




OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/26727>

To cite this version:

Le Texier-Hanley, Gabriel . *Le bien-être des primates non-humains utilisés à des fins scientifiques : exemple du ouistiti commun (Callithrix Jacchus)*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2020, 119 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

LE BIEN-ETRE DES PRIMATES NON-HUMAINS UTILISES A DES FINS SCIENTIFIQUES : EXEMPLE DU OUISTITI COMMUN (*CALLITHRIX JACCHUS*)

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

LE TEXIER-HANLEY Gabriel
Né, le 18/09/1995 à SAINT-HERBLAIN (44)

Directeur de thèse : Mme Annabelle MEYNADIER

JURY

PRESIDENT :
M. Pierre PAYOUX

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mme Annabelle MEYNADIER
Mme Martine KOLF-CLAUW

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :
M. Pascal GIRARD

Chargé de recherche à l'Institut National de la Santé et de la
Recherche Médicale (*CerCo - UMR 5549*)

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie - Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
 Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
 Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
 Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
 Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
 M. **LHERMIE Guillaume**, *Economie de la santé animale*
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophthalmologie*
 Mme **ROMANOS Lola**, *Pathologie des ruminants*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Pierre PAYOUX,

Professeur des universités à l'Université Paul Sabatier
Praticien hospitalier au CHU de Toulouse

Médecine nucléaire

pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse.
Hommage respectueux.

A Madame le Docteur Annabelle MEYNADIER,

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Alimentation animale

pour m'avoir fait l'honneur d'encadrer ce travail tout en me laissant la liberté de me l'approprier, pour sa disponibilité.

Toute ma gratitude et mon estime.

A Madame le Professeur Martine KOLF-CLAUW,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pharmacie-Toxicologie

pour m'avoir fait l'honneur de participer à mon jury de thèse.

Mes remerciements les plus sincères et respectueux.

A Monsieur le Docteur Pascal GIRARD,

Chargé de Recherche à l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

Neurosciences

pour son aide précieuse dans l'encadrement de ce travail, sa disponibilité et sa bienveillance.

Toute ma reconnaissance et mon respect.

TABLE DES MATIERES

<i>Liste des enseignants de l'ENVT</i>	2
REMERCIEMENTS	5
TABLE DES MATIERES	6
ABREVIATIONS	12
TABLE DES ILLUSTRATIONS	14
Introduction	17
PARTIE I : Bases fondamentales pour comprendre le bien-être du ouistiti commun	20
1. Le bien-être animal en établissement utilisateur	20
1.1. Qu'est-ce que le « <i>bien-être animal</i> » ?.....	20
1.1.1. Le bien-être animal	20
1.1.2. Définition théorique : ANSES 2018.....	20
1.1.3. Définition opérationnelle : les Cinq libertés fondamentales.....	21
1.1.4. La sentience	22
1.2. Les 3R : base de la démarche éthique dans la recherche animale	22
1.2.1. Remplacer, Réduire, Raffiner	22
1.2.2. Quatrième R : la Responsabilisation.....	24
1.2.3. Cinquième R : la Réutilisation et la Réhabilitation ?	25
1.3. Pourquoi s'intéresser au bien-être des primates dans les établissements utilisateurs ?	25
2. Présentation du ouistiti commun (<i>Callithrix jacchus</i>)	26
2.1. Morphologie et phylogénie	27
2.1.1. Morphologie	27
2.1.2. Phylogénie	28
2.2. Biologie générale en conditions naturelles	30

2.2.1. Habitat	30
2.2.2. Régime alimentaire	31
2.2.3. Organisation sociale et reproduction	31
2.2.4. Comportement et communication	32
2.3. Données biologiques	34
3. Réglementation sur le ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques.....	37
3.1. Utilisation en expérimentation animale.....	37
3.1.1. Domaines de recherche utilisant le ouistiti commun	37
3.1.2. Avantages du ouistiti commun	37
3.1.3. Inconvénients du ouistiti commun.....	38
3.2. Conditions réglementaires d'hébergement, de détention et d'utilisation.....	38
3.2.1. Code Rural et protection des animaux utilisés à des fins scientifiques.	38
3.2.2. Code de l'Environnement et protection de la faune sauvage.....	40
3.2.3. Particularités des PNH utilisés à des fins scientifiques.....	41
3.2.4. Directive européenne 2010/63/CE.....	41
3.2.4.1. Hébergement.....	42
3.2.4.2. Sociabilité	42
3.2.4.3. Alimentation et abreuvement.....	43
3.2.4.4. Enrichissement.....	43
3.3. Vétérinaire désigné	44
3.3.1. Rôle réglementaire du vétérinaire désigné	44
3.3.2. Le contrôle du bien-être animal en établissement utilisateur	45
3.3.3. Le devenir des PNH après les protocoles.....	46
PARTIE II : Outils existants pour la gestion du bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques.....	49
1. Accréditation institutionnelle	49
2. Recommandations internationales	51
2.1. Alimentation et abreuvement.....	51

2.2. Conditions d'hébergement.....	54
2.3. Gestion de la santé et de la douleur.....	57
2.3.1. Gestion des maladies	57
2.3.1.1. Hygiène	57
2.3.1.2. Surveillance sanitaire et quarantaine.....	57
2.3.1.3. Prophylaxie.....	59
2.3.1.4. Marmoset Wasting Syndrome	59
2.3.2. Gestion de la douleur due aux procédures expérimentales.....	60
2.3.2.1. Contention	60
2.3.2.2. Habituation et entraînement	60
2.3.2.3. Anesthésie et analgésie	61
2.4. Favoriser un comportement naturel.....	61
2.4.1. Expression de comportements sociaux	62
2.4.2. Expression de comportements non sociaux	62
2.4.3. Bonne relation homme-animal	66
2.4.4. Bon état émotionnel.....	66
2.5. Gestion de la peur et de la détresse.....	67
3. Grilles existantes pour l'évaluation du bien-être	68
3.1. Evaluation du bien-être des PNH	68
3.2. Evaluation du bien-être animal : <i>Welfare Quality</i> ®.....	69
3.3. Evaluation du bien-être animal : « <i>24/7 across the lifespan</i> »	70
PARTIE III : Elaboration d'une grille d'évaluation du bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques.....	73
1. Principe 1 : alimentation adaptée	73
1.1. Absence de faim prolongée.....	73
1.2. Absence de soif prolongée	74
1.3. Alimentation appropriée et opportunités de recherche alimentaire spécifique	75
2. Principe 2 : logement correct.....	75

2.1. Confort pour le repos.....	75
2.2. Confort thermique.....	76
2.3. Facilité de déplacement	76
2.4. Contrôle de l'environnement.....	77
3. Principe 3 : bonne santé.....	77
3.1. Absence de blessures	77
3.2. Absence de maladies	78
3.3. Absence de douleurs causées par les procédures expérimentales.....	79
4. Principe 4 : comportement approprié.....	80
4.1. Expression de comportements sociaux.....	80
4.2. Expression de comportements non sociaux.....	81
4.3. Bonne relation Homme-Animal.....	82
4.4. Bon état émotionnel	82
5. Déroulement de l'audit et échantillonnage.....	84
6. Discussion	87
Conclusion.....	91
Bibliographie.....	92
ANNEXES	105
Annexe 1 - Ethogramme de <i>Callithrix jacchus</i> , d'après Pabst (2015).....	105
Annexe 2 - Fiche technique « <i>Mini Marex</i> » (<i>Mazuri™ ZooFoods</i>).....	109
Annexe 3 - Fiche technique « <i>Marmoset pellets</i> » (<i>ssniff Spezialdiäten GmbH</i>) .	110
Annexe 4 - Doses anesthésiques et analgésiques de molécules utilisables chez le ouistiti commun d'après Marini et al. (2019).....	111
Annexe 5 - Grille d'évaluation générale du bien-être des PNH d'après Wolfensohn et Honess (2005).....	112
Annexe 6 - Grille d'audit du bien-être des ouistitis communs	113
Annexe 7 - Grille d'évaluation du score QBA	115

Annexe 8 - Grille de mesure des paramètres de compartiments.....	116
Annexe 9 - Grille de mesure des paramètres individuels	117

ABREVIATIONS

AAALAC : Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care)

ANSES : Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

BPL : Bonnes Pratiques de Laboratoire

CEEA : Comité d'Ethique en Expérimentation Animale

CITES : Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna (i.e. Convention sur le Commerce International des Espèces Menacées ou Convention de Washington)

CNRS : Centre National pour la Recherche Scientifique

EAZA : European Association of Zoos and Aquaria (i.e. Association Européenne des Zoos et Aquariums)

FELASA : Federation of European Laboratory Animal Science Associations (i.e. Fédération des Associations Européennes des Sciences de l'Animal de Laboratoire)

GIRCOR : Groupe Interprofessionnel de Réflexion et de Communication sur la Recherche

GRAAL : Groupement de Réflexion et d'Action pour l'Animal

OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale (anciennement Office International des Epizooties)

PNH : primate non humain

SBEA : Structure en charge du Bien-Être Animal

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Ouistiti commun sur un perchoir (<i>photo personnelle</i>).....	27
Figure 2 - Phylogénie de l'ordre des primates d'après Pozzi et al. (2014).....	29
Figure 3 - Répartition géographique du ouistiti commun d'après la <i>Liste rouge de l'UICN</i>	30
Figure 4 - Répertoire comportemental du ouistiti commun en milieu naturel d'après Camarotti et al. (2015).....	33
Figure 5 - Evaluation du score corporel d'après Wolfensohn et Honess (2005).....	74
<hr/>	
Tableau 1 - Composition du régime alimentaire naturel du ouistiti commun d'après le <i>Committee on Animal Nutrition</i> (2003).....	31
Tableau 2 - Données biologiques d'après Marini et al. (2019)	34
Tableau 3 - Données hématologiques d'après Kuehnel et al. (2012).....	35
Tableau 4 - Données biochimiques d'après Kuehnel et al. (2012)	36
Tableau 5 - Données ioniques et du métabolisme lipidique d'après Kuehnel et al. (2012)....	36
Tableau 6 - Conditions d'hébergement des <i>Callithricidae</i> d'après la Directive 2010/63/EU ..	47
Tableau 7 – Constituants analytiques de deux aliments complets industriels et valeurs recommandées pour les PNH d'après Power et al. (2012) et Power et Koutsos (2019).....	53
Tableau 8 - Recommandations pour l'hébergement des ouistitis communs.....	56
Tableau 9 - Exemples de protocoles anesthésiques utilisables chez le ouistiti commun.....	61
Tableau 10 - Types d'enrichissements environnementaux d'après Buchanan-Smith (2011).65	
Tableau 11 - Principes et critères d'évaluation du bien-être animal d'après <i>Welfare Quality</i> ®	70
Tableau 12 - Principes et critères de bien-être animal selon l'approche 24/7 (Brando et Buchanan-Smith, 2018).....	71
Tableau 13 - Description des paramètres et seuils d'alerte pour le critère "Absence de maladie"	79

Tableau 14 - Paramètres de la méthode QBA et facteurs de pondération	84
Tableau 15 - Tableau d'échantillonnage d'après <i>Welfare Quality</i> ®.....	86

Introduction

Depuis plusieurs décennies, les primates non humains (PNH) sont utilisés dans des travaux de recherche en laboratoires, également appelés établissements utilisateurs. Leur utilisation a connu de nombreuses évolutions, avec l'interdiction de l'utilisation des gorilles, chimpanzés, bonobos et orangs-outangs dans l'Union Européenne en 2010, la mise en place de centres d'élevage et de reproduction en remplacement du prélèvement dans l'habitat naturel ou encore l'amélioration des conditions d'hébergement. Cependant, l'opinion du grand public vis-à-vis de l'utilisation des PNH à des fins scientifiques s'oppose généralement à l'avis de la communauté scientifique. Depuis plusieurs années, des débats sont régulièrement au cœur de l'actualité, avec d'un côté les associations de protection animale et de l'autre les chercheurs en biologie médicale et en recherche fondamentale et les centres d'élevage.

Certains établissements utilisateurs européens, dont le Centre de Primatologie (France), le Deutsches PrimatenZentrum (Allemagne) ou le Biomedical Primate Research Center (Pays-Bas), mènent des campagnes d'information et ont une politique de transparence vis-à-vis de leurs activités (Daune-Anglard, 2015 ; Deutsches PrimatenZentrum, 2017 ; Gérard, 2015 ; GIRCOR, 2015). La transparence est parfois relative mais nous pouvons souligner les efforts allant dans ce sens. Le Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS) rappelle dans un article publié en 2017 l'utilité des modèles animaux en expérimentation animale (Pigenet, 2017). D'après cet article, les PNH sont utilisés en recherche biomédicale (pharmacologie, toxicologie, immunologie, oncologie...), en neurosciences et en éthologie. Il précise également qu'en l'état actuel des connaissances, ils ne peuvent pas être remplacés totalement. De plus, le GIRCOR (Groupe Interprofessionnel de Réflexion et de Communication sur la Recherche) joue un rôle majeur dans la communication et la vulgarisation sur la recherche, et sur l'utilisation des PNH en particulier, via le site www.recherche-animale.org. D'après l'étude statistique de 2017 du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, les PNH, toutes espèces confondues, représentent seulement 0,19% des animaux utilisés à des fins scientifiques (Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2019) contre 59% de souris (*Mus musculus*). L'Union Européenne émet un avis similaire sur l'utilisation des animaux à des fins scientifiques (Parlement

Européen, 2007 ; Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks, 2009).

Depuis plusieurs décennies, l'expérimentation animale en général, et l'expérimentation sur les primates en particulier, est visée par des associations de protection animale. En 2014, le projet d'agrandissement du Centre de Primatologie à Niederhausbergen près de Strasbourg, a suscité de vives contestations (Gérard, 2015), notamment de la part de L214 et de PETA (*People for an Ethical Treatment of Animals*) qui ont publié des pétitions et des vidéos contre le projet. La même année, Lolita Lempicka et PETA ont invité au boycott d'Air France (Agence France Presse, 2014) qui continue de transporter des macaques depuis l'île Maurice et le Vietnam et à destination de l'Europe et des Etats-Unis. Cependant, le macaque crabier (*Macaca fascicularis*) est une espèce invasive notamment à l'île Maurice et le prélèvement fait partie de la politique locale de lutte contre cette espèce. En 2015, le Parlement du Royaume-Uni a également demandé la fin des exportations de primates depuis l'île Maurice (Floch, 2015). En 2017, l'association Animal Testing a publié une vidéo concernant les conditions d'hébergement des primates dans le cadre de recherches sur la maladie de Parkinson dans un hôpital parisien (Adouast, 2017) et en 2019, Soko Tierschutz publie un reportage sur le traitement des chiens, chats et primates au Laboratoire de pharmacologie et de toxicologie (LPT) près d'Hambourg (O'Brien, 2019). Au-delà des associations de protection animale, il existe également une politisation des questions liées au droit animal, avec la création en 2002 du Parti pour les animaux aux Pays-Bas (néerlandais : *Partij voor de Dieren*) et plus récemment le Parti Animaliste en 2016 en France. Ceci montre l'engagement politique de ses membres afin de faire évoluer les législations européennes et nationales.

Cependant, ces actions militantes et politiques se font au détriment de l'image de la recherche biomédicale, qui elle-même s'efforce d'améliorer les pratiques comme en témoigne le travail du GIRCOR. Cette pression grandissante a même poussé certains scientifiques à quitter l'Union Européenne pour aller travailler dans des pays tiers, comme la Chine (Vogel, 2020), où la réglementation est moins stricte et où la recherche souffre moins des pressions médiatiques.

L'Union Européenne a pris en considération les préoccupations pour l'amélioration des pratiques concernant les animaux utilisés à des fins scientifiques et elle a fait voter en 2010 une nouvelle directive sur l'expérimentation animale, remplaçant la directive 86/609/EEC : la Directive 2010/63/CE pour la protection des

animaux utilisés à des fins scientifiques. Le but de cette directive était également d'harmoniser les pratiques entre les différents états membres de l'Union Européenne et d'adapter les nouvelles normes aux évolutions des connaissances en termes de bien-être animal. Cette directive a été transcrite dans le droit français en 2013 par le décret 2013/118. La directive européenne et le décret français correspondant définissent les conditions d'utilisation, d'hébergement et de protection des animaux utilisés à des fins scientifiques, en particulier celui des PNH.

Cette thèse se focalise sur une des espèces utilisées à des fins scientifiques en France, le ouistiti commun ou marmouset (*Callithrix jacchus*). Le nombre de ouistitis et de tamarins utilisés en 2017 est de 224 individus (Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2019) (soit 0,00012% du total des animaux utilisés à des fins scientifiques et 5,9% des primates non-humains utilisés à des fins scientifiques). Le dénombrement des animaux utilisés à des fins scientifiques ne prend pas en compte les animaux d'élevage, les animaux faisant partie de procédures en-dessous du seuil de contrainte et les animaux euthanasiés pour le prélèvement d'organes et de tissus à des fins de méthodes alternatives. D'après l'enquête statistique de 2017, parmi les 224 ouistitis et tamarins utilisés, (i) 59 ont servis dans la recherche fondamentale, (ii) 5 dans des recherches translationnelles (prévention, prophylaxie, diagnostic et traitement de maladies humaines ; évaluation, détection, contrôle ou modifications des conditions physiologiques ; bien-être et amélioration des conditions de production des animaux) et (iii) 160 dans l'industrie pharmaceutique (mise au point, production ou essais de qualité, d'efficacité ou d'innocuité de médicaments à usage humain ou vétérinaire, de denrées alimentaires ou autres substances).

Puisque l'utilisation des primates non-humains, en particulier des ouistitis communs, reste essentielle dans plusieurs domaines de recherche, il est possible de se demander comment garantir leur bien-être en établissement utilisateur. La thèse présentera d'abord les notions fondamentales concernant la définition du bien-être, la biologie du ouistiti commun et la réglementation en vigueur. Puis, les recommandations concernant les conditions d'hébergement du ouistiti commun seront présentées, ainsi que les outils déjà existants pour mesurer leur bien-être. Enfin, la dernière partie fera l'objet de l'élaboration d'une grille d'évaluation du bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques.

PARTIE I : Bases fondamentales pour comprendre le bien-être du ouistiti commun

1. Le bien-être animal en établissement utilisateur

1.1. Qu'est-ce que le « *bien-être animal* » ?

1.1.1. Le bien-être animal

Le Larousse définit le bien-être comme le « *fait d'être bien, satisfait dans ses besoins, ou exempt de besoins, d'inquiétudes* » (Larousse, 2017). Cependant, cette définition de bien-être animal ne fait pas consensus au sein de la communauté scientifique et il convient d'aborder une autre définition du bien-être animal, plus complète, et qui correspond à des paramètres mesurables objectivement. Donald Broom, professeur émérite en bien-être animal à l'Université de Cambridge, a défini le bien-être animal comme « *l'état d'un animal en relation avec sa capacité à faire face à son environnement* » en 1994 (Broom, 2014, 1995). D'après Broom, le bien-être dépend donc du contexte dans lequel évolue l'animal. Les enjeux et les réponses pouvant être apportées seront donc différents selon que l'on considère un animal sauvage, présenté en parc zoologique ou utilisé à des fins scientifiques.

1.1.2. Définition théorique : ANSES 2018

L'ANSES a proposé une définition du bien-être animal en 2018 : « *Le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal* » (ANSES, 2018). Cette définition fait suite à une réflexion de la société mais également scientifique, philosophique et juridique, et pose le cadre des futures investigations et travaux de recherche dans le domaine du bien-être animal. Le positionnement individualisé de la définition rend sa mesure plus difficile, notamment en ce qui concerne les émotions positives. Elle prend en compte les besoins de l'animal, c'est-à-dire ses exigences de survie et de qualité de vie, et ses attentes, c'est-à-dire les capacités à anticiper un événement. Cette

définition permet de prendre en compte le point de vue de l'animal et son adaptabilité au milieu dans lequel il évolue.

1.1.3. Définition opérationnelle : les Cinq libertés fondamentales

Selon l'article 7.1.1 du *Code terrestre* de l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale), plusieurs critères sont à respecter pour satisfaire le bien-être animal : « *bon état de santé, confort suffisant, bon état nutritionnel, sécurité, possibilité d'expression du comportement naturel, absence de souffrances telles que douleur, peur ou détresse* » (OIE, 2017). C'est sur cette définition que nous allons nous baser dans la partie II. Ces critères correspondent à cinq libertés fondamentales (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2018), qui sont :

- Ne pas souffrir de la faim ou de la soif ;
- Ne pas souffrir d'inconfort ;
- Ne pas souffrir de douleurs, de blessures ou de maladies ;
- Pouvoir exprimer les comportements naturels propres à l'espèce ;
- Ne pas souffrir de peur ou de détresse.

Parmi ces libertés, quatre sont des libertés négatives (formulation « *ne pas* ») et seulement une est une liberté positive. Cette formulation ne permet que de mesurer une absence de mal-être et donc d'évaluer la bientraitance des animaux. De plus, cette absence de mal-être est principalement physiologique et comportementale et il ne prend pas en compte l'aspect individuel et émotionnel. Les critères reconnus de mesure du bien-être animal sont donc des critères d'exclusion (Absence de soif, absence de stress, etc...) et il existe encore peu de critères inclusifs qui soient suffisamment objectifs et robustes (mesurabilité, fiabilité, répétabilité...) pour être pris en compte. Cependant, cette définition est actuellement la base de la majorité des grilles d'évaluation du bien-être animal.

1.1.4. La sentience

Donald Broom a également défini la sentience comme le fait d' « *avoir la conscience et les capacités cognitives nécessaires pour avoir des émotions* » (Broom, 2014). Selon lui, la sentience des animaux dépend de 3 composantes :

- (i) « *s'ils ont conscience de ce qui se passe autour d'eux* », autrement dit s'ils ont conscience de leur environnement ;
- (ii) « *s'ils ont la capacité de réaliser des processus cognitifs* » ;
- (iii) « *s'ils peuvent avoir des émotions positives ou négatives* ».

Les connaissances que l'homme va avoir sur les capacités d'un individu ou d'une espèce vont donc avoir des conséquences sur la considération morale que l'homme va avoir de cet individu ou de cette espèce. Il va ainsi remettre en question sa propre place dans le vivant et ajuster ses actions envers les animaux. Cela va aider à améliorer le traitement des animaux et élever les standards de bien-être, en s'adaptant à l'évolution des connaissances. Ainsi, la recherche fondamentale sur les processus cognitifs, le libre-arbitre et le libre-choix des animaux permettent d'enrichir ces connaissances.

1.2. Les 3R : base de la démarche éthique dans la recherche animale

1.2.1. Remplacer, Réduire, Raffiner

La recherche animale constitue un domaine soumis aux préoccupations du grand public mais également des chercheurs eux-mêmes. C'est pour répondre à ces préoccupations que la règle des « 3R » a été développée par Russell et Burch en 1959. Les « *Trois R* » sont trois initiales qui signifient « *Remplacer, Réduire, Raffiner* » (Richmond, 2010). Cette notion figure maintenant dans la réglementation (voir partie I, paragraphe 3.2.4.) et dans le Guide de l'évaluation éthique des études sur animaux (GIRCOR, 2009) qui aide à l'évaluation des projets scientifiques par les comités d'éthique en expérimentation animale (CEEA). De plus, il existe une Charte Nationale portant sur l'Éthique de l'Expérimentation Animale (Comité national de réflexion éthique sur l'expérimentation animale, 2008) établie par la communauté scientifique elle-même et rappelant notamment les responsabilités des acteurs de

l'expérimentation animale. Enfin, d'un point de vue strictement scientifique, des animaux malades ou dans un état de non satisfaction du bien-être biaisent les résultats d'une étude et génèrent de la variabilité interindividuelle. Il est donc essentiel que les animaux utilisés à des fins scientifiques soient maintenus dans un état de bien-être. Ceci ne concerne pas uniquement les PNH mais l'ensemble des animaux utilisés à des fins scientifiques.

