0

2. CONDITIONS D'HEBERGEMENT DES CALLITHRICIDES DANS LES PARCS

A Besançon, les singes disposent d'un espace à l'intérieur, chauffé, recouvert de gros copeaux de bois humidifiés avec quelques perches et des cordages pour favoriser l'activité et les déplacements. L'éclairage est réalisé à l'aide de néons et d'une grande baie vitrée donnant sur l'enclos extérieur. Ce dernier possède de la végétation et des perches. Il est entouré de grillage à fine maille. Ce grillage permet d'éviter que les visiteurs n'arrivent à lancer de la nourriture dans les enclos (bien qu'il soit interdit de nourrir tous les animaux du parc). Une barrière de protection située à mètre environ du grillage permet également d'éviter le contact des visiteurs et des singes. L'accès à l'enclos extérieur n'est possible pour les singes que lorsque la température est supérieure à une dizaine de degré Celsius ou que le soleil donne directement sur ces enclos.

Figure 10 : Enclos intérieur et extérieur du zoo de Besançon



A Lille, les singes bénéficient eux aussi d'un espace intérieur, avec des copeaux au sol et des perches. La végétation présente dans les cages est en partie artificielle (feuillages). De grandes baies vitrées permettent aux visiteurs d'observer directement les singes et ne permettent aucun contact avec ceux-ci. L'inconvénient majeur de ce type d'enclos est le bruit que font les visiteurs dans la salle (il existe une résonance assez importante) et lorsqu'ils tapent contre les vitres. De plus, l'éclairage est limité, à l'intérieur, à un éclairage artificiel. C'est pourquoi les singes disposent d'un accès extérieur (sur le toit du bâtiment qui les abrite) dans des petites cages. Cet accès est autorisé à tout moment de l'année, et permet aux singes de trouver un endroit tranquille et ensoleillé.



Figure 11 : Présentation de la salle accueillant les visiteurs



Figure 12 : Présentation d'un enclos au zoo de Lille

On peut noter que le cadre est assez sombre aussi bien dans la salle que dans l'enclos. En fait, cette salle accueille également des espèces nocturnes présentées « de nuit » pour favoriser leur observation.

Au zoo de La Palmyre, les singes bénéficient pour la plupart d'un enclos intérieur et d'un enclos extérieur. Le sol de l'enclos intérieur est recouvert d'une fine couche de sciure qui est changée tous les jours, ou de paille lorsque les femelles sont prêtes à mettre bas ou viennent de mettre bas (afin de protéger les bébés qui pourraient chuter). A l'intérieur, on trouve des perches et des cordes. L'accès à l'extérieur est autorisé lorsque les conditions climatiques sont favorables (pas trop de pluie et pas trop froid). Les enclos extérieurs contiennent de la végétation, des perches, et le sol est recouvert de sable. Le grillage est à maille fine, malheureusement, les visiteurs peuvent avoir facilement accès à ce grillage et donner de la nourriture aux singes, en particulier du pop corn. La nourriture donnée par les visiteurs est autorisée dans le parc sauf pour les primates, ce qui n'est pas toujours bien respecté. Lors de notre étude, certains tamarins empereurs (des groupes 1 et 2) n'avaient pas accès à l'extérieur, pour des raisons de place. Ces animaux occupaient provisoirement des enclos plus petits non rattachés à des enclos extérieurs.



Figure 13 : Enclos extérieur du zoo de La Palmyre



Figure 14 : Enclos intérieur au zoo de La Palmyre

Au zoo de Mulhouse, les enclos intérieurs et extérieurs sont vitrés, ce qui permet d'éviter le contact avec les visiteurs. A l'intérieur, on trouve des branches et quelques plantes tels des ficus, et au sol des gros copeaux de bois. A l'extérieur, la végétation est particulièrement dense.

Au zoo de Beauval, les enclos sont également vitrés aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, sauf aux endroits non accessibles aux visiteurs où l'on peut avoir du grillage. Les visiteurs sont informés à l'entrée qu'ils ne peuvent nourrir que les animaux de la ferme et les canards, ce qui diminue assez fortement les risques de voir quelqu'un donner à manger aux singes en dehors des soigneurs. Le sol des enclos intérieurs est composé de copeaux de bois humidifiés, qui sont retournés une fois par semaine environ. On trouve des perches pour favoriser les déplacements. Les enclos extérieurs sont riches en végétation.

C. LES PARTICULARITÉS D'ORGANISATION ET DE PRÉPARATION DES REPAS

1. LES MENUS : COMMENT SONT-ILS PRÉSENTÉS DANS LES PARCS ZOOLOGIQUES ?

La plupart des parcs donnent des indications aux soigneurs pour gérer au mieux les repas sur la semaine. On trouve donc régulièrement des tableaux présentant les roulements à effectuer sur la semaine pour certains aliments ou compléments. Les quantités à distribuer peuvent être précisées ou laissées à l'appréciation du soigneur : s'il ne reste pas de nourriture dans les plats au cours de la journée, on augmente un peu les quantités, et inversement si on découvre trop de restes dans les plats (ce qui reste tout à fait vrai même lorsque l'on dispose d'un menu avec quantités précisées).

Le zoo de Beauval présente aux soigneurs uniquement un tableau indiquant les roulements dans la semaine pour les sources de protéine. (Annexe 14). Toutes les autres données (fabrication de l'aliment complet du matin et des compléments, quantité de fruits et légumes) sont transmises oralement par le responsable du secteur.

Les zoos de La Palmyre et de Mulhouse ont opté pour un menu présentant les aliments à distribuer au cours de la journée, sans préciser les quantités (Annexes 15 et 16). Le zoo de Mulhouse a par contre complété ce tableau par les quantités exactes des aliments servant à la fabrication de la bouillie distribuée le matin. (Annexe 15b et 15c).

Le zoo de Besançon est allé plus loin et a confectionné un menu avec des quantités à apporter aux singes (Annexes 17). Ce tableau est accompagné des quantités nécessaires à l'élaboration du « cake » ou de la masse de sources de protéine à apporter. Ces tableaux ont plusieurs avantages : ils permettent tout d'abord un remplacement au pied levé du soigneur si celui-ci n'est pas là. Ils permettent également de peser la totalité des aliments nécessaires à l'élaboration des tous les plats des Callithricidés, ce qui permet de ne pas trop s'éloigner de la distribution « théorique » par enclos. Enfin, même si le soigneur connaît généralement bien les quantités à apporter, ce tableau peut permettre de réajuster quelquefois les plats et de ne pas gaspiller les aliments. L'inconvénient de ce système est qu'il demande des mises à jour assez régulières du fait de la forte reproduction des Callithricidés, afin d'ajuster au mieux les quantités d'aliment apportées.

Le zoo de Lille travaille aussi de cette manière, sauf que les plats sont préparés par une seule personne pour l'ensemble du zoo et que les quantités sont indiquées pour un individu (c'est aux soigneurs que revient la responsabilité d'informer régulièrement le cuisinier des naissances, des décès et des transferts). Les quantités apportées sont pesées tous les jours. (Annexes 18a et b).

2. LA PREPARATION ET LA DISTRIBUTION DES REPAS

a) AU ZOO DE BESANÇON

Les aliments sont soit récupérés dans les invendus de supermarchés, soit achetés pour ce qui concerne les aliments de base qui n'ont pu être récupérés (pomme, banane, concombre, oeufs principalement). L'inconvénient de ce système, est que les flux d'aliments ne sont pas réguliers, c'est-à-dire qu'on peut avoir des semaines avec un choix de fruits et de légumes très important et des semaines où il faudra se contenter des fruits et légumes de base.

Les repas sont distribués deux fois par jour : le matin, on distribue l'aliment complet industriel sous forme de « cake » (fabriqué la veille) un peu modifié pour le rendre plus appétent, et en fin de journée, on distribue les aliments frais (fruits, légumes, viande, insectes et féculents...). La préparation des fruits et légumes s'effectue différemment en fonction des soigneurs : certains coupent tous les fruits et légumes, les mélangent ensemble et les répartissent dans les plats ensuite ; d'autres répartissent fruits par fruits et légumes par légumes directement dans chaque plat. Cette distribution de fin de journée, permet de rentrer plus facilement les singes dans leurs enclos intérieurs pour la nuit. En période estivale, des animations ont lieu pour informer le public sur les Callithricidés. Dans ce cas, un repas composé de gomme ou d'insectes est distribué en milieu de journée. On enlève alors ces apports du repas de fin de journée.

Dans le menu, on pourra remarquer qu'il a été décidé de ne pas donner de féculents aux Tamarins empereurs, pour éviter des apports énergétiques trop importants qui pourraient intervenir dans la taille des fœtus et entraîner des dystocies.

b) AU ZOO DE MULHOUSE

Les aliments sont tous achetés, ce qui permet de nourrir les animaux avec une certaine régularité. Les soigneurs se font livrer les aliments qu'ils demandent depuis une cuisine centrale. Ils se chargent eux même de la diversité des menus, en gardant la même base pour tous les jours.

Le matin, on distribue une bouillie très riche en protéine. En fin de matinée, des aliments frais avec d'autres sources de protéines sont distribués, et enfin, dans l'après midi, le soigneur repasse apporter un troisième repas uniquement composé de fruits, ceci afin que les animaux aient toujours de la nourriture à disposition, ce qui correspond plus à leur mode de vie en liberté.

La préparation des fruits et légumes s'effectue fruits par fruits et légumes par légumes dans les plats que l'on disposera directement dans les enclos.

c) AU ZOO DE LILLE

Les aliments sont également tous achetés. Le matin, il y a une distribution d'aliments industriels : du « cake » et de la « gelée » (préparés le plus souvent à l'avance pour plusieurs jours) accompagnés de sources de protéines (vers de farine, poulet, croquettes pour singe...) ou d'un mélange à base de riz. En début d'après midi (ou en fin de matinée), on distribue les plats contenant les fruits et légumes. Une distribution de gomme a lieu deux fois par semaine.

d) AU ZOO DE LA PALMYRE

Les singes sont nourris quatre fois par jour. Le matin, ils reçoivent tout d'abord du « cake » qui a été préparé la veille, puis des apports en protéines (viande, œuf, poisson) et enfin des aliments complets (croquettes pour singes ou Blédine®). L'après midi, le plat est constitué de fruits et légumes qui sont toujours les mêmes (pomme, tomate, poire, kiwi, banane, et raisin un jour sur deux). On constate qu'il n'y a pas d'agrumes distribués aux

Callithricidés, ceci dans le but de diminuer les risques d'hémosidérose hépatique : la vitamine C favorise l'absorption de fer.

e) AU ZOO DE BEAUVAL

Les aliments sont tous achetés. La préparation s'effectue toujours la veille, aussi bien pour la réalisation de l'aliment complet du matin que pour la découpe des fruits et légumes distribués l'après midi. Les fruits et légumes sont découpés et mélangés dans de gros plats et vont servir à nourrir tous les Callithricidés du parc ainsi que d'autres primates (Sakis). Le repas de l'après midi s'accompagne en général d'un enrichissement sous forme d'insectes et d'un apport en source de protéine. Seule la répartition dans les plats de chaque espèce s'effectue le jour même de la distribution, ainsi que la découpe des bananes qui supportent très mal d'être préparées en avance. La quantité d'aliments distribuée au total pour tous les Callithricidés est sensiblement la même tous les jours car des repères sont pris en terme de remplissage de plat. Mais ces repères sont moins précis lorsqu'il s'agit de répartir ensuite la totalité des aliments dans les plats de chaque espèce. Il existe une animation pour les enfants qui consiste à préparer des fruits (découpe) et à les apporter aux singes pour observer leur comportement. Durant l'étude, l'animation a eu lieu sur d'autres espèces qui n'étaient pas étudiées, pour ne pas intervenir dans les pesées.

II. MÉTHODES D'ÉTUDE

A. LES PESÉES

Les pesées ont été réalisées à l'aide de balances électroniques présentes dans chaque parc. La récolte des données se fait toujours au moins sur une semaine, temps nécessaire en général à l'utilisation de tous les items des menus. Cette étude a été réalisée dans la plupart des parcs sur 3 semaines. Les protocoles pour les pesées ont été réalisés après observation du travail des soigneurs, afin de gêner le moins possible leur travail.

1. LA PESEE DES ALIMENTS DISTRIBUES

Dans tous les parcs (sauf au zoo de Beauval), nous avons pesé avec l'aide des soigneurs tous les aliments distribués pour chaque enclos, y compris les apports pour l'enrichissement. Au zoo de Beauval, il n'était pas possible de peser chaque fruits et légumes dans chaque plat pour des raisons de temps : nous avons donc décidé de peser les fruits et légumes utilisés pour la préparation globale (pour tous les Callithricidés), de peser le mélange réparti pour chaque espèce, et de calculer une valeur théorique moyenne de chaque fruits et légumes présents dans ce plat. De même, il n'a pas été possible de définir la quantité d'insectes distribués ni les restes d'insectes car ceux-ci étaient distribués à la poignée dans des troncs d'arbre et tombaient au sol en s'enfonçant dedans assez facilement. Nous avons donc estimé le poids d'une poignée d'insecte et considéré que les singes mangeaient tous les insectes en fourrageant au sol par la suite.

2. LA PESEE DES RESTES

Ensuite, on a ramassé et pesé les restes (chaque aliment est pesé séparément des autres) aussi bien dans les plats que sur le sol. Ce ramassage a été effectué à différents moments de la journée en fonction du zoo : il a été pris en compte les périodes consacrées au nettoyage des enclos et le fait de laisser ou non les plats la nuit ; si les plats étaient laissés habituellement la nuit, le ramassage s'effectuait le lendemain avant la prochaine distribution, si les plat étaient retirés en fin de journée, le ramassage et les pesées s'effectuaient également en fin de journée.

A Besançon, le ramassage du repas du matin s'effectuait en début d'après midi et le ramassage des restes du plat du soir s'effectuait le matin lors du nettoyage des enclos.

A Lille, le ramassage de tous les restes se faisaient en début d'après midi lors du nettoyage et de la mise en place des plats de l'après midi. Les plats ramassés en matinée étaient mis de côté en attendant d'être pesés en même temps que les autres.

A Mulhouse, le plat du matin (bouillie) était pesé lors de son ramassage en début d'après midi, et les restes de fruits et légumes étaient pesés en fin de journée.

A La Palmyre, les restes des plats donnés en matinée étaient pesés au fur et à mesure qu'on retirait les plats pour en mettre des nouveaux, et les restes des fruits donnés l'après midi étaient ramassés en fin de journée, en même temps que les plats étaient retirés.

A Beauval, les restes des plats du matin étaient mis de côté en début d'après midi lorsque les plats de fruits et légumes étaient mis en place. La totalité des restes étaient ramassés et pesés le soir lors du ramassage des plats.

B. LES LOGICIELS UTILISÉS

Les données ont été regroupées dans un tableur Excel®.

Les aliments sont classés en plusieurs catégories :

- Les aliments complets qui regroupent principalement les aliments industriels spécialisés pour les primates qui ont pu être plus ou moins modifiés par les parcs
- Les « sources de protéines » qui regroupent la viande, les œufs, les insectes...
- Les fruits
- Les légumes
- Les féculents

Grâce aux pesées, on peut déterminer le pourcentage de restes ou le pourcentage de consommation, ce qui permet d'avoir une idée des préférences alimentaires par espèce.

Une moyenne des lignes « donné », « reste » et « consommé » ainsi que les « sous totaux » a été obtenue par individu et par jour d'étude. On a tenu compte de la variation du nombre d'individus qui pouvait avoir lieu en cours d'étude et on a considéré le stade physiologique des individus en leur affectant un coefficient : les petits non sevrés (de moins de 2 mois) ne sont pas comptés en tant qu'individu et les femelles en toute fin de gestation ou en lactation ont été comptées comme 1,5 individus, du fait de leurs besoins augmentés pour la lactation.

La moyenne des lignes « % restes » ou « % consommé » ne s'effectue que sur le nombre de jour où ont été distribués les items concernés.

Nous obtenons alors les tableaux en Annexe 19 à 23 qui représentent la quantité moyenne d'item distribués par jour et par individu pour chaque espèce dans chaque zoo.

La moyenne par individu et par jour est alors rentrée dans une base de données appelée Zootrition V2.6 ®, qui permet entre autre chose de calculer les apports en nutriments de la ration consommée. Cette base de donnée a été développée par le zoo de Saint Louis aux Etats-Unis, avec la collaboration de la WAZA.

C. LES BIAIS

Plusieurs biais existent dans cette étude, rendant une interprétation statistique quasi impossible pour comparer les différents zoos et les différentes espèces.

Tout d'abord, les biais liés au manipulateur : le ramassage a été fait au mieux, toutefois il faut convenir que tout n'a pas pu toujours être ramassé, notamment lorsque les animaux jettent les aliments dans la végétation ou qu'ils laissent des morceaux très petits collés au sol qui sont quasiment impossibles à ramasser. Il est bon de noter qu'en fonction du type de sol, il a été plus ou moins facile de ramasser les restes. Par exemple, le sol recouvert de sciure à l'intérieur des enclos du zoo de La Palmyre a permis de ramasser assez facilement

les restes. Par contre le sable des enclos extérieurs collait beaucoup plus aux aliments, rendant leur détection et leur ramassage beaucoup plus ardu. Ce biais a tendance à augmenter les quantités « consommées » par les singes. Une fois ramassés, les restes doivent encore être identifiés et il peut être parfois très difficile de distinguer certains fruits et légumes une fois qu'ils ont été mordillés, oxydés ou desséchés et jetés au sol.

Ensuite, on a des biais qui proviennent des locaux et des conditions environnementales : la perte d'eau des aliments, due à la température et à l'humidité des locaux doit être évaluée. Malheureusement, les conditions dans certains parcs ne permettaient pas de définir le taux de perte d'eau. En effet, il faut pouvoir entreposer dans les mêmes conditions que celles où se trouvent les singes, des plats contenant les aliments utilisés, et faire en sorte que ceux-ci ne soient pas mangés. Dans certains parcs, les nuisibles sont assez importants (insectes et souris) et peuvent manger une partie des plats témoins, faussant l'évaluation des pertes d'eau. De plus, les plats disposés dans les enclos peuvent être contaminés par de l'eau ou des urines, en fonction de leur localisation dans l'enclos. Etant donné l'impossibilité d'évaluer cette perte d'eau dans plusieurs parcs, il a été décidé de ne pas en tenir compte lors de cette étude. Une autre cause de biais est que les animaux ont accès, en fonction des parcs, à des végétaux et des insectes qu'ils peuvent consommer sans que cette consommation puisse être évaluée.

Des intervenants extérieurs peuvent aussi participer à l'élaboration de biais. D'un côté nous avons les visiteurs qui, dans certains parcs, malgré l'interdiction de nourrir les primates, ne se privent pas de donner du pop corn ou des gâteaux...L'avantage des vitres est qu'elles ne permettent pas aux visiteurs de donner de la nourriture, contrairement au grillage. Ce biais a tendance à faire diminuer les quantités « consommées » obtenues par les pesées. D'un autre côté d'autres « intervenants » interagissent en consommant les repas dans les enclos : ce sont les nuisibles. Dans certains parcs les souris sont suffisamment nombreuses pour être visibles en pleine journée lorsque les plats viennent d'être déposés dans les enclos. Ce biais entraîne une augmentation de la quantité consommée calculée.

Finalement, on peut également évoquer le matériel. En effet, l'étude a été réalisée sur différentes balances appartenant aux parcs, avec une précision variable. Toutes les valeurs ont donc été « arrondies » au gramme, et ce, malgré la possibilité pour certaines balances de donner les dixièmes de gramme.

III. RÉSULTATS ET ANALYSES

A. RÉSULTATS ET ANALYSE DE LA CONSOMMATION

On s'intéressera d'abord à la consommation de la ration dans sa globalité puis celle des différentes catégories d'aliments (aliments complets, sources de protéines, fruits, légumes, féculents).

1. **QUANTITE CONSOMMEE PAR INDIVIDU**

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Consommation moyenne d'aliments en matière humide et en matière sèche (MS) en g/j/individu

	<i>C. geoffroyi</i>	<i>C. goeldii</i>	<i>L. chrysomelas</i>	<i>S. oedipus</i>	<i>S. imperator</i>
Mulhouse	91 (20)	121 (24)	137 (28)	114 (24)	134 (28)
Lille	100 (21)				95 (20)
La Palmyre	107 (18)	96 (23)	180 (44)	122 (28)	Gr 1 : 126 (29)
					Gr 2 : 107 (24)
					Gr 3 : 88 (20)
Besançon		108 (29)	118 (33)	112 (30)	95 (24)
Beauval		148 (31)	155 (33)	164 (35)	136 (29)

On constate tout d'abord que les valeurs les plus importantes pour chaque espèce sont rencontrées au zoo de Beauval (sauf pour *L. chrysomelas*). Ceci peut s'expliquer par la forte présence de nuisibles qui ont consommé une partie de la ration. Par contre la consommation importante de *L. chrysomelas* au zoo de La Palmyre ne s'explique pas a priori ; des rongeurs pouvaient être présents également, mais n'ont jamais été observés au cours de l'étude. De plus le ramassage des restes dans cet enclos n'était pas plus ardu que dans les autres enclos du parc.

On remarque une autre particularité au zoo de La Palmyre en ce qui concerne les tamarins empereurs : il semble que la quantité consommée par individu soit inversement proportionnelle au nombre d'individus dans le groupe. On pourrait expliquer ce phénomène par le manque de stimulation des singes, ce qui entraînerait alors une consommation pour « passer » le temps. En effet, le groupe 1, qui ne comporte qu'un seul individu, était hébergé en partie dans un très petit enclos avec un accès à un enclos intérieur plus important uniquement lorsqu'il faisait beau à l'extérieur et que l'on pouvait mettre dehors les occupants de cet enclos. De même, le groupe 2, composé de 3 individus, était conservé dans un enclos plus petit que ceux des autres Callithricidés. De plus ils n'avaient pas accès à l'extérieur, et n'avaient pas d'enrichissement leur permettant de fourrager ou d'interagir avec d'autres individus en ce qui concerne le singe du groupe 1. Une autre explication vient également du fait que le groupe 3 étant de taille plus importante, il est constitué de plus d'individus subadultes qui n'ont pas encore atteint leur poids maximal, donc le poids moyen des individus de ce groupe est inférieur à celui des autres groupes, et la consommation (qui dépend du poids des individus) peut alors être légèrement inférieure.

On peut également comparer ces données aux valeurs théoriques de consommation. La consommation de matière sèche doit être proche de 5% du PV de l'animal. Le tableau ci-dessous nous indique les valeurs théoriques pour un poids moyen des individus. On constate alors que certaines valeurs obtenues grâce aux pesées s'éloignent de plusieurs grammes de MS des valeurs théoriques, quasiment toujours en quantité supérieure. Peut être faudrait-il y faire un peu plus attention en réalisant les rations pour ne pas favoriser un éventuel surpoids des animaux. Ceci nécessitera d'être mis en parallèle avec la consommation en énergie.

Tableau 6 : consommation théorique de MS par individu

	O de Geoffroy	T empereur	T pinché	T lion	T Goeldi
Poids moyen (g)	350	450	430	600	470
Concommodation théorique de MS (g)	17,5	22,5	21,5	30	23,5

2. RELATION QUANTITE CONSOMMEE/DISTRIBUEE

L'étude du ratio quantité consommée/ quantité distribuée permet d'obtenir une idée des préférences alimentaires des singes ainsi que des déséquilibres qu'ils provoquent eux-mêmes en choisissant les aliments dans les plats.

a) PREFERENCES ALIMENTAIRES EN FONCTION DES ESPECES, DES ZOOS OU DES GROUPES D'UNE MEME ESPECE

Au cours de l'étude, on a pu se rendre compte de l'existence de préférences alimentaires de la part des singes. Celles-ci ne sont pas évidentes à déchiffrer dans nos tableaux pour plusieurs raisons.

D'une part, certains parcs donnent une quantité d'aliment très proche de celle nécessaire aux singes, ce qui fait que presque tout est consommé. C'est le cas notamment de Besançon et Lille qui ont pour certains enclos des pourcentages de consommation totale de la ration de plus de 90% (Annexes 20 et 22). Dans ce cas, seuls les aliments vraiment peu appréciés restent dans les plats. Le seul aliment qui a un pourcentage de reste de plus de 60%, dans un enclos à plus de 90% de consommation totale est la papaye, qui ne semble pas avoir plu aux Tamarins de Goeldi du zoo de Besançon. Cependant, cette remarque n'est qu'anecdotique car la papaye n'a été distribuée qu'une seule fois au cours de l'étude. Il serait judicieux de réaliser d'autres mesures avec cet aliment avant de conclure sur son appétence pour le tamarin de Goeldi !

D'autre part, certains parcs, à l'inverse de Besançon et de Lille, donnent trop d'aliments. Dans ce cas, les singes se rassasient de leurs aliments préférés, c'est-à-dire les fruits en grande majorité, et délaissent les aliments peu sucrés, c'est-à-dire les légumes. C'est ce qui se passe au zoo de Beauval, où les légumes sont consommés à moins de 40% dans les enclos où la consommation totale de la ration ne dépasse pas 70% (Annexe 19).

Si l'on considère uniquement les groupes d'individus qui ont consommé entre 75 et 90 % de leur ration, on constate que parmi les fruits régulièrement distribués, la banane et le raisin sont incontestablement les fruits préférés des Callithricidés. La pomme, la mangue et la poire semblent également très appréciées, à quelques exceptions près. Aucun légume n'atteint la même cote de préférence que les fruits précédemment cités. On observe toutefois que le concombre semble être le légume le plus apprécié. Cependant, les préférences pour tel ou tel légume semble plutôt dépendre des espèces et du zoo dans lequel elles se trouvent. Prenons l'exemple de la tomate : dans le zoo de Mulhouse, les ouistitis de Geoffroy consomment très peu de tomate (76% de restes), contrairement aux tamarins lions et pinchés (25 et 19 % de restes).

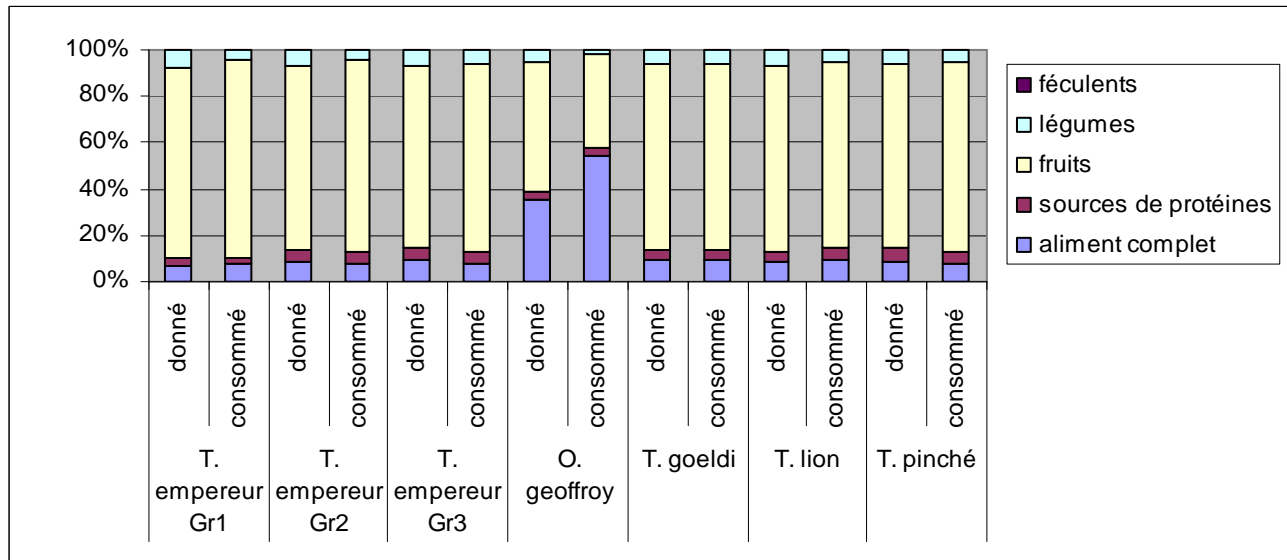
Pour résumer, les préférences alimentaires ne semblent pas être spécifiques d'une espèce ou d'un parc. Il semble plutôt que cela dépende directement du groupe.

b) DES DESEQUILIBRES ENTRE CE QUI EST DONNE ET CE QUI EST CONSOMME ?