Remplacer

Le remplacement consiste à choisir des modèles animaux au potentiel de perception de la douleur réduit (remplacement relatif) ou des modèles in-vitro ou in-silico (remplacement complet) selon les objectifs de recherche. L'utilisation d'organismes non sentients (NC3Rs, 2018) (drosophile, nématode, amibe) ou de formes immatures d'organismes sentients (larves de poissons, fœtus d'oiseaux) dont le système de perception de la douleur n'est pas encore développé peut également servir à remplacer les modèles sentients. De nombreuses alternatives se développent également pour remplacer les modèles animaux : cellules souches, organoïdes, organisme artificiel ou organe sur puce (OOC) (Abaci et Shuler, 2015).

Réduire

La réduction consiste à diminuer le nombre d'animaux utilisés au minimum permettant d'avoir des résultats statistiquement significatifs et exploitables. Il est donc conseillé de développer les études préliminaires in vitro et les expériences pilotes sur un petit échantillon afin de détecter le plus tôt possible toute anomalie (par exemple en toxicologie). De plus, le nombre d'individus nécessaires devrait être calculé en amont de la procédure et doit tenir compte des objectifs et du niveau de précision statistique nécessaire pour obtenir des résultats significatifs. Soulignons l'importance des groupes contrôles et des données existantes pour éviter de multiplier les études déjà réalisées. La réutilisation des animaux peut également contribuer à réduire le nombre d'animaux utilisés, mais elle est encadrée de façon réglementaire et doit remplir certaines conditions pour être mise en place (voir partie I, paragraphe 3.3.3.).

Raffiner

Le raffinement des méthodes et des conditions d'hébergement et d'entretien consiste à réduire l'incidence ou la gravité des procédures envers les animaux qui doivent être utilisés à des fins scientifiques. La définition du grade de douleur pour les procédures expérimentales et l'évaluation de la douleur, ainsi que la gestion de cette douleur (anesthésie, analgésie) et l'application de points limites à ne pas dépasser font partie du raffinement. Un point limite (ou point d'arrêt définitif) est défini comme un « *critère d'interruption de tout ou partie de l'étude visant à limiter la pénibilité pour les animaux concernés* » (GIRCOR, 2009). De plus, il est possible d'améliorer les conditions de vie des animaux hébergés en augmentant l'espace disponible, en développant les enrichissements du milieu, en pratiquant l'habituation et l'entraînement nécessaire à la contention des animaux ou à la réalisation de gestes techniques. La formation du personnel est également indispensable pour sensibiliser au bien-être et favoriser les bonnes pratiques de laboratoire (BPL).

1.2.2. Quatrième R : la Responsabilisation

Un quatrième R qui peut être ajouté aux trois précédents est la responsabilisation des personnes impliquées dans l'expérimentation animale. Ainsi, les chercheurs comme les zootechniciens, les étudiants de 3^{ème} cycle ou les vétérinaires doivent être sensibilisés sur leurs rôles et leurs responsabilités vis-à-vis des animaux utilisés à des fins scientifiques, notamment en termes de respect de l'animal et de réduction de la souffrance (Comité national de réflexion éthique sur l'expérimentation animale, 2008). Pour cela, ils sont tenus de suivre une formation spécifique à l'expérimentation animale : « *conception des procédures expérimentales* » (niveau B) pour les chercheurs, les directeurs d'études et les vétérinaires, « *réalisation des procédures expérimentales* » (niveau A) pour les techniciens. Ils doivent également justifier un suivi de formation continue (3 jours tous les 6 ans). Les formations suivies sont inscrites dans un livret de compétences suivant chaque individu dans les lieux où il expérimente. Afin de responsabiliser également le personnel, tout projet fait l'objet d'une saisine sur la plateforme du Ministère de l'Enseignement et de la Recherche, qui est soumise à l'approbation d'un CEEA. De plus, les établissements utilisateurs d'animaux à des fins scientifiques doivent disposer d'une structure chargée du bien-être animal (SBEA) et font l'objet de contrôles de la

part de la Direction Départementale de Protection des Populations du département concerné (voir partie I, paragraphes 3.2. et 3.3.).

1.2.3. Cinquième R : la Réutilisation et la Réhabilitation ?

Le GRAAL (Groupement de Réflexion et d'Action pour l'Animal), propose d'ajouter à ces 4 R, un cinquième R qui signifie « *Réutilisation et Réhabilitation* » (Le GRAAL, 2018). Et effet, les animaux en fin de protocole sont souvent euthanasiés alors qu'ils pourraient être réutilisés dans d'autres protocoles, contribuant ainsi à la réduction du nombre d'animaux utilisés. Selon le GRAAL, la réhabilitation devrait également intervenir dans la réflexion et la mise en œuvre d'un projet scientifique, afin de proposer une alternative à l'euthanasie des animaux en bonne santé à la fin d'une procédure expérimentale. Cette démarche est prévue dans le cadre législatif mais encore peu utilisé à cause du manque d'infrastructures d'accueil, des conditions administratives et sanitaires (certificat vétérinaire de bonne santé, absence de danger pour l'environnement, la santé humaine ou la santé animale, garantie de préservation du bien-être animal). Ce dispositif peut concerner toutes les espèces utilisées à des fins scientifiques : les animaux de compagnie (chiens, chats, furets, lapins, rongeurs), les équidés, les animaux de rente (bovins, ovins, caprins, porcins) ou la faune sauvage (primates, reptiles, amphibiens).

1.3. Pourquoi s'intéresser au bien-être des primates dans les établissements utilisateurs ?

Le bien-être des animaux utilisés à des fins scientifiques est donc la responsabilité de tous les acteurs, depuis les centres d'élevage jusqu'aux établissements utilisateurs. A travers les relations privilégiées que l'Homme entretient avec les animaux qui l'entourent, dites « *relations Homme-Animal* », qu'ils soient domestiques ou sauvages, l'Homme s'interroge sur le bienfondé de l'utilisation des animaux. Cependant, notre rapport à l'animal est différent selon qu'il s'agisse d'un animal de compagnie (possédé pour le loisir) ou d'un animal de rente (possédé pour une production ou pour en dégager un revenu). Ainsi une même espèce peut appartenir aux deux catégories selon le contexte dans lequel il évolue. C'est le cas par exemple du ouistiti commun (*Callithrix jacchus*), qui peut être considéré comme

appartenant à la faune sauvage à protéger, comme un animal de compagnie (autorisé sous certaines conditions réglementaires) ou comme un animal lié à une production (production animale dans le cadre de centres d'élevage ou production de données scientifiques lorsqu'il est utilisé dans la recherche). Certains auteurs comme Jeremy Bentham (2011), ont une vision utilitariste, c'est-à-dire que nos actions (ici l'utilisation des animaux) ne sont acceptables que si elles contribuent au bien-être du plus grand nombre (ici les humains). D'autres auteurs comme Peter Singer (1997) ou Tom Regan (1983), ont une vision égalitaire : tous les individus ont le même droit à la vie, et défendent ainsi les droits des animaux. Le débat philosophique sur la justification morale liée à l'utilisation des animaux par l'Homme reste ouvert et anime les préoccupations du grand public et des personnes qui utilisent des animaux pour vivre.

En appliquant ces concepts aux PNH utilisés à des fins scientifiques et aux ouistitis communs en particulier, les préoccupations concernant leurs conditions de vie et leur bien-être proviennent à la fois du grand public (courants de pensée antispéciste, prise de conscience de la sentience, croissance du véganisme) et de la communauté scientifique (nécessité d'avoir des modèles animaux adaptés, production scientifique de qualité, développement des réseaux de réflexion éthique et des SBEA). C'est donc dans ce contexte qu'il semble important de s'intéresser au bien-être des PNH utilisés à des fins scientifiques, afin que les intérêts défendus par toutes les personnes impliquées convergent vers une amélioration des pratiques et des conditions d'hébergement.

2. Présentation du ouistiti commun (*Callithrix jacchus*)

L'étude du bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques ne peut se passer de la connaissance de ses besoins physiologiques et des interactions qu'il entretient avec son milieu naturel. Ainsi, il semble important de dresser un aperçu de la morphologie, de la phylogénie et de la biologie du ouistiti commun pour mieux comprendre son utilisation à des fins scientifiques et les conditions d'hébergement qu'il convient de lui fournir, de même que ses « *besoins* » et ses « *attentes* » évoqués dans la définition de l'ANSES.

2.1. Morphologie et phylogénie

2.1.1. Morphologie

Le ouistiti commun (*Callithrix jacchus*), aussi appelé ouistiti à toupets blancs ou marmouset, est un petit primate diurne, arboricole, faisant partie du groupe des « *Singes du Nouveau Monde* », en opposition aux « *Singes de l'Ancien Monde* » (dont les macaques et les babouins font partie). Il mesure environ 18,5 cm de longueur (Araújo et al., 2000). Son pelage est noir, marron et jaune foncé avec de larges bandes noires et beiges sur la queue. Il a la particularité de présenter des toupets blancs sur les oreilles (Figure 1), ce qui le distingue d'autres espèces du genre *Callithrix*. A l'état naturel, le mâle pèse en moyenne 317g alors que la femelle pèse en moyenne 322g (Araújo et al., 2000). Leur espérance de vie est en moyenne de 12 ans à l'état sauvage, mais certains individus d'un établissement japonais ont déjà atteint l'âge de 21 ans (Nishijima et al., 2012).



Figure 1 - Ouistiti commun sur un perchoir (photo personnelle)

2.1.2. Phylogénie

Le ouistiti commun (*Callithrix jacchus*) et l'Homme (*Homo sapiens*) font tous deux parties de l'ordre des Primates (Linnaeus 1758). *Homo sapiens* fait partie de la famille des Hominidés alors que *Callithrix jacchus* fait partie de la famille des Cébidiés (Groves 2005). Sur la Figure 2, les genres *Homo* et *Callithrix* ont été identifiés en rouge. Malgré leur éloignement phylogénique au sein des primates, le ouistiti commun et l'Homme ont une réelle proximité génétique, par rapport aux autres mammifères utilisés à des fins scientifiques (rongeurs, lagomorphes, etc) qui explique en partie son utilisation dans la recherche biomédicale, notamment en neurosciences, en endocrinologie, en infectiologie. D'autres primates plus proches du genre *Homo* sont également utilisés à des fins scientifiques (*Macaca sp.*, *Chlorocebus aethiops*, *Papio sp.*). Les avantages et inconvénients à l'utilisation du ouistiti commun sont discutés ci-après (partie I, paragraphe 3.1.).

2.2. Biologie générale en conditions naturelles

2.2.1. Habitat

Les populations de ouistitis communs (*Callithrix jacchus*) occupent plusieurs états du Nord-Est du Brésil (Figure 3), et se sont établis dans plusieurs régions du Sud du pays, dont Rio de Janeiro (EAZA, 2010 ; Rylands et al., 2008). Cette espèce occupe des milieux très différents, allant des forêts tropicales humides de la côte Atlantique à de la savane semi-aride (*caatinga*), en passant par des régions broussailleuses, des forêts côtières, des mangroves ou des parcs et des jardins urbains (EAZA, 2010 ; Rylands et al., 2008 ; Schiel et Souto, 2017).

Les conditions de température et d'humidité sont donc très variables et les ouistitis communs tolèrent ainsi une amplitude de température et d'humidité plus grande que la plupart des autres *Callitrichinae*. Le ouistiti commun occupe généralement une zone de 0,3 à 3,9 ha (Ferrari et Digby, 1996 ; Hubrecht, 1985 ; Rylands et al., 2008 ; Schiel et Souto, 2017).



2.2.2. Régime alimentaire

Les ouistitis communs consomment des fruits, des fleurs, du nectar, des exsudats végétaux (gomme, sève, latex) et des petites proies incluant des amphibiens, des gastéropodes, des lézards, des arachnides et des insectes (NRC, 2003 ; Rylands et al., 2008 ; Schiel et Souto, 2017) (tableau 1).

Tableau 1 - Composition du régime alimentaire naturel du ouistiti commun d'après le *Committee on Animal Nutrition* (2003)

Aliment	Moyenne (minimum-maximum)
Exsudats (gomme, sève...)	45% (24-70%)
Fruits	16% (14-30%)
Insectes	39% (30-70%)
Nectar	Pendant la saison sèche

2.2.3. Organisation sociale et reproduction

Les ouistitis communs vivent en groupe de 4 à 15 individus (Digby, 1995 ; Ferrari et Digby, 1996). Généralement, une seule femelle du groupe se reproduit au sein d'un couple monogame (Abbott et al., 2003). Le cycle de reproduction à l'état naturel est saisonnier, avec 2 périodes de mise-bas par an, au printemps et à l'automne (Cawthon Lang, 2005).

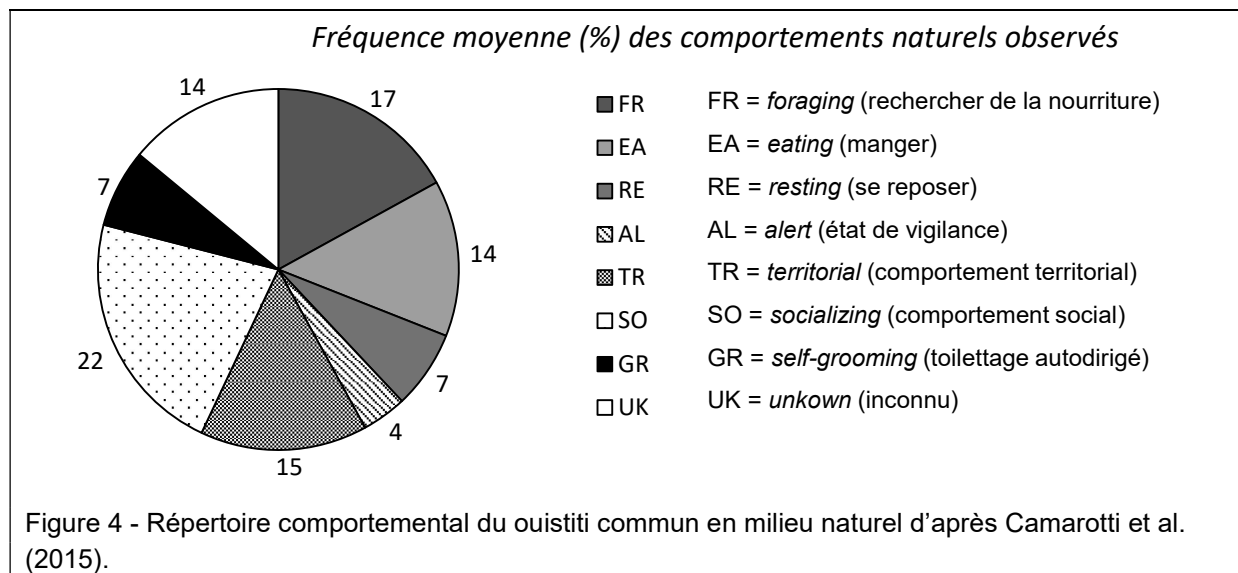
La maturité sexuelle chez le ouistiti commun est généralement atteinte vers 11-13 mois (Marini et al., 2019 ; Tardif et al., 2003), mais elle peut survenir plus tardivement à cause de l'inhibition hormonale par la femelle dominante au sein d'un même groupe social (Saltzman et al., 1997 ; Tardif et al., 1994). L'âge de la première mise-bas est cependant plus tardif et survient à l'état naturel vers 30 mois (2 ans et demi). En captivité, il est recommandé de ne pas constituer les couples avant l'âge de 1,5 ans (Box et Hubrecht, 1987). La durée de gestation moyenne est de 143-144 jours (Tardif et al., 2003). Le diagnostic de gestation peut être effectué par palpation abdominale, par dosage urinaire des stéroïdes ovariens (Hodges et al., 1983 ; Power et al., 2006 ; Tardif et al., 2005) ou par échographie (Jaquish et al., 1995). L'implantation a lieu entre J11-13 et J50, et le stade foetal commence à J80 (Tardif et al., 2003).

Les femelles ouistitis ont un cycle ovarien de 28 jours, et sont parmi les seuls primates (particularité des ouistitis et des tamarins) à avoir des ovulations multiples à chaque cycle. La taille des portées varie de 1 à 5 petits par mise-bas, la moyenne étant entre 2 et 3 petits (Ash et Buchanan-Smith, 2014 ; Smucny et al., 2004 ; Tardif et al., 2003). Les ouistitis ont la particularité d'avoir une ovulation post-partum entre 10 et 20 jours après la mise-bas, avec une fécondation vers 28 jours post-partum. L'intervalle inter-naissances est d'environ 162 jours [142-475] (Tardif et al., 2003). Les données de reproduction sont ainsi d'environ 4 petits nés par femelle par an.

La lactation dure 65 à 90 jours, mais la production chute au-delà de 60 jours. Les petits tètent jusqu'à 10 semaines environ mais commence à consommer de l'aliment solide dès la 4^{ème} semaine par imitation des parents. Ils sont portés par les parents et par les autres membres du groupe, et commencent à se déplacer seuls à partir de la 3^{ème} semaine. A partir de 2 mois, ils sont rarement portés par les adultes (Tardif et al., 2003). Les soins parentaux sont très importants pour permettre la survie des jeunes, mais il est à noter que les autres individus du groupe (adultes, subadultes et juvéniles, affiliés ou non) aident également à élever les jeunes (Saito, 2015). Pour cette raison, le ouistiti commun est une espèce dite « à *élevage coopératif des jeunes* ». Les femelles dominées et non affiliées à la femelle dominante sont en anœstrus permanent grâce à des phéromones inhibitrices et à des agressions de la part de la femelle dominante (Saltzman et al., 1997 ; Tardif et al., 1994). Elles peuvent ainsi remplir le rôle d'aide à l'élevage des jeunes.

2.2.4. Comportement et communication

Les ouistitis communs sont des animaux sociaux qui vivent en groupes hiérarchisés dans lesquels le couple reproducteur est également le couple dominant (Digby, 1995). Les comportements en milieu naturel ont été relevés par Camarotti et al. (2015) d'après la description du répertoire comportemental de l'espèce par Stevenson et Poole (1976) (Figure 4). On peut observer que 31% du temps est consacré à la recherche et la consommation de nourriture, 22% aux comportements sociaux, 15% aux comportements territoriaux (marquage du territoire par exemple). L'hébergement des animaux en captivité devra tenir compte de ces comportements et du temps journalier qui y est consacré. Il est également possible de faire un relevé comportemental avec l'éthogramme en annexe 1.



Les ouistitis communs utilisent plusieurs sens pour communiquer (Moreira et al., 2013). Tout d'abord ils utilisent la vue, puisqu'ils ont une vision binoculaire et une bonne acuité qui leur permet un déplacement dans un environnement tridimensionnel. Etant à la fois des proies et des prédateurs, il apparaît essentiel d'appréhender visuellement leur environnement. Leur vision est dichromatique pour les mâles et dichromatique ou trichromatique pour les femelles (Jacobs, 1996). Ceci aura une incidence lors de protocoles expérimentaux pour le choix des stimuli visuels et des cibles pour l'entraînement médical.

Les ouistitis communs ont également un odorat développé, grâce notamment à un organe dédié, l'organe voméro-nasal, qui permet une analyse focale des signaux chimiques (phéromones) (Cawthon Lang, 2005 ; Moreira et al., 2013 ; Ziegler, 2013). La communication olfactive est permise grâce aux glandes de marquage présents sur le poitrail et en région génito-anale. Le marquage contient plusieurs informations, notamment sur l'identité individuelle, le rang, le statut reproducteur et peut également servir à défendre le territoire.

Enfin, la communication sonore est importante et leur répertoire vocal contient des vocalisations très diverses (Agamaite et al., 2015 ; Bezerra et Souto, 2008) qui ont un rôle de communication et de cohésion au sein du groupe, un rôle territorial, un rôle de protection contre les prédateurs ou encore un rôle pour la reproduction. Ils peuvent également communiquer par ultrasons jusqu'à 30kHz (Heffner, 2004). Ces capacités auditives seront également à prendre en compte dans l'environnement des ouistitis en captivité et pour le choix des stimuli sonores.

2.3. Données biologiques

Les données biologiques disponibles sur le ouistiti commun permettent de connaître les valeurs physiologiques de certains paramètres. Ces paramètres peuvent servir à établir l'état de santé d'un animal, et donc à mesurer le bien-être. Certaines peuvent également servir à déterminer un état infectieux ou un état de stress. Les données biologiques ont été obtenues sur des animaux captifs, en établissement utilisateur, mais il semblait intéressant de les intégrer dans cette partie puisqu'elles font partie de la physiologie de l'espèce. En conditions naturelles, cela nécessiterait la capture des animaux, ce qui biaiserait les données obtenues pour plusieurs raisons. Si les animaux sont capturés vigiles, le stress peut modifier les valeurs biologiques. S'ils sont sous sédation certains paramètres peuvent également varier. Il n'est donc pas pertinent de connaître les valeurs dans les conditions naturelles. De plus, nous avons vu dans la première section de la partie I ci-avant, que le bien-être animal dépend du contexte dans lequel évolue l'animal.

Les données du tableau 2 sont issues de '*The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research*' (Marini et al., 2019). Les données des tableaux 3 Tableau 3 à 5 sont issues de Kuehnel et al. (2012).