L'intérêt de comparer ce qui est donné avec ce qui est consommé est de montrer l'existence de déséquilibres qui peuvent être créés par les animaux eux-mêmes. Ceci peut être fâcheux, surtout si le zoo fait des efforts pour apporter une ration équilibrée à la base.

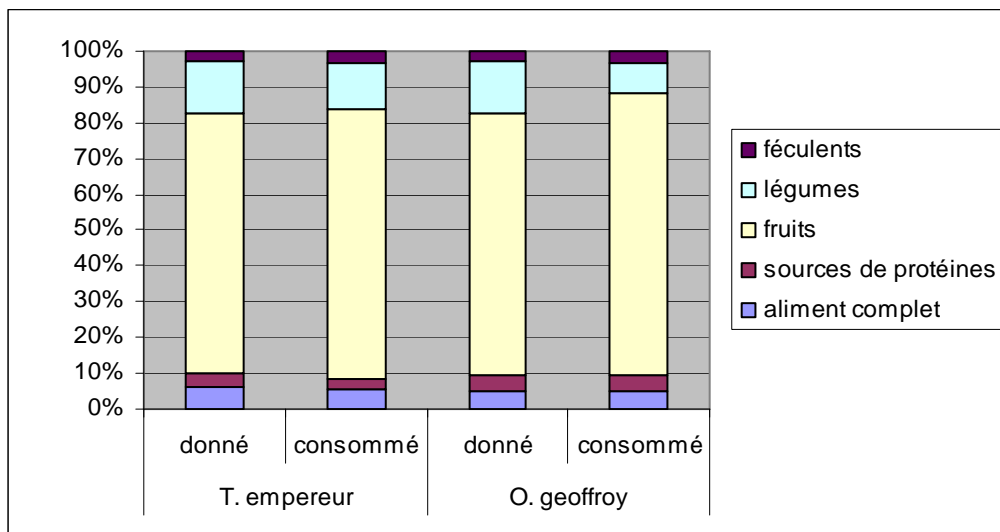
Les figures ci après nous montrent pour chaque zoo, le pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés afin de pouvoir détecter d'éventuels déséquilibres.

Figure 15 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de La Palmyre



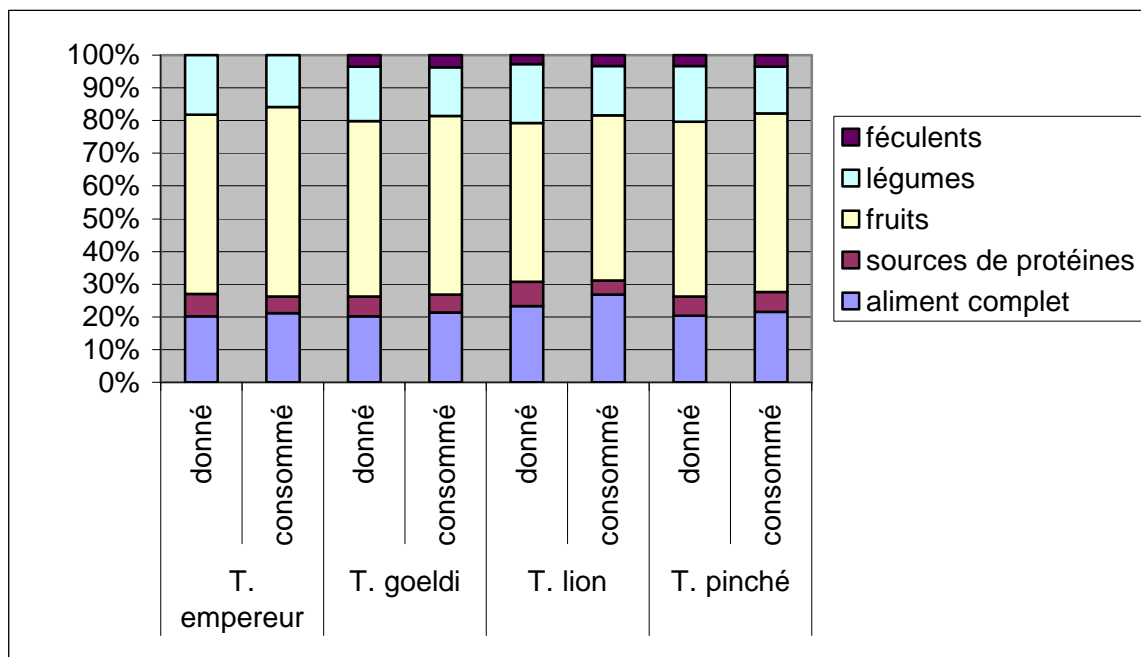
Il semble principalement y avoir un déséquilibre pour ce qui est du Ouistiti de Geoffroy : la ration est déséquilibrée au profit de l'aliment complet et au détriment des fruits. Cela ne doit pas alarmer, bien au contraire, car ces singes ont tendance à manquer de protéines, qu'ils peuvent trouver plus facilement dans les aliments complets que dans les fruits. Nous regarderons ultérieurement la composition nutritionnelle de la ration consommée pour voir si les besoins en protéine notamment sont couverts.

Figure 16 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de Lille



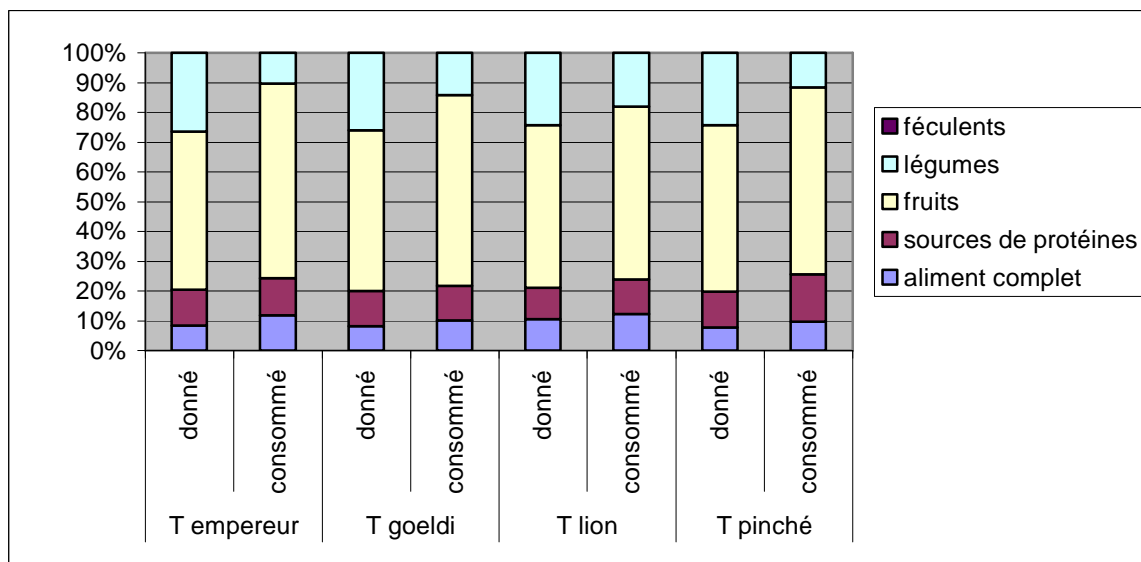
Les Ouistitis de Geoffroy du zoo de Lille semblent également déséquilibrer légèrement leur ration, en augmentant la part des fruits au détriment des légumes.

Figure 17 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de Besançon



Il semble que les repas donnés et ingérés soient à peu près dans des proportions similaires, à part en ce qui concerne le tamarin lion qui a tendance à favoriser la part d'aliment complet au détriment de celle des sources de protéines.

Figure 18 : pourcentage des différentes catégories d'aliments donnés et consommés au zoo de Beauval



On constate d'assez importantes disparités entre ce qui a été donné et ce qui a été ingéré, notamment en ce qui concerne les fruits et les légumes. Tous les Callithricidés du zoo de Beauval diminuent la part de légumes au profit des fruits, mais également au profit des sources de protéines pour ce qui est du tamarin pinché.

La comparaison des rations données et ingérées au zoo de Mulhouse est impossible car on ne connaît pas la quantité d'aliment complet donné : la bouillie, qui représente une part importante du repas, est pesée directement dans la gamelle, avant et après le repas.

Ces observations peuvent permettre d'avancer un peu dans les connaissances des habitudes alimentaires de ces primates et de corriger quelque peu les proportions des différents aliments proposés aux singes.

B. RÉSULTATS ET ANALYSE DES RATIONS DISTRIBUÉES (COMPOSITION NUTRITIONNELLE)

Pour l'analyse nutritionnelle au zoo de La Palmyre, on a observé uniquement pour ce qui est des tamarins empereurs, les données du groupe 3, qui se rapproche le plus des groupes de tamarins empereur dans les autres zoos (un couple reproducteur et sa descendance). Les résultats sont présentés par espèces, dans les annexes 24 à 28.

1. QUANTITE D'ÉNERGIE APPORTÉE PAR LES ALIMENTS INGERES.

Le tableau 7 nous indique la quantité d'énergie métabolisable consommée par un individu dans une journée. On constate qu'il y a de très fortes disparités en fonction des zoos pour une même espèce, mais également dans un même zoo entre les espèces.

Tableau 7 : quantité d'énergie métabolisable consommée par les Callithricidés (Kcal/j/individu)

	T empereur	O geoffroy	T goeldi	T lion	T pinché
Beauval	96,19		105,4	110,86	121,62
Besançon	111,48		151,83	183,57	158,58
Lille	120,05	121,7			
Mulhouse	66,96	47,63	66,05	66,47	68,92
La Palmyre	93,15	68,88	97,19	186,79	123,72
Valeurs théoriques pour un poids moyen d'après NRC, 2003	85	66	88	106	82

Prenons l'exemple des tamarins lions : on constate une très forte consommation en énergie au zoo de La Palmyre et de Besançon par rapport aux autres zoos. Ceci peut provenir du fait qu'à La Palmyre et à Besançon, on a uniquement un couple d'individus adultes, alors qu'à Mulhouse et à Beauval, les groupes sont beaucoup plus importants, comportant beaucoup d'individus subadultes et de très jeunes individus, moins lourds. Comme les besoins en énergie s'expriment en fonction du poids des individus, on n'est pas étonné de ces résultats. On constate également que les valeurs obtenues à l'aide des pesées sont très nettement supérieures aux valeurs théoriques. Cette différence provient principalement du fait que les données théoriques ont été obtenues sur des animaux de laboratoire qui ont très peu la possibilité de se déplacer et qui vivent souvent seuls ou en couple dans des petites cages. Leurs besoins en énergie sont donc moins importants.

Les résultats du zoo de Mulhouse sont très faibles, tout simplement parce qu'ils sont faussés. En effet, l'énergie métabolisable de l'un des principaux constituant de la bouillie du matin n'est pas connue et n'a donc pas été pris en compte par le logiciel. Ces résultats ne peuvent donc pas être interprétés.

2. EVALUATION DU TAUX DE PROTEINE DES RATIONS INGEREES

Tableau 8 : Pourcentage en protéine des rations consommées par les Callithricidés étudiés par rapport à la MS

	T empereur	T Goeldi	T lion	T pinché	T Geoffroy
Beauval	14,27	13,64	14,38	15,83	
Besançon	16,19	15,68	16,02	15,91	
Lille	11,80				11,29
Mulhouse	20,89	15,43	20,52	16,30	20,40
La Palmyre	Gr1 : 11,73	14,34	14,67	13,90	11,14
	Gr2 : 13,82				
	Gr3 : 13,54				

Les résultats présentés ci-dessus montrent clairement qu'il est difficile pour certains zoos d'atteindre les 15 à 22% de protéines totales recommandées dans la ration consommée, en particulier pour Lille et La Palmyre. Cette carence ne semble pas pour le moment se manifester par des troubles cliniques dans ces parcs et l'on ne note pas de troubles digestifs particuliers ni de signes de dépérissement sur ces espèces.

Les graphiques suivants représentent la répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction de 3 différentes catégories d'aliments suivantes :

- Les fruits et légumes,
- Les aliments complets distribués tous les matins :
 - A Beauval : les boulettes
 - A Besançon : le cake
 - A Lille : le cake et la gelée
 - A Mulhouse : la bouillie et la poudre tamarin saupoudrée sur les fruits
 - A La Palmyre : le cake et les croquettes Mini Marex® ou la Blédine® pour les singes qui ne mangent pas de croquettes.
- Les « compléments » : représentent les autres aliments qui sont en général considérés comme des sources de protéines supplémentaires.

Ces graphiques nous permettent de distinguer 2 groupes de parcs zoologiques : ceux qui apportent principalement les protéines avec les aliments complets (zoos de Mulhouse et de Besançon, figures 19 et 20), et ceux qui apportent principalement les protéines à l'aide des compléments (zoos de Beauval et de Lille, figures 22 et 23). Le zoo de La Palmyre (figure 21) est intermédiaire en fonction de l'aliment complet utilisé : les ouistitis de Geoffroy ne reçoivent pas de Mini Marex® mais de la Blédine®, ce qui modifie la principale source d'apports en protéines.

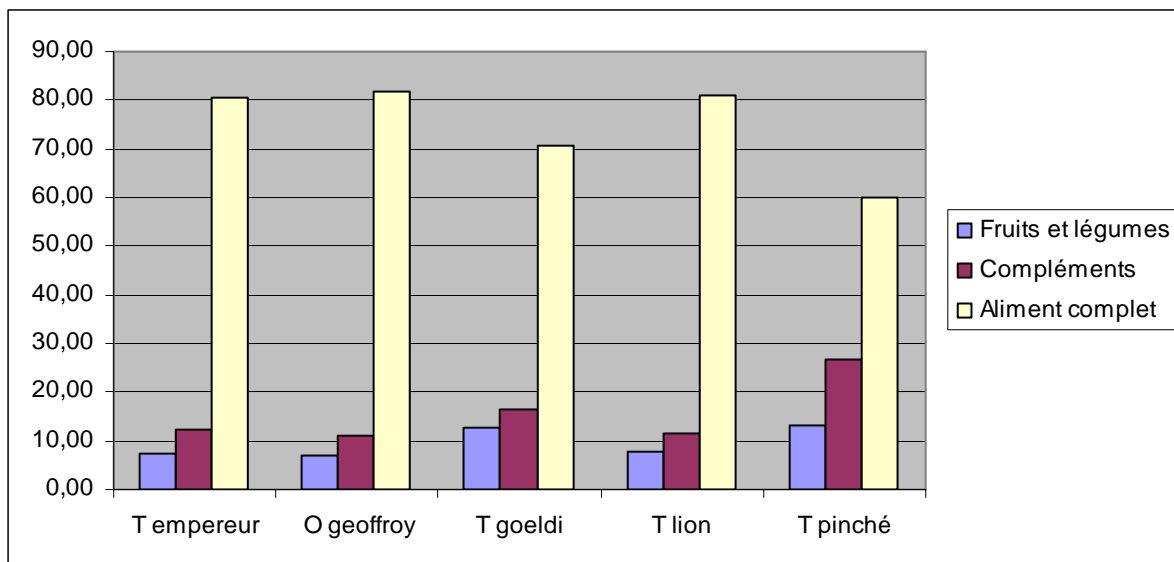


Figure 19 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Mulhouse

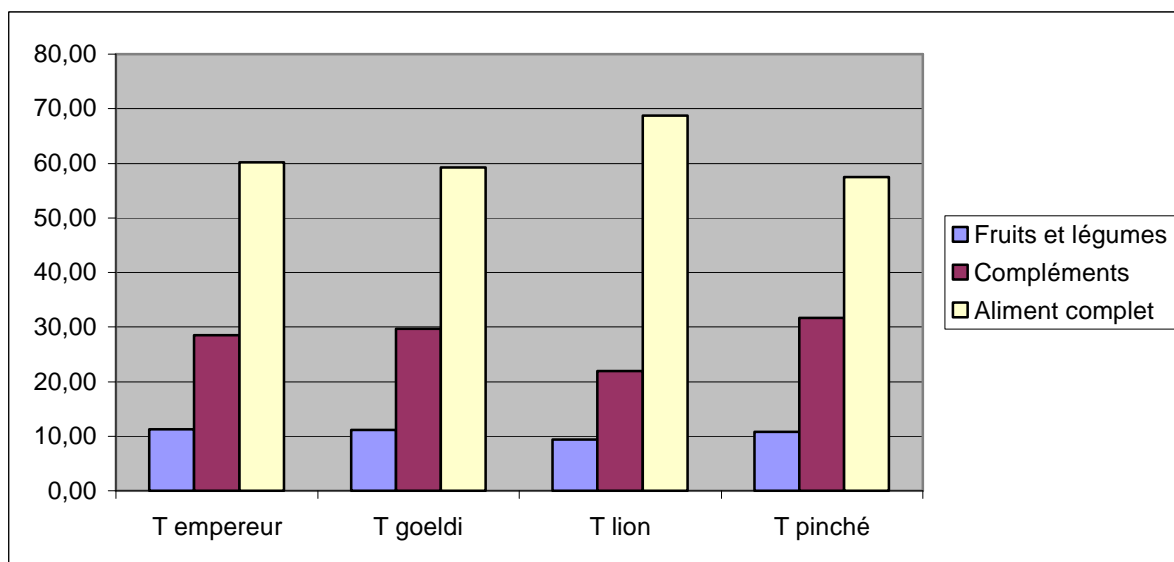


Figure 20 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Besançon

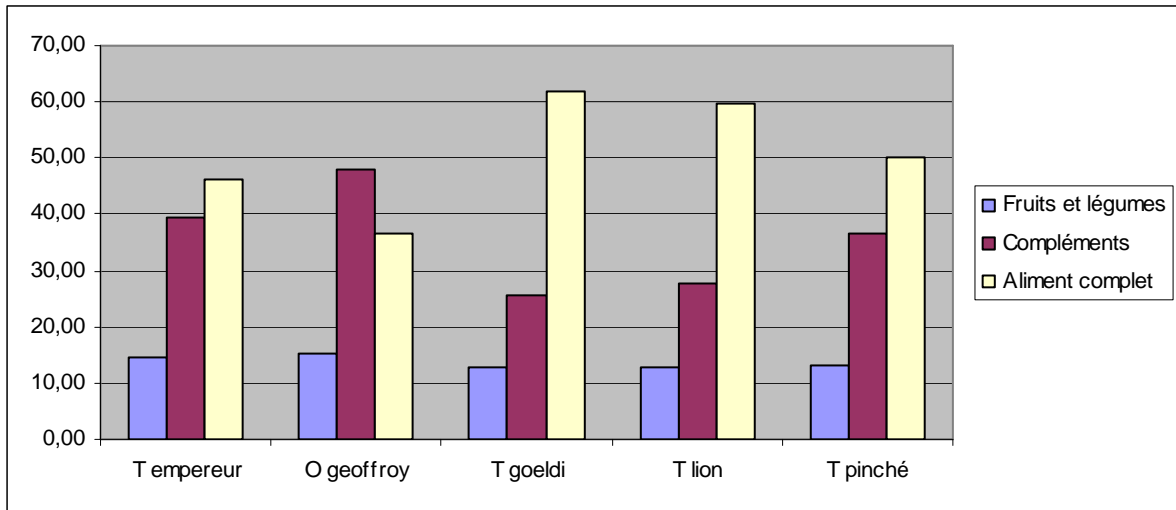


Figure 21 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de La Palmyre

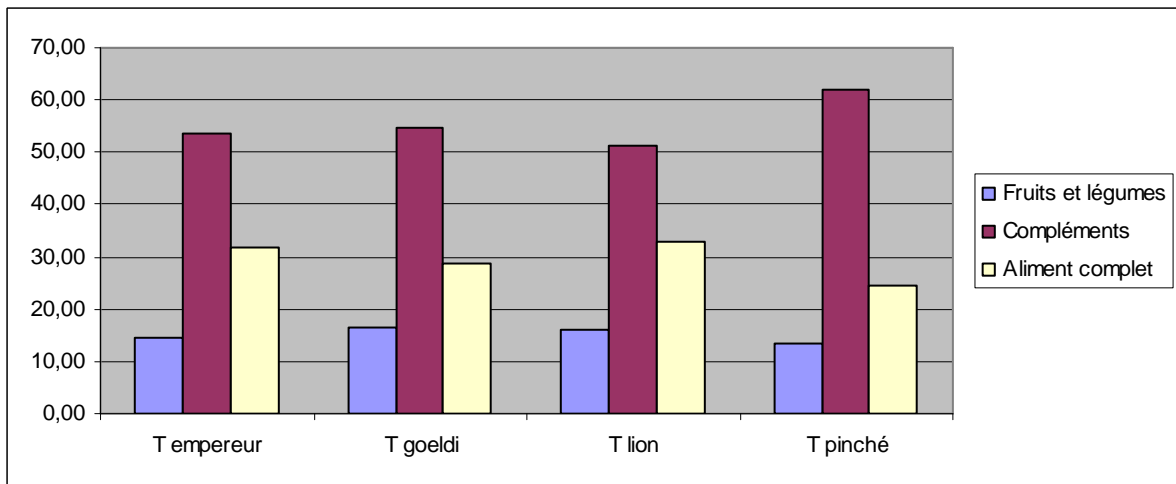


Figure 22 : répartition des protéines ingérées (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Beauval

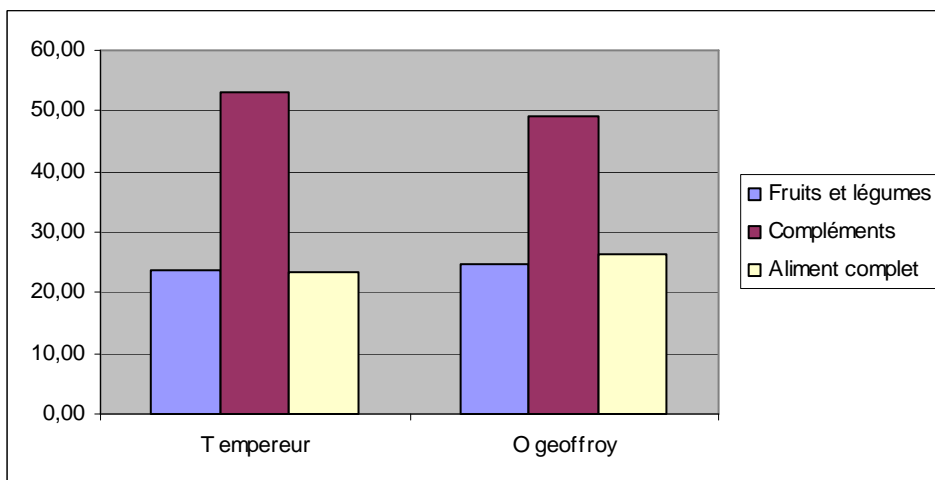


Figure 23 : répartition des apports en protéines (% MS) en fonction des différentes catégories d'aliments au zoo de Lille

3. LES TENDANCES DES RATIONS DE CHAQUE ZOO POUR QUELQUES NUTRIMENTS

a) LES VITAMINES

a.1) La vitamine A

Tous les parcs zoologiques étudiés ont des apports en vitamine A supérieurs aux recommandations. Certains parcs (Besançon, Lille et Beauval) distribuent jusqu'à plus de 12 fois la dose minimale recommandée (8 IU/g). Il serait intéressant dans ces parcs d'analyser les foies des animaux morts afin de savoir s'il n'y a pas trop d'accumulation de cette vitamine dans le foie.

a.2) La vitamine C

Cette vitamine est indispensable pour les primates. La recommandation NRC (2003) suggère d'apporter 500 ppm par apport à la MS. Tous les zoos étudiés sauf le zoo de Mulhouse dépassent ce taux. Les zoos de Besançon, Lille et La Palmyre ont des taux en vitamine C dans leur ration qui sont très importants (de 1500 à plus de 2000 mg/kg). Le zoo de La Palmyre, qui ne donne pas d'agrumes aux singes pour ne pas apporter trop de vitamine C a à peu près les mêmes résultats que les zoos qui distribuent des agrumes. En fait, les aliments industriels tels que la gomme arabique, le cake, sont complétés en vitamine C, ce qui provoque ce fort apport. Malheureusement, on ne peut pas connaître avec précision la quantité réellement ingérée, car comme nous l'avons déjà précisé, la vitamine C est assez instable et sa conservation peu varier fortement en fonction des conditions de stockage des aliments.

a.3) La vitamine D3

Les recommandations concernant la vitamine D3 sont de 2,5 UI/g. Mais il faut faire attention et prendre en compte l'accès des primates à l'exposition des UV.

Les zoos de Lille, de Beauval et de Mulhouse sont assez proches de la recommandation NRC et ont accès à l'extérieur en tout temps pour le zoo de Lille et uniquement lorsque les conditions climatiques sont optimales pour les zoos de Mulhouse et de Beauval.

Les zoos de Besançon et de La Palmyre ont des apports environ 4 fois plus importants que les recommandations (environ 10 IU/g), ce qui ne semble pas excessif étant donné que les singes ne sortent également que lorsque les conditions climatiques leur sont favorables.

a.4) L'acide folique

Tous les zoos sont largement en dessous des recommandations NRC (4 mg/kg) avec les valeurs les plus basses (<1 mg/kg) pour les zoos de Mulhouse et de La Palmyre.

b) LES MINERAUX

b.1) Le Fer

La recommandation NRC de 2003 est de 100 mg/kg de fer par rapport à la MS. Les zoos de Besançon et de La Palmyre ont des apports légèrement supérieurs à cette recommandation (environ 110mg/kg, maximum 116 mg/kg). Le zoo de Beauval a des valeurs légèrement inférieures (entre 78 et 90 mg/kg). Quant aux zoos de Lille et de Mulhouse, leurs valeurs sont plutôt faibles (de 26 à 64 mg/kg, avec les valeurs les plus faibles pour le zoo de Mulhouse). Nous rappelons que l'excès de fer n'est pas conseillé car il entraîne des risques d'hémorragie hépatique. Cependant, la carence en fer n'est pas une solution car le fer

intervient dans le fonctionnement de nombreuses enzymes et dans le transport d'oxygène par les hémoglobines. Une carence peut entraîner de l'anémie.

b.2) Le Calcium

La recommandation NRC est de 0,8% par rapport à la MS. Seul le zoo de Besançon réussit à apporter une telle concentration en Ca dans les rations consommées. Le zoo de La Palmyre arrive à cette concentration uniquement sur quelques espèces : les tamarins lions et les tamarins de Goeldi.

Les ouistitis de Geoffroy reçoivent très peu de calcium dans leur ration quelque soit le zoo dans lequel ils se trouvent. Peut être serait-il judicieux d'évaluer la concentration sérique en calcium de ces singes pour s'assurer qu'ils ne sont pas carencés, car le calcium est un élément essentiel pour la croissance et la lactation, et cette espèce est particulièrement difficile à maintenir en captivité et à reproduire.

b.3) Le Zinc

Tous les zoos sont largement en dessous de la recommandation NRC de 100 mg/kg. Il ne semble cependant pas y avoir apparition de pathologie dermatologique telle que des alopecies ou des épaissements de la peau comme il a pu être rapporté en laboratoire.

Les animaux en parcs zoologiques sont donc en général nourris largement si on ne considère uniquement que la quantité d'aliments distribués. Cependant, on se rend compte que les singes peuvent déséquilibrer eux-mêmes leur ration apportée, ce qui nécessite de bien contrôler finalement la quantité d'aliment apportée pour ne pas qu'ils trient de trop.

Les protéines, qui semblent être un élément fondamental à prendre en compte lors de la réalisation d'une ration pour les Callithricidés, ne sont que très difficilement apportées en concentration suffisante dans la ration.

Enfin, les rations consommées par les Callithricidés peuvent être assez déséquilibrées en apports de vitamines et minéraux, même si les zoos tentent de prendre en compte les carences et les excès. Nous pouvons dans ce cas citer le zoo de La Palmyre qui essaie de ne pas trop apporter de vitamine C pour ne pas favoriser l'absorption de fer. L'interdiction de la distribution d'agrumes ne suffit pas à empêcher une forte concentration en vitamine C, car ce sont les aliments complets industriels qui en sont le plus pourvus. De même ces aliments apportent une part importante du fer contenu dans la ration. Peut être que ces aliments ne sont pas encore suffisamment équilibrés en ce qui concerne les vitamines et les minéraux ?

IV. DISCUSSION

A. POURQUOI PLUSIEURS TYPES DE RATION ?

Comme nous avons pu le voir, il y a de grandes différences entre les différents menus des parcs étudiés. Ces différences peuvent s'expliquer par plusieurs raisons.

Tout d'abord, le choix du mode de distribution (le nombre de repas distribués par jour notamment) dépend principalement du nombre de soigneurs disponibles pour les Callithricidés et ainsi de leurs contraintes de temps. Nous pouvons citer l'exemple du zoo de La Palmyre qui ne distribue pas d'aliments le dimanche matin, tout simplement parce que les effectifs en soigneurs sur le parc ce jour-là sont réduits. Au zoo de Besançon, ce sont uniquement trois soigneurs qui sont chargés de rentrer tous les animaux du parc dans leurs

enclos intérieurs, et qui sont également chargés de faire sortir les visiteurs du parc. Ceci nécessite beaucoup de temps et les soigneurs ne peuvent pas se permettre de perdre trop de temps en rentrant les animaux. Les Callithricidés sont donc rentrés à l'aide de l'alimentation qui est déposée dans les cages intérieures, ce qui explique pourquoi ils reçoivent leurs fruits et légumes en fin de journée.

Ensuite, le choix des aliments provient surtout de la capacité du parc à acheter ou non les aliments distribués et du budget alloué à ces achats. Parmi les parcs étudiés, seul le parc de Besançon n'achète pas tous les aliments distribués et en récupère une partie dans les supermarchés. Les autres parcs choisissent alors entre le fait de toujours donner les mêmes aliments (zoo de La Palmyre) ou de varier les aliments en fonction des saisons (zoo de Mulhouse). Cependant, la majorité des parcs choisissent une situation mixte en apportant certains aliments toute l'année (les aliments industriels, certains fruits et légumes tels que les pommes, les bananes ou les carottes) et en complétant la ration avec des aliments variant en fonction des saisons.

La figure 24 ci-dessous présente la répartition des différentes catégories d'aliments ingérés dans une ration moyenne par rapport à la MS. Ceci permet de mettre en évidence des tendances d'apports des différentes catégories d'aliments : les zoos de Lille, de Beauval et de La Palmyre distribue plus de 50% de la ration en MS sous forme de fruits et légumes, contrairement aux zoos de Besançon et Mulhouse distribuent en part quasiment égale les aliments complets et les fruits et légumes.

De plus dans certains parcs, les compléments sont favorisés de façon assez importante. C'est le cas notamment des zoos de Lille et de Beauval.

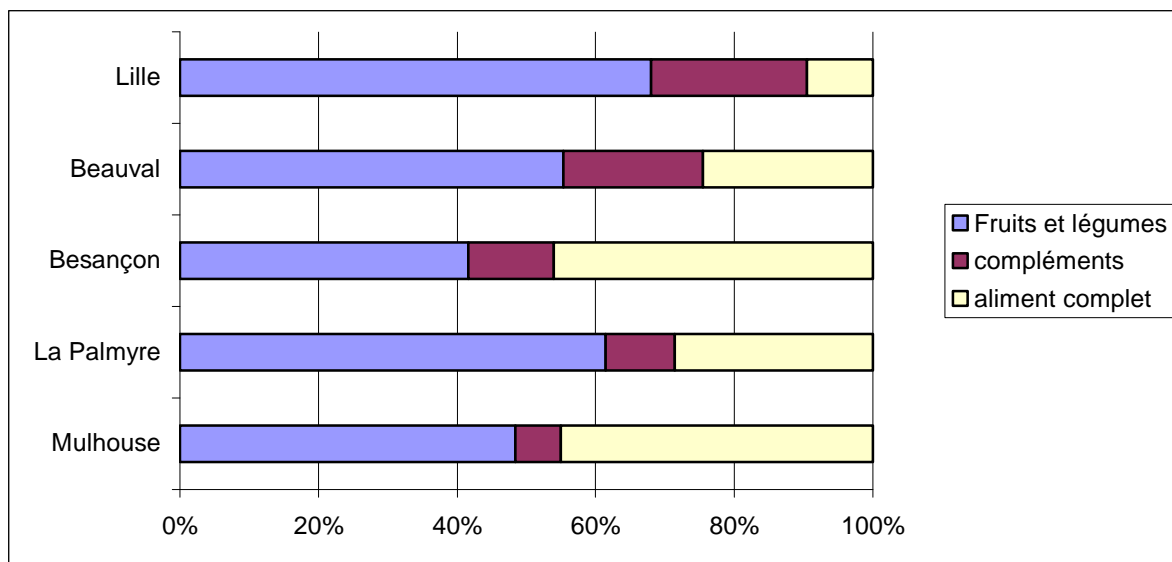


Figure 24 : répartition des différentes catégories d'aliments ingérés (en MS) de la moyenne des rations pour chaque zoo

B. ELABORATION D'UNE RATION EN FONCTION D'UNE PROBLÉMATIQUE

Connaître la répartition des différentes catégories d'aliments ingérées dans un parc permet ensuite d'envisager les limites d'une ration. Par exemple, lorsqu'un zoo souhaite

distribuer plus de 60% de sa ration en MS sous forme de fruits et légumes, il faudra avoir des aliments complets très riches en protéines pour compenser les faibles apports en protéine des fruits et légumes.

Prenons l'exemple du zoo de Lille, pour une ingestion de 100g de MS :

- les singes ingèrent 68g de la MS sous forme de fruits et légumes. Les fruits et légumes contiennent peu de protéines (de l'ordre de 4% par rapport à la MS), ce qui apporte pour la ration totale en MS 2,72g de protéines ($68g \times 0,04$).

- si l'on veut une ration à 20% de protéines par rapport à la MS, on doit donc apporter dans les 32g restant de la ration (aliments complets et compléments) 17,28g de protéines ($=20-2,72$)

- les aliments complets et les compléments doivent alors être très concentrés en protéines : de l'ordre de 54 % ($17,28 \times 32\%$).

Une aussi forte concentration en protéine est quasi impossible à obtenir. C'est donc principalement la trop forte proportion de fruits et légumes dans la ration qui limite la possibilité d'atteindre des taux élevés en protéine dans la ration ingérée.

A l'inverse, un zoo comme Mulhouse qui distribue moins de fruits et légumes dans sa ration (48% de la MS de la ration ingérée) aura plus de facilité à atteindre un objectif de 20% de protéines par rapport à la MS de la ration ingérée. Les aliments complets et les compléments devront contenir 35% de protéines par rapport à la MS, ce qui est déjà largement plus abordable.

L'élaboration d'une ration nécessite donc de connaître les proportions d'aliments que l'on va distribuer. Dans notre cas, pour les protéines, soit on choisit de fixer la quantité de fruits et légumes que l'on va apporter et l'on détermine ensuite la concentration en protéine nécessaire pour les compléments et les aliments complets, soit on connaît la concentration en protéines des aliments complets et compléments que l'on veut apporter et l'on détermine la quantité à distribuer de ces aliments avant de compléter la ration par les fruits et légumes.

CONCLUSION

Si l'on veut en pouvoir protéger les Callithricidés hors de leur environnement naturel, les connaissances concernant leur alimentation sont nécessaires et doivent encore progresser. Pour cela, les parcs zoologiques ont fait de gros efforts de recherche sur les besoins alimentaires des Callithricidés, aussi bien d'un point de vue nutritionnel que d'un point de vue environnemental (en favorisant spécialement les enrichissements). Il reste encore à prendre en compte les particularités de chaque espèce de cette famille car bien souvent les Callithricidés sont encore considérés comme un ensemble d'individus ayant les mêmes besoins, alors que l'on sait pertinemment que certaines espèces sont plus sensibles que d'autres à la captivité, ce qui peut entraîner des pathologies empêchant leur détention à plus ou moins long terme.

Les parcs étudiés commencent à prendre en compte ces particularités d'espèce et aménagent quelques modifications dans leurs menus. Cependant, il semble qu'il soit encore difficile pour les zoos d'apporter les éléments nutritionnels de base à tous les Callithricidés. De plus, on constate qu'il existe de gros écarts dans les régimes alimentaires entre les parcs. Chaque parc possède ses propres points forts et ses points faibles en ce qui concerne aussi bien la gestion des rations alimentaires que la gestion de la préparation et de la distribution de ces rations.

Cette étude ne se proposait pas de modifier les rations de chaque parc, mais de mettre en évidence la variété des rations alimentaires et les différentes possibilités qui s'offrent à chaque parc en fonction de son organisation.

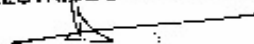
**Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon**

Germaine EGROU
Docteur Vétérinaire
Alimentation/Nutrition



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

Pour le Directeur et par délégation,
LA DIRECTRICE DE L'ENSEIGNEMENT



Professeur Françoise GRAIN

Le Président de la thèse



Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 15 MAI 2008

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



BIBLIOGRAPHIE

1. ACHENBACH, G.G., SNOWDON, C.T. (2002)
Costs of Caregiving: Weight Loss in Captive Adult Male Cotton-Top Tamarins (Saguinus oedipus) Following the Birth of Infants.
Int. J. Primatol., **23**, 1, 179-189.
2. ALLEN, M.E., OFTEDAL, O.T. (1996)
Essential nutrients in mammalian diets.
In Kleiman, D.G., Allen, M.E., Thompson, K.V., Lumpkin, S. (eds). *Wild mammals in captivity. Principles and techniques.* The University of Chicago Press, Chicago et Londres. 117-128
3. AUSMAN, M. (1995)
Nutritional Need of the Neonate and Growing Young Monkey.
In P. Wolff and S.D. Crissey (eds). *Symposium on the Health and Nutrition of New World Primates, held by the New World Primate Taxon Advisory Group of the American Zoo and Aquarium Association (AZA), Brookfield, IL, 12 mars 1995.* 15-19.
4. BAIRRAO RUIVO, E. (2001)
Emperor Tamarin European Studbook, N°8
E. Bairrao Ruivo (eds). Lisbon Zoo.
5. BAIRRAO RUIVO, E. (2002)
Enrichment
in J.B. Carroll (ed). *EAZA Husbandry Guidelines for the Callitrichidae.* Bristol Zoo Gardens, Bristol. 44-46.
6. BAIRRAO RUIVO, E., CARROLL, J.B. (2002)
Biology and field data
in J.B. Carroll (ed). *EAZA Husbandry Guidelines for the Callitrichidae.* Bristol Zoo Gardens, Bristol. 5-30.
7. BARNARD, D., KNAPKA, J., RENQUIST, D. (1988)
The apparent reversal of a wasting syndrome by nutritional intervention in Saguinus mystax.
Lab. Anim. Sci., **38**, 3, 282-8.
8. BERNDT, J.H.J., WIND, G., SPIJKE, R. (2003)
Glutenfree diet for Callitrichids at Emmen zoo
in *EAZA News, Special issue on Zoo Nutrition III*, 16-17.
9. BERTRAM, B.C.R. (1982)
The management and breeding of New World monkeys at London Zoo 1972-1981.
Int. Zoo Yb. **22**, 1, 84-88.
10. BOX, H.O. (1997)
Foraging strategies among male and female marmosets and tamarins (Callitrichidae): new perspectives in an underexplored area.
Folia Primatol. (Basel), **68**, 3-5, 296-306.
11. BRAND, H.M. (1981)
Husbandry and breeding of a newly-established colony of cotton-topped tamarins (Saguinus oedipus oedipus).
Lab. Anim., **15**, 1, 7-11.
12. BROWN, G.R., ALMOND, R.E, BATES, N.J. (2005)
Adult-infant food transfer in common marmosets: an experimental study.
Am. J. Primatol., **65**, 4, 301-12.
13. BROWN, L.R., HANDLER, S., ALLEN, S.H., SHEA, C., WHEATCROFT, M.G., FROME, W.J. (1973)
Oral microbial profile of the marmoset.
J. Dent. Res., **52**, 4, 815-22.

14. CARROLL, J.B. (1997)
A Comparative Summary of the Nutritional Adaptations and Needs of Callitrichids and Application to Captive Management
in C. Pryce, L. Scott, and C. Schnell (eds). *Marmosets and Tamarins in Biological and Biomedical Research, organised by the European Marmoset Research Group*. DSSD Imagery, Salisbury, United Kingdom, 70-76.
15. CARROLL, J.B. (ED) (2002)
EAZA Husbandry Guideleines for the Callithricidae
Bristol Zoo Gardens, Bristol, 118 pp
16. CATON, J.M., HILL, D.M., HUME, I.D., CROOK, G.A. (1996)
The digestive strategy of the common marmoset, Callithrix jacchus.
Comp. Biochem. Physiol. A Physiol., **114**, 1, 1-8.
17. CHADWICK, D.P., MAY, J.C., LORENZ, D. (1979)
Spontaneous zinc deficiency in marmosets, Saguinus mystax.
Lab. Anim. Sci., **29**, 4, 482-5.
18. CHARNOCK, J.S., ABEYWARDENA, M.Y., POLETTI, V.M., MCLENNAN, P.L. (1992a)
Differences in fatty acid composition of various tissues of the marmoset monkey (Callithrix jacchus) after different lipid supplemented diets.
Comp. Biochem. Physiol. Comp. Physiol., **101**, 2, 387-93.
19. CHARNOCK, J.S., MCLENNAN, P.L., ABEYWARDENA, M.Y. (1992b)
Dietary modulation of lipid metabolism and mechanical performance of the heart.
Mol. Cell. Biochem., **116**, 1-2, 19-25.
20. CITES (CONVENTION SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL DES ESPECES DE FAUNE ET DE FLORE SAUVAGES MENACEES D'EXTINCTION) (Pages consultées le 15 janvier 2008).
Site de la CITES, [en ligne]. Adresse URL : <http://www.cites.org/fra/index.shtml>
21. COIMBRA-FILHO, A.F., DA CRUZ ROCHA, N., PISSINARRI, A. (1980)
Morfofisiologia do eco e sua correlação com o tipo odontológico em Callithrichidae (Platyrrhini, Primates)
Rev. Brasil. Biol. **40**, 177-185
22. CRISSEY, S., LINTZENICH, B., SLIFKA, K. (1999)
Diets for Callitrichids - Management Guidelines.
In V. Sodaro and N. Saunders (eds). *Callitrichid Husbandry Manual*. Chicago Zoological Park, Chicago, 51-63.
23. CRISSEY, S., PRIBYL, L. (2000)
A review of nutritional deficiencies and toxicities in captive New World primates.
Int. Zoo Yb., **37**, 355-360.
24. CROLL, D.H., AUSMAN, L.M., NICOLosi, R.J. (1993)
Cholesterol metabolism in New World primates : comparative studies in two tamarin species (Saguinus oedipus and Saguinus fuscicollis) and the squirrel monkey (Saimiri sciureus).
Comp. Biochem. Physiol. B, **106**, 4, 845-53.
25. DE ROSA, C., VITALE, A., PUOPOLO, M., (2003)
The puzzle-feeder as feeding enrichment for common marmosets (Callithrix jacchus) : a pilot study.
Lab. Anim., **37**, 2, 100-7.
26. DIETZ, J.M., PERES, C.A., PINDER, L. (1997)
Foraging ecology and use of space in wild golden lion tamarins (Leontopithecus rosalia).
Am. J. Primatol., **41**, 4, 289-305.
27. DORRESTEIN, G.M., DE SA, L., RATIARISON, S., METE, A. (2000)
Iron in the Liver of Animals in the Zoo : A Pathologists point of view.
In Nijboer, J. et al. (eds). *Zoo Animal Nutrition*. Filander Verlag, Fürth, 291-99

28. DREIZEN, S., LEVY, B.M. (1969)
Histopathology of experimentally induced nutritional deficiency cheilosis in the marmoset (Callithrix jacchus).
Arch. Oral Biol. **14**, 577-582
29. DREIZEN, S., LEVY, B.M., BERNICK, S. (1970)
Studies on the biology of the periodontium of marmosets. VIII. The effect of folic acid deficiency on the marmoset mucosa.
J. Dental. Res. **49**, 616-620
30. DREIZEN, S., LEVY, B.M., BERNICK, S. (1971)
Diet induced jejunal lipodystrophy in the cotton top marmoset (Saguinus oedipus).
Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **138**, 1, 7-11.
31. EGLER, S.G. (1992)
Feeding ecology of Saguinus bicolor bicolor (Callitrichidae: Primates) in a relict forest in Manaus, Brazilian Amazonia.
Folia Primatol. (Basel), **59**, 2, 61-76.
32. FENSTER, R., ISLER, D., WEBER, G. (2000)
Vitamine C Nutrition in Zoo Animals.
In Nijboer, J. et al. (eds). *Zoo Animal Nutrition*. Filander Verlag, Fürth, 309-14
33. FERRARI, S.F., MARTIN, E.S. (1992)
Gummivory and gut morphology in two sympatric callitrichids (Callithrix emiliae and Saguinus fuscicollis weddelli) from Western Brazilian Amazonia.
Am. J. Phys. Anthropol. **88**, 1, 97-103
34. FERRARI, S.F., LOPES, M.A., KRAUSE, E.A. (1993)
Brief communication : gut morphology of Callithrix nigriceps and Saguinus labiatus from Western Brazilian Amazonia.
Am. J. Phys. Anthropol. **90**, 4, 487-93
35. FLURER, C.I., ZUCKER, H. (1985)
Long-term experiments with low dietary protein levels in Callitrichidae.
Primates, **26**, 4, 479-490.
36. FLURER, C.I., KERN, M., RAMBECK, W.A., ZUCKER, H. (1987a)
Ascorbic acid requirement and assessment of ascorbate status in the common marmoset (Callithrix jacchus).
Ann. Nutr. Metab., **31**, 4, 245-52.
37. FLURER, C.I., ZUCKER, H. (1987b)
Difference in serum ascorbate in two species of Callitrichidae.
Int. J. Vitam. Nutr. Res., **57**, 3, 297-8.
38. FLURER, C.I., ZUCKER, H. (1987c)
Evaluation of serum parameters relevant to vitamin D status in tamarins.
J. Med. Primatol., **16**, 3, 175-84.
39. FLURER, C.I., SAPPL, A., ADLER, H., ZUCKER, H. (1987d)
Determination of the protein requirements of marmosets (Callithrix jacchus) by nitrogen balance with regard to concentration of essential amino acid in the diet.
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., **57**, 23-31
40. FLURER, C.I., ZUCKER, H. (1988a)
Coprophagy in marmosets due to insufficient protein (amino acid) intake.
Lab. Anim., **22**, 4, 330-1.
41. FLURER, C.I., KROMMER, G., ZUCKER, H. (1988b)
Endogenous N-excretion and minimal protein requirement for maintenance of the common marmoset (Callithrix jacchus).
Lab. Anim. Sci., **38**, 2, 183-6.

42. FLURER, C.I., ZUCKER, H. (1989)
Ascorbic acid in a New World monkey family: species difference and influence of stressors on ascorbic acid metabolism.
Z. Ernährungswiss, **28**, 1, 49-55.
43. GARBER, P.A., (1993)
Feeding, Ecology and Behaviour of the genus Saguinus
In A.B. Rylands (ed). *Marmosets and tamarins : Systematics, Behaviour and Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
44. GHEBREMESKEL, K., HARBIGE, L.S., WILLIAMS, G., CRAWFORD, M.A., HAWKEY, C. (1991)
The effect of dietary change on in vitro erythrocyte haemolysis, skin lesions and alopecia in common marmosets (Callithrix jacchus).
Comp. Biochem. Physiol. A, **100**, 4, 891-6.
45. GLICKSMAN, M. (1969)
Gum Technology in the Food Industry
Academic press, New York, 590 p
46. GOLDIZEN, A., (1989)
Social Relationships in a cooperatively polyandrous group of Saddle Back Tamarins (Saguinus fuscicollis).
Behavioural Ecology and Sociobiology, **24**, 79-89.
47. GORE, M.A., BRANDES, F., KAUP, F.J., LENZNER, R., MOTHESE, T., OSMAN, A.A. (2001)
Callitrichid nutrition and food sensitivity.
J. Med. Primatol., **30**, 3, 179-84.
48. HARRISON, M.L., TARDIF, S.D. (1994)
Social implications of gummivory in marmosets.
Am. J. Phys. Anthropol., **95**, 4, 399-408.
49. HATT, J.M., SAINSBURY, A.W. (1998)
Unusual case of metabolic bone disease in a common marmoset (Callithrix jacchus).
Vet. Rec., **143**, 3, 78-80.
50. HEYMANN, E. (1992)
Seed ingestion and gastrointestinal health in tamarins.
Laboratory Primate Newsletter, **31**, 3, 15-16
51. IALEGGIO, M., BAKER, A.J. (1995)
Results of a preliminary survey into wasting marmoset syndrome in callitrichid collections.
Proceedings of the 1st annual conference of the nutritional advisory group of the American Zoo & Aquarium Association.
52. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN) (2001)
Catégories et Critères de l'IUCN pour la Liste Rouge : version 3.1 .
Commission de la sauvegarde des espèces de l'IUCN. IUCN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. ii + 32 pp.
53. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN) (2008)
(Pages consultées le 17 janvier 2008). IUCN, The World Conservation Union, [en ligne]. Adresse URL : <http://www.iucn.org>
54. JOHNSON, L.D., AUSMAN, L.M., SEHGAL, P.K., KING, N.W.JR. (1996)
A prospective study of the epidemiology of colitis and colon cancer in cotton-top tamarins (Saguinus oedipus).
Gastroenterology, **110**, 1, 102-15.
55. JOHNSON, L.D., AUSMAN, L.M., ROLLAND, R.M., CHALIFOUX, L.V., RUSSELL, R.G. (2001)
Campylobacter-induced Enteritis and Diarrhea in Captive Cotton-top Tamarins (Saguinus oedipus) During the First Year of Life
Comp. Med., **51**, 3, 257-261

56. JUAN-SALLES, C., ET AL. (2003)
Anemia, myopathy, and pansteatitis in vitamin E-deficient captive marmosets (Callithrix spp.).
Vet. Pathol., **40**, 5, 540-7.
57. KENDAL, R.L., COE, R.L., LALAND, K.N. (2005)
Age Differences in Neophilia, Exploration, and Innovation in Family Groups of Callitrichids Monkeys
Am. J. Primatol, **66**, 167-188
58. KIRKWOOD, J., UNDERWOOD, S. (1984)
Energy requirements of captive cotton-top tamarins (Saguinus oedipus oedipus)
Folia Primatol, **42**, 180-187
59. KLEIMAN, D.G., HOAGE, R.J., GRENN, K.J. (1988)
The Lion Tamarins, genus Leontopithecus.
In Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Coimbra-Filho, A., Fonseca, G.A.B. (eds). *Ecology and behavior of neotropical primates, volume II*. WWF, Washington DC. 299-347
60. KLEIMAN, D.G., GEIST, V., MCDADE, M.C. (EDS) (2003)
New World Monkeys II : Marmosets, tamarins, and Goeldi's monkeys (Callitrichidae)
In Kleiman, D.G., Geist, V., McDade, M.C. (eds), *Grzimek's Animal life Encyclopedia, Second Edition, 14-III*,
Gale, Detroit, 115-133
61. KOENIG, A. (1998)
Visual scanning by common marmosets (Callithrix jacchus) : functional aspects and the special role of adult males.
Primates, **39**, 85-90.
62. KROMBACH, F., FLURER, C. I., ZUCKER, H. (1984)
Effects of fibre on digestibility and passage time in callitrichidae.
Lab. Anim., **18**, 3, 275-9.
63. LAMBERT, J.E. (1998)
Primate digestion : interactions among anatomy, physiology and feeding ecology.
Evolutionary Anthropology, **7**, 1, 8-20.
64. LAYNE, D.G., POWER, R. A. (2003)
Husbandry, handling, and nutrition for marmosets.
Comp. Med., **53**, 4, 351-9.
65. LECOCQ, M. (2005)
Contribution à l'alimentation en parc zoologique de deux espèces de primates : Callithrix geoffroyi et Saimiri boliviensis.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 243 pp.
66. LEUS, K. (2002)
Nutrition
in J.B. Carroll (ed). *EAZA Husbandry Guidelines for the Callitrichidae*. Bristol Zoo Gardens, Bristol. 71-95.
67. LIU, C.H., CHEN, Y.T., WANG, P.J., CHIN, S.C. (2004)
Intestinal adenocarcinoma with pancreas and lymph node metastases in a captive cotton-top tamarin (Saguinus oedipus).
J. Vet. Med. Sci., **66**, 10, 1279-82.
68. MANO, M.T., POTTER, B.J., BELLING, G.B., HETZEL, B.S. (1985)
Low-iodine diet for the production of severe I deficiency in marmosets (Callithrix jacchus jacchus).
Br. J. Nutr., **54**, 2, 367-72.
69. MANO, M.T., POTTER, B.J., BELLING, G.B., CHAVADEJ, J., HETZEL, B.S (1987)
Fetal brain development in response to iodine deficiency in a primate model (Callithrix jacchus jacchus).
J. Neurol. Sci., **79**, 3, 287-300.