Tableau 2 - Données biologiques d'après Marini et al. (2019)

Données biologiques	Valeurs physiologiques
Age moyen de la maturité sexuelle (jours)	382 (mâle) 477 (femelle)
Durée moyenne de la gestation (jours)	144
Age moyen du sevrage (jours)	62 (complet à 100)
Poids de naissance (grammes)	26,27 - 33,09
Température rectale (°C) sous sédation	36,3 - 38,6
Fréquence cardiaque (battements par minute)	150 - 230 (sans contention) > 400 (contention)
Fréquence respiratoire (mouvements par minute)	100
Pression artérielle moyenne (mmHg)	95 - 107 (sous sédation)
Volume sanguin (ml/kg)	60 - 70
pH urinaire	5 - 8

Tableau 3 - Données hématologiques d'après Kuehnel et al. (2012)

Données hématologiques	Valeurs physiologiques
Erythrocytes (Red Blood cell Count) ($\times 10^{12}/L$)	3,47 - 7,88
Hématocrite (Packed Cell Volume) (%)	28 - 54
Hémoglobine (Hg) (g/dL)	5,53 - 17,19
Volume Globulaire Moyen (fL)	53,32 - 83,45
Teneur Corpusculaire Moyen en Hémoglobine (pg)	19,50 - 24,82
Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (g/dL)	29,54 - 34,23
Leucocytes (White Blood cell Count) ($\times 10^9/L$)	2,72 - 10,85
Neutrophiles	
%	25,25 - 78,05
$\times 10^9/L$	1,04 - 15,39
Lymphocytes	
%	14,00 - 62,70
$\times 10^9/L$	0,49 - 4,40
Eosinophiles	
%	0,00 - 13,75
$\times 10^9/L$	0,00 - 0,71
Monocytes	
%	2,00 - 17,05
$\times 10^9/L$	0,07 - 1,63
Basophiles	
%	0,00
$\times 10^9/L$	0,00
Plaquettes ($\times 10^9/L$)	17,6 - 788,6

Tableau 4 - Données biochimiques d'après Kuehnel et al. (2012)

Données biochimiques	Valeurs physiologiques
Protéines sériques totales (g/L)	4,1 - 7,5
Albumine (g/L)	1,1 - 5,8
Glucose (g/L)	0,72 - 2,14
Bilirubine ($\mu\text{mol/L}$)	0,03 - 4,24
Urée (mmol/L)	3,37 - 18,67
Créatinine ($\mu\text{mol/L}$)	14,00 - 48,28
PAL (UI/L)	44,00 - 426,25
ALAT (UI/L)	0,79 - 45,33
ASAT (UI/L)	51,24 - 316,21
Gamma Glutamyl Transférase (UI/L)	0,24 - 13,50
Créatine kinase (UI/L)	79,90 - 1801,84
Lipase (UI/L)	10,80 - 58,8
Amylase (UI/L)	617,40 - 1243,20

Tableau 5 - Données ioniques et du métabolisme lipidique d'après Kuehnel et al. (2012)

Données ioniques	Valeurs physiologiques
Calcium (mmol/L)	1,78 - 2,96
Phosphore (mmol/L)	0,47 - 2,43
Sodium (mmol/L)	155,50 - 174,00
Potassium (mmol/L)	2,30 - 4,65
Chlorure (mmol/L)	101,85 - 119,9
Fer ($\mu\text{mol/L}$)	17,63 - 39,48
Magnésium (mmol/L)	0,60 - 1,03
Données du métabolisme lipidique	Valeurs physiologiques
Cholestérol total (mmol/L)	2,28 - 5,09
Triglycérides totaux (mmol/L)	0,56 - 2,63

3. Réglementation sur le ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques

Afin de prendre en compte la démarche éthique dans l'expérimentation animale et l'avancée des connaissances scientifiques sur la biologie des animaux utilisés à des fins scientifiques, la législation a évolué à l'échelle européenne et à l'échelle française. Cela a permis de cadrer et d'harmoniser les pratiques concernant l'utilisation des animaux à des fins scientifiques, en particulier l'utilisation du ouistiti commun.

3.1. Utilisation en expérimentation animale

3.1.1. Domaines de recherche utilisant le ouistiti commun

D'après une étude rétrospective d'Abbott et al. (2003) sur les publications scientifiques impliquant les ouistitis communs sont utilisés dans diverses domaines de recherche, parmi lesquels le comportement et la cognition, la physiologie de la reproduction, les neurosciences, l'obésité, le vieillissement, l'infectiologie, le développement de nouveaux médicaments et l'innocuité de ces derniers.

3.1.2. Avantages du ouistiti commun

Les ouistitis communs sont devenus des modèles répandus grâce à plusieurs facteurs : la proximité génétique avec l'homme, leur petite taille (voir partie I, paragraphe 2.1.1.) ou leur espérance de vie. En effet, ils ont une longévité d'environ 12 ans d'après Abbott et al. (2003), contre 2 à 3 ans pour *Mus musculus* et environ 30 ans pour *Macaca fascicularis*. Le ouistiti commun est donc une espèce intéressante pour l'étude du vieillissement sur des durées intermédiaires entre la souris et le macaque. De plus, c'est une espèce facile de maintenance et de reproduction, avec une prolificité importante d'environ 4 petits sevrés par an d'après Tardif et al. (2003). C'est également une espèce dont la contention est simple, ce qui facilite les manipulations. Il ne présente pas à ce jour de zoonose majeure transmissible à l'homme, ce qui réduit le risque sanitaire pour le personnel. Enfin, sa population à l'état naturelle n'est pas protégée et il n'a que le statut de « *Préoccupation mineure* » sur la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN (Rylands et al., 2008) ce qui facilite les démarches administratives concernant le commerce de cette espèce.

De plus, son utilisation en neurosciences pour ses capacités cognitives élevées pourrait être expliquée par les similarités entre le ouistiti et l'homme dans la structure sociale, notamment l'élevage coopératif des jeunes (Burkart et Finkenwirth, 2015). Le ouistiti commun a également la particularité anatomique d'être lissencéphale (Ankel-Simons, 2007), ce qui permet d'avoir plus facilement accès aux aires corticales (Bakola et al., 2015 ; Liu et al., 2019 ; Solomon et Rosa, 2014).

3.1.3. Inconvénients du ouistiti commun

Il existe cependant quelques inconvénients à leur utilisation, notamment due à la législation qui est bien plus stricte que celle sur les rongeurs (autorisation de détention, autorisation de projet, conditions d'hébergement). De plus, la longévité des ouistitis communs pose la question du devenir des animaux si les procédures ne sont pas des « *procédures terminales* », c'est-à-dire qui n'impliquent pas l'euthanasie des animaux en fin de procédures pour des raisons scientifiques (analyses histopathologiques en toxicologie par exemple). Ainsi, il est possible de se poser la question de la réutilisation des animaux dans d'autres procédures ou du remplacement des animaux, ce qui est rigoureusement encadré par la réglementation dans les deux cas.

En conclusion, l'utilisation du ouistiti commun présente des avantages et des inconvénients, et il convient de justifier précisément l'intérêt de cette espèce lors des demandes d'autorisation de projets. Les bénéfices peuvent être intéressants et il peut être utilisé dans des protocoles pour lesquels d'autres espèces « moins évoluées » ne peuvent le remplacer ou pour lesquels il n'existe pas de méthode alternative.

3.2. Conditions réglementaires d'hébergement, de détention et d'utilisation

3.2.1. Code Rural et protection des animaux utilisés à des fins scientifiques

Dans le droit français, c'est le chapitre IV du *Code Rural* relatif à la protection des animaux qui précise le statut des animaux et fait office d'autorité juridique dans le

domaine. L'article L214-1 précise que « *Tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce* ». Ainsi, le propriétaire d'un animal (ou le soigneur) est légalement responsable de cet animal, et doit lui fournir un environnement sûr et attrayant. De plus, l'article L214-9 mentionne l'interdiction « *d'exercer des mauvais traitements envers les animaux domestiques ainsi qu'envers les animaux sauvages apprivoisés ou tenus en captivité* », sans pour autant préciser la nature d'un mauvais traitement. Le Code Civil a été modifié en 2015, avec la création de l'article 515-14, qui confère le statut « *d'êtres vivants doués de sensibilité* » aux animaux, tout en ajoutant qu'ils sont toujours « *soumis au régime des biens* ».

En tant qu'animaux vertébrés vivants, les primates non-humains destinés à l'expérimentation sont utilisés en accord avec les articles R214-87 à 137 du *Code Rural*. L'article R214-94 est spécifiquement dédié à l'ordre des primates : leur utilisation ne peut être accordée que dans le cas d'expérimentation animale ayant des finalités particulières ou dont il existe des éléments qui justifient leur utilisation par rapport à d'autres espèces que celles de l'ordre des primates. L'article R214-95 a) précise que « *tous les animaux bénéficient d'un logement, d'un environnement, d'une alimentation, d'un apport en eau et de soins appropriés à leur santé et à leur bien-être* », c) « *Les conditions d'environnement et les paramètres d'ambiance dans lesquels les animaux sont élevés, détenus ou utilisés [font] l'objet de vérifications quotidiennes* » ou encore d) « *Des mesures [sont] prises pour mettre fin dans les délais les plus brefs à toute anomalie ou à toute douleur, toute souffrance, toute angoisse ou tout dommage durable constatés qui pourraient être évités* ».

De plus, « *Les chiens, les chats et les primates qui se trouvent dans les établissements utilisateurs, éleveurs ou fournisseurs sont identifiés par un marquage individuel et permanent* » et « *Les établissements utilisateurs, éleveurs ou fournisseurs sont tenus de conserver les informations individuelles relatives à chaque chien, chat ou primate [...] pendant au moins trois ans après la mort ou le placement de l'animal et de les mettre à la disposition des agents habilités* » (R214-96). L'article R214-98 définit les conditions de mise à mort : « *La mise à mort est effectuée en limitant le plus possible la douleur, la souffrance et l'angoisse de l'animal, par une personne compétente de l'établissement éleveur, fournisseur ou utilisateur* ».

L'article R214-104 précise que « *Tout établissement éleveur, fournisseur ou utilisateur doit désigner un vétérinaire sanitaire compétent pour les animaux concernés ou, au cas où cela serait plus approprié pour certaines espèces, un expert ayant les qualifications requises. Ce vétérinaire ou, le cas échéant, l'expert est chargé de donner des conseils sur le bien-être et le traitement des animaux* ». Enfin, « *tout projet fait l'objet d'une évaluation éthique par un comité d'éthique en expérimentation animale agréé par arrêté du ministre chargé de la recherche* » (R214-117).

3.2.2. Code de l'Environnement et protection de la faune sauvage

En tant qu'espèces de la faune sauvage, les PNH sont également soumis au Code de l'Environnement, articles L413-1 à 8, sur la détention en captivité d'espèces animales non domestiques. L'article L413-2 précise que « *Les responsables des établissements d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques, de vente, de location, de transit [...] doivent être titulaires d'un certificat de capacité pour l'entretien de ces animaux* ». Ce certificat de capacité est une autorisation individuelle (R413-3) délivrée par la préfecture du département de résidence du demandeur (R413-4). La demande doit inclure tous les documents justifiant des connaissances, des compétences et des expériences professionnelles du demandeur pour l'entretien des espèces animales souhaitées et pour « *l'aménagement et le fonctionnement de l'établissement qui les accueille* » (R413-4). Ce certificat doit donc présenter la biologie de l'espèce, les conditions de détention effectives ou en projet, le cadre réglementaire de détention et les moyens mis en œuvre pour enrichir les connaissances. De plus, « *l'ouverture des établissements d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques, de vente, de location, de transit [...] doivent faire l'objet d'une autorisation délivrée dans les conditions et selon les modalités fixées par un décret en Conseil d'Etat* » (L413-3). Enfin, il est précisé dans l'article L413-4 que « *sont soumis au contrôle de l'autorité administrative lorsqu'ils détiennent des animaux d'espèces non domestiques : 1° Les établissements définis à l'article L. 413-3 ; 2° Les établissements scientifiques ; 3° Les établissements d'enseignement ; 4° Les établissements et instituts spécialisés dans la recherche biomédicale, dans le contrôle biologique et dans les productions biologiques* ». Cette dernière disposition explicite donc la nécessité pour les établissements utilisateurs de PNH, dont les ouistitis communs, de répondre aux exigences citées précédemment.

3.2.3. Particularités des PNH utilisés à des fins scientifiques

La réglementation actuelle est le décret 2013/118, transcription de la Directive européenne 2010/63/CE sur la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques, qui remplace la Directive 86/609/EEC. Cette directive a été intégrée dans le droit français (Code Rural) le 11 février 2013. Elle rappelle que l'utilisation des animaux à des fins scientifiques doit suivre les 3R. Elle précise également que l'utilisation d'espèces menacées présentes sur l'annexe II de la CITES doit être limitée au strict minimum si aucune autre espèce ne peut être utilisée, notamment concernant l'origine des PNH, les conditions de transport et d'hébergement, les procédures expérimentales, le recours à un CEEA qui doit émettre un avis favorable conformément au principe des 3R.

Les PNH ne doivent être utilisés que dans des domaines précis : recherche sur les maladies immunitaires, neuro-dégénératives, infectieuses ou dans le cadre de recherche fondamentale sur le comportement, les neurosciences, etc... ; et dans le cas où aucune autre espèce animale ne peut être utilisée. Certains genres sont interdits d'utilisation : les genres *Gorilla*, *Pan* et *Pongo*. Etant des espèces sociales, les primates doivent être maintenus en groupes sociaux.

Le ouistiti commun fait partie de l'annexe B du règlement (CE) n°338/97 du Conseil du 9 décembre 1996 et de l'annexe II de la CITES. Ce statut confère à cette espèce une réglementation particulière quant à son utilisation à des fins scientifiques. Cette réglementation reste cependant relativement souple puisqu'il ne s'agit ni d'une espèce menacée, ni d'une espèce appartenant aux genres *Gorilla*, *Pan* ou *Pongo*.

3.2.4. Directive européenne 2010/63/CE

La directive européenne 2010/63/UE est le texte de référence pour les conditions d'hébergement des animaux utilisés à des fins scientifiques. Cependant, elle donne des indications peu précises et peu spécifiques sur ces conditions sauf concernant les dimensions des compartiments. Elles sont complétées par les recommandations 2007/526/CE, dont l'article F.b est spécifique aux ouistitis et tamarins. Ces recommandations sont discutées dans la partie II (paragraphe 2.2.). Le

décret 2013/118 est l'application de la directive 2010/63/UE, mis en place par cinq arrêtés du 1^{er} février 2013, dont le premier est relatif aux « *conditions d'agrément, d'aménagement et de fonctionnement des établissements utilisateurs, éleveurs ou fournisseurs d'animaux utilisés à des fins scientifiques et leurs contrôles* ».

3.2.4.1. Hébergement

La directive 2010/63/UE définit les conditions dans lesquelles doivent être élevés et hébergés les ouistitis communs. Les dimensions de la cage ou volière doivent être les suivantes : minimum 0,5m² au sol par individu seul ou par couple avec la descendance jusqu'à cinq mois, et minimum 1,5m de hauteur. Le haut du compartiment doit être à au moins 1,8m du sol. Pour chaque individu de plus de 5 mois supplémentaire, un volume d'au moins 0,2m³ est nécessaire.

De plus, « *les jeunes ouistitis et tamarins ne doivent pas être séparés de leur mère avant l'âge de huit mois* ». Notons ici la discordance qui existe entre l'âge à partir duquel les ouistitis sont comptés comme individus supplémentaires et l'âge minimum pour le sevrage. Cela implique des modifications d'infrastructures pour seulement 3 mois et peut donc être difficile à gérer pour les établissements éleveurs ou pour les utilisateurs réalisant de l'élevage (Moureaux, 2020, *communication personnelle*).

Enfin, « *l'environnement doit permettre aux primates non humains de se livrer quotidiennement à des activités complexes* ». Autrement dit, l'hébergement doit permettre aux PNH d'exprimer toute la diversité du répertoire comportemental de l'espèce, sans qu'il ne soit précisé le niveau de complexité attendu.

3.2.4.2. Sociabilité

Il est indiqué dans la directive 2010/63/UE que « *les animaux, à l'exception de ceux qui sont naturellement solitaires, doivent être logés en groupes sociaux stables formés d'individus compatibles* ». Ceci laisse donc le choix d'héberger les animaux en structures familiales simples (couple reproducteur et descendance), en groupes multi-sexes ou en groupes unisexes. Cela laisse également la possibilité d'isoler des animaux s'il existe une incompatibilité avec les congénères.

3.2.4.3. Alimentation et abreuvement

D'après la directive 2010/63/UE, « *la forme, le contenu et la présentation des aliments doivent répondre aux besoins nutritionnels et comportementaux de l'animal* », ce qui ne donne aucune indication quant aux besoins nutritionnels du ouistiti commun, ni quels comportements sont attendus. De plus, « *les aliments doivent être agréables au goût et non contaminés* ». La salubrité des aliments est un point essentiel et l'attention doit être portée sur l'origine des aliments, le transport, le stockage, les procédures de nettoyage et de désinfection du matériel d'alimentation. Cette salubrité doit concerner les contaminations microbiologiques, chimiques ou physiques. Enfin, « *chaque animal doit pouvoir accéder aux aliments en disposant d'un espace suffisant pour limiter la compétition avec les autres animaux* », ce qui implique qu'un nombre suffisant de points d'alimentation doit être fournis, mais aucune précision n'est donnée sur ce nombre.

De même, l'eau fournie aux animaux doit être « *potable et non contaminée* » et ils doivent pouvoir en disposer librement. Les systèmes d'abreuvement doivent être fonctionnels, propres et ne pas pouvoir blesser les animaux.

3.2.4.4. Enrichissement

Il est mentionné dans la directive 2010/63/UE que les animaux doivent disposer d'un « *espace suffisant présentant une complexité adéquate* » à l'espèce, leur permettant « *d'exprimer un large répertoire de comportements normaux* ». L'espace nécessaire a été discuté précédemment. Cependant, il n'y a que peu de précisions sur le niveau de complexité attendu, en particulier concernant les PNH. Il est également indiqué que les animaux « *doivent disposer d'un certain degré de contrôle sur leur environnement et d'une certaine liberté de choix afin d'éviter les comportements induits par le stress* », sans que ces définitions ne soient explicitées et laissant libre à chaque établissement l'interprétation de ces notions.

3.3. Vétérinaire désigné

3.3.1. Rôle réglementaire du vétérinaire désigné

L'un des objectifs de la directive européenne 2010/63/EU est « *d'assurer le suivi régulier des besoins des animaux, il convient que des soins vétérinaires appropriés soient disponibles en permanence et que, dans chaque établissement, un membre du personnel soit chargé de veiller au bien-être des animaux* ».

L'article 25 prévoit que tout établissement éleveur, fournisseur ou utilisateur d'animaux à des fins scientifiques dispose d'un « *vétérinaire désigné, compétent en médecine des animaux de laboratoire [...] chargé de donner des conseils sur le bien-être et le traitement des animaux* ». L'article 26 prévoit en plus, que ces mêmes établissements disposent d'une « *structure chargée du bien-être des animaux* » (SBEA) qui peut faire appel aux « *conseils du vétérinaire désigné ou de l'expert visé à l'article 25* ». Le vétérinaire est ainsi reconnu comme étant l'un des référents de première intention en termes de soins ou de bien-être animal. Pour cela, il doit bien sûr être compétent en médecine des animaux de laboratoires pour les espèces avec lesquelles il travaille. Retranscrit dans le Code Rural le 1er février 2013, l'article R214-102 indique que « *tout établissement éleveur, fournisseur ou utilisateur doit désigner un vétérinaire sanitaire compétent pour les animaux concernés* », ce qui nuance la directive européenne et permet de s'adapter aux espèces utilisées dans l'établissement et pas seulement aux espèces historiquement les plus couramment utilisées à des fins scientifiques (rongeurs et lagomorphes). L'article R214-103 confirme l'obligation pour ces établissements de disposer d'une SBEA composée du (des) responsable(s) du bien-être animal, dont au moins une personne a la fonction « *concepteur* », par exemple le vétérinaire désigné, un directeur d'études ou un chercheur.

Dans les recommandations 2007/526/CE, l'article 4.1.2 précise que le « *contrôle régulier des animaux et la surveillance des conditions d'hébergement et de soins soient assurés par un vétérinaire ou une autre personne compétente* ». L'article 4.5.3 encourage les établissements détenteurs d'animaux à des fins scientifiques à proposer des formes d'enrichissement qui favorisent « *l'exercice physique, les manipulations, l'exploration et les activités cognitives, en fonction de l'espèce* ».

Les rôles du vétérinaire désigné prévus par la directive européenne sont donc de conseiller la SBEA et d'assurer le suivi sanitaire des animaux hébergés. Ils sont également présents dans le chapitre 7.8 du Code terrestre de l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale) dédié à l'utilisation des animaux pour la recherche et l'enseignement (OIE, 2013). Mais ces obligations sont plus précises (Dudoignon et al., 2013). Le vétérinaire désigné doit d'une part suivre le Code de déontologie vétérinaire et d'autre part suivre les règles sanitaires de l'OIE notamment la surveillance à travers l'examen des protocoles, l'inspection des installations et l'évaluation éthique. De plus, le vétérinaire désigné peut avoir un rôle au sein des CEEA, pour la prescription et/ou délivrance de médicaments ou encore pour la formation du personnel aux gestes techniques et aux BPL.

3.3.2. Le contrôle du bien-être animal en établissement utilisateur

Le contrôle du bien-être animal dans les établissements utilisateurs s'effectue via la SBEA, dont la mise en place a été rendue obligatoire par la Directive 2010/63/CE. Cette structure a pour mission de vérifier que les animaux sont maintenus dans des conditions de bien-être et de vérifier que l'évaluation du bien-être animal est correctement réalisée. Elle propose aussi des améliorations et des corrections lorsque des dysfonctionnements sont relevés. La SBEA participe à la rédaction des procédures et au suivi de leur réalisation, elle diffuse les informations permettant de tenir à jour les connaissances scientifiques et techniques du personnel. Elle doit documenter et conserver tous les conseils apportés et les actions menées, dans un souci de traçabilité de l'information. Enfin, la SBEA doit suivre l'évolution des études en cours dans l'établissement utilisateur et leurs résultats, par exemple avec des analyses rétrospectives. C'est également elle qui conseille la personne chargée du suivi de la formation du personnel et elle peut conseiller la personne en charge du dépôt des saisines auprès du CEEA. La SBEA est composée au minimum de la personne en charge du bien-être et des soins prodigués et d'un scientifique s'il s'agit d'un utilisateur. La SBEA est conseillée par le vétérinaire désigné ou par l'expert décrit précédemment, mais ils peuvent également faire partie de la SBEA.

3.3.3. Le devenir des PNH après les protocoles

Comme nous l'avons vu dans la partie I (paragraphe 1.2.2.), il n'y a aucune obligation réglementaire quant au devenir des PNH à la fin des procédures expérimentales, seulement des possibilités dont la réutilisation et la réhabilitation. Si les besoins du projet scientifique l'exigent, les animaux utilisés à des fins scientifiques sont euthanasiés à la fin d'une procédure expérimentale, principalement pour la collecte d'échantillons sanguins ou tissulaires. Pour les PNH, il s'agit obligatoirement d'une surdose d'anesthésique (arrêté du 1^{er} février 2013). Lorsque cela est possible, les PNH sont réhabilités, soit sous forme de réutilisation dans un nouveau protocole, soit sous forme de retraite dans une structure adaptée.

La réutilisation des PNH est très encadrée : elle doit être possible d'un point de vue scientifique, ce qui n'est pas toujours le cas - notamment dans la recherche biomédicale et les essais précliniques. Elle doit également être possible d'un point de vue éthique.

La retraite des PNH dépend de l'état de santé (qui requiert l'avis du vétérinaire désigné), de la sécurité sur le plan sanitaire et environnemental et du nombre de places disponibles dans les établissements d'accueil. Ces établissements dépendent principalement d'associations de protection animale. Le GRAAL (Groupement de Réflexion et d'Action pour l'Animal), par exemple, permet de placer les PNH dans l'Association Tonga Terre d'Accueil (Isère) et le Refuge de l'Arche (Mayenne). D'autres projets de structure spécialisée sont également à l'œuvre dans le parc animalier La Tanière, près de Chartres et avec le projet Rêve Macaca pour les macaques, près de Reims (Meunier, 2018). Cependant, la retraite a plusieurs inconvénients, comme la désorganisation du groupe social dont l'animal retraité faisait partie ou le stress de l'animal déplacé dans une nouvelle structure. Cette retraite a également un coût financier et un coût humain, pour le transport et l'hébergement des animaux pendant plusieurs années. Le manque d'établissements et de places disponibles permettant d'accueillir les PNH est également une limite à son recours. En effet, environ 3500 PNH sont annuellement utilisés à des fins scientifiques (3746 d'après l'enquête statistique du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en 2017), dont environ 250 ouistitis et tamarins. Le nombre de places disponibles pour permettre la retraite de ces animaux est largement insuffisant face au nombre potentiel d'animaux qui pourraient en bénéficier.