70. MCINTOSH, G.H., BULMAN, F.H., LOOKER, J.W., RUSSELL, G.R., JAMES, M. (1987)
The influence of linoleate and vitamine E from sunflower seed oil on platelet function and prostaglandin production in the common marmoset monkey.
J. Nutr. Sci. Vit. **33**, 299-312
71. MEDART, J. (2005)
Manuel pratique de nutrition. L'alimentation préventive et curative.
De Boeck Université (ed), Bruxelles, 278 pp.
72. MEEHAN, T.P., CRISSEY, S., LANGMAN, C.D., SOULER, D.E. (1996)
Vitamin D related disease in infant primates.
Proceed. AAZV conf. , 91-93.
73. MILLER, G.F., BARNARD, D.E., WOODWARD, R.A., FLYNN, B.M., BULTE, J.W. (1997)
Hepatic hemosiderosis in common marmosets, Callithrix jacchus: effect of diet on incidence and severity.
Lab. Anim. Sci., **47**, 2, 138-42.
74. MILLS, J.P., PENNISTON, K.L., TANUMIHARDJO, S.A. (2005)
Extra-hepatic vitamin A concentrations in captive Rhesus (Macaca mulatta) and Marmoset (Callithrix jacchus) monkeys fed excess vitamin A.
Int. J. Vitam. Nutr. Res., **75**, 2, 126-32.
75. MOISSON, P. (2007)
Classification et protection des primates.
Cours d'optionnel N.A.C., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, mars 2007
76. MONTALI, R.J., SCANGA, C.A., PERNIKOFF, D., WESSNER, D.R., WARD, R., HOLMES, K.V. (1993)
A common-source outbreak of callitrichid hepatitis in captive tamarins and marmosets.
J. Infect. Dis., **167**, 4, 946-50.
77. NASH, L.T. (1986)
Dietary, behavioral, and morphological aspects of gummivory in primates.
Yearbook of physical anthropology, **29**, 113-137.
78. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) OF THE NATIONAL ACADEMIES (1978)
Nutrient Requirements of Nonhuman Primates
National Academy of Science, Washington DC, 71 pp
79. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) OF THE NATIONAL ACADEMIES (2003)
Nutrient Requirements of Nonhuman Primates : Second Revised Edition
The National Academies Press, Washington DC, 308 pp
80. NIEVERGELT, C.M., MARTIN, R.D. (1999)
Energy intake during reproduction in captive common marmosets (Callithrix jacchus).
Physiol. Behav., **65**, 4-5, 849-54.
81. NUTRITION ADVISORY GROUP (NAG) (2003)
Callitrichids: Nutrition and Dietary Husbandry. (Pages consultées le 18 janvier 2008). [fichier pdf en ligne].
Adresse URL : <http://www.nagonline.net/Technical%20Papers/NAGFS1303CALLITRICHIDSAPR7-2003.pdf>
82. O'DELL, B.L., SUNDE, R.A. (1997)
Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements.
CRC Press, New York, 692 pp
83. OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE (ONCFS) (PAGES CONSULTEES LE 15 JANVIER 2008)
La réglementation des échanges d'espèces menacées, [en ligne]
http://www.oncfs.gouv.fr/events/droit_jurispudence/2005/reglementation_especes_menacees_MEDD.pdf

84. OFTEDAL, O.T. (1991)
The nutritional consequences of foraging in primates: the relationship of nutrient intakes to nutrient requirements.
 Philos. Trans. R. Soc. Lond. B., **334**, 1270, 161-70.
85. OFTEDAL, O.T. (1995)
The Comparative Nutrition of New World Primates
 In P. Wolff and S.D. Crissey (eds). *Symposium on the Health and Nutrition of New World Primates, held by the New World Primate Taxon Advisory Group of the American Zoo and Aquarium Association (AZA), Brookfield, IL, 12 mars 1995.* 4-8.
86. OFTEDAL, O.T., ALLEN, M.E. (1996)
The feeding and nutrition of omnivores with special emphasis on primates.
 In Kleiman, D.G., Allen, M.E., Thompson, K.V., Lumpkin, S. (eds). *Wild mammals in captivity. Principles and techniques.* The University of Chicago Press, Chicago et Londre. 148-157
87. OFTEDAL, O.T., POWER, M.L., TARDIF, S.D. (1997)
Do new world really have elevated needs for protein and vitamin D?
 In *Proceedings of the second conference of the Nutritional Advisory Group (NAG) of the American Zoo and Aquarium association (AZA) on Zoo and Wildlife Nutrition, October 16-17 1997.* Ft Worth, TX. 28-33.
88. O'SULLIVAN, C., GORE, M.A., FOLEY, S., VELANDER, K. (2003)
The role of insects in Callitrichid nutrition
 In *EAZA News, Special issue on Zoo Nutrition III.* 30-31.
89. PACK, K.S., HENRY, O. SABATIER, D. (1999)
*The Insectivorous-Frugivorous Diet of the Golden-Handed Tamarin (*Saguinus midas midas*) in French Guiana*
 Folia Primatol. **70**, 1-7
90. PASSAMANI, M. (1998)
*Activity budget of Geoffroy's marmoset (*Callithrix geoffroyi*) in an Atlantic forest in southeastern Brazil.*
 Am. J. Primatol., **46**, 4, 333-40.
91. PASSOS, F.C. (1997)
*Seed dispersal by black lion tamains, *Leontopithecus chrysopygus* (Primates, Callitrichidae) in southeastern Brazil.*
 Mammalia, **61**, 1, 109-111
92. PENNINO, M., DIRENFELD, A.S., BEHLER, J.L. (1991)
Retinol, tocophérol and proximate nutrient composition of invertebrates used as feed.
 Int. Zoo Yb., **30**, 143-149
93. PENNISTON, K.L., THAYER, J.C., TANUMIHARDJO, S. A. (2003)
*Serum vitamin A esters are high in captive rhesus (*Macaca mulatta*) and marmoset (*Callithrix jacchus*) monkeys.*
 J. Nutr., **133**, 12, 4202-6.
94. PERES, C.A. (1989a)
*Exsudate-eating by wild golden lion tamarin, *Leontopithecus rosalia*.*
 Biotropica, **21**, 287-288.
95. PERES, C.A. (1989b)
*Costs and benefits of territorial defense in wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia**
 Behav. Ecol. Sociobiol., **25**, 227-233
96. PERES, C.A. (2000)
Territorial defense and the ecology of group movements in small-bodied neotropical primates.
 In Boinski, S., Garber, P.A. (eds). *On the move : how and why animals travel in groups.* Chicago, University of Chicago Press. 100-123

97. POOK, A.G., POOK, G (1981)
A field study of the socio-ecology of the Goeldi's monkey (*Callimico goeldii*) in Northern Bolivia
Folia Primatol., **35**, 288-312
98. PORTER, L.M. (2001)
Benefits of polyspecific associations for the Goeldi's monkey (Callimico goeldii).
Am. J. Primatol., **54**, 3, 143-58.
99. POWER, M.L. (1991)
Digestive function, energy intake and digestive response to dietary gum in captive callitrichids.
Ph. D. Dissertation, University of California, Berkeley.
100. POWER, M.L. (1996)
The other side of Callitrichine gummivory – digestibility and nutritive value.
In Norconk, M.A., Rosenberg, A.L., Garber, P.A. (eds). *Adaptative radiations in Neotropical primates*. Plenum Press, New York et Londres.
101. POWER, M.L., OFTEDAL, O.T (1996)
Differences Among Captive Callitrichids in the Digestive Responses to Dietary Gum.
Am; J. Primatol., **40**, 131-144
102. POWER, M.L. ET AL. (1997)
Assessing vitamin D Status of Callitrichids : Baseline Data From Wild Cotton-Top Tamarins (Saguinus oedipus) in Colombia
Zoo Biol. **16**, 39-46
103. POWER, M.L., TARDIF, S.D., LAYNE, D.G., SCHULKIN, J. (1999)
Ingestion of calcium solutions by common marmosets (Callithrix jacchus).
Am. J. Primatol., **47**, 3, 255-61.
104. PRADO, F. (1999)
Ecologia, compartimento e conservacao do mico-leao-da-cara-preta (Leontopithecus caissara) no Parque Nacional do Superguí, Guaraqueçaba, Parana,
M.S. thesis, Universidade Estadual Paulista, Brazil, Botucatu.
105. PRICE, E.C. (1992)
The nutrition of Geoffroy's marmoset Callithrix geoffroyi at Jersey Wildlife Preservation Trust.
Dodo J. Wildl. Preserv. Trust, **28**, 58-69.
106. RABOY, B.E., DIETZ, J. M., (2004)
Diet, foraging, and use of space in wild golden-headed lion tamarins.
Am. J. Primatol., **63**, 1, 1-15.
107. RYLANDS, A.B. (1981)
Preliminary field observations on the marmoset, Callithrix humeralifer intermedius (Hershkovitz, 1977) at Dardanelos, Rio Arapuana, Mato Grosso.
Primates, **22**, 46-59
108. RYLANDS, A.B. (1984)
Marmosets and Tamarins
In Mc Donald, D. (ed.). *All the World's Animals : Primates*. New York, Torstar Book, 46-49
109. RYLANDS, A.B. (1993)
The ecology of the lion tamarins, Leontopithecus : some intrageneric differences and comparisons with other Callitrichids
In A.B. Rylands (ed). *Marmosets and tamarins : systematics, behaviour, and ecology*. Oxford University Press, Oxford. 296-313.
110. RYLANDS, A.B. (1996)
Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in the Callitrichidae.
Am. J. Primatol., **41**, 289-305.

111. RYLANDS, A.B. (2001)
Two Taxonomies of the New World Primates – A comparison of Rylands et al. (2000) and Groves (2001).
Neotropical Primates, **9**, 3, 121-24
112. RYLANDS, A.B., DE FARIA, D.S. (1993)
Habitats, feeding ecology and home range size in the genus Callithrix.
In : Rylands, A.B. (ed), *Marmosets and Tamarins : systematics, behaviour and ecology.* Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo. 262-272
113. RYLANDS, A.B. ET AL. (2000)
An Assessment of the Diversity of New World Primates.
Neotropical Primates, **8**, 2, 61-93
114. SHINKI, T. ET AL. (1983)
Extremely high circulating levels of 1 alpha 25-dihydroxyvitamin D3 in the marmoset, a New World monkey
Biochem. Biophys. Res Commun. **114**, 2, 452-457
115. SIMAS, N.K., FERRARI, S.F., PEREIRA, S.N., LEITÃO, G.G. (2001)
Chemical ecological characteristics of herbivory of Siparuna guianensis seeds by buffy-headed marmosets (Callithrix flaviceps) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil.
J. Chem. Ecol., **27**, 1, 93-107.
116. SNOWDON, C.T., SOINI P. (1988)
The tamarins, genus Saguinus
In Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Coimbra-Filho, A.F., da Fonseca, G.A.B. (eds). *Ecology and Behaviour of Neotropical Primates.* World Wildlife Fund., Washington DC. 223-298.
117. SOINI, P. (1982)
Ecology and population dynamics of the pygmy marmoset, Cebuella pygmaea.
Folia Primatol., **39**, 1-21.
118. SOINI, P. (1987)
Ecology of the Saddle back tamarin Saguinus fuscicollis illigeri on the Rio Pacaya, Northeastern Peru.
Folia Primatol., **49**, 11-32.
119. SOUZA DE OLIVEIRA, M., LOPES, F.A., ALONSO, C., YAMAMOTO, M.E. (1999)
The mother's participation in infant carrying in captive groups of Leontopithecus chrysomelas and Callithrix jacchus.
Folia Primatol. (Basel), **70**, 3, 146-53.
120. STEVENSON, M.F., RYLANDS, A.B. (1988)
The marmosets, genus Callithrix
In Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Coimbra-Filho, A.F., da Fonseca, G.A.B. (eds). *Ecology and Behavior of Neotropical primates.* World Wildlife Fund., Washington DC. 131-222.
121. STURMAN, J.A. (1993)
Taurine in development
Physiol. Rev., **73**, 1, 119-147
122. TAKAHASHI, N., ET AL. (1985)
The mechanism of end-organ resistance to 1 alpha,25-dihydroxycholecalciferol in the common marmoset.
Biochem. J., **227**, 2, 555-63.
123. TARDIF, S.D., POWER, M., LAYNE, D., SMUCNY, D., ZIEGLER, T. (2004)
Energy restriction initiated at different gestational ages has varying effects on maternal weight gain and pregnancy outcome in common marmoset monkeys (Callithrix jacchus).
Br. J. Nutr., **92**, 5, 841-9.

124. TAYLOR, A.B. VINYARD, C.J. (2004)
Comparative analysis of masseter fiber architecture in tree-gouging (Callithrix jacchus) and nongouging (Saguinus oedipus) callitrichids.
 J. Morphol., **261**, 3, 276-85.
125. TERBORGH, J. (1983)
Five New World Primates. A Study of Comparative Ecology.
 Princeton University Press, Princeton.
126. TERBORGH, J. (1987)
The surreptitious life of saddle backed tamarin.
 American Scientist, **75**, 260-299.
127. THOMPSON, S.D., POWER, M.L., RUTLEDGE, C.E., KLEIMAN, D.G (1994)
Energy metabolism and thermoregulation in the Golden Lion Tamarin (Leontopithecus rosalia)
 Folia Primatol, **63**, 131-143
128. TURTON, J.A., FORD, D.J., BLEBY, J., HALL, B.M., WHITING, R. (1978)
Composition of the milk of the common marmoset (Callithrix jacchus) and milk substitutes used in hand-rearing programmes, with special reference to fatty acids.
 Folia Primatol (Basel), **29**, 1, 64-79.
129. ULLREY, D.E. ET AL. (1999)
Vitamin D intakes by Cotton-top tamarins (Saguinus oedipus) and associated serum 25-hydroxyvitamin D concentrations.
 Zoo Biol. **18**, 473-480
130. VAN SOEST, P.J. (1994)
Nutritional ecology of the ruminant, 2d edition.
 Comstock publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, NY
131. VILELA, S.L., DE FARIA, D.S. (2004)
Seasonality of the activity pattern of Callithrix penicillata (Primates, Callitrichidae) in the cerrado (scrub savanna vegetation).
 Braz. J. Biol., **64**, 2, 363-70.
132. WHITNEY, R.A., JOHNSON, D.J., COLE, W.C. (1973)
Nutrition and nutritional diseases
 In Academic Press (ed). *Laboratory primate handbook*. New York. 57-67.
133. WILSON D.E., REEDER D.A.(EDS). (2005)
Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed)
 Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.
134. WISSMAN, M.A. (2006)
 (Pages consultées le 18 janvier 2008), ExoticPetVet.net, [en ligne]
 Adresse URL : <http://www.exoticpetvet.net/>
135. YAMAGUCHI, A., ET AL. (1986)
Bone in the marmoset: a resemblance to vitamin D-dependent rickets, type II.
 Calcif. Tissue Int., **39**, 1, 22-7.
136. YEPES, P., DE LA TORRE, S., SNOWDON, C.T. (2005)
Interpopulation Differences in Exsudate Feeding of Pygmy Marmosets in Ecuadorian Amazonia
 Am. J. Primatol., **66**, 145-158
137. ZIEGLER, T.E., ET AL. (2006)
Pregnancy weight gain: marmoset and tamarin dads show it too.
 Biol. Lett., **2**, 2, 181-3.

138. ZIJP, I.M., KORVER, O., TIJBURG, L.B. (2000)
Effect of tea and other dietary factors on iron absorption.
Crit. Rev. Food Sci. Nutr. **40**, 371-398.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des espèces connues de Callithricidés

Ordre	Sous Ordre	Infra Ordre	Famille	Genre	Sous Genre	Espèces	
Primates	Haplorrhini	Platyrrhiniens	Callithrichidae	Saguinus		niger	
						midas	
						mystax	
						pileatus	
						nigricollis	
						bicolor	
						fuscicollis	
						leucopus	
						tripartitus	
						geoffroyi	
						oedipus	
						martinsi	
						labiatus	
						inustus	
						imperator	
					graellsii		
					melanoleucus		
					Callimico	goeldii	
					Callithrix	Callithrix	flaviceps
						Callithrix	kuhlii
						Callithrix	geoffroyi
						Callithrix	aurita
						Callithrix	penicillata
						Callithrix	jacchus
						Mico	nigriceps
						Mico	intermedia
						Mico	leucippe
						Mico	manicorensis
						Mico	marcai
						Mico	melanura
						Mico	humeralifera
						Mico	saterei
						Mico	mauesi
						Mico	emiliae
						Mico	chrysoleuca
						Mico	argentata
	Mico	acariensis					
	Cebuella	pygmaea					
	Calibella	humilis					
	Leontopithecus		rosalia				
			chrysopygus				
			chrysomelas				
			caissara				

Wilson et Reeder (2005)

Foraging and Ranging Patterns of GHLTs / 7

TABLE II. Plant Species Consumed by GHLTs

Species	Family	Common name in Portuguese	Part consumed
<i>Aechmea</i> sp.	Bromeliaceae	Gravatá	Fr
af. <i>Myrciaria</i>	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Annona salzmannii</i> A.DC.	Annonaceae	Araticum/Pinha	Fr
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamark	Moraceae	Jaca	Fr
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae	Condurú	Fr
<i>Byrsonima laevigata</i> (Poir) DC.	Malpighiaceae	Murici	Fr
<i>Byrsonima</i> sp.	Malpighiaceae	Murici	Fr
<i>Coccoloba</i> sp.	Polygonaceae		Fr
<i>Compamnesia guaviroba</i> (DC.) Kiarer	Myrtaceae	Murta-guabiraba	Fr
<i>Cordia magnolifolia</i> Sham.	Boraginaceae	Baba-de-boi	Fr
<i>Croton macrobotrys</i> Baill.	Euphorbiaceae	Velame/Lava-prato	Fr
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.	Caesalpiniaceae	Gitai-preto	Fr
<i>Diplóon cuspidatum</i> (Hoehne) Cronquist	Sapotaceae	Bacumuxá	Fr
<i>Duguetia magnolioidea</i> Maas	Annonaceae	Pinha-brava	Fr
<i>Dyopyros</i> cf. <i>miltonii</i> P. Cavalcante	Ebenaceae		Fr
<i>Elaeis guianensis</i> Jacq.	Arecaceae	Dende	Fr
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miquel	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Eugenia mandioccensis</i> Berg.	Myrtaceae		Fr
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Ficus</i> sp. A	Moraceae	Gameleira	Fr
<i>Ficus</i> sp. B	Moraceae	Gameleira	Fr
<i>Ficus</i> sp. C	Moraceae	Gameleira	Fr
<i>Gomidesia</i> sp.	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Guapira</i> cf. <i>obtusata</i> (Jacq.) Little	Nyctaginaceae	Farinha-seca	Fr
<i>Guettarda platyphylla</i> Muell. Arg.	Rubiaceae	Arariba	Fr
<i>Gurania</i> sp.	Cucurbitaceae		Fr
<i>Henrietea succosa</i>	Melastomataceae	Mundururú-ferro	Fr
<i>Hortia arborea</i> Engl.	Rutaceae	Limaço-bravo	Fl
<i>Hydrogaster trinerve</i> Kuhlmann	Tiliaceae	Bomba-d'água	Fr
<i>Inga edulis</i> Mart.	Mimosaceae	Ingá-cipó	Fr
<i>Inga nutans</i> Mart.	Mimosaceae	Ingá	Fr
<i>Lacmellea aculeate</i> (Ducke) Monach	Apocynaceae	Chananá	Fr
<i>Licania</i> sp.	Chrysobalanaceae		Fr
<i>Mabea piriri</i> Aubl.	Euphorbiaceae	Leiteiro	Fl
<i>Macoubea guianensis</i> Aublet	Apocynaceae	Mucugê	Fr
<i>Macrolobium latifolium</i> Vog.	Caesalpiniaceae	Óleo-cumumbá	Fr
<i>Manilkara</i> af. <i>salzmannii</i> (A.DC.) Lam.	Sapotaceae	Bapeba	Fr
<i>Manilkara logifolia</i> (DC.) Duband	Sapotaceae	Parajú	Ne
<i>Manilkara maxima</i> Penn.	Sapotaceae	Parajú/Massaranduba	Ne
<i>Manilkara rufula</i> (Miquel) Lam.	Sapotaceae	Massaranduba	Ne
<i>Manilkara</i> sp.	Sapotaceae	Parajú/Massaranduba	Ne

8 / Raboy and Dietz

TABLE II. (continued)

Species	Family	Common name in Portuguese	Part consumed
<i>Marlierea cf. claussemiana</i> (Gardner) Kiaerskou	Myrtaceae		Fr
<i>Marlierea obversa</i> Legrand	Myrtaceae		Fr
<i>Mendoncia blanchetiana</i> Prof.	Mendonciaceae		Fr
<i>Miconia mirabilis</i> (Aubl.) L. Wms.	Melastomataceae	Mundururú	Fr
<i>Miconia rimalis</i> Naudin	Melastomataceae	Mundururú	Fr
<i>Micropholis guianensis</i> (DC.) Pierre	Sapotaceae	Bapeba-vermelha	Fr
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichl.) Pier	Sapotaceae	Bapeba	Fr
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	Banana-prata	Fr
<i>Myrcia acuminatissima</i> Berg.	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Myrcia cauliflora</i> (C.Mart.) O.Berg.	Myrtaceae	Jaboticaba	Fr
<i>Myrcia cf. bergiana</i> Berg.	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Myrcia rostrata</i> Berg.	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	Araçá	Fr
<i>Myrcia thyrsoidea</i> Berg.	Myrtaceae	Araçá	Fr
<i>Myrciaria</i> sp.	Myrtaceae	Araçá	Fr
<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	Nyctaginaceae		Fr
<i>Neomitranthes</i> sp.	Myrtaceae	Murta	Fr
<i>Ocotea nitida</i> (Meissn.) Rohwer	Lauraceae	Louro	Fr
<i>Passiflora pendula</i> (Willd.) Benth.	Mimosaceae	Juerana-prego	Gu
<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Passifloraceae	Maracuja-acu	Fr
<i>Passiflora</i> sp.	Passifloraceae	Maracuja	Fr
<i>Philodendron willianisii</i> S.D. Hooker	Araceae	Imbé	Fr
<i>Pourouma</i> sp.	Moraceae	Tararanga	Fr
<i>Pourouma velutina</i> Miquel	Moraceae	Tararanga	Fr
<i>Pouteria ?bangii</i> (Rusby) Penn.	Sapotaceae	Bapeba	Fr
<i>Pradosia bahiensis</i> Teixeira	Sapotaceae	Jabute-de-cabóclo	Fr
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Goiaba	Fr
<i>Rheedia</i> sp.	Clusiaceae	Bacupari	Fr
<i>Schoepfia af. obliquifolia</i> Turcz.	Olacaceae		Fr
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	Pau-paraiba	Fr
<i>Sprucella crassipedicellata</i> (Mart. & Endl.) Pires	Sapotaceae		Fr
<i>Stachyarrhena harley</i> Kirk.	Rubiaceae	Janipapo-bravo	Fr
<i>Symphonia globulifera</i> L.	Clusiaceae	Olandi	Ne
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	Jambo-branco	Fr
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandw	Bignoniaceae	Pau-d'arco/Ipê	Fr
<i>Talisia elephantipes</i> Sandw	Sapindaceae		Fr
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Pau-pombo	Fr

Fr, fruit; Fl, flower; Ne, nectar; Gu, gum.

Annexe 3 : Liste des fruits consommés par *S. midas* dans la nature (Pack et al., 1999)

Appendix. Fruit species identified from seed samples in the diet of *S. midas*

Family	Genera & species	Fruit type	Annual occurrence (n = 29), %	Season of use by <i>S. midas</i>
Anacardiaceae (6)	<i>Tapirira guianensis</i> (6)	D	8.70	DJ/FMAM
Annonaceae (1)	<i>Rollinia exsucca</i> (1)	B	1.45	JJ
Apocynaceae (3)	<i>Lacmellea aculeata</i> (3)	P	4.35	JJAS
Araliaceae (1)	<i>Oreopanax capitatum</i> (1)	B	1.45	DJ
Bromeliaceae (2)	<i>Aechmea</i> (1)	B	2.90	ON
	indet. (1)	B		AM
Bursaceae (1)	<i>Protium</i> sp. (1)	P	1.45	DJ
Caricaceae (1)	<i>Jacaratia spinosa</i> (1)	B	1.45	AS
Cecropiaceae (1)	<i>Pourouma</i> sp. (2)	D	15.94	ONDJ
	<i>Cecropia sciadophylla</i> (4)	B		JJAS
	<i>Coussapoa latifolia</i> (1)	B		FM
	<i>Coussapoa microcephala</i> (2)	B		ONDJ/FM/JJAS
	<i>Coussapoa</i> sp. (2)	B		AS
Celastraceae (5)	<i>Goupia glabra</i> (3)	B	7.25	JJAS
	<i>Maytenus</i> (2)	?		FM/JJAS
Clusiaceae (1)	<i>Clusia</i> sp. (1)	C	1.45	FM
Convolvulaceae (1)	<i>Maripa</i> cf. <i>glabra</i> (1)	P	1.45	JJ
Cucurbitaceae (1)	indet. (1)	P	1.45	JJ
Cyclanthaceae (2)	<i>Ludovia lancifolia</i> (2)	P	2.90	JJAS
Ebenaceae (2)	<i>Diospyros</i> sp. (2)	P	2.90	JJ
Gesneriaceae (9)	indet. (9)	B	13.04	FMAM/JJAS
Marcgraviaceae (1)	<i>Marcgravia</i> (1)	C	1.45	FM
Melastomataceae (5)	<i>Miconia fragilis</i> (1)	B	7.25	AM
	indet. (4)	B		AM/AS/ON
Mendonciaceae (1)	<i>Mendoncia</i> sp. (1)	D	1.45	AS
Mimosaceae (7)	<i>Inga</i> sp. (6)	P	10.14	FMAM/AS
	indet. (1)	P		FMAM/AS
Moraceae (2)	<i>Ficus</i> sp. (2)	B	2.90	AM/DJ
Myrtaceae (1)	<i>Eugenia coffeifolia</i> (1)	B	1.45	ON
Polygalaceae (1)	<i>Moutabea</i> sp. (1)	P	1.45	FM
Rubiaceae (2)	<i>Isertia</i> sp. (2)	B	2.90	JJ/ON
Ulmaceae (1)	<i>Trema micrantha</i> (1)	D	1.45	FM
Vitaceae (1)	<i>Cissus</i> sp. (1)	B	1.45	AM

Figures in parentheses indicate occurrences. Indet. = Genus could not be determined. n = Total number of fruit samples identified at the family level.

Fruit types: B = berry-like, pulp enclosing several separate seeds; C = dehiscent capsule; D = drupe-like, pulp surrounding single nut or seed; P = pod-like, presence of a hard, indehiscent envelope, not ingested.

5

Annexe 4 : Exemple du menu du zoo de Jersey issu de leur Dietary Manual

MAMMAL DIETS
PRIMATES
CALLITRICHIDAE

- Callithrix a. argentata*.....Silvery Marmoset
- Callithrix geoffroyi*.....Geoffroy's Marmoset
- Saguinus b. bicolor*.....Pied Tamarin
- Saguinus oedipus*.....Cotton-top Tamarin
- Leontopithecus rosalia*.....Golden Lion Tamarin
- Leontopithecus chrysomelas*....Golden-headed Lion Tamarin
- Leontopithecus chrysopygus*....Black Lion Tamarin

CALLIMICONIDAE

- Callimico goeldii*.....Goeldi's Monkey

About 120 animals are housed in various pairs, groups or families, and between 2 and 3 animals share one 350ml dish for the main 1200hr feed. Some food items given vary according to species, and actual quantities also depend on the species, as well as the size, age composition and general health of a group. Feeding is 3 times per day.

Callithrix adults weigh 350-400g, *Saguinus* adults 450-500g, *Leontopithecus* adults 600-700g and *Callimico* adults 550-600g.

Feeding programme: (average quantities for a *Saguinus* adult)

- 0900hr 30g prepared marmoset mixture

- 1200hr 25g apple
- 15g orange
- 15g banana
- 10g tomato/carrot/cucumber
- 25g 2 additional available fruits, e.g. pear, pomegranate, pineapple, melon, plum, grapes.

Note: Fruits and vegetables are prepared into small cubes and mixed loosely. Preferred food items, e.g. bananas and grapes, are put on top as these are selected first. Pied tamarins are not given soft (e.g. plum/peach) or citrus fruits, instead they get equivalent amounts of other fruits. Dates/figs are given about twice per week.