En conclusion de cette partie réglementaire, les conditions d'élevage propres aux *Callithricidae* doivent au minimum respecter des normes précises (résumées dans le tableau 6). Tous les PNH doivent être identifiés ce qui permet la traçabilité de leur utilisation et de leurs mouvements. Les établissements qui souhaitent détenir cette espèce doivent être autorisés par les autorités et posséder un agrément. Ces établissements doivent disposer d'un vétérinaire désigné qui assure le suivi médical et sanitaire des animaux (voir partie I, paragraphe 3.3.1.), qui peut être salarié de la structure ou consultant extérieur. Au moins un des responsables de l'établissement doit être titulaire du certificat de capacité pour la détention d'espèces non domestiques qui précise spécifiquement *Callithrix jacchus*, et prouve les connaissances sur la biologie et les conditions de détention de cette espèce.

Tableau 6 - Conditions d'hébergement des *Callithricidae* d'après la Directive 2010/63/EU

Paramètres	Valeurs réglementaires
Surface au sol minimale (m ²)	0,5 / 1 individu ou couple avec descendance jusqu'à 5 mois
Volume par animal supplémentaire (m ³)	0,2
Hauteur minimale (m)	1,5 (haut du compartiment au moins à 1,8m du sol)
Ventilation (renouvellement/h)	Optimale sans nuisances pour les animaux
Température (°C)	Adaptée à l'espèce, âge, ... 20 - 28 ^a
Hygrométrie (%)	Optimale sans nuisances pour les animaux
Eclairage (h/j)	Photopériode et intensité adaptée
Alimentation	Répondre aux besoins nutritionnels et comportementaux de l'animal
Eau	Potable, à volonté
Aire de repos	Adaptée à l'espèce
Enrichissement	Complexité adaptée, degré de contrôle de l'environnement, libre choix

a : Arrêté du 1^{er} février 2013 (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2013)

Il existe plusieurs définitions de bien-être animal, les plus connues et les plus utilisées étant celle des Cinq libertés fondamentales et celle de l'ANSES. L'utilisation de l'animal à des fins scientifiques est réglementairement très encadrée (Directive 2010/63/CE, Code Rural et Code de l'Environnement) et implique d'inclure la notion des 3R (remplacer, réduire, raffiner) dans la gestion du bien-être animal. Leur application aux PNH utilisés à des fins scientifiques est un enjeu de société et un enjeu scientifique, et elle doit permettre une amélioration des pratiques et une meilleure communication avec le grand public. Toute manipulation ou procédure, toute installation ou modification de la structure d'hébergement, toute décision sur les soins apportés aux animaux, doit à minima respecter la réglementation européenne (directive 2010/63/CE) et nationale (décret 2013/118). Le vétérinaire désigné assure un rôle clé dans ce processus et fait le lien entre les personnes travaillant avec les animaux (chercheurs, directeurs d'études, techniciens animaliers).

Des connaissances fondamentales sur la biologie, l'histoire naturelle, l'anatomie et la physiologie du ouistiti commun sont indispensables pour pouvoir travailler sur cette espèce dans de bonnes conditions et pour pouvoir ensuite appliquer les définitions du bien-être. Les conditions d'hébergement, de soins et de suivi des animaux doivent être en adéquation avec les besoins de l'espèce afin de répondre aux « *attentes* » individuelles d'un maximum d'animaux, comme évoquées dans la définition de bien-être de l'ANSES.

La réglementation permet de fixer les conditions minimales pour satisfaire les besoins fondamentaux des animaux et assurer une absence de mal-être. Cependant, ces conditions sont insuffisantes pour satisfaire pleinement les « *attentes* » de tous les animaux puisqu'il existe une forte variabilité inter-individuelle (âge, sexe, lignée, etc). C'est pourquoi il existe de nombreuses recommandations pour ajuster ces conditions d'hébergement et satisfaire le bien-être animal dans sa globalité en incluant d'autres critères. Certaines de ces recommandations sous forme de « *guidelines* » ou de grilles d'évaluation intègrent les émotions positives et seront présentées dans la partie II.

PARTIE II : Outils existants pour la gestion du bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques

La prise en compte du bien-être animal a une importance non seulement éthique mais aussi scientifique puisque l'optimisation des conditions de vie des animaux permet d'avoir des résultats non biaisés lors des études neurologiques, comportementales (biais sur les performances cognitives) et médicales (biais du stress). En effet, la fiabilité et la reproductibilité des résultats peuvent dépendre du bien-être des animaux. Ainsi, l'étude du bien-être animal a comme objectif l'amélioration des normes de soins destinés aux animaux, qu'ils soient utilisés à des fins scientifiques (Poole, 1997), en parc zoologique ou dans des réserves naturelles. Selon la conception du bien-être animal de Regan (1983), il faudrait distinguer ce qui relève de l'intérêt de préférence ou « *preference interests* » (par exemple les goûts individuels) et de l'intérêt de bien-être ou « *welfare interests* » (éléments qui profitent au bien-être de l'animal) (Fraser, 1999 ; Regan, 1983). Ainsi, ce que l'animal va apprécier ne correspond pas nécessairement à ce qui satisfait son bien-être, en termes de santé ou de comportement normal.

La Directive 2010/63/CE ne précise pas les modalités exactes de respect du bien-être des ouistitis, seulement des lignes directrices sont évoquées. Cependant, l'évaluation du bien-être du ouistiti commun (*Callithrix jacchus*) repose sur les Cinq libertés fondamentales évoquées en partie I (paragraphe 1.1.3.) et l'application de ces cinq libertés a des conséquences sur les recommandations d'hébergement et de soins des ouistitis communs.

1. Accréditation institutionnelle

L'*Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care* (AAALAC) est un système d'accréditation internationale basée sur le volontariat et qui vise à améliorer la qualité de la recherche, de l'expérimentation et de la formation, en promouvant le traitement respectueux et responsable de l'animal utilisé à des fins scientifiques. Le guide d'accréditation utilisé (ILAR et NRC, 2010) suit les recommandations américaines et contient des recommandations sur les programmes de soins et d'utilisation des animaux (chapitre 2), l'environnement, l'hébergement et la gestion des animaux terrestres et aquatiques (chapitre 3), les soins vétérinaires

(chapitre 4), la conception et l'entretien des infrastructures (chapitre 5). Les recommandations de l'accréditation AAALAC figurent dans le tableau 8, page 56.

En particulier, l'AAALAC préconise un microenvironnement^a stable et contrôlé, adapté à l'espèce et à ses besoins physiologiques. Pour les PNH, des enrichissements doivent être mis en place, comme des jouets, des labyrinthes d'alimentation, mais une attention doit être portée au risque d'introduction de maladies, au risque d'embonpoint ou au risque d'ingestion de corps étrangers. Les PNH ne devraient pas être hébergés seuls, sauf si cela est nécessaire pour une procédure expérimentale, pour des soins vétérinaires ou pour une incompatibilité entre animaux, auquel cas l'hébergement individuel doit être limité dans le temps. Les recommandations d'espace pour les PNH dépendent du poids des animaux. Pour les ouistitis communs (moins d'1,5kg), la surface au sol devrait être de 0,20m² et la hauteur de 76,2cm par animal, des perchoirs devraient être placés dans la cage pour permettre les déplacements horizontaux et verticaux. L'alimentation doit être adaptée aux besoins nutritionnels de l'espèce, du stade physiologique et des objectifs scientifiques. De plus, l'alimentation ne doit présenter aucun risque sanitaire (contamination chimique, physique ou biologique). Pour les PNH, l'apport de friandises dans le cadre de programmes d'entraînement ou d'enrichissement est encouragé mais ces apports doivent être inclus dans la ration journalière afin d'éviter la prise de poids. Il est possible de suivre les recommandations du Comité sur la Nutrition Animal du *National Research Council* (NRC Committee on Animal Nutrition, NRC 2003) pour contrôler et adapter l'alimentation.

Le macroenvironnement^b doit également être contrôlé. Les recommandations de température et d'hygrométrie pour les PNH sont de 18 à 29°C et de 30 à 70%, mais sont à adapter spécifiquement pour les singes du nouveau monde. Il est recommandé 10 à 15 renouvellements d'air par heure pour maintenir une qualité de l'air dans le macroenvironnement. L'éclairage doit également être suffisant pour permettre à tous les animaux d'avoir accès à la lumière, naturelle ou artificielle. Les nuisances sonores doivent être évitées et un maximum de 85dB est recommandé au sein des unités d'hébergement.

^a Microenvironnement : environnement physique primaire entourant l'animal, par exemple la cage, l'enclos, ...

^b Macroenvironnement : environnement physique secondaire, par exemple la pièce, l'étable, ...

2. Recommandations internationales

2.1. Alimentation et abreuvement

Les recommandations 2007/526/CE rappellent que les ouistitis ont « *des besoins protéiques importants* » et qu'ils doivent donc être couverts par une alimentation adaptée. De plus, ils sont « *incapables de synthétiser la vitamine D3 en l'absence de rayonnement UV-B* ». Les ouistitis hébergés en intérieur strict et sans éclairage UV-B doivent donc avoir des compléments alimentaires en vitamine D3.

Il existe des aliments complets et adaptés aux singes du Nouveau Monde, par exemple le *Mini Marex (Mazuri™ ZooFoods, annexe 2)* ou le *Marmoset pellets (ssniff Spezialdiäten GmbH, annexe 3)* dont la composition chimique est résumée dans le tableau 7. Ces deux aliments ont une composition relativement proche, bien que toutes les informations ne soient pas disponibles concernant les micronutriments. La plupart des valeurs nutritionnelles sont proches et correspondent aux valeurs recommandées (Power et al., 2012; Power et Koutsos, 2019) en couvrant les besoins énergétiques et les besoins nutritionnels à l'entretien. Les besoins énergétiques des animaux en croissance, en gestation ou en lactation sont supérieurs à ceux indiqués et peuvent être multipliés par 1,5 à 2 (Power et Koutsos, 2019). Ces valeurs ont été obtenus soit par la recherche fondamentale sur la nutrition et le métabolisme, soit sont issues des expériences personnelles des auteurs. Les volumes d'aliments complets calculés pour couvrir ces besoins correspondent au volume d'ingestion moyen des ouistitis (Moureaux, 2020, *communication personnelle*).

Bien souvent, ces aliments complets ne constituent que la base du régime alimentaire et ils sont souvent complétés par une diversité de fruits et légumes frais, de fruits secs, de graines et fruits à coque, d'insectes (vers de farine, grillons...). Ces ajouts permettent un enrichissement alimentaire, *a priori* bénéfique pour les animaux, mais ils peuvent être à l'origine de contaminations biologiques si les mesures sanitaires ne sont pas assez strictes. La cuisson de la plupart des aliments permet de diminuer fortement la pression infectieuse. La provenance des aliments (eau de ville, aliments frais destinés à la consommation humaine, produits laitiers pasteurisés et aliments spécialisés pour primates) ainsi que les conditions de préparation (épluchage et lavage des fruits et légumes consommés crus) permettent également de réduire le risque de contamination par l'alimentation. Selon le niveau de confinement et de bio-exclusion dans lequel les animaux doivent être maintenus, des mesures plus strictes

peuvent s'appliquer. De plus, l'ajout d'une grande diversité d'aliments rend difficile l'évaluation nutritionnelle de la ration alimentaire. En effet, les animaux élevés en groupes sociaux peuvent ne pas avoir accès aux mêmes sources alimentaires ce qui rend les adaptations alimentaires individuelles difficilement réalisables. Enfin, il est également important d'intégrer les récompenses des entraînements médicaux dans le calcul de la ration journalière ou hebdomadaire.

Comme rappelé précédemment, une supplémentation en vitamine D3 est indispensable lorsque les animaux n'ont pas accès à l'extérieur. En effet, les vitres filtrent la lumière ultra-violette (UV-B) nécessaire à la synthèse de vitamine D3 endogène (Power et al., 2018). Un tel déficit en vitamine D3 expose les ouistitis à un risque accru de maladie osseuse métabolique ou « *metabolic bone disease* » (MBD) (Power et al., 2018).

Il est également conseillé de donner des exsudats végétaux, comme la gomme arabique, puisque cela constitue la majorité de leur régime alimentaire à l'état naturel (Tableau 1, page 31) et occupe une grande partie de leur activité quotidienne (EAZA, 2010 ; Power et Koutsos, 2019). L'alimentation doit être placée en plusieurs points pour éviter toute compétition ou effet de dominance pour son accès, de préférence à au moins 1 mètre du sol.

Plusieurs points d'eau doivent être disponibles, ils doivent être fonctionnels et non dangereux (par exemple sans partie coupante), l'eau doit être propre et en accès illimité grâce à des bols, des biberons ou des abreuvoirs. La quantité d'eau consommée varie selon l'alimentation proposée. Elle va être importante si la source alimentaire principale est un aliment complet sec, alors qu'elle pourra être plus faible lorsque des fruits et légumes frais seront intégrés dans le régime alimentaire. Les observations de Winn et al. (2019), la consommation journalière d'eau est de $61.3 \pm 20,4$ ml/kg (moyenne \pm SD).

Tableau 7 – Constituants analytiques de deux aliments complets industriels et valeurs recommandées pour les PNH d'après Power et al. (2012) et Power et Koutsos (2019).

Constituants analytiques	Composition du Mini Marex (Mazuri™ Zoo Foods) ^a		Composition du Marmoset Pellets (srsniff Spezialdiäten GmbH) ^b		Valeurs recommandées pour PNH ^c	Valeurs spécifiques pour C. Jacchus ^d
	%MB : pourcentage de matière brute kgMB : kilogramme de matière brute		%MS : pourcentage de matière sèche kgMS : kilogramme de matière sèche			
Humidité	10,00 %MB	-	8,2 %MB	-	ND	ND
Quantité calculée pour couvrir les besoins énergétiques	18 - 23 g (poids moyen : 325 - 425g)	-	16 - 21 g (poids moyen : 325 - 425g)	-	ND	ND
Energie métabolisable (Atwater)	14,11 MJ/kgMB	-	15,4 MJ/kgMB	-	Estimation à l'entretien : 140 x (poids en kg) ^{0,75}	60 - 75 kcal/j (poids moyen : 325-425g)
Energie métabolisable (Atwater)	3370 kcal/kgMB	-	3680 kcal/kgMB	-	15 - 22 %MS	min 6,6 %MS
Protéines brutes	23,94 %MB	26,81 %MS	26,0 %MB	28,3 %MS	ND	ND
Méthionine	0,45 %MB	0,50 %MS	0,65 %MB	0,71 %MS	ND	ND
Lysine	1,34 %MB	1,50 %MS	1,7 %MB	1,9 %MS	ND	ND
Lipides	7,03 %MB	7,87 %MS	7,1 %MB	7,7 %MS	ND	ND
AGE ω-3	ND	ND	0,22 %MB	0,24 %MS	0,5 %MS	
AGE ω-6	ND	ND	2,46 %MB	2,68 %MS	2 %MS	
Glucides ENA	44,65 %MB	50,01 %MS	49,6 %MB	54,0 %MS	ND	ND
Fibres	3,41 %MB	3,82 %MS	2,5 %MB	2,7 %MS	ND	ND
NDF	ND	ND	6,4 %MB	7,0 %MS	10 - 30 %MS	ND
ADF	ND	ND	1,6 %MB	1,7 %MS	5 - 15 %MS	ND
Cendres brutes	10,26 %MB	11,49 %MS	6,6 %MB	7,2 %MS	ND	ND
P	1,07 %MB	1,20 %MS	0,7 %MB	0,8 %MS	0,6 %MS	ND
Ca	2,65 %MB	2,97 %MS	1,10 %MB	1,2 %MS	0,8 %MS	ND
Ca:P	2,45 : 1	2,48 : 1	1,57 : 1	1,57 : 1	1,1 : 1 à 2,1 : 1	
Na	0,31 %MB	0,35 %MS	0,21 %MB	0,23 %MS	0,2 %MS	ND
K	ND	ND	0,91 %MB	0,99 %MS	0,4 %MS	ND
Mg	0,22 %MB	0,25 %MS	0,17 %MB	0,19 %MS	0,08 %MS	ND
Mn	ND	ND	48 mg/kgMB	52 mg/kgMS	20 mg/kgMS	ND
Fe	ND	ND	172 mg/kgMB	187 mg/kgMS	100 mg/kgMS	max 200 mg/kgMS
Cu	16,55 mg/kgMB	18,54 mg/kgMS	11 mg/kgMB	12 mg/kgMS	20 mg/kgMS	ND
Zn	ND	ND	74 mg/kgMB	81 mg/kgMS	100 mg/kgMS	ND
I	ND	ND	2,1 mg/kgMB	2,3 mg/kgMS	0,35 mg/kgMS	ND
Se	ND	ND	0,2 mg/kgMB	0,2 mg/kgMS	0,3 mg/kgMS	ND
Cl	ND	ND	ND	ND	0,2 %MS	ND
Vit A = rétinol	23780 UI/kgMB	26632 UI/kgMS	21000 UI/kgMB	22876 UI/kgMS	8000 UI/kgMS	20000 UI/kgMS
Vit D3 = cholécalférol	10010 UI/kgMB	11210 UI/kgMS	3100 UI/kgMB	3377 UI/kgMS	2500 UI/kgMS	
Vit C	399,58 mg/kgMB	447,51 mg/kgMS	2950 mg/kgMB	3214 mg/kgMS	200 mg/kgMS	
Vit E	75,11 UI/kgMB	84,12 UI/kgMS	125 mg/kgMB	136 mg/kgMS	100 mg/kgMS	3 - 53 mg/j
Vit B1 = thiamine	ND	ND	14 mg/kgMB	15 mg/kgMS	3,0 mg/kgMS	ND
Vit B2 = riboflavine	ND	ND	21 mg/kgMB	23 mg/kgMS	4,0 mg/kgMS	ND
Vit B3 = Niacine = acide nicotinique	ND	ND	70 mg/kgMB	76 mg/kgMS	25,0 mg/kgMS	ND
Vit B5 = acide pantothénique	ND	ND	33 mg/kgMB	36 mg/kgMS	12,0 mg/kgMS	ND
Vit B6 = pyridoxine	ND	ND	17 mg/kgMB	19 mg/kgMS	4,0 mg/kgMS	ND
Vit B9 = Folates = Acide folique	ND	ND	7 mg/kgMB	8 mg/kgMS	4 mg/kgMS	ND
Vit B12 = cobalamine	ND	ND	0,1 mg/kgMB	0,1 mg/kgMS	0,03 mg/kgMS	ND
Vit K3	ND	ND	7 mg/kgMB	8 mg/kgMS	0,5 mg/kgMS	ND
Vit B8 = Biotine	ND	ND	0,440 mg/kgMB	0,479 mg/kgMS	0,2 mg/kgMS	ND
Choline	ND	ND	1450 mg/kgMB	1580 mg/kgMS	750 mg/kgMS	ND

ND : non disponible

%MB : pourcentage de matière brute
kgMB : kilogramme de matière brute

%MS : pourcentage de matière sèche
kgMS : kilogramme de matière sèche

a : Annexe 2, <http://www.mazurizoofoods.com/diets-and-datasheets/primates/>

b : Annexe 3, http://www.ssniff.com/documents/02-2%20%20Primate_NHP.pdf

c : Power et al. (2012)

d : Power et Koutsos (2019)

2.2. Conditions d'hébergement

Deux types de compartiments sont envisageables pour l'hébergement des ouistitis communs : (a) des cages en acier inoxydable ou en aluminium ou (b) des loges aménagées. Les cages ont l'avantage d'être facile à déplacer et à nettoyer, parfois autoclavables, et permettent une capture rapide des animaux. Cependant, les possibilités d'enrichissement sont limitées et le volume par individu est optimisé. Les loges quant à elles permettent une grande diversité d'enrichissements et un volume par individu bien supérieur mais le nettoyage et la capture des animaux sont plus longs, pouvant occasionner un stress important. Dans les deux cas, des agrès permettant un déplacement vertical et horizontal doivent être installés. En effet, l'hébergement dans des cages de grande taille et possédant des branches a des effets positifs sur le bien-être animal (Kitchen et Martin, 1996 ; Yoshimoto et al., 2017) comme une absence de comportement stéréotypique, une activité spontanée accrue ou une baisse du nombre d'agressions. Afin d'éviter les blessures par l'environnement, il ne doit y avoir aucun élément coupant dans la cage ou à proximité immédiate de la cage. Les éléments ajoutés à l'environnement doivent être correctement fixés pour éviter de se décrocher et de blesser les animaux.

Compte tenu de la région d'origine des ouistitis communs (nord-est du Brésil), et leur mode de vie (diurne et arboricole), les conditions d'hébergement doivent être adaptées pour répondre aux besoins physiologiques de cette espèce. Il est ainsi recommandé d'héberger les ouistitis à une température comprise entre 23 et 28°C et une hygrométrie entre 40 et 70% (Commission Européenne, 2007 ; Watson et Buchanan-Smith, 2011), mais des conditions de température et d'hygrométrie supérieures sont tolérées.

Selon les recommandations 2007/526/CE, l'éclairage doit être d'au moins 12h par jour et réparti de façon homogène sur le territoire occupé. Les bruits doivent être limités le plus possible, y compris les ultrasons. La ventilation devrait être de 15 à 20 renouvellements par heure (tableau 8).

Si les températures extérieures le permettent, il est possible de proposer aux ouistitis un accès à une volière extérieure également aménagée avec des agrès, permettant une exposition à la lumière naturelle et un enrichissement du milieu (insectes, végétaux, observation d'oiseaux) d'après Bakker et al. (2015). Il faudra cependant prendre en compte les maladies vectorielles dans les programmes de

prophylaxie gérés par le vétérinaire désigné. Une attention particulière sera portée aux végétaux auxquels les ouistitis auront accès et on veillera notamment à retirer les plantes toxiques de leur portée.

Les recommandations en parc zoologique de l'EAZA (2010) sont des enclos pour des groupes sociaux et familiaux composés de plusieurs individus, d'une hauteur minimale de 2,5m, une surface au sol d'au moins 3m² en intérieur, 10m² en extérieur pour un total de 22,5m³ minimum. Il doit être possible de séparer la partie intérieure en deux pour faciliter le nettoyage, la capture ou isoler des animaux. Les trappes et tunnels qui permettent d'accéder à d'autres pièces ou à l'extérieur doivent être placés à une hauteur comprise entre 1,5 et 2m, avoir une section de 10cm² et être placés à une distance suffisante pour que les dominants ne puissent pas contrôler les déplacements des autres individus. La température doit être maintenue entre 18 et 24°C, mais les animaux peuvent avoir accès à l'extérieur même si la température est inférieure à 16°C à conditions que des équipements de chauffage (lampe chauffante, tapis chauffant, etc...) soient mis en place et que l'accès à l'intérieur soit libre. Les ouistitis tolèrent également des températures supérieures à 32°C mais il est alors conseillé de prévoir une climatisation, un brumisateur, de l'ombre et des points d'eau en quantité suffisante pour éviter aux animaux qu'ils ne souffrent de la chaleur. L'hygrométrie devrait être d'un moins 60% pour cette espèce. La ventilation doit être suffisante pour maintenir le taux de CO₂ dans l'air ambiant à une concentration inférieure à 0,1% (tableau 8).