Plus a high protein food selected according to the following rota:

- Days 1 & 5 8g hardboiled egg (in shell)
- Days 2 & 4 10g catfood
- Day 3 8g calf heart (boiled)
- Day 6 5g Cheddar cheese
- Day 7 5g SDS Marmoset Jelly

Annexe 4 suite

MAMMAL DIETS

PRIMATES

CALLIMICONIDAE and CALLITRICHIDAE

1600hr A food type selected from the following rota:
(pied tamarins receive insects every day)

Days 1 & 4 1 pink mouse
Days 2,5,7 5g mealworms, or other available insects, e.g.
waxmoth larvae, crickets (equivalent of 1
extra cricket given to each marmoset)
Days 3 & 6 8g brown bread soaked in raw egg/honey

Supplements: Vitamin D₃ (~0.1g) sprinkled on the food of
confined animals throughout the year and all
animals during the winter, twice per week.
Complan (~0.5g) sprinkled on the food of pregnant
and lactating females and *Callithrix geoffroyi*
Acacia gum is available *ad lib.* for *Callithrix*
individuals in moistened crystalline pieces for
C. argentata and in a recently introduced liquid
form for *C. geoffroyi*.

Marmoset mixture

This was formulated for the purpose of increasing the acceptability of SDS New World Primate Pellets, which is given as the morning feed. Preparation is as follows: Primate pellets soaked in an equal volume of cold water, then mixed with crumbled brown bread (inside only) and golden syrup.

Composition: 25g Primate pellets
4 g brown bread
0.5g non-fruit baby cereal (Milupa "7 cereals")
~1 g golden syrup
1 ml **Cytacon** added once per week.

The mixture is prepared the day before use to allow the pellets to soften completely, and refrigerated over night.

SDS Marmoset Jelly

This high protein, high energy food is prepared by dissolving a powder and flavour premix in hot water and leaving to set. This gel is then cut into small cubes and presented once per week with the midday feed.

Reference: Price, E.C. (1992). The nutrition of Geoffroy's marmosets at Jersey Wildlife Preservation Trust. Dodo, Journal of the Wildlife Preservation Trusts 28 : 58-70.

5

Annexe 5a : Liste des plantes toxiques pour les primates (Carroll, 2002)

TOXIC PLANTS LIST FOR PRIMATES		
Acorn (Oak)	Akee Fruit	Amaryllis
Anemonee	Angel Trumpet Tree	Apricot (kernals - leaves)
Arrowhead	Autumn Crocus	Avocado (leaves)
Azalea	Baneberry	Belladonna
Betel Nut Palm	Bird of Paradise	Bittersweet
Black Locust	Bleeding Heart	Boxwood
Bracken Fern	Buckeye	Burning Bush
Butter Cup	Caladium	Calla Lily
Castor Bean	Cedar	Century Plant
Cherries (pits)	Chinaberry	Choke Cherry
Christmas Rose	Chrysanthemums	Climbing Nightshade
Cocklebur	Columbine	Cowbane
Cyclamen	Daffodil	Deadly Nightshade
Delphinium	Desert Potato	Devil's Ivy
Dieffenbachia	Dogwood	Dumbcane
Dutchman's	Breeches	Elderberry
Elephant Ear	English Ivy	Euonymus
Fava Bean	Flags	Four O'clock
Foxglove	Goldenchain	Hemlock
Holly Berries	Horse Chestnut	Horsetail Reed
Huckleberry	Hyacinth	Hydrangea
Impatiens Plant	Indian Turnip	Inkberry
Iris	Ivy	jack-in-the-pulpit
Japanese Tallow	Japanese Yew	Jasmine
Jequirty Bean	Jerusalem Cherry	Jimson Weed Seeds
Johnson Grass	Jonquil	Lantana
Larkspur	Laurel	Linustrum
Lilly of the Valley	Lobelia	Locoweed
Lucky Nut	Lupine (Blue Bonnet)	Marsh Marigold
May Apple	Milk Weeds	Mistletoe Berries
Mock Orange	Monkshood	Moonseed
Morning Glory	Mother-in-law	Mountain Laurel
Mulberries	Mushrooms / Toadstools	Narcissus
Nightshade	Oak Tree	Oleander
Peach (seeds)	Pencil Tree	Peony
Periwinkle	Peyote	Philodendron
Pigeonberry	Pinks	Poinsettia
Poison Hemlock	Poison Ivy	Pokeweed Berries
Potato (green parts)	Primrose	Privet
Ranunculus	Rhododendron	Rhubarb Leaves
Rosary Pea	Snow Drop	Sorrel
Star of Bethlehem	Sweet Pea	Swiss Cheese Plant
Thorn Apple	Threadleaf	Tobacco
Tomato (green parts)	Tulip Bulb	Virginia Creeper
Water Hemlock	Wild Black Cherry	Wild Mustard
Wisteria	Yaupon Tree	Yellow Jessamine
Yew Berries		

Annexe 5b : Liste des plantes consommables pour les primates (Carroll, 2002)

SAFE PLANTS LIST FOR PRIMATES		
Anise Hyssop	Bamboo (various species)	Banana
Beans (green, pole, etc.)	Blue-Leaf Wattle	Borage
Broccoli (entire plant)	Bromeliads	Brussels sprouts
Cantaloupe	Casablanca	Cast Iron Plants
Chive Blossoms	Clover	Comfrey
Corn	Cottage Pinks	Cup-of-Gold Vine
Daisies	Dandelions	Day Lilly
Dianthus	Double Canterbury Bells	Elm
Fig (various species)	Ginger	Glorious Glean Trailing Mix
Hackberry	Hibiscus	Hollyhocks
Honey Locusts	Honeysuckle	Horseradish
Johnny Jump-ups	Kablouna Calendulas	Long-lived Magnolias
Lemon Basil	Lemon Gem Marigold	Lemongrass
Malabar Spinach	Mammoth Sunflower	Masturtion
Melons	Nasturtiums (India- Alaska)	Palm Trees
Pansies	Passion Vine	Peas
Peppermint	Pine	Pumpkin
Roses (Flowers rich Vit. C)	Rubber Tree	Semi-Dwarf Delphinium
Snow-white Delphinium	Shellginger	Silverberry
Southern Dewberry	Strawberry	Sweet Potato
Sydney Golden Wattle	Tangerine Gem	Thyme
Turnips	Violets (flowers)	Weeping Chinese Banyan
Whirlybird Nasturtiums	Willow	Wild Cherry Tree

Annexe 6a : Composition nutritionnelle de quelques fruits utilisés pour nourrir les Callithricidés (d'après Zootrition®)

Valeurs en matière humide

		Pommes	Bananes	Raisin	Kiwi	Mangue	Melon
<u>Nutrient Category:</u>	Energy						
ME Primate	kcal/g	0,59	0,92	0,71	0,61	0,65	0,35
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates						
Cellulose	%	0,76					
Crude Fiber	%	0,59					
Total Dietary Fiber	%	2,70	2,40	1,00	3,40	1,80	0,80
Water Soluble Carbohydrates	%						
<u>Nutrient Category:</u>	Fat						
Crude Fat	%	0,36	0,48	0,58	0,44	0,27	0,28
<u>Nutrient Category:</u>	Protein						
Crude Protein	%	0,19	1,03	0,66	0,99	0,51	0,88
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins						
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>						
Biotin	mg/kg						
Vit A	IU A/g or RE/g	0,53	0,81	0,73	1,75	38,94	32,24
Vit B12	mcg/g						
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	0,48	5,78	1,10	0,90	1,34	1,15
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	57,00	91,00	108,00	980,00	277,00	422,00
Vit D2	IU Vit D2/g						
Vit D3	IU Vit D3/g						
Vit E	mg/kg	3,20	2,70	7,00	11,20	11,20	1,50
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals						
Ash	%	0,26	0,80	0,44	0,64	0,50	0,71
Calcium	%	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Chromium	mg/kg						
Copper	mg/kg	0,41	1,04	0,90	1,57	1,10	0,42
Iron	mg/kg	1,80	3,10	2,60	4,10	1,30	2,10
Magnesium	%	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01
Phosphorus	%	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02
Potassium	%	0,12	0,40	0,19	0,33	0,16	0,31
Selenium	mg/kg	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
Sodium	%		0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Zinc	mg/kg	0,40	1,60	0,50	1,70	0,40	1,60

Annexe 6b : composition nutritionnelle de quelques légumes utilisés pour nourrir les Callithricidés (d'après Zootrition®)

Valeurs en matière humide

		Carottes	Concombre	Aubergine	Poivron rouge	Courgette	Tomates
<u>Nutrient Category:</u>	Energy						
ME Primate	kcal/g	0,43	0,12	0,26	0,27	0,20	0,21
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates						
Cellulose	%	0,81	0,32	1,10		0,51	0,45
Crude Fiber	%	0,70	0,47	1,48		0,47	
Total Dietary Fiber	%	3,00	0,70	2,50	2,00	1,90	1,10
Water Soluble Carbohydrates	%						
<u>Nutrient Category:</u>	Fat						
Crude Fat	%	0,19	0,16	0,18	0,19	0,21	0,33
<u>Nutrient Category:</u>	Protein						
Crude Protein	%	1,03	0,57	1,02	0,89	1,18	0,85
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins						
Biotin	mg/kg						
Vit A	IU A/g or RE/g	281,29	0,74	0,84	57,00	1,96	6,23
Vit B12	mcg/g						
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	1,47	0,72	0,84	2,48	1,09	0,80
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	93,00	28,00	17,00	1 900,00	148,00	191,00
Vit D2	IU Vit D2/g						
Vit D3	IU Vit D3/g						
Vit E	mg/kg	4,60	0,79	0,30	6,90	1,20	3,80
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals						
Ash	%	0,87	0,28	0,71	0,30	0,58	0,42
Calcium	%	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Chromium	mg/kg						
Copper	mg/kg	0,47	0,32	0,55	0,65	0,76	0,74
Iron	mg/kg	5,00	1,60	2,70	4,60	4,60	4,50
Magnesium	%	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Phosphorus	%	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02
Potassium	%	0,32	0,15	0,22	0,18	0,20	0,22
Selenium	mg/kg	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00
Sodium	%	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Zinc	mg/kg	2,00	1,40	1,40	1,20	2,60	0,90

Annexe 7 : Composition nutritionnelle de quelques insectes (d'après Zootrition®)

Valeurs en matière humide

		Sauterelle adulte	Vers de farine, larve	Vers de farine géant
<u>Nutrient Category:</u>	Energy			
Gross Energy	kcal/g	1,66	2,44	
ME Carnivore	kcal/g			2,25
ME Poultry	kcal/g			2,25
ME Primate	kcal/g			2,25
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates			
Cellulose	%			
Crude Fiber	%			
Total Dietary Fiber	%			
Water Soluble Carbohydrates	%			
<u>Nutrient Category:</u>	Fat			
Crude Fat	%	4,28	12,33	16,80
<u>Nutrient Category:</u>	Protein			
Crude Protein	%	20,12	19,82	18,40
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins			
Biotin	mg/kg			0,37
Vit A	IU A/g or RE/g			
Vit B12	mcg/g			1,30
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg			5,80
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg			24,00
Vit D2	IU Vit D2/g			
Vit D3	IU Vit D3/g			
Vit E	mg/kg			
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals			
Ash	%	1,77	1,20	1,20
Calcium	%	0,04	0,04	0,02
Chromium	mg/kg			
Copper	mg/kg	8,68	7,14	6,40
Iron	mg/kg	17,98	16,17	21,50
Magnesium	%	0,04	0,08	0,09
Phosphorus	%	0,31	0,29	0,27
Potassium	%	0,40	0,34	0,30
Selenium	mg/kg	0,18	0,12	0,13
Sodium	%	0,15	0,05	0,05
Zinc	mg/kg	58,28	37,60	44,50

Annexe 8a : composition nutritionnelle des granulés Mini Marex®

Calculated Analysis

NUTRIENTS	Total	Supp (9)
Proximate Analysis		
Moisture (1)	% 10.00	
Crude Oil	% 7.12	
Crude Protein	% 24.31	
Crude Fibre	% 3.75	
Ash	% 10.26	
Nitrogen Free Extract	% 43.96	
Digestibility Co-Efficients (7)		
Digestible Crude Oil	% 6.47	
Digestible Crude Protein	% 21.70	
Carbohydrates, Fibre and Non Starch Polysaccharides (NSP)		
Total Dietary Fibre	% 13.81	
Pectin	% 1.24	
Hemicellulose	% 8.61	
Cellulose	% 3.19	
Lignin	% 1.39	
Starch	% 29.16	
Sugar	% 4.27	
Energy (5)		
Gross Energy	MJ/kg 15.60	
Digestible Energy (15)	MJ/kg 12.96	
Metabolisable Energy (15)	MJ/kg 11.85	
Atwater Fuel Energy (AFE) (8)	MJ/kg 14.09	
AFE from Oil	% 19.01	
AFE from Protein	% 28.84	
AFE from Carbohydrate	% 52.15	
Fatty Acids		
Saturated Fatty Acids		
C12:0 Lauric	% 0.15	
C14:0 Myristic	% 0.28	
C16:0 Palmitic	% 0.99	
C18:0 Stearic	% 0.20	
Monounsaturated Fatty Acids		
C14:1 Myristoleic	% 0.01	
C16:1 Palmitoleic	% 0.11	
C18:1 Oleic	% 2.10	
Polyunsaturated Fatty Acids		
C18:2(ω6) Linoleic	% 1.94	
C18:3(ω3) Linolenic	% 0.26	
C20:4(ω6) Arachidonic	% 0.12	
C22:5(ω3) Clupanodonic	%	
Amino Acids		
Arginine	% 1.63	
Lysine (6)	% 1.35	0.05
Methionine	% 0.42	0.03
Cystine	% 0.32	
Tryptophan	% 0.26	
Histidine	% 0.70	
Threonine	% 0.90	
Isoleucine	% 0.95	
Leucine	% 1.77	
Phenylalanine	% 1.03	
Valine	% 1.14	
Tyrosine	% 0.77	
Taurine	%	
Glycine	% 2.19	
Aspartic Acid	% 1.54	

NUTRIENTS	Total	Supp (9)
Glutamic Acid	% 3.92	
Proline	% 1.63	
Serine	% 0.55	
Hydroxyproline	% 0.26	
Hydroxylysine	% 0.09	
Alanine	% 1.16	
Macro Minerals		
Calcium	% 2.65	1.51
Total Phosphorus	% 1.07	0.17
Phytate Phosphorus	% 0.21	
Available Phosphorus	% 0.86	0.17
Sodium	% 0.30	0.16
Chloride	% 0.29	0.13
Potassium	% 0.69	
Magnesium	% 0.25	0.03
Micro Minerals		
Iron	mg/kg 367.29	247.50
Copper	mg/kg 16.62	5.00
Manganese	mg/kg 80.87	37.20
Zinc	mg/kg 74.18	18.00
Cobalt	µg/kg 1742.69	1680.00
Iodine	µg/kg 2623.98	2480.00
Selenium	µg/kg 224.74	
Fluorine	mg/kg 9.35	
Vitamins		
β-Carotene (2)	mg/kg 0.80	
Retinol (2)	µg/kg 7562.34	7125.00
Vitamin A (2)	iu/kg 25196.14	23750.00
Cholecalciferol (3)	µg/kg 250.95	250.00
Vitamin D (3)	iu/kg 10038.03	10000.00
α-Tocopherol (4)	mg/kg 87.38	68.18
Vitamin E (4)	iu/kg 96.10	75.00
Vitamin B ₁ (Thiamine)	mg/kg 21.06	14.70
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	mg/kg 13.25	10.78
Vitamin B ₆ (Pyridoxine)	mg/kg 10.50	7.35
Vitamin B ₁₂ (Cyanocobalamin)	µg/kg 23.39	22.50
Vitamin C (Ascorbic Acid) (16)	mg/kg 402.54	400.00
Vitamin K (Menadiolone)	mg/kg 4.15	3.84
Folic Acid (Vitamin B ₉)	mg/kg 6.83	5.39
Nicotinic Acid (Vitamin PP) (6)	mg/kg 80.13	22.05
Pantothenic Acid (Vitamin B ₅)	mg/kg 32.81	17.80
Choline (Vitamin B ₄)	mg/kg 1496.64	498.20
Inositol	mg/kg 1544.04	
Biotin (Vitamin H) (6)	µg/kg 429.91	80.00

Notes

- All values are calculated using a moisture basis of 10%. Typical moisture levels will range between 9.5 - 11.5%.
- a. Vitamin A includes Retinol and the Retinol equivalents of β-carotene.
b. Retinol includes the Retinol equivalents of β-Carotene.
c. 0.48 µg Retinol = 1 µg β-carotene = 1.6 iu Vitamin A activity
d. 1 µg Retinol = 3.33 iu Vitamin A activity
e. 1 iu Vitamin A = 0.3 µg Retinol = 0.6 µg β-carotene
f. The standard analysis for Vitamin A does not detect β-carotene
- 1 µg Cholecalciferol (D₃) = 40.0 iu Vitamin D
- 1 mg all-rac-α-tocopherol = 1.1 iu Vitamin E activity
1 mg all-rac-α-tocopherol acetate = 1.0 iu Vitamin E activity
- 1 MJ = 239.23 Kcalories = 239.23 Calories = 239.230 calories
- These nutrients coming from natural raw materials such as cereals may have low availabilities due to the interactions with other compounds.
- Based on in-vitro digestibility analysis.
- AF Energy = Atwater Fuel Energy = ((CO% / 100) * 9000) + ((CP% / 100) * 4000) + ((NFE% / 100) * 4000) / 2.39.23
- Supplemented nutrients from manufactured and mined sources
- Calculated.
- Supplemented Vit. C as Ascorbyl Polyphosphate.

Tamarin Gâteau

Huile Brute	%	10.80
Protéine Brute	%	25.20
Fibre Brute	%	2.20
Cendres	%	6.60
Glucides	%	45.20
Amidons	%	26.10
Sucres	%	15.00
Energie Brute	MJ/Kg	17.10
Energie Digestible	MJ/Kg	15.40
Energie Métabolique	MJ/Kg	13.90
Acide Linoléique	%	2.07
Acide Linoléique	%	0.13
Calcium	%	1.15
Phosphore	%	0.86
Phosphore de Phytate	%	0.11
Sodium	%	0.26
Chlore	%	0.33
Potassium	%	0.66
Magnésium	%	0.18
Fer	mg/Kg	204.00
Cuivre	mg/Kg	12.00
Manganèse	mg/Kg	58.00
Zinc	mg/Kg	48.00
Cobalt	µg/Kg	1360.00
Iode	µg/Kg	2909.00
Sélénium	µg/Kg	176.00
Fluor	mg/Kg	27.40
Vitamine A	IU/Kg	25132.80
Vitamine D ₃	IU/Kg	12280.00
Vitamine E	mg/Kg	96.80
Vitamine B ₁	mg/Kg	17.30
Vitamine B ₂	mg/Kg	16.20
Vitamine B ₆	mg/Kg	12.00
Vitamine B ₁₂	µg/Kg	31.60
Vitamine C	mg/Kg	3512.00
Vitamine K ₃	mg/Kg	8.20
Acide Folique	mg/Kg	7.00
Acide Nicotinique	mg/Kg	56.60
Acide Pantothénique	mg/Kg	35.80
Choline	mg/Kg	3006.00
Inositol	mg/Kg	1083.00
Biotine	µg/Kg	324.00

1. Toutes les valeurs calculées sont rapportées à une humidité de 10%
2. Il s'agit des valeurs calculées totales
3. Vitamine C ajoutée sous forme de polyphosphate d'ascorbyle
4. 1 MJ = 239.23 Cal.

Primate sans gluten (version 75%)

Huile brute	%	10.18
Protéine brute	%	30.09
Fibre brute	%	3.37
Cendres	%	4.87
Glucides	%	35.56
Amidons	%	22.95
Sucres	%	7.75
Energie brute	Mj /kg	16.06
Energie digestible	Mj /kg	14.17
Energie métabolique	Mj /kg	12.94
Acide linoléique	%	1.14
Acide linoléique	%	0.05
Calcium	%	0.77
Phosphore	%	0.54
Phosphore de Phytate	%	0.1
Sodium	%	0.12
Chlore	%	0.20
Potassium	%	0.71
Magnésium	%	0.13
Fer	Mg/kg	87.52
Cuivre	Mg/kg	10.01
Manganèse	Mg/kg	59.87
Zinc	Mg/kg	30.68
Cobalt	Mcg/kg	2123.25
Iode	Mcg/kg	6334.50
Sélénium	Mcg/kg	41.02
Fluor	Mg/kg	4.11
Vitamine A	UI/kg	51973.95
Vitamine D3	UI/kg	63036.00
Vitamine E	Mg/kg	209.17
Vitamine B1	Mg/kg	22.44
Vitamine B2	Mg/kg	22.88
Vitamine B6	Mg/kg	21.81
Vitamine B12	Mcg/kg	55.34
Vitamine C	Mg/kg	10360.50
Vitamine K3	Mg/kg	24.11
Acide folique	Mg/kg	11.11
Acide nicotinique	Mg/kg	61.53
Acide pantothénique	Mg/kg	64.83
Choline	Mg/kg	2575.47
Inositol	Mg/kg	485.50
Biotine	Mcg/kg	407.25
Taurine	%	0.24

Toutes les valeurs calculées sont rapportées à une humidité de 10%

Annexe 9 : Composition nutritionnelle de la poudre servan à fabriquer la gomme

Gomme Ouistiti

Huile brute	%	2
Protéine brute	%	14,8
fibre brute	%	11,7
Cendres	%	8,9
Glucides	%	
Amidons	%	49
Sucres	%	24,6
Energie brute	MJ/Kg	
Energie digestible	MJ/kg	
Energie métabolique	MJ/kg	
Acide Linoléique	%	
Acide linoléinique	%	
Calcium	%	0,26
Phosphore	%	0,1
Phosphore de Phytate	%	
Sodium	%	0,02
Chlore	%	0,06
Potassium	%	0,06
Magnésium	%	0,01
Fer	mg:kg	13,1
Cuivre	mg:kg	1,5
Manganèse	mg:kg	25
Zinc	mg:kg	2,52
Cobalt	µg:kg	1,05
Iode	µg:kg	3,1
Sélénium	µg:kg	
Fluor	mg:kg	
Vitamine A	IU/kg	25 000
Vitamine D3	IU/kg	15 000
Vitamine E	mg/kg	100
Vitamine B1	mg:kg	10
Vitamine B2	mg:kg	10
Vitamine B6	mg:kg	10
Vitamine B12	mg:kg	25
Vitamine C	mg:kg	5 000
Vitamine K3	mg:kg	25
Acide Folique	mg:kg	5
Acide Nicotinique	mg:kg	25
Acide Pantothénique	mg/kg	25
Choline	mg:kg	400
Inositol	mg/kg	50
Biotine	µg/kg	10

1. Toutes les valeurs calculées sont rapportées à une humidité de 10%
2. Il s'agit des valeurs calculées totales
3. Vitamine C ajoutée sous forme de polyphosphate d'ascorbyle
4. 1 MJ= 239.23 Cal.

Annexe 10 : Composition nutritionnelle de la poudre servant à reconstituer la gelée ou "Jelly"

Calculated Analysis

NUTRIENTS	Total	Supp (9)
Proximate Analysis		
Moisture	%	5.59
Crude Oil	%	14.67
Crude Protein	%	35.26
Crude Fibre	%	2.00
Ash	%	5.57
Nitrogen Free Extract	%	33.22
Digestibility Co-Efficients (7)		
Digestible Crude Oil	%	13.38
Digestible Crude Protein	%	32.26
Carbohydrates, Fibre and Non Starch Polysaccharides (NSP)		
Total Dietary Fibre	%	3.27
Pectin	%	0.23
Hemicellulose	%	0.57
Cellulose	%	2.45
Lignin	%	0.08
Starch	%	0.83
Sugar	%	31.09
Energy (5)		
Gross Energy	MJ/kg	18.80
Digestible Energy (15)	MJ/kg	17.53
Metabolisable Energy (15)	MJ/kg	16.05
Atwater Fuel Energy (AFE) (8)	MJ/kg	16.97
AFE from Oil	%	32.53
AFE from Protein	%	34.74
AFE from Carbohydrate	%	32.73
Fatty Acids		
Saturated Fatty Acids		
C12:0 Lauric	%	0.08
C14:0 Myristic	%	0.12
C16:0 Palmitic	%	1.89
C18:0 Stearic	%	0.48
Monounsaturated Fatty Acids		
C14:1 Myristoleic	%	0.07
C16:1 Palmitoleic	%	0.06
C18:1 Oleic	%	4.10
Polysaturated Fatty Acids		
C18:2(ω6) Linoleic	%	5.01
C18:3(ω3) Linolenic	%	0.24
C20:4(ω6) Arachidonic	%	0.01
C22:5(ω3) Clupanodonic	%	0.18
Amino Acids		
Arginine	%	2.31
Lysine (6)	%	2.23
Methionine	%	0.72
Cystine	%	0.39
Tryptophan	%	0.35
Histidine	%	0.69
Threonine	%	1.26
Isoleucine	%	1.53
Leucine	%	2.42
Phenylalanine	%	1.54
Valine	%	1.76
Tyrosine	%	1.11
Taurine	%	
Glycine	%	4.12
Aspartic Acid	%	2.28

NUTRIENTS	Total	Supp (9)	
Glutamic Acid	%	5.15	
Proline	%	3.15	
Serine	%	1.61	
Hydroxyproline	%	1.51	
Hydroxylysine	%	0.10	
Alanine	%	1.23	
Macro Minerals			
Calcium	%	0.90	0.50
Total Phosphorus	%	0.60	0.19
Phytate Phosphorus	%	0.06	
Available Phosphorus	%	0.54	0.19
Sodium	%	0.37	0.04
Chloride	%	0.40	0.09
Potassium	%	0.94	0.13
Magnesium	%	0.11	0.02
Micro Minerals			
Iron	mg/kg	63.05	26.40
Copper	mg/kg	8.88	3.00
Manganese	mg/kg	62.40	56.30
Zinc	mg/kg	45.10	5.60
Cobalt	µg/kg	2134.40	2100.00
Iodine	µg/kg	6483.00	6200.00
Selenium	µg/kg	15.01	
Fluorine	mg/kg	2.33	
Vitamins			
β-Carotene (2)	mg/kg	0.06	
Retinol (2)	µg/kg	15113.10	15000.00
Vitamin A (2)	iu/kg	50373.24	50000.00
Cholecalciferol (3)	µg/kg	757.66	750.00
Vitamin D (3)	iu/kg	30306.20	30000.00
α-Tocopherol (4)	mg/kg	189.01	181.82
Vitamin E (4)	iu/kg	207.91	200.00
Vitamin B ₁ (Thiamine)	mg/kg	20.86	19.60
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	mg/kg	31.09	19.60
Vitamin B ₃ (Pyridoxine)	mg/kg	21.19	19.60
Vitamin B ₁₂ (Cyanocobalamin)	µg/kg	52.93	50.00
Vitamin C (Ascorbic Acid) (16)	mg/kg	10010.00	10010.00
Vitamin K (Menadione)	mg/kg	24.03	24.00
Folic Acid (Vitamin B ₉)	mg/kg	10.19	9.80
Nicotinic Acid (Vitamin PP) (6)	mg/kg	51.92	49.00
Pantothenic Acid (Vitamin B ₅)	mg/kg	66.17	53.82
Choline (Vitamin B ₄)	mg/kg	2399.90	1874.89
Inositol	mg/kg	760.00	98.00
Biotin (Vitamin H) (6)	µg/kg	342.50	200.00

Notes

- a. Vitamin A includes Retinol and the Retinol equivalents of β-Carotene
- b. Retinol includes the Retinol equivalents of β-Carotene
- c. 0.48 µg Retinol = 1 µg β-carotene = 1.6 iu Vitamin A activity
- d. 1 µg Retinol = 3.33 µg Vitamin A activity
- e. 1 iu Vitamin A = 0.3 µg Retinol = 0.6 µg β-carotene
- f. The standard analysis for Vitamin A does not detect β-carotene
3. 1 µg Cholecalciferol (D₃) = 40.0 iu Vitamin D
4. 1 mg all-rac-α-tocopherol = 1.1 iu Vitamin E activity
5. 1 mg all-rac-α-tocopherol acetate = 1.0 iu Vitamin E activity
5. 1 MJ = 239.23 Kcalories = 239.23 Calories = 239.230 calories
6. These nutrients coming from natural raw materials such as cereals may have low availabilities due to the interactions with other compounds
7. Based on in-vitro digestibility analysis
8. AFE Energy = Atwater Fuel Energy = ((CP%/100)*9000) + ((CP%/100)*4000) + ((NFE%/100)*4000)/239.23
9. Supplemented nutrients from manufactured and mined sources
15. Calculated
16. Supplemented Vit. C as Ascorbyl Polyphosphate

Annexe 11 : Exemple du menu du zoo de Mulhouse (Carroll, 2002)

C. MULHOUSE ZOO

SUPPLIED BY: JEAN-MARC LERNOULD

Daily diet for callitrichids

Feeding schedule:

Morning: A home-made protein-rich porridge (contributing most of the dietary crude protein)

Afternoon:

- Mixture of various and varying fruit and vegetables (contributing most of the dietary carbohydrates/sugars)
- Small quantities of other protein sources such as cooked chicken or beef, dog chow, some meal of the porridge (see below), mealworms or crickets
- when in the outdoor exhibits, the animals catch wild insects

The morning and afternoon fraction each contributes about half of the daily dry matter of food offered.

It is hoped that this system allows each species and each individual to consume a diet that best meets its requirements.

Home-made protein-rich porridge:

The home-made protein-rich porridge is composed of 40 g of a special meal mixture, 100 g of banana and 2 g of ISIO 4 oil (a mixture of 4 vegetables oils that ensures the best balance of essential amino acids for humans). This quantity serves about 6 tamarins at 10g of dry matter per animal. Vitamin D3 is added.

Special meal mixture (composition after several "trial and error" adjustments):

- sunflower cakes	200g
- casein	160g
- beer yeast	100g
- wheat germ	100g
- fishmeal	30g
- bicalcium phosphate	15g
- calcium carbonate	10g
- Super PAD	15g
	630g

Super PAD

A non-commercial supplement of minerals and vitamins for domestic animals.

Guaranteed composition per kg:

- vit A	600.000 IU
- vit D3	60.000 IU
- vit E	5.000 IU
- vit B1	250 mg
- vit K3	100 mg
- Copper	750 mg
- Iron	4.500 mg
- Iodine	150 mg
- Manganese	500 mg
- Selenium	10 mg
- Zinc	4.500 mg
- Antioxidant: BHT	12.500 mg

Nutritional composition of the meal mixture:

- Water	9.6 % as fed
- Protein	45.7 %
- Fat	4.14 %
- Cellulose	8.0 %
- Phosphorous	1.57 %
- Calcium	2.04 %

The nutritional composition of the home-made protein-rich porridge as a whole is:

- Protein	31.5 % of dry matter
- Fat	6.7 %
- Cellulose	6.75 %
- Phosphorous	1.05 %
- Calcium	1.32 %

Annexe 12a : composition nutritionnelle des 3 poudres servant à l'élaboration du lait de remplacement

Lait de Remplacement

		Riche en Protéine	Riche en Glucides	Riche en Graisses
Huile Brute	%	0.30	61.90	0.20
Protéine Brute	%	86.10	16.00	0.20
Fibre Brute	%			0.10
Cendres	%	5.10	4.84	3.80
Glucides	%	8.50	17.26	95.80
Amidons	%		0.10	0.30
Sucres	%	7.10	13.16	95.80
Energie Brute	MJ/Kg	19.68	30.21	15.58
Energie Digestible	MJ/Kg	17.90	28.00	15.37
Energie Métabolique	MJ/Kg	16.11	25.26	13.90
Acide Linoléique	%	0.02	17.97	
Acide Linoléique	%	0.01	1.62	
Calcium	%	0.83	1.00	0.67
Phosphore	%	0.88	0.92	0.66
Phosphore de Phytate	%			
Sodium	%	0.08	0.26	
Chlore	%	0.17	0.26	0.01
Potassium	%	0.32	0.60	0.17
Magnésium	%	0.05	0.06	0.03
Fer	mg/Kg	37.90	40.00	25.26
Cuivre	mg/Kg	5.26	5.26	2.11
Manganèse	mg/Kg	11.58	12.63	10.53
Zinc	mg/Kg	71.58	44.21	11.58
Cobalt	µg/Kg	1041.05	1048.42	1031.58
Iode	µg/Kg	1200.00	1260.00	1142.11
Sélénium	µg/Kg	251.58	96.84	52.63
Fluor	mg/Kg	55.90	55.16	54.32
Vitamine A	IU/Kg	34639.58	34698.63	34632.63
Vitamine D ₃	IU/Kg	1052.63	1136.84	1052.63
Vitamine E	mg/Kg	387.90	389.05	386.74
Vitamine B ₁	mg/Kg	2.53	3.16	2.21
Vitamine B ₂	mg/Kg	7.05	14.32	5.16
Vitamine B ₆	mg/Kg	16.21	16.74	15.90
Vitamine B ₁₂	µg/Kg	26.63	27.47	26.53
Vitamine C	mg/Kg	154.74	154.74	154.74
Vitamine K ₃	mg/Kg	21.05	21.05	21.05
Acide Folique	mg/Kg	23.26	23.37	23.26
Acide Nicotinique	mg/Kg	22.21	23.37	21.05
Acide Pantothénique	mg/Kg	7.79	13.05	5.16
Choline	mg/Kg	388.42	481.05	168.42
Inositol	mg/Kg	329.47	820.00	252.63
Biotine	µg/Kg	220.06	235.79	162.40

1. Toutes les valeurs calculées sont rapportées à une humidité de 10%
2. Il s'agit des valeurs calculées totales
3. Vitamine C ajoutée sous forme de polyphosphate d'ascorbyle
4. 1 MJ = 239.23 Cal.

Lait de Remplacement

Formules de laits de remplacement
issus de poudres de lait polyvalentes

DÉBUT DE LACTATION		RHINO	JUMENT	SINGE	VACHE	PETIT SINGE	HUMAIN	CHÈVRE	CHAM-ELLE	LAMA	BREBIS
Poudre de lait riche en protéines	%	1.20	2.50	0.60	2.90	1.30	0.30	2.70	3.90	3.90	5.00
Poudre de lait riche en graisses	%	0.10	3.30	5.80	6.10	6.50	6.30	6.80	5.10	5.30	8.80
Poudre de lait riche en glucides	%	7.20	5.10	5.70	4.20	5.50	6.80	4.00	5.10	5.10	3.40
Eau	%	91.50	89.10	87.90	86.80	86.70	86.60	86.50	85.90	85.70	82.80
ANALYSE											
Matière Sèche	%	8.10	10.40	11.60	12.70	12.80	12.90	13.00	13.50	13.50	16.50
Graisse	%	0.08	2.00	3.50	3.70	3.90	3.80	4.10	3.10	3.20	5.30
Protéine	%	1.01	2.60	1.40	3.30	2.10	1.30	3.30	4.00	3.90	5.50
Cendres	%	0.32	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80
Calcium	%	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.14
Phosphore	%	0.06	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.14
Energie Dig.	MJ/kg	1.28	1.99	2.39	2.66	2.66	2.62	2.78	2.68	2.70	3.61

MILIEU DE LACTATION		RHINO	JUMENT	SINGE	VACHE	PETIT SINGE	HUMAIN	CHÈVRE	CHAM-ELLE	LAMA	BREBIS
Poudre de lait riche en protéines	%	1.10	2.60	0.60	2.70	1.20	0.30	2.50	3.70	3.50	4.70
Poudre de lait riche en graisses	%	0.30	2.90	6.50	6.80	7.30	7.10	7.60	5.70	5.90	9.90
Poudre de lait riche en glucides	%	7.60	5.60	5.20	3.90	5.10	6.30	3.70	4.70	4.70	3.10
Eau	%	91.00	88.90	87.70	86.60	86.40	86.30	86.20	85.90	85.90	82.30
ANALYSE											
Matière Sèche	%	8.60	10.60	11.80	12.90	13.10	13.20	13.30	13.50	13.50	17.00
Graisse	%	0.20	1.80	3.90	4.10	4.40	4.30	4.60	3.50	3.60	6.00
Protéine	%	0.96	2.60	1.50	3.30	2.10	1.40	3.30	3.90	3.80	5.40
Cendres	%	0.34	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80
Calcium	%	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.15
Phosphore	%	0.06	0.08	0.09	0.11	0.11	0.10	11	0.11	0.11	0.15
Energie Dig.	MJ/kg	1.38	1.94	2.50	2.77	2.81	2.77	2.93	2.76	2.77	3.82

FIN DE LACTATION		RHINO	JUMENT	SINGE	VACHE	PETIT SINGE	HUMAIN	CHÈVRE	CHAM-ELLE	LAMA	BREBIS
Poudre de lait riche en protéines	%	1.00	2.80	0.50	2.60	1.20	0.30	2.50	3.50	3.40	4.60
Poudre de lait riche en graisses	%	0.40	2.60	7.30	7.60	8.10	7.90	8.50	6.40	6.60	11.00
Poudre de lait riche en glucides	%	8.00	6.10	4.70	3.50	4.60	5.60	3.30	4.20	4.20	2.80
Eau	%	90.60	88.50	87.50	86.30	86.10	86.20	85.70	85.90	85.80	81.60
ANALYSE											
Matière Sèche	%	8.90	11.00	12.00	13.20	13.40	13.30	13.80	13.50	13.60	17.70
Graisse	%	0.26	1.60	4.40	4.60	4.90	4.80	5.10	3.90	4.00	6.70
Protéine	%	0.96	2.70	1.60	3.30	2.30	1.50	3.40	3.90	3.80	5.50
Cendres	%	0.36	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80
Calcium	%	0.06	0.09	0.10	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.16
Phosphore	%	0.06	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.15
Energie Dig.	MJ/kg	1.44	1.97	2.64	2.92	2.96	3.11	3.11	2.84	2.87	4.07

Annexe 13 : Liste des groupes étudiés dans les différents parcs

1/ Zoo de Lille :

4 *Saguinus imperator* :

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice gestante (dernier tiers de gestation)	2 avril 2000	7 ans
Mâle reproducteur	14 février 2004	3 ans et 1 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	13 août 2006	7 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	13 août 2006	7 mois

4 *Callithrix geoffroyi*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice gestante (deuxième tiers de gestation)	2 mai 2003	3 ans et 11 mois
Mâle reproducteur	30 mai 1997	9 ans et 10 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	9 juillet 2005	1 an et 8 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	1 février 2006	1 an et 2 mois

2/ Zoo de Mulhouse

Ces indications sont valables pour la semaine de pesées réalisé en 2006

4 *Callimico goeldii*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	21 mai 1999	7 ans et 4 mois
Mâle reproducteur	31 juillet 1992	14 ans et 2 mois
Femelle (issue de la femelle reproductrice avec un autre mâle)	27 juillet 2004	2 ans et 2 mois
Femelle (issue de la femelle reproductrice avec un autre mâle)	13 septembre 2005	1 an

6 *Saguinus oedipus*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	15 juin 2000	6 ans et 3 mois
Mâle reproducteur	21 août 1998	8 ans et 1 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	10 décembre 2004	1 an et 9 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	20 juillet 2005	1 an et 2 mois
Inconnu	1 mai 2006	5 mois
Inconnu	1 mai 2006	5 mois

4 *Saguinus imperator*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	18 juin 2003	3 ans et 3 mois
Mâle reproducteur	6 avril 2001	5 ans et 6 mois
Inconnu non sevré	27 août 2006	1 mois
Inconnu non sevré	27 août 2006	1 mois

Annexe 13 suite

2 *Callithrix geoffroyi*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle	1 septembre 2000	6 ans et 1 mois
Mâle	11 mai 2002	4 ans et 5 mois

9 *Leontopithecus chrysomelas*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	20 mars 1998	8 ans et 6 mois
Mâle reproducteur	2 août 1992	14 ans et 2 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	20 mars 2005	1 an et 6 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	20 mars 2005	1 an et 6 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	31 juillet 2005	1 an et 2 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	1 août 2005	1 an et 2 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	28 février 2006	7 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	28 février 2006	7 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	14 août 2006	1 mois et 20 jours

3/ Zoo de la Palmyre

4 *Saguinus oedipus*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	31 décembre 2005	5 ans et 10 mois
Mâle reproducteur	4 décembre 1996	9 ans et 11 mois
Mâle	16 août 2005	1 an et 2 mois
Femelle	16 août 2005	1 an et 2 mois

12 *Saguinus imperator* répartis en trois groupes

Groupe 1 : 1 individu isolé

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Mâle	5 octobre 2004	2 ans et 1 mois

Groupe 2 : 3 individus issus du couple reproducteur du groupe 3

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle	14 février 2004	2 ans et 8 mois
Femelle	30 août 2004	2 ans et 2 mois
Mâle	30 août 2004	2 ans et 2 mois

Annexe 13 suite

Groupe 3 : 8 individus

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	19 juin 1998	8 ans et 4 mois
Mâle reproducteur	13 mai 1997	9 ans et 5 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	27 mai 2005	1 an et 5 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	27 mai 2005	1 an et 5 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	28 mars 2006	7 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	28 mars 2006	7 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	11 octobre 2006	23 jours
Inconnu (issu du couple reproducteur)	11 octobre 2006	23 jours

6 Callimico goeldii

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice (fin gestation)	11 janvier 2000	6 ans et 9 mois
Mâle reproducteur	14 mars 2000	6 ans et 7 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	22 juillet 2003	3 ans et 3 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	11 juin 2005	1 an et 4 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	2 décembre 2005	11 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	26 mai 2006	5 mois

3 Callithrix geoffroyi

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	30 juillet 2002	4 ans et 3 mois
Mâle reproducteur	16 avril 2000	6 ans et 6 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	6 mars 2006	7 mois

2 Leontopithecus chrysomelas

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle	27 décembre 1995	10 ans et 10 mois
Mâle	23 octobre 2003	3 ans

4/ Zoo de Beauval

5 Callimico goeldii (dont 1 parti au bout d'une semaine d'étude) issus des mêmes parents non présents dans ce groupe.

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle (issue du couple reproducteur)	15 janvier 2001	6 ans et 5 mois
Mâle (issu du couple reproducteur), parti au bout d'une semaine d'étude	31 janvier 2002	5 ans et 4 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	2 août 2002	4 ans et 10 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	19 novembre 1999	7 ans et 7 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	23 avril 1998	9 ans et 2 mois

Annexe 13 suite

10 *Leontopithecus chrysomelas*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	13 mai 2001	6 ans et 1 mois
Mâle reproducteur	12 mars 1999	8 ans et 3 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	16 septembre 2005	1 an et 9 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	29 janvier 2006	1 an et 4 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	29 janvier 2006	1 an et 4 mois
Mâle (issu du couple reproducteur)	12 juin 2006	1 an
Mâle (issu du couple reproducteur)	12 juin 2006	1 an
Inconnu (issu du couple reproducteur)	21 octobre 2006	8 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	4 mars 2007	3 mois
Inconnu (issu du couple reproducteur)	4 mars 2007	3 mois

4 *Saguinus imperator*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice (a mis bas la dernière semaine de l'étude : les petits sont morts à la naissance)	27 décembre 2002	4 ans et 5 mois
Mâle reproducteur	27 juin 1999	8 ans
Mâle (issu du couple reproducteur)	6 juin 2006	1 an
Mâle (issu du couple reproducteur)	6 juin 2006	1 an

3 *Saguinus oedipus* dont 1 retiré en cours d'étude pour cause de maladie

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	3 septembre 1991	15 ans et 9 mois
Mâle malade et mort en cours d'étude	1 juillet 2001	5 ans et 11 mois
Mâle	31 décembre 2002	4 ans et 5 mois

5/ Zoo de Besançon

2 *Leontopithecus chrysomelas*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle	9 janvier 2004	2 ans et 11 mois
Mâle	7 mars 1997	9 ans et 9 mois

7 *Saguinus imperator*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice gestante	16 avril 2002	4 ans et 8 mois
Mâle reproducteur	31 décembre 1999	6 ans et 7 mois
Mâle (issue du couple reproducteur)	22 juillet 2003	3 ans et 3 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	11 juin 2005	1 an et 4 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	2 décembre 2005	11 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	26 mai 2006	5 mois
Inconnu (issue du couple reproducteur)	14 décembre 2006	Né au cours de l'étude

Annexe 13 suite

9 *Saguinus oedipus*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	8 avril 1998	8 ans et 8 mois
Mâle reproducteur	24 novembre 1998	8 ans
Mâle (issue du couple reproducteur)	16 avril 2004	2 ans et 8 mois
Mâle (issue du couple reproducteur)	16 avril 2004	2 ans et 8 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	27 mars 2005	1 an et 8 mois
Mâle (issue du couple reproducteur)	27 mars 2005	1 an et 8 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	31 mai 2006	8 mois
Inconnu (issue du couple reproducteur)	24 novembre 2006	24 jours
Inconnu (issue du couple reproducteur)	24 novembre 2006	24 jours

7 *Callimico goeldii*

Sexe	Date de naissance	Age approximatif au moment de l'étude
Femelle reproductrice	8 juin 2000	6 ans et 6 mois
Mâle reproducteur	12 avril 2001	5 ans et 8 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	18 mars 2004	2 ans et 9 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	12 février 2005	1 an et 10 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	23 juillet 2005	1 an et 5 mois
Femelle (issue du couple reproducteur)	5 janvier 2006	11 mois
Inconnu (issue du couple reproducteur)	24 juillet 2006	4 mois

Annexe 14 : Menu du zoo de Beauval (sources de protéines)

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
compléments	œufs durs	pâtée pour chat	yaourts, gruyère râpé	pâtée pour chat	pain de mie, jaune d'œuf	œufs durs	cacahuètes

Annexe 15a : Menu du zoo de Mulhouse

**Communauté d'Agglomération
Mulhousienne Sud Alsace**

**Parc Zoologique et Botanique
C17-DG**

07 / 04 / 2004

Bâtiment Tamarins

ALIMENTATION TAMARINS

- Cette note est complétée par la recette de la bouillie Tamarins (28/10/2002) ainsi que celle de la poudre Tamarins (22/10/2002). Ce planning d'alimentation a été validé par l'étude qui a été menée de juillet 2002 à mars 2004.
- On maintient l'œuf, le fromage et le poulet toute l'année.
- En supplément de la bouillie liquide, on introduit de la bouillie sous forme de pâte de début novembre à fin mars. Celle-ci est préparée par le soigneur du bâtiment Tamarins, pour son bâtiment et la Singerie, comme pour la bouillie.

Proportions bouillie pâte :

225 g de poudre Tamarins + 375 g de banane + 2 c. café d'huile Iso4 + ½ c. transparente de sirop de fruit (alterner les parfums)

	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi	dimanche
Matin	Bouillie à volonté, laissée jusqu'à 13h30						
Fin de matinée 11h30	Croquettes Œuf dur pelé	Sultanines Blanc de poulet cuit	Croquettes Vers de farine Bouillie pâte	Fromage (pâte cuite)	Croquettes Œuf dur pelé Bouillie pâte	Sultanines Blanc de poulet cuit	Croquettes Vers de farine Bouillie pâte
	Fruits (dont Pomme) Légumes						
Fin d'après-midi	Fruits (dont Banane) Légumes						

Annexe 15b : Indications pour la fabrication de la bouillie Tamarin

**Communauté d'Agglomération
Mulhousienne**

**Parc Zoologique et Botanique
C22-JML**

28 octobre 2002

BOUILLIE TAMARINS

La bouillie est distribuée à volonté : préparer la quantité suffisante pour qu'il y ait toujours un petit reste dans les gamelles. Les proportions du tableau son équivalentes, choisissez donc la colonne qui convient en fonction du poids total nécessaire.

Composition du mélange :

Poudre Tamarins	en g.	180	240	300	360
Bananes	en g.	450	600	750	900
Eau	en L.	0,750	1,000	1,250	1,500
Huile ISIO 4	c. à café	1,5	2	2,5	3
Sirop de fruits	c.transparentes	3,5	4	4,5	5
Vitamine D3 hiver	en gouttes	1	1	1	2
TOTAL	en g.	1520	2000	2480	2960

Le mélange doit être parfaitement homogène

Dr. Vét. Jean-Marc LERNOULD

Destinataires :

- Primates
- Dr. Vét. P. MOISSON

Annexe 15c : Indications pour la fabrication de la poudre Tamarin

**Communauté d'Agglomération
Mulhousienne**

**Parc Zoologique et Botanique
C22-JML**

22 octobre 2002

POUDRE TAMARINS

Composition du mélange :

- Tourteau de tournesol	200	g
- Caséine lactique	160	g
- Levure de bière	100	g
- Germe de blé	100	g
- Prémélange chien (poudre 0,5% D3-E+ d'Agrobase)	7,5	g
- Phosphate bicalcique	15	g
- Carbonate de chaux	10	g

Le mélange doit être parfaitement homogène

Dose : 240 g pour une recette de bouillie Tamarins.

Dr. Vét. Jean-Marc LERNOULD

Destinataires :

- Cuisine centrale
- Dr. Vét. P. MOISSON

Annexe 16 : Menu du zoo de La Palmyre

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
8 h	Cake	Cake		Cake	Cake	Cake	
9 h	viande rouge, jaune d'œuf	poisson, gomme	poussins, grillons	viande rouge, jaune d'œuf	poisson, gomme	grillons, vers de farine	
11 h	mini marex® ou blédine ®	mini marex® ou blédine ®		mini marex® ou blédine ®	mini marex® ou blédine ®	mini marex® ou blédine ®	
14 h	fruits et légumes	fruits et légumes	fruits et légumes	fruits et légumes	fruits et légumes	fruits et légumes	fruits et légumes
18 h	retirer les plats						

fruits et légumes :	pomme, tomate, poire, kiwi, banane (+/- raisin)
compléments	Vitapaulia ® : tous les jours dans les fruits sauf le dimanche

fabrication du cake

: 220 g de poudre tamarin cake sans gluten
140 g d'eau

0,8 mL Myoselem ® les lundi et vendredi pour le cake des mardi et samedi

Blédine ® sans gluten pour *C. jacchus* et *C. geoffroyi* à la place des croquettes Mini Marex®

Annexe 17 : Présentation du menu du zoo de Besançon

RECAP MENUS 12/2005

CAKE formule 2005

NBR°	Espèce	minimarex		tot CAKE		LIEU
		ss gluten (g)	(g)	banane (g)	(g)	
6	Tamarin de Goeldi	23	45	83	150	S2
4	Tamarin lèvres blanches	15	30	55	100	
4	Ouistiti pygmée	5	9	17	30	
8					130	S3
5	Ouistiti commun	15	30	55	100	
1	Tamarin Lion	5	11	19	35	
6					135	S4
7	Tamarin Pinché	26	53	96	175	S5
5	Ouistiti de Geoffroy	15	30	55	100	
2	Tamarin à mains rousses	9	19	34	63	
7					163	S6
2	Tamarin Lion	11	21	39	70	S7
3	Tamarin empereur	11	23	41	75	
2	Ouistiti pygmée	2	5	8	15	
5					90	S8
1	Tamarin à mains rousses	5	9	17	31	
1	Tamarin Lion	5	11	19	35	
2					66	C4
43	TOTAL GENERAL	147	294	538	979	g

ajouter au choix
Dedrogyl UVdose
37 4
- tous les jours en hiver
- 2 à 4x /sem automne et printemps
- 1x/sem en été

* équivalent parts adultes pour calcul (jeunes non sevrés pas comptés) !

FRUITS&LEGUMES&FECULENTS

NBR	Espèce	ORANGE CAROTTE LEGUMES FRUITS EXTRAS								LIEU	TOTAL (g)
		POMME (g)	POIRE (g)	BANANE (g)	MANDARIN (g)	CONCOMBRE (g)	SAISON(1) (g)	SAISON(2) (g)	FECUL.(3) (g)		
6	Tamarin de Goeldi	108	81	27	41	81	41	135	27	S2	540
4	Tamarin lèvres blanches	72	54	18	27	54	27	90	18		
4	Ouistiti pygmée	22	16	5	8	16	8	27	5		
8		94	70	23	35	70	35	117	23	S3	468
5	Ouistiti commun	52	39	13	20	39	20	65	13		
1	Tamarin Lion	18	14	5	7	14	7	23	5		
6		70	53	18	26	53	26	88	18	S4	351
7	Tamarin Pinché	126	95	32	47	95	47	158	32	S5	630
5	Ouistiti de Geoffroy	52	39	13	20	39	20	65	13		
2	Tamarin à mains rousses	33	24	8	12	24	12	41	8		
7		85	63	21	32	63	32	106	21	S6	423
2	Tamarin à lion	36	27	9	14	27	14	46	9	S7	182
3	Tamarin empereur	54	41	12	27	41	27	68	0		
2	Ouistiti pygmée	11	8	3	4	8	8	14	0		
5		65	49	15	31	49	35	81	0	S8	324
1	Tamarin à mains rousses	16	12	4	6	12	6	20	4		
1	Tamarin à lion	18	14	5	7	14	7	23	5		
2		34	26	9	13	26	13	43	9	S8	172
	TOTAL GENERAL	618	463	153	238	463	243	772	138	g	3090

(1) = poivron, brocoli cuit, tomate, avocat, endive, etc.

(2) = mangue, fraises, ananas, cerises, litchis, kiwi, etc.