Finalement, les recommandations concernant une même espèce, ici le ouistiti commun, sont variables selon le contexte d'élevage (parc zoologique ou utilisation à des fins scientifiques, voir tableau 8). Cette différence dans les recommandations semble prendre en compte les contraintes de l'utilisation à des fins scientifiques : capture fréquente, réalisation de gestes techniques, soins médicaux, etc... Il est tout même possible de voir que les recommandations en termes de température, d'hygrométrie ou de photopériode sont semblables. De plus, les recommandations tendent à réduire les risques liés à l'utilisation à des fins scientifiques, notamment l'absence de lumière naturelle qui doit être compensée par un apport de vitamine D₃ exogène, une température, une hygrométrie et une photopériode presque constantes tout au long de l'année ce qui peut avoir une influence sur le métabolisme et sur les capacités d'adaptation à un changement d'environnement. Le contrôle de

l'environnement microbiologiques (traitements antiparasitaires, antibiotiques, etc) peut également avoir un effet sur les capacités du système immunitaire à prendre en charge une infection. Ces éléments montrent bien qu'il existe une différence de phénotype entre les différentes populations de ouistitis communs, qu'il s'agisse d'une utilisation à des fins scientifiques, d'une captivité en parc zoologique ou d'une vie à l'état naturelle.

Tableau 8 - Recommandations pour l'hébergement des ouistitis communs

Paramètres	Valeurs minimales recommandées		
	AAALAC ^a	Commission Européenne ^b	Parc zoologique ^c
Surface au sol (m ²)	0,2 par animal Hébergement en groupes sociaux	0,5 par individu ou couple avec sa descendance jusqu'à 5 mois	Intérieur : 3m ² Extérieur : 10m ² par groupe familial de 5 individus
Hauteur (m)	0,762 par animal	1,5 (haut du compartiment au moins à 1,8m du sol)	2,5
Volume (m ³)	0,15 par animal	0,75 + 0,2 par individu supplémentaire de plus de 5 mois	22,5
Ventilation (renouvellement /heure)	10 - 15	15 - 20	Suffisant pour maintenir CO ₂ < 0.1% air
Température (°C)	18 - 29 (à adapter à l'espèce)	23 - 28	18 - 24 (système chauffant si accès extérieur < 16°C, climatisation si >32°C)
Hygrométrie (%)	30 - 70	40 - 70	60
Eclairage	Photopériode Intensité optimale	Min 12 h/j	Photopériode 12 h/j Avec ou sans UV
Niveau sonore (dB)	Max 85	Max 65 Limiter l'exposition aux ultrasons	-

a : Guide for the Care and Use of Laboratory Animals - Eighth Edition (ILAR et NRC, 2010)

b : Lignes directrices complémentaires pour l'hébergement et les soins des ouistitis et des tamarins, 2007/526/CE, article F.b. (Commission Européenne, 2007)

c : Husbandry Guidelines of Callithricidae (EAZA, 2010)

2.3. Gestion de la santé et de la douleur

2.3.1. Gestion des maladies

2.3.1.1. Hygiène

Pour réduire le risque d'infection, un retrait quotidien des restes alimentaires et des excréments doit avoir lieu, ainsi qu'une désinfection du sol et des surfaces tous les 1 à 2 mois (ILAR et NRC, 2010), sans toutefois que cela n'efface complètement le marquage olfactif, indispensable à l'équilibre du groupe social. Une litière de copeaux de pin peut être utilisée sans incidence sur la santé des animaux, la reproduction ou le comportement (Bakker et al., 2015). Elle offre plusieurs avantages : enrichissement du milieu par exploration de la litière, facilité d'entretien (nettoyage deux fois par mois, changement de litière tous les cinq ans) et maintien d'un environnement olfactif. Cependant, un tel aménagement est difficilement applicable si les animaux sont hébergés dans des conditions sanitaires non conventionnelles.

De plus, le personnel doit porter un équipement de protection individuelle (blouse, bottes propres, masque, gants, charlotte) et se laver régulièrement les mains à l'eau chaude et au savon désinfectant, ou au gel hydroalcoolique. Il est recommandé d'interdire l'accès à une colonie de ouistitis communs à toute personne présentant de la fièvre, un syndrome grippal ou des lésions herpétiques, afin de protéger les animaux d'une contamination par l'homme (EAZA, 2010).

Afin de limiter tout risque de contamination par l'alimentation, il est conseillé de porter une attention particulière à la provenance des aliments, à leurs conditions de transport et de stockage, aux conditions de préparations des aliments (nettoyage, épluchage, cuisson) et à l'hygiène du matériel lié à la préparation.

2.3.1.2. Surveillance sanitaire et quarantaine

En plus d'un examen clinique régulier, il est recommandé de réaliser des dépistages, en particulier au regard des zoonoses telles que le virus de l'hépatite B ou la tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*). Les agents recherchés vont dépendre

du contexte épidémiologique : origine des animaux, autres espèces présentes dans l'établissement, statut sanitaire de l'établissement utilisateur, niveau de confinement.

D'après '*The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research*' (Marini et al., 2019), le ouistiti commun est sensible à de nombreux virus : aux Herpesvirus (*Herpes Simplex Virus 1 et 2*, *Saimiriine Herpesvirus 1*, *Lymphocryptovirus* dont *Epsteine-Barr virus*, *Callitrichine Herpesvirus 3*, *Saimiriine Herpesvirus 2*, *Ateline Herpesvirus*), aux Poxvirus (*Cowpox Virus*), aux Orthomyxovirus (*Influenza Virus*), aux Adenovirus, aux Coronavirus (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 1 et 2* (Martinez, 2020), *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus*), aux Paramyxovirus (*Parainfluenza Virus 1*, *Measles Virus*, *Paramyxovirus saguinus*), aux hépatites virales (*Callitrichid Hepatitis Virus*, *Hepatitis A Virus*, *Hepatitis C Virus*), aux Flavivirus (*Yellow Fever Virus*) et aux Lyssavirus (*Rabies Virus*)

De plus, cette espèce est également sensible à de nombreuses bactéries : aux Gram-positives (*Staphylococcus* spp., *Streptococcus pneumoniae*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Mycobacterium* spp., *Clostridium perfringens*, *Clostridium piliforme*), aux Gram-négatives (*Bordetella bronchiseptica*, *Escherichia coli*, *Francisella tularensis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas simiae*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter* spp., *Helicobacter* spp., *Leptospira* spp., *Ehrlichia canis*) et aux Mycoplasma et Ureaplasma.

Enfin, le ouistiti commun est sensible à de nombreux parasites : aux Protozoaires (*Giardia intestinalis*, *Pentatrichomonas hominis*, *Trypanosoma cruzi* et *T. minasense*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium* sp.), aux Trématodes (*Platynosomum* sp.), aux Nématodes (*Dipetalonema gracile*, *Strongyloides cebus*, *Trichospirura leptostoma*), aux Acanthocephales (*Prosthenorchis elegans*, *P. lenti*, *P. sigmoides*, *P. spirula*) et très rarement aux cestodes. Ils sont également sensibles aux parasites externes (*Ctenocephalides* sp., *Demodex* sp., *Dunnalges* sp., *Rosaliales* sp., *Sarcoptes* sp.) et aux Pentastomes (*Porocephalus crotali*).

Tout primate amené à être introduit dans une structure doit subir une période de quarantaine durant laquelle des dépistages et une surveillance sanitaire sont effectués. L'objectif est de réduire le risque d'introduction d'agent infectieux. Selon les recommandations de la Fédération Européenne des Associations de Science de l'Animal de Laboratoire (FELASA) (Balansard et al., 2019), lors de la quarantaine, les ouistitis devraient avoir un dépistage sérologique contre la rage sauf si les animaux proviennent d'un pays officiellement indemne de rage, contre *Mycobacterium* spp. par un test tuberculinique, contre *Salmonella typhimurium* et *S. enteritidis*, *Shigella* spp., *Yersinia* spp., *Entamoeba histolytica*, *Giardia* spp. et les helminthes par examen coproscopique.

2.3.1.3. Prophylaxie

Un plan de prophylaxie doit être mis en place, et cibler les affections les plus fréquentes et en prenant en compte les conditions de vie des ouistitis (vie en intérieur strict ou accès à l'extérieur, contact rapproché avec l'homme ou non, historique des contaminations). Un dépistage coprologique annuel est recommandé pour détecter la présence de *Salmonella typhimurium* et *S. enteritidis*, *Shigella* spp., *Yersinia* spp., *Entamoeba histolytica*, *Giardia* spp. et les helminthes (Balansard et al., 2019). Les vaccinations contre la rougeole et la rage sont possibles. Il est également recommandé de traiter régulièrement les animaux contre les parasites internes et externes, même si les résultats coprologiques sont négatifs au regard des parasites précédemment cités.

2.3.1.4. Marmoset Wasting Syndrome

Une des maladies fréquentes chez le ouistiti commun en captivité est la maladie inflammatoire chronique de l'intestin, aussi appelée colite du ouistiti et du tamarin, ou « *marmoset wasting disease* » (Ludlage et Mansfield, 2003 ; Wolfensohn et Honess, 2005). Cette maladie se caractérise par une perte de poids malgré un apport alimentaire normal, une détérioration rapide de l'état général, une diarrhée chronique, de l'alopecie, une amyotrophie et une colite chronique. C'est une maladie souvent mortelle et multifactorielle, dont les causes possibles sont un déséquilibre alimentaire (protéines, fibres), une dysbiose, le stress, des agents infectieux comme

Campylobacter ou un coronavirus, un désordre immunologique ou une hémosidérose hépatique (Cabana et al., 2018 ; Ludlage et Mansfield, 2003). Ce syndrome pose des problèmes de bien-être animal majeur puisque l'origine reste incertaine, donc le traitement et les moyens prophylactiques sont peu spécifiques.

2.3.2. Gestion de la douleur due aux procédures expérimentales

2.3.2.1. Contention

Afin d'éviter de blesser l'animal ou de lui provoquer une douleur, la contention doit être souple mais ferme. La plupart des actes courants peuvent être réalisés avec une contention physique, manuelle. Une désensibilisation grâce à un aliment très appétant (banane, raisin sec) permet de faciliter la contention et augmenter la tolérance pour cette manipulation. Cependant, un entraînement grâce au renforcement positif peut permettre divers actes comme le déplacement en caisse de transport sans contention (Prescott et al., 2005) ou de réaliser des actes techniques (voir paragraphe suivant). La contention chimique est également envisageable pour réaliser des actes de courte durée pour lesquels les animaux n'ont pas été entraînés ou lorsque le geste technique nécessite que l'animal soit totalement immobilisé.

2.3.2.2. Habituation et entraînement

Afin d'améliorer les procédures expérimentales - faisant partie du raffinement - il est recommandé de mettre en place un entraînement médical (ou « *medical training* ») grâce au renforcement positif. Dans ces situations, l'animal devient volontaire pour subir des actes invasifs ou non. Ceci est particulièrement intéressant si ces actes techniques sont répétés régulièrement.

Chez le ouistiti commun, la collecte d'échantillons sanguins, salivaires, urinaires (Ash et al., 2018) ou de données biologiques (poids, taille, diagnostic de gestation) est possible grâce à l'entraînement médical. L'investissement de temps pour cet entraînement peut sembler important, en particulier si un grand nombre d'animaux sont concernés, mais il peut être minime par rapport au gain de temps ultérieur (Bassett et al., 2003 ; McKinley et al., 2003) et au bien-être à la fois des animaux et du personnel.

2.3.2.3. Anesthésie et analgésie

L'absence de douleur due aux procédures subies par les animaux est liée au contrôle de la douleur lors des chirurgies : des protocoles anesthésiques et analgésiques pré-, per- et post-opératoires sont élaborés par le vétérinaire désigné (voir tableau 9 et annexe 4). Une surveillance clinique et instrumentale per- et post-chirurgicale est également indiquée, ainsi qu'un isolement post-chirurgical temporaire pour permettre une bonne récupération de l'animal.

Tableau 9 - Exemples de protocoles anesthésiques utilisables chez le ouistiti commun

Molécule	Doses	Durée d'anesthésie	Durée de narcose	Références
Alphaxalone/ Alphadolone	12-18 mg/kg IM	10-20	30-50	Flecknell, 2016
Kétamine/ Diazépam	15 mg/kg IM + 1 mg/kg IM	30-40	60-90	
Kétamine/ Dexmédétomidine	5 mg/kg IM + 25 µg/kg IM	30-40	60-120	
Kétamine/ Médétomidine	5 mg/kg IM + 50 µg/kg IM	30-40	60-120	
Kétamine/ Xylazine	10 mg/kg IM + 0,5 mg/kg IM	30-40	60-120	
Methohexital	10 mg/kg IV	4-5	5-10	
Propofol	7-8 mg/kg IV	5-10	10-15	
Thiopental	15-20 mg/kg IV	5-10	10-15	
Kétamine	50 mg/kg IM	20-50	100-180	Bakker et al., 2013
Alfaxalone	12 mg/kg IM	40-70	45-70	
Isoflurane	2%	/	/	DiVincenti et al., 2016

2.4. Favoriser un comportement naturel

Un comportement naturel est un comportement que l'on retrouve chez des individus d'une espèce dans son environnement naturel. Le comportement naturel demande une confrontation à des prédateurs, des pathologies spécifiques, à la sensation de faim donc les comportements naturels sont des réponses en adaptation aux modifications de l'environnement et au stress. Il n'est pas équivalent à un comportement normal, qui est un comportement usuel d'un groupe d'individus d'une

espèce donnée. Ainsi, nous pouvons considérer que le « *comportement naturel* » comme évoqué dans la directive 2010/63/UE est le « *comportement naturel dans les conditions de captivité et d'utilisation à des fins scientifiques* ». Le répertoire comportemental à l'état naturel n'est donc pas le répertoire comportemental attendu ici.

2.4.1. Expression de comportements sociaux

D'après les recommandations 2007/526/CE (Commission Européenne, 2007), les ouistitis doivent être hébergés en groupes familiaux (un mâle, une femelle et leurs descendance issue d'une ou de plusieurs portées). Ils peuvent également être hébergés en groupes reproducteurs (monogame, polyandre ou polygyne) avec leur descendance (Comité de Soins en Captivité de l'*International Primatological Society*, 2007). Des groupes unisexes peuvent également être envisagés en prenant des précautions notamment concernant une potentielle agressivité.

L'isolement des animaux est prévu dans les recommandations 2007/526/CE mais il doit être limité dans le temps et justifié : « *Quand la procédure expérimentale ou les soins vétérinaires nécessitent un hébergement individuel, la durée devrait être réduite au minimum et les animaux devraient rester en contact visuel, auditif et olfactif avec des congénères* ».

Les blessures dues à d'autres individus peuvent survenir, comme établissement ou maintien de liens sociaux et hiérarchiques. Chaque blessure doit être évaluée et traitée selon sa sévérité. Pour éviter les automutilations, en particulier liées au stress ou à l'ennui, il peut être intéressant de fournir des enrichissements de l'environnement (voir partie II, paragraphe 2.4.2. ci-dessous).

2.4.2. Expression de comportements non sociaux

Les recommandations 2007/526/CE concernant l'enrichissement sont d'« *offrir un certain degré de complexité et de stimulation [...] pour encourager les comportements typiques de chaque espèce* ». Il doit permettre aux animaux d'exprimer un répertoire comportemental varié et de les stimuler mentalement. Ceci

permet d'éviter les comportements stéréotypiques^c. De nombreuses possibilités existent, par exemple en proposant différents matériaux (bois, PVC, tissu) et différents aliments, qui doivent faire partie de la ration journalière. Il est important de renouveler régulièrement les enrichissements afin que les ouistitis ne se lassent pas. L'enrichissement fait partie du raffinement des procédures expérimentales en établissement utilisateur et il peut être divisé en plusieurs catégories comme présentées dans le tableau 10.

L'environnement des ouistitis doit être enrichi d'agrès comme des perchoirs, plateformes, balançoires et cordes. Il est également recommandé d'utiliser des composants en bois afin de permettre les comportements de mastication du bois et de marquage olfactif, mais aussi de proposer d'autres matériaux comme le PVC ou le tissu. La directive recommande également de placer des nids pour que les animaux puissent se cacher, dormir ou s'isoler.

L'alimentation peut être une source d'enrichissement si celle-ci est cachée dans des objets, ce qui demande aux primates de passer du temps pour obtenir leur nourriture, adoptant ainsi un comportement plus proche du comportement naturel. Les enrichissements alimentaires devraient être renouvelés régulièrement pour éviter toute lassitude. Parmi les enrichissements alimentaires, la gomme peut être présentée sous forme de suspension ou encore dissimulée dans des bâtons percés de trous.

Buchanan-Smith (2011) et Lutz et Novak (2005) ont classé les enrichissements de l'environnement en plusieurs catégories, résumées dans le tableau 10. L'enrichissement peut faire l'objet d'un programme spécifique, dans lequel des fréquences d'utilisation sont définies, ce qui permet de réaliser un suivi et une traçabilité des enrichissements proposés.

(i) L'enrichissement physique consiste à augmenter la complexité de l'environnement à l'aide de plateformes, de cordes verticales et horizontales, de branches de différents matériaux (bois, plastique, silicone) et de différents diamètres, des cabanes, des nids ou encore des éléments suspendus (filets, tissus, carton). Des

^c Stéréotypie : motif comportemental répété et invariant et qui n'a aucun but ou fonction apparents (Mason, 1991)

gradients de lumière et de température peuvent également être mis en place grâce à des lampes chauffantes ou non, ou la proximité d'une fenêtre.

(ii) L'enrichissement social est principalement favorisé par la mise en contact de plusieurs individus au sein d'un groupe social. Cet enrichissement peut être complété par des interactions interspécifiques, notamment avec les soigneurs. Ces derniers peuvent par exemple mettre en place des entraînements médicaux qui font avoir un impact positif sur les relations qu'ils entretiennent avec les ouistitis. La présence de plusieurs groupes dans une même pièce peut également enrichir socialement l'environnement grâce au contact auditif et visuel.

(iii) L'enrichissement alimentaire consiste à dissimuler la ration quotidienne totale ou partielle dans des objets nouveaux ou familiers. La finalité est d'augmenter le temps passé à chercher la nourriture et éviter la lassitude des animaux (de Rosa et al., 2003 ; Vignes et al., 2001). Il est recommandé de varier la fréquence et la modalité de distribution ainsi que le contenu de cet enrichissement pour stimuler d'autant plus la curiosité des animaux. Il faudra veiller à distribuer une quantité suffisante de nourriture pour que tous les individus puissent avoir accès à cette ressource. La distribution de plusieurs enrichissements au sein de la cage évitera qu'un ou plusieurs individus ne monopolisent l'enrichissement au détriment d'autres.

(iv) L'enrichissement cognitif consiste à proposer des problèmes, par exemple combiné avec l'enrichissement alimentaire, comme des puzzles ou des objets nouveaux. L'entraînement médical utilisant un renforcement positif entre également dans cette catégorie, puisque cet entraînement va souvent introduire des éléments nouveaux.

(v) L'enrichissement sensoriel fait intervenir tous les autres types d'enrichissement et peut être décliné pour chaque sens. Pour la vue, l'accès à une fenêtre ou un écran permet de stimuler la curiosité et développer le comportement d'observation de l'environnement. L'audition peut être stimulée par les vocalisations

des congénères ou des bandes sonores (il est par exemple envisageable d'allumer une radio dans la pièce où les ouistitis sont hébergés). L'olfaction et le goût sont principalement stimulés par l'alimentation. Le toucher peut être stimulé par l'emploi de nouveaux matériaux pour l'enrichissement physique et cognitif ou de nouveaux aliments pour l'enrichissement alimentaire.

Tableau 10 - Types d'enrichissements environnementaux d'après Buchanan-Smith (2011)

Catégorie	Exemples
Enrichissement physique	Refuges, points de vue Structures de différentes tailles et textures Gradients climatiques (lumière, température, humidité)
Enrichissement social	Présence de congénères, interactions avec les soigneurs Congénères à proximité (autre cage) mais contact visuel et auditif
Enrichissement alimentaire	Changements (nouveau, fréquence, changement de présentation) Non prédictibilité, fréquence variable
Enrichissement cognitif	Puzzle, nouveaux objets Entraînements avec renforcement positif
Enrichissement sensoriel	Visuel : fenêtre, télévision Auditif : vocalisation des congénères, musique Olfactif et gustatif : variation de nourriture Tactile : nouveaux matériaux (tissu, brosse...)

Plusieurs paramètres sont à prendre en compte lorsque de nouveaux objets sont introduits dans l'environnement des PNH (Buchanan-Smith, 2011). Tout d'abord, l'objet introduit doit être sain (non porteur d'agents pathogènes), idéalement stérilisé et non toxique. Il doit également être non dangereux pour les animaux (pas d'objet tranchant, contondant ou piquant ; pas de support avec lequel l'animal pourrait s'étrangler, les cordes sont bien tendues par exemple). L'enrichissement ne doit pas pouvoir être monopolisé par un individu pour éviter les agressions, et il ne doit pas permettre aux animaux de sortir de leur cage. L'enrichissement doit aussi être facile à nettoyer et à changer pour les animaliers, et peu onéreux pour permettre une utilisation régulière sans engendrer de frais importants pour la structure. Enfin, l'enrichissement

ne doit pas encombrer excessivement l'espace et ne pas empêcher les animaux de se déplacer.

2.4.3. Bonne relation homme-animal

Les recommandations 2007/63/CE précisent que l'habitation des animaux aux manipulations permet de réduire le stress, donc d'améliorer leur bien-être. Le recours à l'entraînement et la coopération de l'animal (ou « *animal training* ») pour faciliter certains protocoles est vivement recommandé (voir partie III, paragraphe 2.3.2.2.).

La relation et les réactions envers les humains sont également à considérer. En effet, il doit y avoir une relation positive pour permettre des soins, des contentions et des procédures expérimentales dans les meilleures conditions possibles. Ainsi, l'habitation aux zootechniciens et aux expérimentateurs est à envisager.

2.4.4. Bon état émotionnel

Afin d'assurer le bien-être d'un animal, il ne suffit pas d'éviter les émotions négatives telles que le stress ou la peur, il faut également s'assurer de la présence d'émotions positives. L'état émotionnel positif d'un animal peut être mesuré avec plusieurs facteurs. Tout d'abord, le jeu tient un rôle important puisqu'il permet de construire et d'entretenir d'autres comportements comme la fuite, l'affrontement, la reproduction et la prédation (Ahloy-Dallaire et al., 2018 ; Bekoff, 2015 ; Boissy et al., 2007 ; Held et Špinká, 2011 ; Yanagi et Berman, 2014) . De plus, les comportements affiliatifs (proximité, approvisionnement alimentaire, protection et allogrooming^d) témoignent de liens particuliers entre individus proches et participent à la cohésion des groupes sociaux (Boissy et al., 2007). Enfin, certaines vocalisations seraient caractéristiques d'un état émotionnel positif (Bakker et al., 2014 ; Boissy et al., 2007) et dépendent de l'espèce étudiée. Les expressions faciales, déterminées à partir de différentes mesures selon les espèces (Descovich et al., 2017), peuvent également servir d'indicateur de bien-être chez le porc (Camerlink et al., 2018 ; Di Giminiani et al., 2016), le rat (Finlayson et al., 2016), le cheval (Lansade et al., 2018), la caille

^d Toilettage dirigé vers autrui

(Bertin et al., 2018) ou les primates (Descovich et al., 2019 ; Kemp et Kaplan, 2013 ; Parr et al., 2005).

Il est également possible de contribuer au bien-être animal en favorisant les expériences positives telles que la « *recherche alimentaire* », l'« *agressivité et l'affirmation de soi* », l'« *attachement* », les « *soin, jeu et reproduction* » (Mellor, 2015a, 2015c, 2015b ; Mellor, 2012). Chaque type d'expérience est dépendant de systèmes neurologiques et motivationnels particuliers. L'environnement de l'animal doit permettre à celui-ci d'accomplir ces comportements sociaux et non-sociaux (voir partie II, paragraphes 2.4.1. et 2.4.2.).

Deux types d'états émotionnels positifs ont été mis en évidence par Burgdorf et Panksepp (2006) : un état émotionnel positif « *appétitif* » lié à la recherche alimentaire et à la récompense, et un état émotionnel positif « *consommatoire* » lié au plaisir sensoriel comme le toucher ou le goût. Le premier fait intervenir le circuit dopaminergique du striatum ventral alors que le second fait intervenir le système opiacées et GABA du striatum ventral et du cortex orbitofrontal. Chez les PNH, l'état émotionnel positif appétitif est mis en évidence par vocalisations lors de la découverte de nourriture appétente ou de retrouvailles avec des congénères après une longue séparation. L'état émotionnel positif consommatoire se manifeste quant à lui par des vocalisations lors des soins aux jeunes (« *nursing* ») ou de toilettages avec des congénères (« *grooming* »), toujours selon Burgdorf et Panksepp (2006).

2.5. Gestion de la peur et de la détresse

L'absence de peur et de détresse est une combinaison d'autres facteurs précédemment cités. Elle peut être évaluée par l'étude comportementale de façon directe, notamment l'inactivité, l'apathie, les stéréotypies ou encore l'agressivité, les automutilations et le marquage olfactif inapproprié (Bassett et al., 2003). Il est cependant difficile de déterminer la cause des modifications comportementales entre la douleur et le stress chronique. Le répertoire sonore usuel est complexe et difficile à interpréter par l'oreille humaine. Ainsi, seules des vocalisations anormales, distinctes du reste des vocalisations, attireront l'attention du personnel en charge des animaux.

De manière générale, un des signes de stress est l'augmentation de la fréquence cardiaque, qui déclenche la régulation sympathique et parasympathique

(von Borell et al., 2007). Des marqueurs biologiques peuvent également servir à détecter un état de stress chez un individu. Le cortisol (sanguin, salivaire, urinaire, des poils,...) est particulièrement utilisé à ces fins puisqu'il fait partie de l'axe hypothalamique-pituitaire-surrénalien ou HPA (Ash et al., 2018 ; Boissy et al., 2007 ; Cross et al., 2004 ; Mormède et al., 2007 ; Norcross et Newman, 1999 ; Phillips et al., 2018) mais leur fiabilité peut être remise en question puisqu'il peut être sécrété dans d'autres circonstances. Les catécholamines (adrénaline, noradrénaline, dopamine) et la sérum amyloïde A pourraient également être des indicateurs de stress (Boissy et al., 2007).

3. Grilles existantes pour l'évaluation du bien-être

Il n'existe pas de grilles d'évaluation du bien-être qui soit spécifique au ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques et qui permette d'évaluer tous les aspects de la définition de l'ANSES ou des Cinq libertés fondamentales. Il existe cependant plusieurs grilles, plus ou moins adaptées à ce cas.

3.1. Evaluation du bien-être des PNH

Le livre Handbook of Primate Husbandry and Welfare de Wolfensohn et Honess (2005) propose une grille d'évaluation générale du bien-être des PNH utilisés à des fins scientifiques (annexe 5) qui se décompose en 5 paramètres principaux, et plusieurs mesures réalisées :

- (i) Apparence générale (aspect du pelage, présence de jetage nasal, oculaire) ;
- (ii) Prise alimentaire et prise de boisson (perte de poids) ;
- (iii) Signes cliniques (température, fréquences cardiaque et respiratoire) ;
- (iv) Comportement naturel (mobilité, état d'alerte, vocalisations, abattement, isolement, automutilation) ;
- (v) Comportement provoqué (réponse diminuée ou augmentée par rapport à la réponse attendue suite à une stimulation).

La note finale renseigne sur la conduite à tenir et peut être utilisée pour déterminer un point limite dans une procédure expérimentale. Cette grille a été

construite de façon à être générale, rapide à remplir, utilisable par tout membre du personnel (concepteur et applicateur) et simple à utiliser dans un usage quotidien. De plus, elle se base sur des modifications individuelles et permet de suivre l'évolution de l'animal. Cependant, cette grille ne permet de détecter que l'absence d'éléments délétères pour l'animal, et ne mesure pas les états émotionnels positifs qui permettent d'attester d'un état de bien-être.

3.2. Evaluation du bien-être animal : *Welfare Quality*®

L'approche *Welfare Quality*® de l'évaluation du bien-être des animaux d'élevage (Veissier et al., 2010) repose sur 4 principes semblables aux Cinq libertés fondamentales. Ces principes sont divisés en un total de 12 critères (tableau 11), évalués par 30 à 50 mesures. Chaque mesure permet d'obtenir une note par critère comprise entre 0 et 100 (0 étant le plus bas et 100 le plus élevé). Les critères sont ensuite agrégés et pondérés afin de noter chaque principe et d'obtenir une note globale de l'élevage. Suite à cette évaluation, des conseils d'amélioration peuvent être donnés.

Les mesures sont adaptées à l'espèce étudiée, aux systèmes de production et aux maladies les plus fréquentes pour l'espèce étudiée. Cette évaluation multicritère a été développée pour les animaux de rente en première intention, mais la démarche peut permettre de créer des grilles d'évaluation pour n'importe quelle espèce et n'importe quel système de production ou de détention. Il est donc envisageable que l'approche *Welfare Quality*® permette de concevoir une grille d'évaluation du bien-être des ouistitis communs utilisé à des fins scientifiques.

Tableau 11 - Principes et critères d'évaluation du bien-être animal d'après *Welfare Quality*®

Principes	Critères
Alimentation adaptée	1 Absence de faim prolongée
	2 Absence de soif prolongée
Logement correct	3 Confort autour du repos
	4 Confort thermique
	5 Facilité de déplacement
Bonne santé	6 Absence de blessures
	7 Absence de maladies
	8 Absence de douleurs causée par les pratiques d'élevage
Comportement approprié	9 Expression de comportements sociaux
	10 Expression des autres comportements
	11 Bonne relation Homme-Animal
	12 Etat émotionnel positif

3.3. Evaluation du bien-être animal : « 24/7 across the lifespan »

L'approche « 24/7 across the lifespan » par Brando et Buchanan-Smith (2018) est une démarche d'évaluation du bien-être animal qui permet de prendre en compte les besoins physiologiques et aspects psychologiques des animaux tout au long de leur vie, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Cette approche repose sur les Cinq libertés fondamentales déclinées en 14 critères (tableau 12), adaptés de l'approche *Welfare Quality*® décrite précédemment. Elle s'applique en premier lieu aux animaux captifs en parcs zoologiques mais peut également s'appliquer à la faune sauvage utilisée à des fins scientifiques, comme le ouistiti commun.

Cette démarche est semblable au *Welfare Quality*® mais apporte 2 critères supplémentaires :

- (i) L'alimentation appropriée et les modalités de recherche de nourriture adaptées à l'espèce, ce qui montre la nécessité de s'approcher des conditions de vie naturelles ;
- (ii) Le contrôle perçu de l'environnement, montrant l'importance du libre-choix pour l'animal.

Tableau 12 - Principes et critères de bien-être animal selon l'approche 24/7 (Brando et Buchanan-Smith, 2018)

Principe de bien-être animal	Critère de bien-être animal
Bonne alimentation	1. Absence de faim prolongée ou de surpoids
	2. Accès à une alimentation appropriée et opportunités de recherche de nourriture spécifiques de l'espèce
	3. Absence de soif prolongée
Logement correct	4. Confort pendant le repos
	5. Confort thermique et possibilité de choisir la zone thermique
	6. Espace suffisant pour se déplacer librement en relation avec la locomotion naturelle dans un contexte de restriction intérieure et extérieure
	7. Contrôle perçu de l'environnement : liberté de choisir quoi faire et quand le faire
Bonne santé	8. Absence de blessure majeure : lésions cutanées, trouble locomoteur
	9. Absence de maladie : standards d'hygiène et de soins
	10. Absence de douleur due à des manipulations inadaptées (gestion, contention, transport)
	11. Bientraitance en toute situation : bonne relation homme-animal, centrée sur le point de vue de l'animal
Comportement approprié	12. Expression d'un comportement social normal, non dangereux
	13. Expression d'un comportement non social normal, spécifique de l'espèce
	14. Les émotions négatives telles que la peur, la détresse, la frustration ou l'ennui doivent être évitées alors que les émotions positives comme la sécurité et le contentement doivent être favorisées

Les recommandations évoquées précédemment (recommandations 2007/526/CE, EAZA 2010, etc...) sont des recommandations d'experts et de spécialistes, soit du ouistiti en parc zoologique, soit de l'animal utilisé à des fins scientifiques. Dans le cas de l'AAALAC, il s'agit d'un guide de bonnes pratiques dans le but d'obtenir une accréditation reconnue à l'échelle internationale. Ces recommandations permettent une auto-évaluation, une comparaison et une amélioration des conditions d'hébergement. Ces recommandations représentent l'étendue de ce qui est connu et donc de ce qui est faisable pour favoriser le bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques. Cependant, elles sont à adapter à chaque structure et à chaque objectif scientifique.

La gestion du bien-être animal au sein des structures utilisant des animaux à des fins scientifiques peut être réalisée grâce à des grilles d'évaluation, notamment une grille d'évaluation du bien-être des PNH (Wolfensohn et Honess, 2005), l'approche *Welfare Quality*® (Veissier et al., 2010) ou l'approche « *24/7 across the lifespan* » (Brando et Buchanan-Smith, 2018). L'objectif de ces grilles est donc d'identifier des problèmes de bien-être animal grâce à des mesures plus ou moins complexes, d'assurer un suivi régulier du bien-être des animaux et finalement de fournir des outils facilitant une démarche d'amélioration.

PARTIE III : Elaboration d'une grille d'évaluation du bien-être du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques

En s'appuyant sur le modèle des grilles *Welfare Quality*® et « *24/7 across lifespan* » vues précédemment, nous allons voir qu'il est possible d'adapter ces grilles aux ouistitis communs utilisés à des fins scientifiques. Pour rappel, les principes du bien-être animal d'après *Welfare Quality*® sont une alimentation adaptée, un logement correct, une bonne santé et un comportement approprié.

1. Principe 1 : alimentation adaptée

1.1. Absence de faim prolongée

L'évaluation de l'absence de faim peut être évaluée lors des phases de nourrissage : tous les animaux doivent avoir accès à la nourriture, la ration doit être équilibrée, adaptée à l'espèce (Nijboer, 2017 ; NRC, 2003) et éventuellement adaptée au stade physiologique (jeune en croissance, femelle gestante ou en lactation, animal âgé, animal hospitalisé). Les ouistitis doivent être nourris régulièrement et à heure fixe.

La mesure qui permet de mettre en évidence une faim prolongée est le score corporel (Clingerman et Summers, 2005) qui peut être évalué par observation à distance ou par palpation des vertèbres thoraciques et lombaires (Wolfensohn et Honess, 2005) (Figure 5) :

- Score 0/5 « *Décharné* » : pas de couverture musculaire ou grasseuse
- Score 1/5 « *Maigreur sévère* » : vertèbres pointues et saillantes avec un net écart entre chaque vertèbre
- Score 2/5 « *Maigreur légère* » : vertèbres lisses et saillantes avec un léger écart entre chaque vertèbre
- Score 3/5 « *Normal* » : vertèbres légèrement saillantes, lisses et arrondies
- Score 4/5 « *Surpoids* » : vertèbres palpables à la pression
- Score 5/5 « *Obésité* » : vertèbres non palpables

La mesure individuelle est celle du score corporel individuel (0 à 5), la mesure de groupe est le pourcentage d'animaux avec le score corporel de 0 ou 1 (maigreur sévère). Le seuil de 5% est considéré comme un seuil d'alerte.

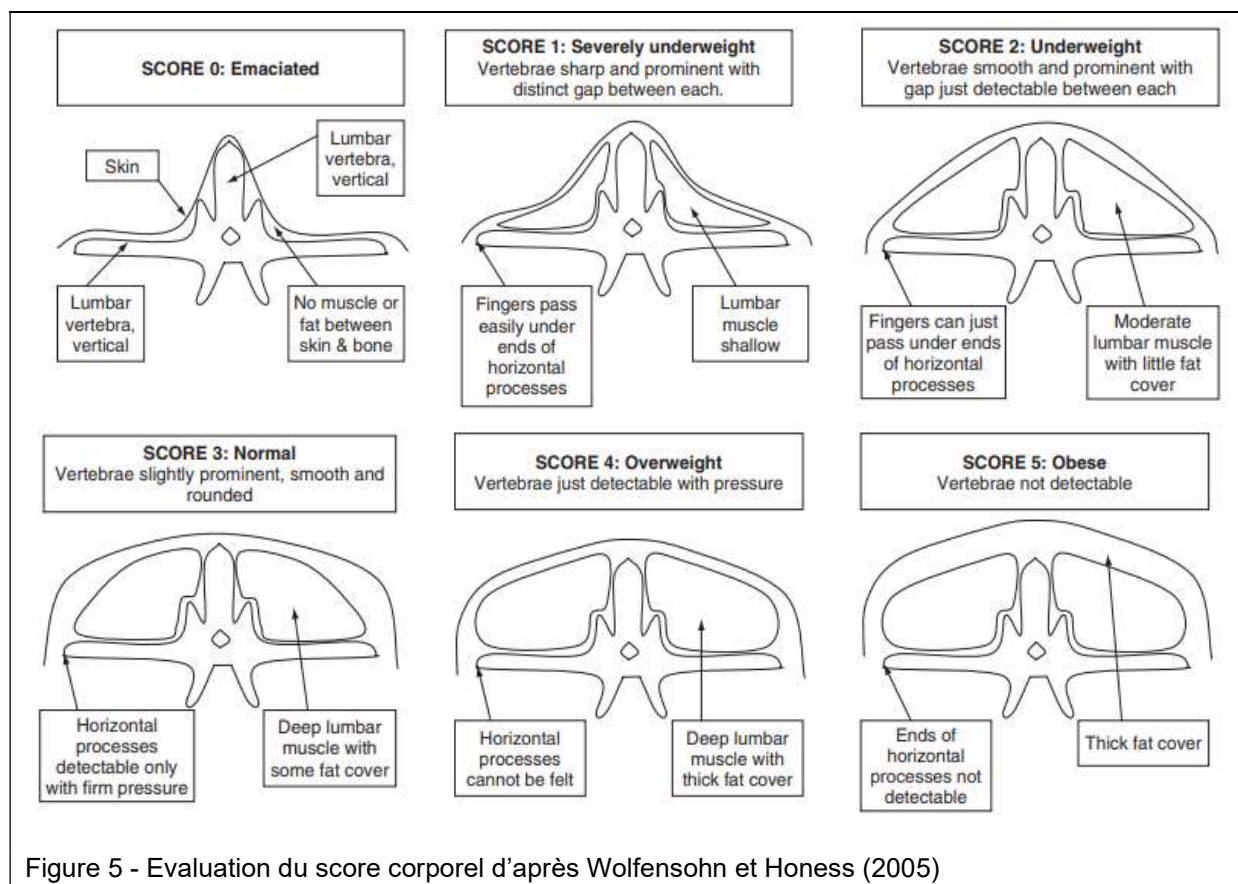


Figure 5 - Evaluation du score corporel d'après Wolfensohn et Honess (2005)

1.2. Absence de soif prolongée

L'évaluation de l'absence de soif pourrait être mesurée par l'état de déshydratation (évaluation de l'élasticité de la peau et de la sécheresse des muqueuses) mais pour une évaluation sans examen clinique vétérinaire ou en limitant au maximum les manipulations, l'absence de soif prolongée est mesurée par l'approvisionnement en eau. Plusieurs points d'eau doivent être disponibles, ils doivent être fonctionnels et non dangereux (par exemple sans partie coupante), l'eau doit être propre et en accès illimité grâce à des bols, des biberons ou des abreuvoirs. Le score concernant l'absence de soif prolongée dépend donc de trois mesures : nombre d'abreuvoirs suffisants, propreté et disponibilité/fonctionnalité de ceux-ci. L'absence d'abreuvoir en quantité suffisante, un défaut de fonctionnement ou un défaut de propreté seront considérés comme des seuils d'alerte.

1.3. Alimentation appropriée et opportunités de recherche alimentaire spécifique

L'alimentation appropriée correspond à la composition du régime alimentaire et aux quantités fournies, qui doivent être adaptées aux besoins physiologiques de l'espèce. Le régime alimentaire doit suivre les recommandations évoquées dans la partie II (paragraphe 2.1.) et une évaluation précise de la ration peut être réalisée pour vérifier l'adéquation de celle-ci avec les besoins nutritionnels du ouistiti commun. Les opportunités de recherche alimentaire spécifique correspondent, quant à elles, à la manière de distribuer la ration journalière. Ces opportunités peuvent être absentes si la ration est proposée librement dans des gamelles par exemple. Elles peuvent être faibles si une partie seulement de la ration est donnée soit sous forme de récompense pour une tâche cognitive, soit sous forme d'enrichissements alimentaires. Elles peuvent être élevées si toute la ration est fournie soit sous forme de récompense pour une tâche cognitive, soit sous forme d'enrichissements alimentaires, soit les deux.

2. Principe 2 : logement correct

2.1. Confort pour le repos

Les ouistitis doivent avoir un confort optimal pour se reposer : la cage doit disposer de nids, en nombre suffisant pour accueillir tous les individus. Ils doivent rester propres et ne pas présenter de partie coupante. Les ouistitis dorment groupés à l'état naturel, il n'est donc pas nécessaire de fournir un nid par individu. Des nids en bois ou en plastique sont à privilégier par rapport à des nids en métal (Rumble et al., 2005). Ils doivent être placés en hauteur et favoriser une bonne ventilation pour éviter un taux d'humidité trop élevé.

Il serait envisageable de filmer les animaux pendant la nuit afin de voir si aucun animal n'est rejeté du nid ou si les animaux ont bien une activité de repos. De plus, lorsque le dispositif est mis en place dans le cadre d'un protocole expérimental, l'analyse des électroencéphalogrammes pourrait apporter des informations sur les phases d'activités/inactivités et éventuellement sur la qualité du sommeil. Cependant, ces paramètres n'ont pas été retenus pour l'élaboration de la grille d'évaluation du bien-être car ils ne sont pas mesurables dans toutes les structures.

Le paramètre « confort au repos » sera donc évalué par la présence ou l'absence de nid en nombre suffisant. L'absence de nids en quantité suffisante sera considérée comme un seuil d'alerte.

2.2. Confort thermique

L'évaluation de l'absence de stress climatique ou physique est principalement réalisée par l'évaluation quotidienne de la température et de l'humidité ambiantes. Ceux-ci doivent être en adéquations ou dans des gammes proches des conditions rencontrées à l'état naturel. Elles doivent suivre les obligations réglementaires de la Directive 2010/63/CE. Pour rappel, il est recommandé d'héberger les ouistitis à une température comprise entre 23 et 28°C et une hygrométrie entre 40 et 70%.

Pour témoigner du confort thermique, les animaux ne doivent manifester aucun frissonnement, entassement (dû au froid) ou halètement (dû à la chaleur). Si au moins 15% des animaux présentent ces symptômes, le confort thermique n'est pas assuré. 15% est donc le seuil d'alerte choisi pour ce paramètre, dont la valeur a été choisie arbitrairement d'après les valeurs seuils d'autres paramètres de *Welfare Quality*®.

2.3. Facilité de déplacement

Les ouistitis doivent être libres de se déplacer, ainsi le volume de la cage doit être adaptée au nombre d'individus. Cependant, il est à noter que plus la cage est spacieuse, plus cela contribue à l'amélioration du bien-être animal à condition que le volume supplémentaire soit aménagé avec des agrès (Yoshimoto et al., 2017). Les cages les plus souvent utilisées sont des cages sur roulettes en acier inoxydable, qui peuvent être autoclavées. La cage doit être équipée de structures permettant aux ouistitis de grimper, de se déplacer à la verticale et à l'horizontale. Les dimensions des cages sont fixées par la réglementation (voir partie I, paragraphe 3.2.4.1.) et doivent donc au minimum être respectées.

Pour évaluer la facilité de déplacement, on détermine dans un premier temps si les animaux ont accès ou non à l'extérieur. On considère arbitrairement qu'ils n'ont pas accès à l'extérieur s'ils passent moins d'1h par jour et moins de 50% de l'année à l'extérieur. Ensuite, on détermine l'espace et le volume disponibles :

Espace disponible = (longueur x largeur cage) / nombre d'animaux

Volume disponible = (longueur x largeur x hauteur cage) / nombre d'animaux

Les seuils sont fixés selon les obligations réglementaires citées en partie I (paragraphe 3.2.4.1).

2.4. Contrôle de l'environnement

Le contrôle de l'environnement signifie que « *les animaux ont le choix de faire ce qu'ils veulent, quand ils le veulent* » d'après Buchanan-Smith et Brando (2017). Ceci intègre la complexité de l'environnement (approvisionnement en enrichissements diversifiés et complexes) et la possibilité de choisir de s'approcher ou se s'éloigner de l'Homme. Il serait également possible d'y ajouter la possibilité d'accès à l'extérieur en libre accès, la présence de gradient de température ou d'humidité, la présence d'agrès de matériaux variés, laissant la possibilité aux animaux de se déplacer selon leurs « envies ».

Ainsi, pour simplifier l'évaluation du contrôle de l'environnement, il sera pris en compte l'absence ou la présence d'enrichissement et le choix du contact avec l'Homme. Si des enrichissements sont mis en place, on peut relever s'ils sont diversifiés (d'après le programme d'enrichissement s'il existe) et s'ils sont complexes (manipulations nécessaires pour avoir accès à l'enrichissement alimentaire par exemple). Seule l'absence d'enrichissement sera considérée comme un seuil d'alerte (voir partie II, paragraphe 2.4. pour les définitions et exemples d'enrichissements).

3. Principe 3 : bonne santé

3.1. Absence de blessures

L'absence de blessure est une évaluation essentiellement externe de l'animal : il convient de regarder l'aspect de la peau et du pelage (Honest et al., 2005), la propreté de l'animal, la démarche de l'animal pour détecter une boiterie. En effet, des

lésions cutanées et une alopecie^e peuvent être révélatrices d'automutilation due au stress ou de conflits entre animaux du même groupe social.

On peut calculer successivement le pourcentage de blessures légères, le pourcentage de blessures sévères et le pourcentage de boiteries. On définit une « *blessure légère* » comme étant une région alopecique ou une plaie cutanée et une « *blessure sévère* » comme étant une région tuméfiée, un abcès ou une fracture par exemple. Les seuils d'alerte considérés et fixés arbitrairement d'après *Welfare Quality*[®] sont de 10% pour les blessures légères, 5% pour les blessures sévères et 5% pour les boiteries.