(3) = pomme de terre cuite ou riz ou pâtes ou pain d'épice

23/12/05

RECAP MENUS 12/2005

PROTEINES

NBR	Espèce	poulet	œuf	boeuf	croquettes	LIEU
		dinde		veau	chat	
		(g)	(g)	(g)	(g)	
6	Tamarin de Goeldi	60	60	60	15	S2
4	Tamarin lèvres blanches	40	40	40	10	
4	Ouistiti pygmée	12	12	12	3	
		52	52	52	13	S3
5	Ouistiti commun	40	40	40	10	
1	Tamarin Lion	14	14	14	4	
		54	54	54	14	S4
7	Tamarin Pinché	70	70	70	18	S5
5	Ouistiti de Geoffroy	40	40	40	10	
2	Tamarin à mains rousses	25	25	25	6	
		65	65	65	16	S6
2	Tamarin Lion	28	28	28	7	S7
3	Tamarin empereur	30	30	30	8	
2	Ouistiti pygmée	6	6	6	2	
		36	36	36	9	S8
1	Tamarin à mains rousses	13	13	13	3	
1	Tamarin Lion	14	14	14	4	
		27	27	27	7	C4
8	Saimiris	160	160	160	40	Vol.9

TOTAL GENERAL 552 552 552 138 g

11
œufs

JELLY MARMOSET

NBR	Espèce	poudre jelly	eau	total gelée	LIEU
		(g)	(g)	(g)	
6	Tamarin de Goeldi	30	15	45	S2
4	Tamarin lèvres blanches	20	10	30	
4	Ouistiti pygmée	6	3	9	
		26	13	39	S3
5	Ouistiti commun	20	10	30	
1	Tamarin Lion	7	4	11	
		27	14	41	S4
7	Tamarin Pinché	35	18	53	S5
5	Ouistiti de Geoffroy	20	10	30	
2	Tamarin à mains rousses	13	6	19	
		33	16	49	S6
2	Tamarin Lion	14	7	21	S7
3	Tamarin empereur	15	8	23	
2	Ouistiti pygmée	3	2	5	
		18	9	27	S8
1	Tamarin à mains rousses	6	3	9	
1	Tamarin Lion	7	4	11	
		13	7	20	C4
8	Saimiris	120	60	180	Vol.9

TOTAL GENERAL 316 158 474 g

23/12/05

50


RECAP MENUS 12/2005

GOMME

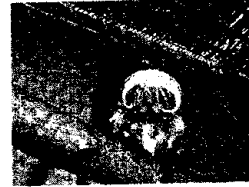
NBR	Espèce	poudre gomme		eau		total gomme	
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	LIEU
6	Tamarin de Goeldi	30	15	45			S2
4	Tamarin lèvres blanches	20	10	30			
4	Ouistiti pygmée	12	6	18			
		32	16	48			S3
5	Ouistiti commun	40	20	60			
1	Tamarin Lion	7	4	11			
		47	24	71			S4
7	Tamarin Pinché	35	18	53			S5
5	Ouistiti de Geoffroy	40	20	60			
2	Tamarin à mains rousses	13	6	19			
		53	26	79			S6
2	Tamarin Lion	14	7	21			S7
3	Tamarin empereur	15	8	23			
2	Ouistiti pygmée	6	3	9			
		21	11	32			S8
1	Tamarin à mains rousses	6	3	9			
1	Tamarin Lion	7	4	11			
		13	7	20			C4

TOTAL GENERAL 245 122 367 g

Annexe 18a : Menu du zoo de Lille (matin)

	04-FA/MT.018	Création : Avril 2004
	TAMARIN EMPEREUR	Mise à jour n°2 le: 6/08/06 Page 1/2

- ✓ Heure du plat : pour 9h00
- ✓ Récipient : 2 petits bols en inox
- ✓ Composition : coupée en petits dés



Cage n° : MT 08
Nombre d'individus total : 4 + 1

Menu pour 1 individu

	ALIMENTS	QUANTITE	FREQUENCE							PARTICULARITES
			L	Ma	Me	J	V	S	D	
B A S E	Tamarin Cake	4 g	X	X	X	X		X	X	2 petits dés
	Tamarin Banane	2 g	X	X	X	X		X	X	1 petit dé
C O M P L E M E N T	Ver de farine	5 g	X						X	
	Blanc de Poulet	10 g		X				X		cuit
	Grillon ou Blatte	5			X					
	Croquette Singe	3				X				légèrement trempées
	Riz +	10 g					X			
	Céréale +	5 grains					X			
	Lait concentré	un peu								

Remarque: Quand jeunes ou femelle gestante, rajouter 5 g de protéines en plus (sur le Poulet, Croquette Singe, Ver de farine...)

Rédigé(e) par: stagiaire
I.PHAM VAN CANG

Relu(e) par: référent m.trop.
J.SPODYMECK

Validé(e) par: directeur adj.
A.DESMOULINS

Annexe 18b : Menu du zoo de Lille (après midi)



04-FA/MT.018

TAMARIN EMPEREUR

Création : Avril 2004

Mise à jour n°2

le: 6/08/06 Page 2/2

- ✓ Heure du plat : pour 15h00
- ✓ Récipient : 2 petits bols en inox
- ✓ Composition : coupée en petits dés



Cage n° : MT 08

Nombre d'individus total : 4 + 1

Menu pour 1 individu

	ALIMENTS	QUANTITE	FREQUENCE							PARTICULARITES
			L	Ma	Me	J	V	S	D	
B A S E	<i>Pomme</i>	10 g	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Poire</i>	10 g	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Banane</i>	10 g	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Fruits de saison : Mangue, Papaye, Physalis, Kiwi...</i>	50 g	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Carotte</i>	8 g	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Endive</i>	2,5 g	X	X	X	X	X	X	X	
C O M P L E M E N T	<i>Marmoset Gum</i>	à volonté		X		X				

Rédigé(e) par: stagiaire
I.PHAM VAN CANG

Relu(e) par: référent m.trop.
J.SPODYMECK

Validé(e) par: directeur adj.
A.DESMOULINS

Annexe 19 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Beauval (g/j/individu)

		T empereur	T Goeldi	T lion	T pinché
Boulettes	donné	16,5	17,9	18,7	18,7
	reste	0,6	3,1	0,0	2,3
	consommé	16,0	14,7	18,7	16,4
	% restes	2,9	18,8	6,8	11,2
Sous total donné		16,5	17,9	18,7	18,7
Sous total consommé		16,0	14,7	18,7	16,4
% consommé		96,8	81,2	99,8	88,8
Cacahuète	donné	1,5	1,5	1,4	1,7
	reste	1,1	1,3	0,5	1,6
	consommé	0,4	0,2	0,6	0,1
	% restes	51,8	84,6	29,8	85,2
Pâtée chat	donné	6,4	6,0	4,5	6,0
	reste	0,6	2,3	0,1	0,6
	consommé	5,3	3,8	4,4	5,4
	% restes	8,5	31,8	1,3	8,5
Oeuf dur	donné	5,9	6,7	5,2	9,0
	reste	4,0	3,7	0,1	2,3
	consommé	1,9	2,9	5,1	6,6
	% restes	42,1	56,6	2,2	24,5
Yaourt, gruyère	donné	4,2	5,3	2,8	5,7
	reste	0,8	1,1	0,0	0,9
	consommé	3,4	4,2	2,8	4,9
	% restes	6,9	27,7	0,8	13,6
Pain de mie, jaune d'œuf	donné	2,3	2,0	1,5	2,7
	reste	0,5	0,1	0,0	0,3
	consommé	1,8	1,9	1,5	2,4
	% restes	22,7	4,3	1,3	9,1
Vers de farine	donné	2,1	2,2	1,9	2,3
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	2,1	2,2	1,9	2,3
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0
Morios	donné	1,9	2,0	1,7	2,0
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	1,9	2,0	1,7	4,0
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0
Criquets	donné	0,0	0,1	0,0	0,0
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,0	0,1	0,0	0,0
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0
Sous total donné		24,3	25,7	19,1	29,6
Sous total consommé		16,9	17,2	18,1	25,8
% consommé		66,7	65,3	93,4	87,6
Poire	donné	10,2	11,0	9,9	12,7
	reste	2,4	0,3	0,9	3,3
	consommé	7,7	10,7	9,0	9,4
	% restes	26,9	2,9	10,1	20,1
Prune	donné	3,5	3,9	2,6	5,1
	reste	0,6	0,2	0,1	0,1
	consommé	2,9	3,7	2,6	5,0
	% restes	19,8	5,7	1,7	3,6

Annexe 19 suite

Pêche	donné	3,6	3,9	3,7	4,7
	reste	0,9	1,8	0,2	0,9
	consommé	2,7	2,1	3,5	3,7
	% restes	23,4	47,3	7,3	12,3
Pastèque	donné	3,3	4,2	2,9	5,1
	reste	0,9	1,1	0,4	1,4
	consommé	2,4	3,1	2,5	3,7
	% restes	28,2	29,1	14,7	25,1
Melon	donné	6,1	5,8	5,3	7,0
	reste	1,3	1,8	0,3	1,6
	consommé	4,8	4,0	5,0	5,4
	% restes	23,7	33,4	7,4	20,9
Ananas	donné	4,0	4,4	3,6	4,6
	reste	1,9	2,1	0,5	2,9
	consommé	2,1	2,2	3,2	1,7
	% restes	46,9	41,0	12,6	52,0
Raisin	donné	7,4	7,9	6,6	9,5
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	7,4	7,9	6,6	9,5
	% restes	0,8	0,0	0,0	0,0
Fraise	donné	8,9	10,0	7,9	11,3
	reste	0,9	3,6	1,1	3,4
	consommé	8,0	6,3	6,9	7,9
	% restes	8,3	33,3	11,0	20,3
Kiwi	donné	3,9	3,3	2,8	3,4
	reste	1,2	0,8	0,1	0,3
	consommé	2,7	2,4	2,7	3,1
	% restes	29,2	27,0	5,0	7,7
Mangue	donné	2,9	3,2	2,6	3,6
	reste	0,6	0,5	0,1	0,4
	consommé	2,3	2,7	2,5	3,2
	% restes	15,9	16,0	2,4	9,9
Nectarine	donné	0,6	0,6	0,6	0,3
	reste	0,0	0,2	0,0	0,0
	consommé	0,6	0,4	0,6	0,3
	% restes	0,0	32,9	0,0	0,0
Cerises	donné	0,8	1,1	0,9	0,7
	reste	0,1	0,1	0,0	0,1
	consommé	0,8	1,0	0,9	0,7
	% restes	8,6	12,3	0,0	9,0
Pommes	donné	41,2	48,4	41,0	57,7
	reste	7,3	10,2	5,6	21,8
	consommé	33,9	38,2	35,5	35,9
	% restes	16,6	20,1	14,3	32,9
Banane	donné	10,6	10,6	8,4	13,7
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	10,6	10,6	8,4	13,7
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0
Sous total donné		106,9	118,1	98,9	139,4
Sous total consommé		88,7	95,3	89,8	103,2
% consommé		83,4	81,8	90,5	78,3

Annexe 19 suite

Tomate	donné	14,6	15,9	12,4	16,6
	reste	9,6	10,5	6,0	9,1
	consommé	5,0	5,3	6,4	7,5
	% restes	62,2	66,9	46,4	49,0
Concombre	donné	12,9	14,0	10,8	15,1
	reste	8,1	9,9	1,6	9,9
	consommé	4,8	4,1	9,2	5,3
	% restes	61,8	73,1	14,4	60,9
Patate douce	donné	14,0	15,0	11,6	15,5
	reste	10,7	10,1	2,7	12,1
	consommé	3,3	4,9	9,0	3,4
	% restes	74,2	65,5	22,3	69,3
Carotte	donné	9,8	10,2	7,8	10,2
	reste	9,3	4,8	5,7	8,9
	consommé	0,5	5,3	2,1	1,4
	% restes	94,9	47,4	73,5	83,7
Betterave crue	donné	0,5	0,7	0,4	0,8
	reste	0,6	0,6	0,2	0,8
	consommé	0,0	0,0	0,2	0,0
	% restes	100,7	99,6	56,2	100,1
Pois	donné	0,2	0,2	0,1	0,2
	reste	0,1	0,1	0,0	0,2
	consommé	0,0	0,0	0,1	0,0
	% restes	96,9	69,2	11,0	99,9
Betterave cuite	donné	1,3	1,5	1,1	1,1
	reste	0,9	0,4	0,1	0,0
	consommé	0,3	1,1	1,0	1,1
	% restes	74,8	22,0	12,7	0,0
Sous total donné		53,4	57,3	44,3	59,5
Sous total consommé		14,1	20,9	28,0	18,6
% consommé		27,6	36,2	63,5	36,5
TOTAL DONNE		201,1	219,0	181,1	247,2
TOTAL CONSOMME		135,6	148,1	154,6	164,0
% CONSOMME		68,0	67,8	85,5	70,4

Annexe 20 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Besançon (g/j/individu)

		T empereur	T Goeldi	T lion	T pinché
cake	donné	21,0	23,2	34,9	24,2
	reste	0,6	0,1	3,2	0,6
	consommé	20,4	23,1	31,7	23,5
	% restes	2,9	0,2	9,1	2,7
Sous total donné		21,0	23,2	34,9	24,2
Sous total consommé		20,4	23,1	31,7	23,5
% consommé		97,1	99,8	90,9	97,3
croquettes chat	donné	0,6	0,7	1,0	0,7
	reste	0,1	0,0	0,8	0,0
	consommé	0,5	0,7	0,2	0,7
	% restes	17,7	0,0	78,6	2,8
omelette	donné	2,4	2,7	4,1	2,8
	reste	0,3	1,1	2,5	0,1
	consommé	2,1	1,6	1,5	2,6
	% restes	13,8	40,9	62,6	5,1
steak haché	donné	2,5	2,7	4,1	2,8
	reste	0,4	0,3	1,7	0,3
	consommé	2,1	2,4	2,4	2,5
	% restes	16,0	10,8	41,6	10,1
jelly®	donné	0,9	1,0	1,5	1,1
	reste	0,2	0,1	0,3	0,0
	consommé	0,7	1,0	1,2	1,1
	% restes	23,6	5,7	19,3	0,0
Sous total donné		6,5	7,1	10,6	7,3
Sous total consommé		5,4	5,6	5,3	6,9
% consommé		83,0	84,4	45,0	94,9
pomme	donné	15,5	17,2	19,1	17,7
	reste	0,5	0,1	4,0	0,3
	consommé	15,0	17,1	15,1	17,4
	% restes	3,2	0,6	19,9	1,6
poires	donné	12,0	13,8	14,9	13,8
	reste	0,3	0,0	2,6	0,0
	consommé	11,6	13,8	12,2	13,7
	% restes	2,6	0,0	20,5	0,3
banane	donné	3,8	4,4	5,0	4,5
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	3,7	4,4	5,0	4,5
	% restes	0,3	0,0	0,0	0,0
orange	donné	6,4	5,1	6,4	5,4
	reste	0,7	0,4	3,4	0,6
	consommé	5,7	4,6	3,0	4,3
	% restes	10,7	8,3	51,2	11,2
raisins secs	donné	1,0	1,2	0,9	1,3
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	1,0	1,2	0,9	1,3
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0
raisins	donné	4,0	4,0	9,3	5,0
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	4,0	4,0	9,3	5,0
	% restes	0,6	0,0	0,0	0,0

Annexe 20 suite

mangue	donné	3,0	3,1	3,3	3,1
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	3,0	3,1	3,3	3,1
	% restes	0,0	0,0	1,3	0,0
ananas	donné	4,9	4,6	5,3	5,3
	reste	0,1	0,2	0,7	0,2
	consommé	4,8	4,4	4,6	5,0
	% restes	3,2	4,2	10,1	5,1
carambole	donné	0,0	0,5	0,4	0,3
	reste	0,0	0,1	0,2	0,1
	consommé	0,0	0,4	0,2	0,2
	% restes		17,5	45,5	20,0
kiwi	donné	1,4	1,3	2,4	1,7
	reste	0,0	0,0	0,7	0,0
	consommé	1,4	1,3	1,6	1,7
	% restes	4,4	0,0	25,6	0,0
fraise	donné	1,0	0,8	1,3	1,0
	reste	0,2	0,0	0,4	0,0
	consommé	0,8	0,8	0,9	1,0
	% restes	22,2	0,0	30,6	2,7
mandarine	donné	1,4	1,4	1,7	1,3
	reste	0,1	0,1	0,3	0,0
	consommé	1,3	1,3	1,4	1,3
	% restes	3,8	5,7	17,9	0,0
kaki	donné	0,9	1,0	1,1	1,0
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,9	1,0	1,0	1,0
	% restes	0,0	0,0	3,3	0,0
papaye	donné	0,5	0,6	0,3	0,6
	reste	0,1	0,3	0,2	0,0
	consommé	0,4	0,2	0,1	0,6
	% restes	22,0	62,1	66,7	1,4
pastèque	donné	1,2	1,7	2,0	1,3
	reste	0,0	0,1	0,6	0,0
	consommé	1,2	1,6	1,3	1,3
	% restes	0,0	8,0	30,0	0,0
Sous total donné		57,1	60,6	73,3	63,4
Sous total consommé		55,0	59,2	60,1	61,6
% consommé		96,5	97,7	81,3	97,3
carottes cuites	donné	5,7	6,5	12,0	7,0
	reste	2,1	0,1	3,5	1,4
	consommé	3,7	6,4	8,5	5,6
	% restes	31,3	0,9	43,3	18,5
concombre	donné	5,7	6,0	7,5	6,2
	reste	0,6	0,8	2,5	0,9
	consommé	5,1	5,2	5,0	5,3
	% restes	11,9	13,7	30,0	15,5
céleri boule	donné	1,0	1,1	1,4	1,3
	reste	0,4	0,6	0,9	0,6
	consommé	0,6	0,5	0,6	0,8
	% restes	41,0	50,4	66,8	43,0

Annexe 20 suite

céleri branche	donné	1,7	1,2	1,3	1,2
	reste	0,7	0,7	0,3	0,5
	consommé	0,9	0,5	1,0	0,7
	% restes	41,7	58,9	22,1	39,1
aubergine	donné	1,2	0,9	1,3	1,0
	reste	0,1	0,3	0,7	0,1
	consommé	1,0	0,6	0,6	0,9
	% restes	9,2	29,5	50,2	13,2
poivron	donné	1,6	1,4	1,4	1,2
	reste	0,5	0,4	0,3	0,2
	consommé	1,2	1,1	1,0	1,0
	% restes	29,7	27,4	20,3	17,9
fenouil	donné	0,3	0,2	0,4	0,3
	reste	0,1	0,1	0,2	0,1
	consommé	0,2	0,1	0,1	0,2
	% restes	33,3	33,8	60,0	30,8
tomate	donné	1,4	1,1	1,1	1,1
	reste	0,2	0,0	0,4	0,3
	consommé	1,2	1,0	0,6	0,8
	% restes	14,1	4,6	40,7	26,9
avocat	donné	0,1	0,1	0,1	0,1
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,1	0,1	0,1	0,1
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0
endive	donné	0,4	0,3	0,4	0,4
	reste	0,0	0,1	0,2	0,1
	consommé	0,4	0,2	0,2	0,3
	% restes	0,0	41,7	54,5	17,9
Sous total donné		19,2	18,8	26,8	19,8
Sous total consommé		14,5	15,8	17,8	15,6
% consommé		76,3	83,8	63,8	79,4
pomme de terre cuite	donné	0,0	1,2	1,3	1,3
	reste	0,0	0,0	0,6	0,0
	consommé	0,0	1,2	0,7	1,3
	% restes		0,0	45,8	1,5
pain d'épice	donné	0,0	1,2	1,4	1,2
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,0	1,2	1,4	1,2
	% restes		0,0	0,0	0,0
pâtes pour chien	donné	0,0	0,3	0,4	0,3
	reste	0,0	0,0	0,2	0,1
	consommé	0,0	0,3	0,1	0,3
	% restes		0,0	60,0	16,7
riz miel	donné	0,0	1,2	1,4	1,3
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,0	1,2	1,3	1,3
	% restes		0,0	2,5	0,0
Sous total donné		0,0	4,0	4,4	4,1
Sous total consommé		0,0	4,0	3,5	4,1
% consommé			100,0	80,5	98,3
TOTAL DONNE		103,7	113,7	150,0	118,7
TOTAL CONSOMME		95,2	107,7	118,4	111,7
% CONSOMME		92,1	94,8	78,6	94,1

Annexe 21 : Résultats des pesées obtenues au zoo de La Palmyre (g/j/individu)

		Tamarin empereur Gr1	Tamarin empereur Gr2	Tamarin empereur Gr3	Ouistiti geoffroy	Tamarin de Goeldi	Tamarin lion	Tamarin pinché
gâteau	donné	4,4	5,5	4,3	4,2	3,0	5,9	4,6
	reste	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1
	consommé	4,4	5,5	4,3	3,5	3,0	5,9	4,5
	% restes	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	1,5
mini marex ou Blédine ® pour C. geoffroyi	donné	6,0	6,0	5,6	60,6	7,7	14,8	8,3
	reste	0,7	3,7	3,1	7,3	1,5	3,2	3,6
	consommé	5,3	2,3	2,4	53,3	6,2	11,5	4,7
	% restes	7,9	59,2	52,9	9,5	17,9	14,8	40,4
sous total donné		10,4	11,6	9,9	64,8	10,7	20,6	12,9
sous total consommé		9,7	7,9	6,7	56,8	9,1	17,4	9,3
% consommé		94,9	69,4	70,3	89,9	86,7	89,1	73,4
jaune œuf dur	donné	0,6	0,4	0,3	0,5	0,3	0,7	0,8
	reste	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
	consommé	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,4
	% restes	16,7	54,2	33,3	59,9	19,0	17,1	40,6
poisson	donné	1,5	2,3	1,7	1,8	1,6	3,3	2,5
	reste	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,4
	consommé	1,4	2,3	1,7	1,4	1,4	2,8	2,1
	% restes	2,8	0,0	0,0	21,1	10,8	10,8	14,7
poussin	donné	0,4	0,7	0,7	0,8	0,6	1,5	0,4
	reste	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,0	0,7	0,7	0,8	0,6	1,4	0,4
	% restes	100,0	5,0	0,8	3,1	0,0	2,5	12,1
bœuf	donné	2,8	3,3	2,8	2,8	2,1	4,7	3,9
	reste	1,4	0,4	1,1	0,9	0,3	0,8	0,4
	consommé	1,4	2,9	1,7	1,9	1,8	3,9	3,6
	% restes	46,2	9,9	34,4	31,5	11,7	9,5	7,9
insectes	donné	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	reste	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	consommé	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	% restes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
sous total donné		5,3	6,8	5,6	6,0	4,6	10,3	7,7
sous total consommé		3,3	6,0	4,4	4,3	4,1	8,8	6,5
% consommé		70,0	91,9	87,2	77,6	91,0	91,6	87,5
pomme	donné	60,6	54,0	42,1	51,6	47,8	101,7	64,7
	reste	9,3	12,4	10,0	43,4	10,5	37,4	12,3
	consommé	51,3	41,6	32,1	8,2	37,2	64,4	52,5
	% restes	14,7	21,2	23,1	84,0	21,9	34,7	18,5
banane	donné	26,4	20,0	16,7	20,3	17,0	33,3	19,7
	reste	0,0	0,0	0,1	2,0	0,1	0,5	0,3
	consommé	26,4	20,0	16,6	18,3	16,9	32,8	19,5
	% restes	0,0	0,0	0,5	9,0	0,4	1,8	1,0
poire	donné	17,7	17,3	14,6	16,0	12,3	28,5	16,7
	reste	3,8	5,3	3,1	7,4	0,4	2,4	2,8
	consommé	13,9	12,0	11,5	8,6	11,9	26,1	14,0
	% restes	18,7	32,2	19,9	41,0	3,6	9,6	15,2

Annexe 21 suite

kiwi	donné	14,6	10,8	9,2	10,7	9,0	20,2	10,5
	reste	2,8	2,4	2,9	7,7	2,7	6,6	1,8
	consommé	11,8	8,4	6,2	3,0	6,3	13,6	8,7
	% restes	19,0	23,2	29,2	72,6	28,0	24,3	19,2
raisin noir	donné	4,4	5,0	3,9	4,4	3,5	6,0	4,0
	reste	0,6	0,2	0,2	0,4	0,0	0,4	0,4
	consommé	3,8	4,8	3,7	3,9	3,5	5,6	3,6
	% restes	13,1	5,0	5,2	9,8	1,3	10,3	10,0
sous total donné		123,7	107,2	86,5	102,9	89,6	189,8	115,7
sous total consommé		107,2	86,9	70,2	42,0	75,7	142,5	98,2
% consommé		87,3	82,2	81,6	41,7	84,6	76,3	85,3
tomate	donné	11,1	9,3	7,9	8,5	7,4	16,0	9,2
	reste	4,9	4,4	2,5	6,1	1,7	6,2	2,9
	consommé	6,2	4,8	5,4	2,5	5,7	9,8	6,3
	% restes	41,2	49,3	31,8	70,4	20,0	45,3	27,1
sous total donné		11,1	9,3	7,9	8,5	7,4	16,0	9,2
sous total consommé		6,2	4,8	5,4	2,5	5,7	9,8	6,3
% consommé		59,0	50,7	68,2	29,6	80,0	54,7	72,9
gomme	donné	1,2	1,7	1,2	1,7	1,0	2,2	1,6
	reste	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,8	0,0
	consommé	1,2	1,7	1,2	1,6	0,8	1,3	1,6
	% restes	0,0	0,0	0,0	7,5	11,9	43,6	0,0
TOTAL donné		151,7	136,5	111,0	184,0	113,3	239,0	147,1
TOTAL consommé		126,3	107,2	87,8	107,2	95,5	179,9	121,9
% consommé		83,9	79,7	79,9	57,9	84,6	76,3	83,5

Annexe 22 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Lille (g/j/individu)

		T empereur	O Geoffroy
Tamarin cake	donné	3,6	4,1
	reste	0,4	0,6
	consommé	3,2	3,4
	% restes	10,7	15,8
Marmoset Jelly	donné	1,8	2,0
	reste	0,3	0,2
	consommé	1,5	1,8
	% restes	15,5	11,0
Mini marex humide	donné	0,5	0,3
	reste	0,0	0,2
	consommé	0,5	0,1
	% restes	0,0	67,7
sous total donné		5,9	6,4
sous total consommé		5,2	5,3
% consommé		87,9	83,6
vers de farine	donné	1,3	1,6
	reste	0,0	0,0
	consommé	1,3	1,6
	% restes	0,0	0,0
blanc de poulet cuit	donné	2,6	3,1
	reste	1,2	1,5
	consommé	1,4	1,6
	% restes	47,0	49,4
Grillons	donné	0,2	0,0
	reste	0,0	0,0
	consommé	0,2	0,0
	% restes	0,0	
Criquets	donné	0,2	0,7
	reste	0,0	0,0
	consommé	0,2	0,7
	% restes	0,0	0,0
sous total donné		4,4	5,4
sous total consommé		3,1	3,9
% consommé		81,2	80,2
pomme	donné	9,6	11,2
	reste	0,0	0,1
	consommé	9,6	11,2
	% restes	0,0	0,6
poire	donné	9,6	11,3
	reste	0,0	0,1
	consommé	9,6	11,2
	% restes	0,0	0,5
banane	donné	9,6	11,3
	reste	0,0	0,0
	consommé	9,6	11,3
	% restes	0,0	0,0
ananas	donné	5,6	6,2
	reste	0,3	1,7
	consommé	5,3	4,5
	% restes	6,5	27,0

Annexe 22 suite

kaki	donné	4,6	5,6
	reste	0,0	0,1
	consommé	4,5	5,5
	% restes	0,3	2,1
kiwi	donné	6,8	7,6
	reste	0,1	0,6
	consommé	6,7	7,0
	% restes	2,1	7,7
mangue	donné	4,3	4,6
	reste	0,0	0,1
	consommé	4,3	4,5
	% restes	1,2	2,4
papaye	donné	3,5	3,8
	reste	0,5	1,0
	consommé	3,0	2,8
	% restes	11,7	26,0
raisin	donné	4,1	4,7
	reste	0,0	0,0
	consommé	4,1	4,7
	% restes	0,3	0,9
melon	donné	5,7	6,9
	reste	0,1	0,5
	consommé	5,6	6,5
	% restes	1,6	6,7
figue fraiche	donné	3,3	4,2
	reste	1,5	2,9
	consommé	1,8	1,4
	% restes	43,6	67,9
clémentine	donné	3,2	4,3
	reste	0,1	0,2
	consommé	3,1	4,1
	% restes	3,6	5,7
physalis	donné	0,2	0,2
	reste	0,0	0,2
	consommé	0,2	0,0
	% restes	0,0	100,0
fraise	donné	2,0	2,4
	reste	0,0	0,8
	consommé	2,0	1,6
	% restes	2,1	33,4
carambole	donné	0,3	0,5
	reste	0,0	0,4
	consommé	0,2	0,1
	% restes	11,5	81,6
sous total donné		72,3	84,8
sous total consommé		69,6	76,1
% consommé		96,3	89,9
carotte	donné	7,0	8,2
	reste	2,5	6,0
	consommé	4,5	2,1
	% restes	35,9	73,7

Annexe 22 suite

endive	donné	2,5	2,9
	reste	0,0	1,3
	consommé	2,5	1,6
	% restes	0,4	45,0
concombre	donné	2,0	2,5
	reste	0,0	0,7
	consommé	2,0	1,8
	% restes	0,0	31,9
tomate	donné	1,6	2,1
	reste	0,1	0,4
	consommé	1,5	1,7
	% restes	4,0	17,2
poivron	donné	0,5	0,5
	reste	0,0	0,4
	consommé	0,4	0,2
	% restes	8,9	68,9
aubergine	donné	0,4	0,6
	reste	0,0	0,5
	consommé	0,4	0,2
	% restes	10,5	74,5
courgette	donné	0,4	0,5
	reste	0,0	0,2
	consommé	0,3	0,3
	% restes	5,7	46,5
sous total donné		14,3	17,3
sous total consommé		11,6	7,8
% consommé		79,2	42,1
riz	donné	1,4	1,5
	reste	0,0	0,1
	consommé	1,4	1,4
	% restes	0,0	7,5
céréales	donné	0,2	0,2
	reste	0,0	0,0
	consommé	0,2	0,2
	% restes	0,0	0,0
Picot®	donné	1,2	1,5
	reste	0,0	0,0
	consommé	1,2	1,5
	% restes	0,0	0,0
sous total donné		2,8	3,2
sous total consommé		2,8	3,0
% consommé		100,0	96,4
gomme	donné	4,0	4,2
	reste	0,7	0,9
	consommé	2,9	3,3
	% restes	14,6	21,5
TOTAL donné		103,7	121,2
TOTAL consommé		95,3	99,5
% consommé		92,0	82,3

Annexe 23 : Résultats des pesées obtenues au zoo de Mulhouse

		O Geoffroy	T Goeldi	T lion	T pinché	T empereur
bouillie	donné					
	reste					
	consommé	48,6	37,6	69,4	33,4	71,1
Impossible de déterminer ce qui a été donné, car la bouillie a été pesée avec la gamelle						
Impossible de déterminer la pourcentage de restes						
croquettes	donné	3,7	4,3	4,1	4,4	3,0
	reste	2,1	1,1	2,1	0,8	0,3
	consommé	1,6	3,2	2,0	3,6	2,7
	% restes	52,5	13,9	40,0	17,3	7,3
œuf dur	donné	1,7	2,5	2,3	3,8	2,4
	reste	0,7	2,3	1,6	1,6	1,0
	consommé	1,0	0,2	0,7	2,2	1,3
	% restes	45,2	94,3	77,6	63,8	34,2
fromage	donné	0,3	0,6	0,4	0,7	0,5
	reste	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
	consommé	0,3	0,5	0,3	0,6	0,4
	% restes	0,0	50,0	44,4	5,9	10,0
blanc de poulet	donné	1,6	1,9	1,9	2,4	1,2
	reste	1,0	0,7	0,4	0,7	0,0
	consommé	0,6	1,1	1,5	1,7	1,2
	% restes	48,0	47,4	36,2	43,2	0,0
Sous total donné		7,4	9,2	8,7	11,3	7,1
Sous total consommé		3,5	5,0	4,5	8,1	5,7
% consommé		54,4	58,9	56,5	66,6	90,7
pomme	donné	23,9	35,9	25,7	30,9	24,1
	reste	9,9	2,4	6,1	7,3	8,8
	consommé	13,9	33,5	19,6	23,5	15,3
	% restes	32,9	4,2	31,6	27,4	28,2
banane	donné	25,6	29,3	30,3	37,7	25,9
	reste	10,2	9,1	8,9	9,6	0,8
	consommé	15,4	20,2	21,3	28,1	25,1
	% restes	38,4	20,8	37,8	29,0	3,4
raisin	donné	4,2	6,3	5,6	5,7	6,5
	reste	0,4	0,1	0,2	0,4	0,8
	consommé	3,8	4,7	5,4	5,4	5,7
	% restes	5,3	0,6	1,3	3,4	13,0
raisins secs	donné	2,1	2,3	2,0	2,1	1,4
	reste	0,7	0,0	0,1	0,8	0,2
	consommé	1,4	2,3	1,9	1,3	1,2
	% restes	35,5	0,0	5,9	28,1	6,3
Prunes	donné	0,6	1,2	1,0	1,3	
	reste	0,1	0,0	0,2	0,0	
	consommé	0,3	0,8	0,5	1,3	
	% restes	14,2	7,4	14,4	0,6	
Pêche	donné	2,1	5,3	4,7	3,7	2,0
	reste	1,6	0,1	0,1	0,2	0,5
	consommé	0,6	5,2	4,6	3,5	1,5
	% restes	69,0	1,6	0,9	5,3	22,1

Annexe 23 suite

Melon	donné	1,9	3,7	2,4	2,0	2,8
	reste	0,6	0,4	0,1	0,2	0,9
	consommé	1,3	3,2	2,3	1,1	1,9
	% restes	27,9	10,9	3,7	12,3	32,1
Mangue	donné	0,3	0,9	0,5	0,7	
	reste	0,0	0,0	0,4	0,1	
	consommé	0,2	0,9	0,0	0,6	
	% restes	14,8	0,0	92,3	12,3	
Kiwi	donné	0,8	0,5		0,3	0,4
	reste	0,7	0,1		0,0	0,4
	consommé	0,1	0,4		0,3	0,0
	% restes	83,3	14,3		0,0	100,0
Ananas	donné	0,1	0,1		0,2	
	reste	0,1	0,1		0,0	
	consommé	0,0	0,0		0,2	
	% restes	71,4	100,0		23,1	
Poire	donné	0,7				0,4
	reste	0,4				0,4
	consommé	0,2				0,0
	% restes	65,8				100,0
Clémentines	donné	0,7			0,5	
	reste	0,5			0,1	
	consommé	0,3			0,4	
	% restes	57,1			19,7	
Orange	donné	0,2			0,2	
	reste	0,2			0,2	
	consommé	0,0			0,1	
	% restes	90,0			73,3	
Abricots	donné			0,1		
	reste			0,0		
	consommé			0,1		
	% restes			0,0		
Dattes	donné				0,6	
	reste				0,1	
	consommé				0,4	
	% restes				30,0	
Myrtilles	donné					0,3
	reste					0,0
	consommé					0,3
	% restes					0,0
pamplemousse	donné		0,1			
	reste		0,0			
	consommé		0,1			
	% restes		0,0			
carambole	donné		0,2			
	reste		0,2			
	consommé		0,0			
	% restes		62,5			
noix	donné		0,1			
	reste		0,0			
	consommé		0,0			
	% restes		25,0			

Annexe 23 suite

Sous total donné		63,2	85,8	72,2	85,5	63,8
Sous total consommé		37,5	71,4	55,9	65,8	51,0
% consommé		63,0	87,3	69,7	75,8	84,6
Courgette	donné	1,2	1,0	1,2	1,8	2,6
	reste	1,0	0,8	0,5	1,0	2,0
	consommé	0,2	0,2	0,7	0,8	0,6
	% restes	90,4	85,0	45,9	61,9	74,2
Carotte	donné	3,1	3,5	3,0	4,0	4,3
	reste	2,9	0,2	1,6	2,5	1,8
	consommé	0,2	3,4	1,4	1,4	2,5
	% restes	93,5	3,5	62,6	62,3	41,9
Concombre	donné	2,9	2,3	4,1	2,9	4,7
	reste	2,2	1,0	0,3	0,6	3,0
	consommé	0,7	1,3	3,8	2,3	1,7
	% restes	76,4	51,4	9,5	23,8	60,1
Tomate	donné	1,0	1,5	0,8	1,9	
	reste	0,7	0,4	0,1	0,4	
	consommé	0,2	1,1	0,7	1,5	
	% restes	76,7	25,0	19,3	27,6	
Aubergine	donné	1,3	1,8	1,6	2,2	2,2
	reste	1,2	1,5	1,4	1,4	1,8
	consommé	0,2	0,3	0,2	0,8	0,4
	% restes	93,6	83,6	89,5	67,1	74,4
Poivron	donné	1,0	0,2	0,2	0,4	1,7
	reste	0,9	0,1	0,1	0,2	1,1
	consommé	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5
	% restes	85,7	50,0	33,3	62,1	77,5
Radis	donné	0,2	0,1			0,3
	reste	0,2	0,1			0,0
	consommé	0,0	0,0			0,3
	% restes	100,0	100,0			0,0
Endive	donné	0,4	0,7		0,4	
	reste	0,4	0,4		0,2	
	consommé	0,0	0,3		0,2	
	% restes	100,0	72,2		58,6	
Poireau	donné				0,3	
	reste				0,3	
	consommé				0,0	
	% restes				100,0	
Sous total donné		11,0	11,2	11,0	13,9	15,8
Sous total consommé		1,5	6,7	6,9	7,2	6,0
% consommé		11,5	60,4	63,8	50,0	36,8
TOTAL DONNE		130,1	143,8	161,3	144,0	157,8
TOTAL CONSOMME		91,2	120,7	136,7	114,4	133,9
% CONSOMME		70,9	87,2	84,7	79,5	84,8

Annexe 24 : Composition nutritionnelle des rations distribuées aux tamarins empereurs, par rapport à la MS

		Beauval	Besancon	Lille	La Palmyre Gr1	La Palmyre Gr2	La Palmyre Gr3	Mulhouse
<u>Nutrient Category:</u>	Energy							
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>							
Digestible Energy	kcal/g	0,57	2,60	0,59	1,84	2,21	2,21	
Gross Energy	kcal/g	1,01	2,99	0,86	2,12	2,57	2,59	
ME Primate	kcal/g	3,29	4,64	5,90	4,35	4,73	4,67	2,37
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates							
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>							
ADF	%	3,21	2,49	3,91	3,22	3,10	3,15	0,83
Crude Fiber	%	1,60	1,93	2,06	2,34	2,38	2,33	4,36
Lignin	%	0,77	0,63	0,47	0,55	0,44	0,53	0,06
NDF	%	4,29	3,82	5,29	4,66	4,53	4,60	1,10
Total Dietary Fiber	%	14,79	10,32	9,20	12,20	10,62	10,92	6,40
<u>Nutrient Category:</u>	Fat							
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>							
Arachidonic Acid	%	0,04	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01
Crude Fat	%	9,30	6,02	4,87	5,08	5,88	5,64	3,36
Linoleic Acid	%	1,41	1,13	0,86	0,90	0,77	0,81	0,26
Linolenic Acid	%	0,18	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,09
Monounsaturated Fats	%	1,87	1,20	0,70	1,01	1,14	1,03	0,41
PUFA	%	1,31	1,08	0,85	0,97	0,75	0,80	0,36
Saturated Fats	%	1,93	1,03	0,63	1,04	1,17	1,06	0,82
<u>Nutrient Category:</u>	Protein							
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>							
Crude Protein	%	14,27	16,19	11,80	11,73	13,82	13,54	20,89
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins							
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>							
Beta-carotene	mg/kg	0,15	0,18	0,05	0,14	0,08	0,10	
Biotin	mg/kg	0,10	0,12	0,06	0,08	0,04	0,05	0,27
Choline	mg/kg	384,87	770,21	389,24	501,61	490,32	514,69	845,97
Folic Acid	mg/kg	1,80	2,31	2,00	0,47	0,43	0,43	0,89
Pantothenic Acid	mg/kg	14,88	24,36	13,41	16,87	16,72	17,36	6,55
Vit A	IU A/g or RE/g	45,61	67,96	93,45	14,52	15,28	16,00	39,56
Vit B1 (Thiamin)	mg/kg	5,56	10,44	6,17	7,04	6,43	6,88	8,99
Vit B12	mcg/g	0,09	0,02	2 376,90	0,70	1,19	1,03	0,02
Vit B2 (Riboflavin)	mg/kg	5,92	9,04	5,77	6,35	6,25	6,46	2,52

Vit B3 (Niacin)	mg/kg	17,09	17,92	22,72	12,26	14,37	13,48	17,14
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	7,12	12,08	8,76	11,23	11,40	11,39	16,08
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	662,70	2 212,85	2 116,70	1 790,81	2 265,07	2 164,38	296,97
Vit D2	IU Vit D2/g							
Vit D3	IU Vit D3/g	1,83	10,98	3,72	7,97	10,31	10,11	2,63
Vit E	mg/kg	34,64	67,87	46,15	38,73	49,83	48,15	96,88
Vit K	mg/kg	0,76	4,49	3,82	2,92	3,66	3,63	
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals							
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>							
Ash	%	4,26	5,34	4,73	4,32	3,85	4,03	4,09
Calcium	%	0,67	0,86	0,40	0,59	0,41	0,48	0,70
Chloride	%	0,11	0,12	0,06	0,07	0,05	0,06	
Cobalt	mg/kg	0,32	0,71	0,27	0,51	0,45	0,49	
Copper	mg/kg	6,64	8,56	6,19	7,07	6,10	6,52	8,37
Iodine	mg/kg	0,48	1,59	0,54	1,04	1,11	1,14	0,65
Iron	mg/kg	86,32	115,60	64,83	85,67	59,82	68,72	35,97
Magnesium	%	0,10	0,12	0,09	0,11	0,09	0,10	0,34
Manganese	mg/kg	21,65	34,53	19,46	23,19	18,99	20,99	68,44
Phosphorus	%	0,38	0,42	0,26	0,33	0,29	0,31	0,57
Potassium	%	0,91	1,01	1,08	1,03	0,99	1,00	0,88
Selenium	mg/kg	0,12	0,12	0,07	0,07	0,05	0,06	0,22
Sodium	%	0,17	0,13	0,09	0,07	0,06	0,07	0,04
Zinc	mg/kg	28,31	33,11	19,48	21,90	19,51	20,50	53,30

Annexe 25 : Composition nutritionnelle des rations distribuées aux ouistitis de Geoffroy, par rapport à la MS

		Lille	La Palmyre	Mulhouse
<u>Nutrient Category:</u>	Energy			
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>			
Digestible Energy	kcal/g	0,42	1,65	
Gross Energy	kcal/g	0,71	2,76	
ME Primate	kcal/g	5,83	3,52	2,40
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates			
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>			
ADF	%	4,00	1,65	0,91
Crude Fiber	%	1,90	1,37	4,35
Lignin	%	0,38	0,26	0,05
NDF	%	5,37	2,43	1,29
Total Dietary Fiber	%	8,27	30,93	6,38
<u>Nutrient Category:</u>	Fat			
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>			
Arachidonic Acid	%	0,01	0,01	0,01
Cholesterol	%			
Crude Fat	%	4,88	4,82	3,41
Linoleic Acid	%	0,77	0,43	0,27
Linolenic Acid	%	0,13	0,08	0,09
Monounsaturated Fats	%	0,62	0,86	0,43
PUFA	%	0,74	0,38	0,37
Saturated Fats	%	0,58	0,93	0,84
<u>Nutrient Category:</u>	Protein			
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>			
Crude Protein	%	11,29	11,14	20,40
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins			
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>			
Beta-carotene	mg/kg	0,00		
Biotin	mg/kg	0,04	#####	0,26
Choline	mg/kg	313,19	299,92	842,94
Folic Acid	mg/kg	1,57	0,36	0,86
Pantothenic Acid	mg/kg	11,28	12,02	6,16
Vit A	IU A/g or RE/g	58,27	11,32	17,11
Vit B1 (Thiamin)	mg/kg	4,99	5,81	8,92
Vit B12	mcg/g	2 632,99	1,50	0,02
Vit B2 (Riboflavin)	mg/kg	5,20	4,46	2,45
Vit B3 (Niacin)	mg/kg	22,26	12,73	14,72
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	8,60	11,20	15,29

Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	2 215,79	1 907,51	282,88
Vit D2	IU Vit D2/g			
Vit D3	IU Vit D3/g	3,39	8,38	2,62
Vit E	mg/kg	42,04	47,20	96,55
Vit K	mg/kg	3,93	2,81	
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals			
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>			
Ash	%	4,15	2,88	3,94
Calcium	%	0,22	0,15	0,69
Chloride	%	0,04	0,02	
Cobalt	mg/kg	0,17	0,25	
Copper	mg/kg	5,50	3,90	8,32
Iodine	mg/kg	0,41	0,74	0,65
Iron	mg/kg	43,65	42,32	35,69
Magnesium	%	0,08	0,06	0,33
Manganese	mg/kg	14,01	10,11	67,99
Phosphorus	%	0,20	0,17	0,56
Potassium	%	1,06	0,77	0,84
Selenium	mg/kg	0,06	0,03	0,21
Sodium	%	0,07	0,04	0,04
Zinc	mg/kg	16,13	12,24	52,79

Annexe 26 : Composition nutritionnelle des rations aux tamarins de Goeldi, par rapport à la MS

		Beauval	Besancon	La Palmyre	Mulhouse
<u>Nutrient Category:</u>	Energy				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Digestible Energy	kcal/g	0,49	2,49	1,93	
Gross Energy	kcal/g	0,90	2,86	2,29	
ME Primate	kcal/g	3,40	5,30	4,19	2,73
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
ADF	%	3,45	2,26	2,93	1,86
Crude Fiber	%	1,61	2,03	2,50	3,59
Lignin	%	0,73	0,62	0,70	0,21
NDF	%	4,97	3,49	4,29	2,41
Total Dietary Fiber	%	14,52	9,90	12,28	8,57
<u>Nutrient Category:</u>	Fat				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Arachidonic Acid	%	0,04	0,04	0,04	0,00
Crude Fat	%	8,97	5,78	5,87	3,08
Linoleic Acid	%	1,31	1,09	1,01	0,29
Linolenic Acid	%	0,17	0,14	0,15	0,10
Monounsaturated Fats	%	1,83	1,09	1,33	0,33
PUFA	%	1,19	1,04	1,12	0,40
Saturated Fats	%	2,08	0,96	1,27	0,81
<u>Nutrient Category:</u>	Protein				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Crude Protein	%	13,64	15,68	14,34	15,43
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Beta-carotene	mg/kg	0,13	0,18	0,21	
Biotin	mg/kg	0,09	0,12	0,12	0,17
Choline	mg/kg	347,38	754,60	601,41	548,08
Folic Acid	mg/kg	1,67	2,22	0,39	0,71
Pantothenic Acid	mg/kg	14,75	23,86	18,45	6,36
Vit A	IU A/g or RE/g	96,73	103,40	16,05	55,58
Vit B1 (Thiamin)	mg/kg	5,23	10,20	8,65	6,38
Vit B12	mcg/g	0,09	0,02	0,59	0,01
Vit B2 (Riboflavin)	mg/kg	5,91	8,72	7,02	2,29
Vit B3 (Niacin)	mg/kg	17,37	18,76	11,94	19,41
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	7,08	11,88	10,73	12,90
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	616,62	2 084,40	1 538,33	346,31
Vit D2	IU Vit D2/g				

Vit D3	IU Vit D3/g	1,59	10,60	8,02	1,72
Vit E	mg/kg	33,21	66,05	34,08	71,69
Vit K	mg/kg	0,66	4,38	2,99	
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Ash	%	4,18	5,08	4,94	3,71
Calcium	%	0,60	0,83	0,82	0,50
Chloride	%	0,09	0,12	0,09	
Cobalt	mg/kg	0,28	0,69	0,63	
Copper	mg/kg	6,38	8,40	8,08	6,69
Iodine	mg/kg	0,42	1,55	1,20	0,42
Iron	mg/kg	78,23	112,46	116,98	27,73
Magnesium	%	0,10	0,12	0,12	0,24
Manganese	mg/kg	19,67	33,07	29,40	45,65
Phosphorus	%	0,36	0,41	0,43	0,43
Potassium	%	0,93	1,01	0,97	0,94
Selenium	mg/kg	0,13	0,11	0,09	0,14
Sodium	%	0,17	0,13	0,10	0,04
Zinc	mg/kg	27,14	32,89	29,00	36,56

Annexe 27 : Composition nutritionnelle des rations aux tamarins lion, par rapport à la MS

		Beauval	Besancon	La Palmyre	Mulhouse
<u>Nutrient Category:</u>	Energy				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Digestible Energy	kcal/g	0,59	2,92	1,95	
Gross Energy	kcal/g	1,01	3,36	2,32	
ME Primate	kcal/g	3,38	5,50	4,23	2,38
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
ADF	%	3,33	1,91	2,98	1,09
Crude Fiber	%	1,65	2,15	2,36	4,34
Lignin	%	0,75	0,62	0,72	0,14
NDF	%	5,17	2,90	4,36	1,34
Total Dietary Fiber	%	15,23	9,80	12,15	6,65
<u>Nutrient Category:</u>	Fat				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Arachidonic Acid	%	0,05	0,04	0,04	0,01
Crude Fat	%	9,23	5,71	6,06	3,01
Linoleic Acid	%	1,51	1,09	1,01	0,25
Linolenic Acid	%	0,17	0,15	0,15	0,08
Monounsaturated Fats	%	2,17	1,12	1,39	0,30
PUFA	%	1,48	1,11	1,11	0,34
Saturated Fats	%	1,97	1,00	1,32	0,68
<u>Nutrient Category:</u>	Protein				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Crude Protein	%	14,38	16,02	14,67	20,52
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Beta-carotene	mg/kg	0,15	0,21	0,21	
Biotin	mg/kg	0,10	0,12	0,11	0,26
Choline	mg/kg	372,79	824,12	597,42	837,10
Folic Acid	mg/kg	1,90	2,39	0,41	0,85
Pantothenic Acid	mg/kg	16,81	25,22	18,46	6,29
Vit A	IU A/g or RE/g	91,10	113,04	15,79	29,25
Vit B1 (Thiamin)	mg/kg	5,79	10,93	8,57	8,86
Vit B12	mcg/g	0,07	0,02	0,51	0,02
Vit B2 (Riboflavin)	mg/kg	6,23	9,43	7,06	2,36
Vit B3 (Niacin)	mg/kg	17,75	15,39	12,48	18,78
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	7,03	12,57	10,91	15,36
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	647,27	2 247,96	1 571,72	286,62
Vit D2	IU Vit D2/g				
Vit D3	IU Vit D3/g	1,91	12,32	8,05	2,60

Vit E	mg/kg	36,15	72,39	34,54	95,95
Vit K	mg/kg	0,79	5,08	3,02	
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Ash	%	4,44	5,46	4,89	4,00
Calcium	%	0,68	0,94	0,81	0,68
Chloride	%	0,10	0,12	0,09	
Cobalt	mg/kg	0,33	0,80	0,63	
Copper	mg/kg	6,77	8,51	8,10	8,31
Iodine	mg/kg	0,50	1,75	1,19	0,64
Iron	mg/kg	90,12	122,26	115,13	35,60
Magnesium	%	0,10	0,13	0,12	0,33
Manganese	mg/kg	23,09	36,13	28,91	67,64
Phosphorus	%	0,38	0,44	0,43	0,55
Potassium	%	0,91	1,02	0,99	0,88
Selenium	mg/kg	0,14	0,10	0,09	0,21
Sodium	%	0,17	0,14	0,10	0,04
Zinc	mg/kg	28,68	31,81	29,27	52,54

Annexe 28 : Composition nutritionnelle des rations aux tamarins pinchés, par rapport à la MS

		Beauval	Besancon	La Palmyre	Mulhouse
<u>Nutrient Category:</u>	Energy				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Digestible Energy	kcal/g	0,49	2,45	1,89	
Gross Energy	kcal/g	0,88	2,82	2,20	
ME Primate	kcal/g	3,49	5,34	4,40	2,85
<u>Nutrient Category:</u>	Carbohydrates				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
ADF	%	3,24	2,23	3,18	1,40
Cellulose	%	1,79	1,78	2,38	0,90
Crude Fiber	%	1,43	2,00	2,51	3,10
Lignin	%	0,73	0,61	0,55	0,16
NDF	%	4,30	3,44	4,64	1,86
Total Dietary Fiber	%	13,49	9,76	11,63	7,90
<u>Nutrient Category:</u>	Fat				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Arachidonic Acid	%	0,06	0,04	0,03	0,02
Crude Fat	%	10,83	6,08	6,18	4,06
Linoleic Acid	%	1,60	1,12	0,88	0,38
Linolenic Acid	%	0,18	0,14	0,14	0,10
Monounsaturated Fats	%	2,18	1,23	1,42	0,72
PUFA	%	1,26	1,09	0,94	0,50
Saturated Fats	%	2,43	1,06	1,38	1,18
<u>Nutrient Category:</u>	Protein				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Crude Protein	%	15,83	15,91	13,90	16,30
<u>Nutrient Category:</u>	Vitamins				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Beta-carotene	mg/kg	0,13	0,17	0,13	
Biotin	mg/kg	0,11	0,12	0,07	0,15
Choline	mg/kg	430,71	744,24	498,63	491,93
Folic Acid	mg/kg	1,75	2,23	0,41	0,75
Pantothenic Acid	mg/kg	16,51	24,08	16,68	8,03
Vit A	IU A/g or RE/g	49,72	92,71	14,80	29,07
Vit B1 (Thiamin)	mg/kg	5,20	10,07	6,97	5,97
Vit B12	mcg/g	0,16	0,02	0,97	0,01
Vit B2 (Riboflavin)	mg/kg	7,13	8,81	6,23	2,90
Vit B3 (Niacin)	mg/kg	18,56	18,53	13,97	21,97
Vit B6 (Pyridoxine)	mg/kg	7,44	11,77	10,57	14,01
Vit C Ascorbic Acid	mg/kg	628,54	2 074,32	1 808,23	335,83

Vit D2	IU Vit D2/g				
Vit D3	IU Vit D3/g	1,57	10,46	8,45	1,55
Vit E	mg/kg	33,03	65,92	40,24	66,11
Vit K	mg/kg	0,65	4,35	3,02	
<u>Nutrient Category:</u>	Ash/minerals				
<u>Nutrient</u>	<u>Unit</u>				
Ash	%	4,20	5,07	4,23	3,78
Calcium	%	0,60	0,82	0,57	0,47
Chloride	%	0,10	0,12	0,07	
Cobalt	mg/kg	0,27	0,68	0,50	
Copper	mg/kg	6,44	8,31	6,77	6,41
Iodine	mg/kg	0,41	1,53	1,05	0,38
Iron	mg/kg	78,65	111,02	82,97	26,75
Magnesium	%	0,10	0,12	0,10	0,23
Manganese	mg/kg	18,91	32,91	22,37	41,59
Phosphorus	%	0,38	0,41	0,34	0,42
Potassium	%	0,93	1,01	0,96	0,97
Selenium	mg/kg	0,17	0,12	0,07	0,16
Sodium	%	0,18	0,14	0,08	0,05
Zinc	mg/kg	29,62	32,75	23,76	34,58

NOM PRENOM : FAIVRE Sylvie

TITRE : Etude du régime alimentaire des Callithricidés.
Application pratique pour leur conservation en captivité.

Thèse Vétérinaire : Lyon, le 29 Mai 2008

RESUME :

L'alimentation des Callithricidés intéresse de plus en plus les parcs zoologiques, ceci dans le but de favoriser leur bien être et ainsi de contribuer à leur conservation. Après une étude bibliographique reprenant les connaissances en alimentation aussi bien dans le milieu naturel qu'en captivité, une étude de terrain a été réalisée dans cinq parcs zoologiques français : Mulhouse, Besançon, Lille, Beauval et La Palmyre. Cette étude permet de mettre en évidence la diversité des menus de ces primates ainsi que les difficultés rencontrées par les zoos pour couvrir les besoins nutritionnels des Callithricidés.

MOTS CLES :

- Alimentation
- Callithricidés
- Parc zoologique
- Primates
- Conservation

JURY :

Président :	Monsieur le Professeur Claude GHARIB
1er Assesseur :	Madame le Maître de conférence Germaine EGRON MORAND
2ème Assesseur :	Madame le Maître de conférence Véronique LAMBERT

DATE DE SOUTENANCE :

Le 29 Mai 2008.

ADRESSE DE L'AUTEUR :

13 rue Grange du Collège.....
25 000 BESANCON.....