3.2. Absence de maladies

L'absence de maladie repose sur deux types de mesures : des mesures individuelles et des mesures de population. Les mesures individuelles sont :

- (i) une manifestation évidente de douleur comme l'isolement, la baisse d'appétit, la baisse d'activité (Arnold et al., 2011), le corps voûté, la posture de repli, l'arrêt du toilettage (Arnold et al., 2011 ; Committee on Pain and Distress in Laboratory Animals et National Research Council, 1992) qu'il soit autodirigé (« *autogrooming* ») ou dirigé vers autrui (« *allogrooming* ») ;
- (ii) de la diarrhée ;
- (iii) de la toux ou des écoulements (nasaux, oculaires, vulvaires).

Les mesures de population sont liées à la morbidité et à la mortalité au sein de la structure. De même, la prévalence de certaines maladies peut être mesurée. En effet, ce sont des indicateurs de la santé de la population présente. La mortalité ne doit pas inclure les animaux euthanasiés pour les besoins d'études scientifiques, elle doit seulement inclure les animaux décédés ou euthanasiés pour des raisons éthiques (atteinte d'un point limite). De plus, la mortalité doit être modulée selon le nombre d'animaux ou l'âge des animaux. En effet, un biais peut exister si la population considérée contient peu d'animaux, auquel cas un décès peut entraîner une mortalité

^e Perte de poils

supérieure au seuil de 2% (tableau 13), ou si la population considérée a une moyenne d'âge élevée.

L'absence de maladie se mesure avec les critères suivants : la morbidité et la mortalité (hors protocoles expérimentaux), la présence de toux (nombre d'épisodes de toux pendant 15min / nombre d'individus présents), d'écoulement nasal (% d'animaux atteints) ou oculaire (% d'animaux atteints), de difficulté respiratoire (% d'animaux atteints), de diarrhée (% d'animaux atteints), d'écoulement vulvaire (% de femelles atteintes), d'abattement (% d'animaux atteints). Des seuils d'alerte sont définis pour chaque critère (tableau 13).

Tableau 13 - Description des paramètres et seuils d'alerte pour le critère "Absence de maladie"

Paramètre	Description du paramètre	Seuil d'alerte
Toux	$\frac{\text{Nombre d'épisodes de toux en 15 minutes}}{\text{Nombre d'animaux}}$	4%*
Écoulement nasal	% d'animaux avec un écoulement nasal	5%*
Écoulement oculaire	% d'animaux avec un écoulement oculaire	3%*
Difficulté respiratoire	% d'animaux avec une difficulté respiratoire	5%*
Diarrhée	% d'animaux avec de la diarrhée	3%*
Écoulement vulvaire	% de femelles avec un écoulement vulvaire	3%
Abattement	% d'animaux abattus	5%*
Mortalité (12 derniers mois)	$\frac{\text{Nombre d'animaux morts au cours des 12 derniers mois}}{\text{Nombre d'animaux présents au cours des 12 derniers mois}}$	2%*
Morbidité (12 derniers mois)	$\frac{\text{Nombre d'animaux malades au cours des 12 derniers mois}}{\text{Nombre d'animaux présents au cours des 12 derniers mois}}$	2%

* d'après Welfare Quality® (Bovin allaitant en exploitation)

3.3. Absence de douleurs causées par les procédures expérimentales

Pendant ou après une procédure expérimentale (ou vétérinaire), la gestion de la douleur est permise par l'évaluation de la douleur, grâce notamment à des grilles de douleur. Ces grilles peuvent prendre en compte plusieurs facteurs : les vocalisations, la mobilité, la démarche (Hubrecht et Kirkwood, 2010). Elle est également mesurable par la surveillance des paramètres biologiques, comme la fréquence cardiaque, la pression artérielle et la température (Hubrecht et Kirkwood, 2010). De plus, certaines expressions faciales sont caractéristiques de douleur (Descovich et al., 2017) mais

ces outils de descriptions des expressions demandent de l'entraînement, du temps et parfois reposent sur des outils informatiques qui ne peuvent s'appliquer en routine. L'utilisation des expressions faciales n'a donc pas été retenue pour la construction de la grille d'évaluation du bien-être.

De façon générale, il sera pris en compte la présence d'une analgésie per-opératoire et l'adaptation de l'analgésie post-opératoire grâce à une grille de douleur (exemple en annexe 5). Cette grille devrait inclure l'identité de l'animal évalué, l'identité de l'évaluateur et plusieurs paramètres dont la présence est évocatrice d'une douleur, comme la baisse d'activité ou d'appétit, le manque d'intérêt pour l'environnement extérieur, le manque de toilettage autodirigé, des lésions inflammatoires ou exsudatives (Fortman et al., 2018). L'absence d'analgésie per et post-opératoire sera considérée comme un seuil d'alerte. L'utilisation d'une grille d'évaluation de la douleur est facultative mais fortement recommandée pour le suivi clinique des animaux.

4. Principe 4 : comportement approprié

4.1. Expression de comportements sociaux

Une des composantes du comportement naturel des ouistitis communs est l'expression de comportements sociaux comme le jeu, le toilettage mutuel, le succès reproductif, etc... La mesure de la bonne expression de comportements sociaux est l'hébergement de groupes sociaux, permettant l'observation des comportements décrits précédemment, et le nombre de comportements agonistiques ou agressifs comme les morsures, les griffures ou les poursuites excessives. L'absence d'hébergement en groupes sociaux pour tous les animaux sera considérée comme un seuil d'alerte. L'isolement de certains animaux sera toléré pour des raisons scientifiques (avec accord du CEEA), pour des raisons éthiques (avec accord de la SBEA, par exemple en cas d'incompatibilité entre animaux) ou pour des raisons médicales (sur décision du vétérinaire désigné, par exemple pour la réalisation de traitements). Le nombre de comportements agonistiques exprimés doit être réduit au minimum et ne doit pas dominer le répertoire comportemental des animaux.

Dans le cas d'un élevage réalisant de la reproduction, les paramètres de reproduction peuvent être spécifiquement relevés dans la grille d'évaluation du bien-être. La durée de gestation est d'environ 143 à 144 jours (Ash et Buchanan-Smith, 2014 ; Box et Hubrecht, 1987 ; Smucny et al., 2004 ; Tardif et al., 2003), et l'intervalle usuel entre deux naissances est de 154 à 162 jours (Tardif et al., 2003). Le nombre de petits nés à chaque mise-bas varie entre 1 et 5, et une moyenne de 2,22 à 2,55 (Ash et Buchanan-Smith, 2014 ; Box et Hubrecht, 1987 ; Rothe et al., 1992 ; Smucny et al., 2004 ; Tardif et al., 2003). Cependant, il est difficile d'obtenir plus de 2 petits sevrés par portée sans intervention humaine puisque les femelles ne possèdent qu'une paire de télines. L'objectif de 4 jeunes sevrés par couple et par an est donc satisfaisant (Bakker et al., 2018 ; Tardif et al., 2003). Ainsi, si l'intervalle moyen entre deux naissances est supérieur à 162 jours sans contraception ou si l'objectif de 4 petits sevrés par couple par an n'est pas atteint, il faudra en explorer les causes (maladie intercurrente, malnutrition, stress, infertilité, etc).

4.2. Expression de comportements non sociaux

L'expression d'autres comportements doit également être prise en compte : des comportements de jeux solitaires, de déplacement, de prise / recherche de nourriture, chasse d'insectes, marquage du territoire seront considérés comme normaux. Cependant, des comportements stéréotypiques^f, des comportements autodirigés excessifs (grattage ou léchage) ou des cris d'alerte excessifs dirigés vers des congénères ou vers le personnel dans une situation habituelle pourront être considérés comme anormaux. Ceci pourra être facilité par l'élaboration d'un répertoire comportemental ou éthogramme. Il s'agit de la liste exhaustive des comportements d'une espèce ou d'un individu par observation directe ou indirecte. L'éthogramme d'un ouistiti ou d'un groupe de ouistitis utilisés à des fins scientifiques pourra être comparé aux éthogrammes de la littérature ou par échanges entre établissements utilisateurs, dans le contexte d'utilisation à des fins scientifiques. Ceci permettra de déterminer si l'éthogramme est concordant ou discordant, auquel cas on pourra suggérer un problème de bien-être. Les difficultés de cette méthode sont liées au temps d'observation et aux pressions inhérentes aux conditions de vie (captivité,

^f Comportement répétitif, rythmé et sans but

manipulations régulières, accès à l'alimentation, etc). La réalisation d'un éthogramme n'est donc pas retenue dans l'élaboration de la grille (annexe 5).

La mesure de l'expression de comportements non sociaux « normaux » est donc l'observation des comportements stéréotypiques, qui doivent être absents pour considérer une absence de mal-être (seuil d'alerte de 0%).

4.3. Bonne relation Homme-Animal

Aucune étude scientifique n'a fait l'objet de la bonne relation Homme-Animal avec le ouistiti, contrairement à certaines espèces domestiques. En effet, chez des espèces comme les bovins (Blokhuis, 2009 ; Lürzel et al., 2018 ; Sharma et Phillips, 2019 ; Veissier et al., 2010), les caprins (Battini et al., 2014) ou les volailles (Larsen et al., 2018), il est possible d'évaluer la relation Homme-Animal grâce à la distance d'évitement que l'animal exprime lorsqu'un humain s'approche de lui. Les ouistitis étant des animaux particulièrement curieux, il n'est pas pertinent d'établir des seuils arbitraires de distance d'évitement pour mesurer leur bien-être. Cependant, des comportements négatifs envers l'Homme (posture agressive, morsure ou tentative de morsure...) devront être considérés comme des seuils d'alerte, mais ne devront pas être confondus avec des comportements de protection du territoire, d'exploration ou de jeux. Des comportements collaboratifs, via des tâches cognitives ou de l'entraînement médical, et des comportements positifs (jeu, signaux d'apaisement, contact social et non agressif) seront des éléments en faveur d'une bonne relation Homme-Animal.

4.4. Bon état émotionnel

La mesure de l'état émotionnel est une mesure subjective réalisée par un expérimentateur, mais la combinaison des éléments observés et évalués permet d'obtenir un résultat relativement robuste. Les résultats obtenus sont significativement similaires entre les différents observateurs ce qui permet d'utiliser cette méthode dans une gestion quotidienne de l'état émotionnel des animaux, donc de leur bien-être. La méthode *QBA (Qualitative Behaviour Assessment)* a été vérifiée sur plusieurs espèces de rente, comme les ovins (Wickham et al., 2015) ou les porcs (Czycholl et al., 2017 ;

Rutherford et al., 2012), avec une fiabilité et une répétabilité exploitables. Plusieurs paramètres de la méthode *QBA*, alors appelés « *traits comportementaux* », sont également utilisés pour définir la personnalité des ouistitis (Inoue-Murayama et al., 2018 ; Iwanicki et Lehmann, 2015 ; Koski et al., 2017 ; Tomassetti et al., 2019). Inoue-Murayama et al. (2018) montrent un lien entre personnalité et bien-être animal, par des mesures objectives (niveau de cortisol capillaire) et subjectives (questionnaire rempli par les zootechniciens). Iwanicki et Lehmann (2015) et Tomassetti et al. (2019) montrent le lien entre les traits comportementaux et la description de profils de personnalité chez le ouistiti commun. Cependant, ces résultats sont sujets à controverses car ils sont subjectifs et sont issus de questionnaires. Ils seraient donc *a priori* moins fiables que des mesures expérimentales objectives. D'autres études tendent à montrer qu'il existe des différences inter-individuelles stables dans le temps, appelées « personnalité » (Šlipogor et al., 2016). En effet, il existe des différences comportementales mesurables qui permettraient de confirmer les résultats de questionnaires (Šlipogor et al., 2020). Ces études doivent encore être répétées mais elles permettent de mieux intégrer la variable « individu » dans les considérations comportementales, donc dans les mesures de l'état émotionnel. En effet, connaître le niveau de base concernant l'état émotionnel ou la personnalité (Inoue-Murayama et al., 2018 ; Koski et al., 2017) permet d'évaluer de façon plus pertinente les évolutions de comportements à l'échelle individuelle comme à l'échelle du groupe.

La méthode *QBA* mesure 20 paramètres sur une échelle subjective, en 1 ou plusieurs points d'observation selon la configuration de l'hébergement, permettant une observation totale d'environ 20 minutes. Chaque paramètre est noté sur une échelle de 0 à 125 mm puis chaque paramètre est pondéré avec un facteur fixe (tableau 14) afin d'obtenir un facteur *I* par l'équation $I = -2,0906 + \sum_{k=1}^{20} w_k N_k$ où *N* est la valeur attribuée au terme *k* et *w* est le facteur de pondération du facteur *k*. Selon la valeur de *I*, une équation différente est utilisée pour obtenir le score *QBA* final. Si *I* est inférieur ou égal à 50, on utilise l'équation $\text{Score} = 50 + (8.75 \times I) + (0.3125 \times I^2)$. Sinon, on utilise l'équation $\text{Score} = 50 + (11.6667 \times I) - (0.55556 \times I^2)$.

Les facteurs de pondération sont calculés préalablement dans la conception du *Welfare Quality*®, et ils sont spécifiques d'une espèce et d'un système de production. Ici, il a donc été choisi arbitrairement d'utiliser les facteurs de pondération de l'élevage bovin allaitant puisque les facteurs de pondération n'ont pas été calculés pour le ouistiti

utilisé à des fins scientifiques. Les facteurs de pondération positifs représentent des paramètres associés à un état émotionnel positif, alors que les facteurs de pondération négatifs représentent des paramètres associés à un état émotionnel négatif. Plus ce facteur est éloigné de zéro, plus il a un impact fort sur la note finale.

Tableau 14 - Paramètres de la méthode QBA et facteurs de pondération

Paramètre	Facteur de pondération
Actif (1)	0,00434
Détendu (2)	0,00784
Apathique (3)	-0,00933
Calme (4)	0,00120
Content (5)	0,01015
Tendu (6)	-0,00371
Joyeux (7)	0,01040
Indifférent (8)	-0,00912
Frustré (9)	-0,01050
Amical (10)	0,00976
S'ennuie (11)	-0,00895
Occupé positivement (12)	0,00979
Curieux (13)	0,00560
Irritable (14)	-0,00223
Nerveux (15)	-0,00141
Bruyant / Vif (16)	0,00403
Mal à l'aise (17)	-0,00516
Sociable (18)	0,00838
Heureux (19)	0,01062
En détresse (20)	-0,00873

5. Déroulement de l'audit et échantillonnage

La méthodologie envisagée suit l'ordre suggéré par le guide *Welfare Quality*® (Veissier et al., 2010) et par la démarche « *24/7 across lifespan* » (Brando et Buchanan-Smith, 2018). Afin d'adapter la méthode au ouistiti commun, nous avons choisi d'inclure les animaux à partir de l'âge de 8 mois, âge à partir duquel il est légalement possible de séparer les animaux de la structure familiale. L'audit doit être réalisé par la même personne de la première à la dernière étape. Les étapes d'observation sont des observations directes, mais si la structure dispose des équipements nécessaires, une partie des observations peut être réalisée via un système de vidéo-surveillance afin de ne pas perturber les animaux et ainsi obtenir des comportements non biaisés par la présence humaine.

La première étape de l'audit est la mesure du score *QBA*, pour une durée totale estimée entre 20 et 25 minutes dans la structure. Selon la configuration de la structure, jusqu'à 8 points d'observation sont à considérer pour l'observation des animaux. Suite à ces 20 minutes d'observation, la grille *QBA* peut être remplie de façon unique et les facteurs de pondération du tableau 14 permettent d'obtenir le score *QBA*.

La seconde étape est l'observation comportementale des animaux (hébergement en groupes sociaux, comportements agonistiques, stéréotypiques). Jusqu'à 12 compartiments d'une vingtaine d'animaux chacun peuvent être observés à cette étape, pour maximum 10 minutes d'observation par compartiment. Selon l'organisation de la structure, un compartiment peut être une pièce d'hébergement, une demi-pièce ou une volière. Au sein de chaque compartiment, il faut relever le nombre de comportements agonistiques et de comportements stéréotypiques sur la durée de l'observation, puis calculer le nombre moyen de comportements agonistiques et de comportements stéréotypiques par animal par heure. L'annexe 8 permet de remplir ces observations compartiment par compartiment (maximum 12) et de faire la synthèse des résultats.

L'étape suivante est la mesure du score clinique individuel. S'il y a moins de 30 animaux, il faudra observer chaque animal. S'il y a plus de 30 animaux, il faudra réaliser un échantillonnage comme indiqué dans le tableau 15, qui montre le nombre d'animaux à observer selon le nombre d'animaux présents dans l'établissement utilisateur. Si la structure dispose de plusieurs unités (par exemple une partie dédiée à la reproduction et une partie dédiée aux protocoles expérimentaux), il faudra que ces unités soient observées proportionnellement au nombre d'animaux qu'elles concernent. Le temps d'observation est d'environ 1 à 2 minutes par animal et doit permettre une mesure du score corporel, des boiteries, des blessures, du confort thermique et de l'observation de signes cliniques tels qu'un écoulement nasal, oculaire ou vaginal, de la toux ou de la diarrhée. La mesure du score corporel peut cependant s'avérer difficile chez le ouistiti à cause du pelage, mais il peut être obtenu par palpation à la fin de l'observation. Ces paramètres permettent d'évaluer l'état de santé d'une colonie à un instant précis. A cette étape, il est également possible d'observer des comportements négatifs, positifs ou collaboratifs envers l'Homme en s'approchant au plus près des animaux dans le respect des règles de sécurité. Si les animaux sont hébergés en cages et que les conditions sanitaires et de protection du personnel le permettent, il peut être intéressant d'ouvrir la porte de la cage et de voir l'attitude des animaux vis-à-vis d'une personne étrangère (agression, exploration, indifférence...),

en veillant à ce que les animaux ne puissent s'échapper. L'annexe 9 permet de remplir ces observations animal par animal, selon l'échantillonnage à réaliser, et de faire la synthèse de chaque paramètre afin de remplir la grille principale (annexe 6).

Tableau 15 - Tableau d'échantillonnage d'après *Welfare Quality*®

Taille population	Nombre d'animaux à évaluer (suggestion A)	Si la suggestion A n'est pas faisable
30	30	30
40	30	30
50	33	30
60	37	32
70	41	35
80	44	37
90	47	39
100	49	40
110	52	42
120	54	43
130	55	45
140	57	46
150	59	47

Ensuite, sur le même échantillon que précédemment, la quatrième étape est la vérification du fonctionnement des points d'eau ainsi que leur propreté et leur utilisation par les animaux. L'alimentation appropriée peut également être vérifiée en regardant le contenu de gamelles ou les feuilles d'alimentation, et éventuellement complétée par un calcul de ration si cela s'avère nécessaire. De plus, la présence de nids et hamacs, d'agrès et d'enrichissements peut être contrôlée sur ce même échantillon. Une fois encore, l'annexe 9 permet de relever ces informations, animal par animal et d'en réaliser la synthèse.

Enfin, l'audit se termine par une discussion avec le responsable de la structure afin de compléter les informations relatives à l'accès à l'extérieur, aux dimensions des compartiments, à la morbidité et la mortalité, aux protocoles anesthésiques et

analgésiques, au programme d'enrichissement, au programme de nettoyage et désinfection.

Les conclusions de l'audit doivent permettre de dégager les points forts, les points faibles et les pistes d'amélioration de la structure. Cette grille d'évaluation a été conçue comme étant un audit volontaire et non comme un contrôle réglementaire. Elle doit donc permettre de cibler et de prioriser les améliorations dans le but de satisfaire les exigences en termes de bien-être animal et elle doit également permettre une amélioration constante.

6. Discussion

La grille élaborée se compose de plusieurs parties, dont une partie principale d'audit (annexe 6) dans laquelle les différents principes décrits précédemment sont mesurés et interprétés au regard des seuils fixés. Elle est remplie grâce aux mesures de groupes (annexe 8) et aux mesures individuelles d'un échantillon de la population (annexe 9) qui sont résumées en bas des tableaux respectifs. L'annexe 7 est la feuille permettant d'obtenir ensuite le score *QBA*, qui mesure l'état émotionnel des animaux.

Certains des seuils ont été choisis arbitrairement par transposition des valeurs fournies par la grille *Welfare Quality*® pour les bovins allaitants en exploitation (critères de bonne santé, de confort thermique, accès à l'extérieur) ce qui peut constituer des limites dans l'extrapolation du modèle. D'autres encore relèvent seulement d'une présence ou d'une absence d'éléments dans l'environnement des animaux (présence d'abreuvoirs suffisants, propres et fonctionnels, présence de nids, présence d'agrès, présence d'enrichissement, présence de protocole de nettoyage et désinfection, présence de protocole anesthésique) ce qui ne permet pas de mesurer leur utilisation, leur réalisation ou leur efficacité pour le bien-être des animaux. De plus, certains seuils qualitatifs (échelle des opportunités de recherche alimentaire spécifique, complexité des enrichissements) sont des échelles arbitraires et subjectives, impliquant une possible variabilité inter-observateurs. Enfin, certains critères sont des abus de langage puisque les paramètres sous-jacents mesurés ne reflètent pas réellement le critère. C'est le cas de l'absence de faim et de soif prolongées et l'absence de douleur pour lesquels le choix est fait de mesurer la disponibilité en nourriture et en eau de boisson et la présence d'un protocole anesthésique, sans avoir accès au ressenti de l'animal sur ces critères. Ce sont donc des critères de bientraitance, ce qui est tout à

fait acceptable pour la grille construite et justifie l'utilisation des termes « absence de faim prolongée » et « absence de soif prolongée », mais qui ne répondent pas réellement aux questions d'absence de faim, de soif ou de douleur au sens de leur ressenti individuel par les animaux. La bonne relation Homme-Animal ou le bon état émotionnel sont également sujets à discussion sur le plan méthodologique et sur la fiabilité des résultats, c'est pourquoi des travaux sont toujours en cours pour affiner et valider ces outils. Ce score peut paraître très subjectif, mais plusieurs études ont confirmé la fiabilité des résultats, par une analyse inter et intra-observateurs et entre différentes méthodes (Diaz-Lundahl et al., 2019 ; Šlipogor et al., 2020), ce qui confirme l'utilisation de la méthode QBA pour mesurer l'état émotionnel des animaux (Battini et al., 2014 ; Patel et al., 2019 ; Rutherford et al., 2012). Les méthodes statistiques utilisées (*Principal Component Analysis* et *Generalised Procrustes Analysis*) ont permis d'établir la liste des termes de la grille QBA (Arena et al., 2019 ; Battini et al., 2018 ; Rutherford et al., 2012) afin d'obtenir la meilleure corrélation entre les comportements observés et la description de l'observateur. Cependant, ces résultats sont intéressants à conditions que les observateurs soient formés à l'observation du comportement animal. De plus, des limites de robustesse ont été trouvées dans l'utilisation de cette méthode chez les PNH (Šlipogor et al., 2020).

Le choix a finalement été fait de ne pas réaliser l'étape d'agrégation des données pour obtenir un score final et global de l'établissement utilisateur, contrairement à ce qui est prévu dans l'évaluation *Welfare Quality*®. Les coefficients pour chaque paramètre et chaque critère sont spécifiques d'une espèce et d'un contexte (élevage, transport, etc) et n'ayant pas été calculés pour le ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques, il n'était pas pertinent de réaliser cette étape pour pouvoir exploiter les résultats.

Bien qu'inspirée de grilles d'évaluation du bien-être déjà existantes (*Welfare Quality*® et « *24/7 across lifespan* »), la grille ainsi élaborée et rédigée (annexes 6 à 9) s'appuie sur des outils méthodologiques reconnus et déjà utilisés sur plusieurs espèces (Battini et al., 2014 ; Blokhuis, 2009 ; Buchanan-Smith et Brando, 2017 ; Larsen et al., 2018 ; Sharma et Phillips, 2019 ; Veissier et al., 2010). De plus, elle a l'originalité de pouvoir s'appliquer spécifiquement au ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques.

Il faut cependant être prudent avec les résultats de chaque outil, et combiner plusieurs méthodes comme l'évaluation des installations et des pratiques zootechniques, le score clinique ou les observations comportementales permet une approche plus globale et probablement plus fiable. Certains paramètres sont des évaluations individuelles tandis que d'autres sont des évaluations de groupe ou de population, ce qui permet d'aborder la question du bien-être animal à divers niveaux et selon une approche multimodale. La méthode *QBA* et la grille élaborée ici demandent à être validées pour le ouistiti utilisé à des fins scientifiques. Il serait également pertinent d'évaluer l'influence de la personnalité ou de l'état émotionnel de l'observateur sur ses réponses dans la grille d'évaluation du bien-être. Il est possible d'imaginer qu'un observateur ayant une personnalité « anxieuse » ou « pessimiste » aura tendance à attribuer un score plus négatif, alors qu'un observateur « joyeux » ou « optimiste » attribuera un score plus positif. De plus, un certain nombre de comportements animaux peuvent être différents en présence ou en l'absence d'observateur humain, ce qui peut souligner la pertinence d'utiliser des approches complémentaires : observation directe en présentiel ou par vidéo-surveillance, et observation différée via des enregistrements vidéo.

Certains paramètres comme l'élaboration d'un éthogramme et l'évaluation du score *QBA* demandent de passer du temps à observer les animaux. Ces étapes peuvent être fastidieuses, en particulier si l'établissement possède plusieurs unités d'hébergement ou plusieurs catégories distinctes d'animaux. C'est pourquoi, il a été choisi de ne pas réaliser l'éthogramme du ouistiti commun utilisé à des fins scientifiques. Le temps nécessaire pour compléter la grille et pour rédiger le compte-rendu est à prendre en compte dans la gestion du bien-être animal. En effet, il faut prévoir environ 2 à 3 heures pour la réalisation de l'audit sur le terrain, ce qui est intéressant pour avoir une évaluation globale et précise, mais qui empêche son utilisation en routine. Pour aider à la gestion quotidienne du bien-être animal ou pour aider à la prise de décision concernant les points limites, il serait plus pertinent d'utiliser des grilles comme celle de l'annexe 5, qui a l'avantage d'être individuelle, rapide à remplir et qui permet un suivi régulier. Il faut également former la personne réalisant l'audit, puisque les définitions de chaque paramètre doivent être connues pour ne réaliser aucune erreur et avoir des résultats reproductibles.

La grille élaborée pourrait s'inscrire dans un programme de gestion du bien-être, sur le principe d'un management par la qualité (normes ISO 9001), donc sur le

principe d'une amélioration constante. En tant que première étape du processus, elle permettrait de dresser un bilan des conditions d'hébergement et du niveau de bien-être animal. Les résultats de cette première étape permettraient d'établir les points à améliorer selon un ordre de priorités : urgente en cas de manquement à la réglementation, importante en cas d'observation de problèmes de bien-être majeur (par exemple une ration alimentaire non adaptée, des maladies récurrentes, des comportements stéréotypiques ou des troubles majeurs de la reproduction) ou bien mineure pour une démarche à long-terme (par exemple l'achat de nouveau matériel anesthésique ou la mise en place d'un programme d'enrichissement personnalisé). Enfin, cette grille peut permettre de mesurer l'efficacité des changements effectués et de suivre l'évolution du niveau de bien-être au cours du temps.

La construction d'une grille d'évaluation du bien-être répond avant tout à un objectif, qui était ici la réalisation d'audits de structures utilisant le ouistiti commun à des fins scientifiques. Il était donc souhaité d'être exhaustif dans les paramètres mesurés. C'est pourquoi les approches *Welfare Quality*® et « *24/7 across the lifespan* » ont semblé pertinentes. La multitude de critères permet une vision à la fois globale et précise du niveau de bien-être des animaux, qui comporte des mesures individuelles et des mesures de population. Cependant, certaines limites ont été soulevées afin de relativiser l'utilisation de cette grille, notamment concernant la fiabilité et la reproductibilité de certains paramètres dont l'évaluation est subjective. Cette grille n'a malheureusement pas pu être appliquée et demande à être validée scientifiquement pour s'assurer de la fiabilité et de la reproductibilité générale. Elle permet tout de même de fournir des indications sur le bien-être animal et des pistes d'améliorations selon les résultats obtenus.

L'approche par principe fondamental du bien-être animal (alimentation appropriée, logement correct, bonne santé et comportement approprié) ainsi que leurs paramètres respectifs ont permis d'aborder de façon globale et spécifique les définitions théorique (ANSES, 2018) et opérationnelle (Cinq libertés fondamentales).

Conclusion

Le ouistiti commun (*Callithrix jacchus*) est une espèce de PNH utilisée à des fins scientifiques en infectiologie, en génétique ou encore en neurosciences. Son utilisation est réglementée, à la fois à l'échelle européenne avec la directive 2010/63/UE et à la fois à l'échelle nationale avec le décret 2013/118 et les arrêtés associés. Cette réglementation fait écho aux différentes définitions de bien-être animal, permettant ainsi de travailler selon l'angle des Cinq libertés fondamentales, celui des 3R, celui de l'ANSES, ou en associant plusieurs définitions. L'objectif est de pouvoir comprendre les recommandations d'élevage au regard des connaissances de la biologie du ouistiti commun. En effet, il n'est pas possible d'offrir les mêmes conditions de vie aux ouistitis en établissement utilisateur que s'ils étaient dans leur habitat naturel ou en parc zoologique. Cependant, il convient de s'en inspirer afin de proposer des conditions d'hébergement optimales à cette espèce.

Ajoutées aux normes réglementaires, il est possible de suivre des recommandations et des lignes directrices plus strictes, qui peuvent permettre une accréditation (AAALAC) ou une reconnaissance par les pairs des efforts réalisés en faveur du bien-être animal. Bien souvent, ces recommandations sont générales et concernent la famille des primates dans son ensemble, mais il existe des spécificités liées au ouistiti commun comme la température et l'hygrométrie, l'aménagement de l'espace ou encore le programme de surveillance sanitaire, qui diffèrent de recommandations requises par les autres PNH (grands singes, macaques, etc.).

La démarche proposée avait pour but la construction d'une grille d'évaluation du bien-être des ouistitis communs utilisé à des fins scientifiques, en prenant en compte de multiples aspects (biologiques, réglementaires, zootechniques) ainsi que l'évolution des connaissances dans ce domaine. La grille finalement élaborée n'a pas pu être testée en conditions réelles mais cela constitue une piste pour l'exercice de la médecine vétérinaire en établissement utilisant des animaux à des fins scientifiques. L'espèce cible était ici le ouistiti commun (*Callithrix jacchus*), mais la démarche proposée au regard de la recherche bibliographique et la construction de la grille d'évaluation du bien-être animal peuvent s'appliquer à toutes les espèces utilisées à des fins scientifiques.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné(e), Annabelle MEYNADIER, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Gabriel LE TEXIER-HANLEY** intitulée « **Le bien-être des primates non-humains utilisés à des fins scientifiques : exemple du Ouistiti commun (Callithrix jacchus)** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 8 Juillet 2020
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Annabelle MEYNADIER

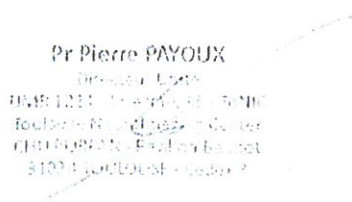
Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS

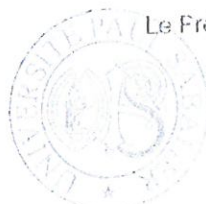

Annabelle MEYNADIER




Vu : **20 JUL. 2020**
Le Président du jury
Professeur Pierre PAYOUX

Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul Sabatier,
M. Jean-Marc BROTO
Le Président de l'Université Paul Sabatier,
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU


Pr Pierre PAYOUX
Directeur de l'Enseignement
0649 1214 11 - 40000, 31062 NIMÉ
Toulouse - France
0561 598111 - Paul Sabatier
31077 TOULOUSE - France



Fabienne ALARY

M. Gabriel LE TEXIER
a été admis(e) sur concours en : 2015
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 16/07/2019
a validé son année d'approfondissement le : 03/07/2020
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



Université de Toulouse

Bibliographie

- Abaci, H.E., Shuler, M.L., 2015. Human-on-a-chip design strategies and principles for physiologically based pharmacokinetics/pharmacodynamics modeling [WWW Document]. URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25739725> (accessed 8.30.18).
- Abbott, D.H., Barnett, D.K., Colman, R.J., Yamamoto, M.E., Schultz-Darken, N.J., 2003. Aspects of Common Marmoset Basic Biology and Life History Important for Biomedical Research. *Comp. Med.* 53, 339–350.
- Adouast, C., 2017. Une association dénonce des expériences menées sur des singes dans un laboratoire d'un hôpital parisien. *Fr. Info.*
- Agamaite, J.A., Chang, C.-J., Osmanski, M.S., Wang, X., 2015. A quantitative acoustic analysis of the vocal repertoire of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *J. Acoust. Soc. Am.* 138, 2906–2928. <https://doi.org/10.1121/1.4934268>
- Agence France Presse, 2014. Lolita Lempicka boycotté Air France car la compagnie transporte des singes de laboratoire. *Fr. Info.*
- Ahloy-Dallaire, J., Espinosa, J., Mason, G., 2018. Play and optimal welfare: Does play indicate the presence of positive affective states? *Behav. Processes* 156, 3–15. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.11.011>
- Ankel-Simons, F., 2007. Brain, in: *Primate Anatomy, An Introduction*. Academic Press.
- ANSES, 2018. Définition du bien-être animal [WWW Document]. URL <https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99anses-propose-une-d%C3%A9finition-du-bien-%C3%AAtre-animal-et-d%C3%A9finit-le-socle-des-travaux-de> (accessed 9.16.18).
- Araújo, A., Arruda, M.F., Alencar, A.M.A., Albuquerque, F., Nascimento, M.C., Yamamoto, M.E., 2000. Body Weight of Wild and Captive Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). *Int. J. Primatol.* 21, 317–324. <https://doi.org/10.1023/A:1005433722475>
- Arena, L., Wemelsfelder, F., Messori, S., Ferri, N., Barnard, S., 2019. Development of a fixed list of terms for the Qualitative Behavioural Assessment of shelter dogs. *PloS One* 14, e0212652. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212652>
- Arnold, C., Lamp, J., Lamp, O., Einspanier, A., 2011. Behavioral tests as indicator for pain and distress in a primate endometriosis model. *J. Med. Primatol.* 40, 317–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2011.00496.x>
- Ash, H., Buchanan-Smith, H.M., 2014. Long-term data on reproductive output and longevity in captive female common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 76, 1062–1073. <https://doi.org/10.1002/ajp.22293>
- Ash, H., Smith, T.E., Knight, S., Buchanan-Smith, H.M., 2018. Measuring physiological stress in the common marmoset (*Callithrix jacchus*): Validation of a salivary cortisol collection and assay technique. *Physiol. Behav.* 185, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.12.018>
- Bakker, J., Louwse, A.L., Remarque, E.J., Langermans, J.A.M., 2018. Defining predictive factors for reproductive output in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 80, e22926. <https://doi.org/10.1002/ajp.22926>
- Bakker, J., Nijnatten, T.J.M. van, Louwse, A.L., Baarends, G., Arndt, S.S., Langermans, J.A.M., 2014. Evaluation of ultrasonic vocalizations in common marmosets (*Callithrix jacchus*) as a potential indicator of welfare. *Lab Anim.* 43, 313–320. <https://doi.org/10.1038/labani.568>
- Bakker, J., Ouwering, B., Heidt, P.J., Kondova, I., Langermans, J.A.M., 2015. Advantages and Risks of Husbandry and Housing Changes to Improve Animal

- Wellbeing in a Breeding Colony of Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. JAALAS* 54, 273–279.
- Bakker, J., Uilenreef, J.J., Pelt, E.R.J., Brok, H.P.M., Remarque, E.J., Langermans, J.A.M., 2013. Comparison of three different sedative-anaesthetic protocols (ketamine, ketamine-medetomidine and alphaxalone) in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *BMC Vet. Res.* 9, 113. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-113>
- Bakola, S., Burman, K.J., Rosa, M.G.P., 2015. The cortical motor system of the marmoset monkey (*Callithrix jacchus*). *Neurosci. Res.* 93, 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.11.003>
- Balansard, I., Cleverley, L., Cutler, K.L., Spångberg, M.G., Thibault-Duprey, K., Langermans, J.A.M., 2019. Revised recommendations for health monitoring of non-human primate colonies (2018): FELASA Working Group Report. *Lab. Anim.* 23677219844541. <https://doi.org/10.1177/0023677219844541>
- Bassett, L., Buchanan-Smith, H.M., McKinley, J., Smith, T.E., 2003. Effects of training on stress-related behavior of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in relation to coping with routine husbandry procedures. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 6, 221–233. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0603_07
- Battini, M., Barbieri, S., Vieira, A., Can, E., Stilwell, G., Mattiello, S., 2018. The Use of Qualitative Behaviour Assessment for the On-Farm Welfare Assessment of Dairy Goats. *Anim. Open Access J. MDPI* 8. <https://doi.org/10.3390/ani8070123>
- Battini, M., Vieira, A.C.L., Barbieri, S., Ajuda, I., Stilwell, G., Mattiello, S., 2014. Invited review: Animal-based indicators for on-farm welfare assessment for dairy goats. *J. Dairy Sci.* 97, 6625–6648. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7493>
- Bekoff, M., 2015. Playful fun in dogs. *Curr. Biol.* 25, R4–R7. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.09.007>
- Bentham, J., 2011. Introduction aux principes de morale et de législation. *J. Vrin.*
- Bertin, A., Cornilleau, F., Lemarchand, J., Boissy, A., Leterrier, C., Nowak, R., Calandreau, L., Blache, M.-C., Boivin, X., Arnould, C., Lansade, L., 2018. Are there facial indicators of positive emotions in birds? A first exploration in Japanese quail. *Behav. Processes* 157, 470–473. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.06.015>
- Bezerra, B.M., Souto, A., 2008. Structure and Usage of the Vocal Repertoire of *Callithrix jacchus*. *Int. J. Primatol.* 29, 671. <https://doi.org/10.1007/s10764-008-9250-0>
- Blokhuis, H.J., 2009. Welfare Quality : Assessment protocol for cattle.
- Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M.B., Moe, R.O., Spruijt, B., Keeling, L.J., Winckler, C., Forkman, B., Dimitrov, I., Langbein, J., Bakken, M., Veissier, I., Aubert, A., 2007. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiol. Behav.* 92, 375–397. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.02.003>
- Box, H.O., Hubrecht, R.C., 1987. Long-term data on the reproduction and maintenance of a colony of common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*) 1972-1983. *Lab. Anim.* 21, 249–260. <https://doi.org/10.1258/002367787781268747>
- Brando, S., Buchanan-Smith, H.M., 2018. The 24/7 approach to promoting optimal welfare for captive wild animals. *Behav. Processes* 156, 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.09.010>
- Broom, D., 2014. *Sentience and Animal Welfare*. CABI.
- Broom, D., 1995. A usable definition of animal welfare. *Think. Horse* 66–75.
- Buchanan-Smith, H.M., 2011. Environmental enrichment for primates in labs [WWW Document]. URL <http://www.marmosetcare.com/downloads/Buchanan-Smith-2011-EnvironmentalEnrichmentforPrimatesinLabs.pdf> (accessed 4.2.18).
- Buchanan-Smith, H.M., Brando, S., 2017. Common marmoset welfare using Welfare Quality principles.

- Burgdorf, J., Panksepp, J., 2006. The neurobiology of positive emotions. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 30, 173–187. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.06.001>
- Burkart, J.M., Finkenwirth, C., 2015. Marmosets as model species in neuroscience and evolutionary anthropology. *Neurosci. Res.* 93, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.09.003>
- Cabana, F., Maguire, R., Hsu, C.-D., Plowman, A., 2018. Identification of possible nutritional and stress risk factors in the development of marmoset wasting syndrome. *Zoo Biol.* 37, 98–106. <https://doi.org/10.1002/zoo.21398>
- Camarotti, F.L.M., Silva, V.L. da, Oliveira, M.A.B. de, 2015. The effects of introducing the Amazonian squirrel monkey on the behavior of the northeast marmoset. *Acta Amaz.* 45, 29–34. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201400305>
- Camerlink, I., Coulange, E., Farish, M., Baxter, E.M., Turner, S.P., 2018. Facial expression as a potential measure of both intent and emotion. *Sci. Rep.* 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35905-3>
- Cawthon Lang, K., 2005. Primate Factsheets: Common marmoset (*Callithrix jacchus*) Behavior [WWW Document]. URL http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/common_marmoset/behav (accessed 7.13.18).
- Clingerman, K.J., Summers, L., 2005. Development of a body condition scoring system for nonhuman primates using *Macaca mulatta* as a model. *Lab Anim.* 34, 31–36. <https://doi.org/10.1038/labam0505-31>
- Code Rural, n.d. Code rural.
- Comité de Soins en Captivité, International Primatological Society, 2007. IPS International Guidelines for the Acquisition, Care, and Breeding of Nonhuman Primates Second Edition (French Translation).pdf [WWW Document]. URL [http://www.internationalprimatologicalsociety.org/docs/IPS%20International%20Guidelines%20for%20the%20Acquisition,%20Care,%20and%20Breeding%20of%20Nonhuman%20Primates%20Second%20Edition%20\(French%20Translation\).pdf](http://www.internationalprimatologicalsociety.org/docs/IPS%20International%20Guidelines%20for%20the%20Acquisition,%20Care,%20and%20Breeding%20of%20Nonhuman%20Primates%20Second%20Edition%20(French%20Translation).pdf) (accessed 7.20.18).
- Comité national de réflexion éthique sur l'expérimentation animale, 2008. Charte nationale portant sur l'éthique de l'expérimentation animale. *Bull. Académie Vét. Fr.* 467. <https://doi.org/10.4267/2042/48173>
- Commission Européenne, 2007. Recommandation 2007/526/CE de la Commission du 18 juin 2007 concernant des lignes directrices relatives à l'hébergement et aux soins des animaux utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques (No. 2007/526/CE). Bruxelles.
- Committee on Pain and Distress in Laboratory Animals, National Research Council, 1992. Recognition and Alleviation of Pain and Distress in Laboratory Animals. <https://doi.org/10.17226/1542>
- Cross, N.J., Pines, M.K., Rogers, L.J., 2004. Saliva sampling to assess cortisol levels in unrestrained common marmosets and the effect of behavioral stress. *Am. J. Primatol.* 62, 107–114. <https://doi.org/10.1002/ajp.20005>
- Czycholl, I., Grosse Beilage, E., Henning, C., Krieter, J., 2017. Reliability of the qualitative behavior assessment as included in the Welfare Quality Assessment protocol for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 95, 3445–3454. <https://doi.org/10.2527/jas.2017.1525>
- Daune-Anglard, G., 2015. Niederhausbergen: des primates sous surveillance. L'Alsace.
- 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, 100–107. <https://doi.org/10.1258/00236770360563732>
- Descovich, K.A., Richmond, S.E., Leach, M.C., Buchanan-Smith, H.M., Flecknell, P., Farningham, D.A.H., Witham, C., Gates, M.C., Vick, S.-J., 2019. Opportunities

- for refinement in neuroscience: Indicators of wellness and post-operative pain in laboratory macaques. *ALTEX - Altern. Anim. Exp.* <https://doi.org/10.14573/altex.1811061>
- Descovich, K.A., Wathan, J., Leach, M.C., Buchanan-Smith, H.M., Flecknell, P., Farningham, D., Vick, S.-J., 2017. Facial expression: An under-utilised tool for the assessment of welfare in mammals. *ALTEX* 34, 409–429. <https://doi.org/10.14573/altex.1607161>
- Deutsches PrimatenZentrum, 2017. Information for visitors [WWW Document]. URL <http://www.dpz.eu/en/info-center/visitors.html> (accessed 11.25.17).
- Di Giminiani, P., Brierley, V.L.M.H., Scollo, A., Gottardo, F., Malcolm, E.M., Edwards, S.A., Leach, M.C., 2016. The Assessment of Facial Expressions in Piglets Undergoing Tail Docking and Castration: Toward the Development of the Piglet Grimace Scale. *Front. Vet. Sci.* 3, 100. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00100>
- Diaz-Lundahl, S., Hellestveit, S., Stubsjøen, S.M., J Phythian, C., Oppermann Moe, R., Muri, K., 2019. Intra- and Inter-Observer Reliability of Qualitative Behaviour Assessments of Housed Sheep in Norway. *Anim. Open Access J. MDPI* 9. <https://doi.org/10.3390/ani9080569>
- Digby, L., 1995. Social organization in a wild population of *Callithrix jacchus*: II. Intragroup social behavior. <https://doi.org/10.1007/BF02382859>
- DiVincenzi, L., Miller, A.D., Knoedl, D.J., Mitchell, J.F., 2016. Uterine Rupture in a Common Marmoset (*Callithrix jacchus*). *Comp. Med.* 66, 254–258.
- Dudoignon, N., Bouard, D., Kolf-Clauw, M., Degrise, A.-D., Denais-Lalievie, D., Vidal, S., Liabeuf, M., 2013. Rôles des vétérinaires dans les animaleries de laboratoire. Responsabilités et formation. [WWW Document]. URL http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/53723/AVF_167_1_51.pdf;sequence=1 (accessed 12.31.17).
- EAZA, 2010. Husbandry Guidelines for Callitrichidae [WWW Document]. URL http://marmosetcare.com/downloads/EAZA_HusbandryGuidelines.pdf (accessed 10.23.17).
- Ferrari, Digby, L., 1996. Wild *Callithrix* groups: Stable extended families? [WWW Document]. ResearchGate. URL https://www.researchgate.net/publication/227968231_Wild_Callithrix_groups_Stable_extended_families (accessed 8.27.18).
- Finlayson, K., Lampe, J.F., Hintze, S., Würbel, H., Melotti, L., 2016. Facial Indicators of Positive Emotions in Rats. *PloS One* 11, e0166446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166446>
- Flecknell, P., 2016. *Laboratory Animal Anesthesia*, 4th Edition. ed.
- Floch, F., 2015. L'île Maurice invitée à cesser l'exportation de singes de laboratoire. *Fr. Info.*
- Fortman, J.D., Hewett, T.A., Halliday, L.C., 2018. *The Laboratory Nonhuman Primate*, Second Edition [WWW Document]. URL <http://kentika.oniris-nantes.fr/Record.htm?idlist=2&record=19279889124910970619> (accessed 5.12.17).
- Fraser, D., 1999. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65, 171–189. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00090-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00090-8)
- Gérard, J.-F., 2015. Face aux attaques, l'opaque centre de primatologie entre-ouvre sa porte. Rue89 Strasbg. URL <http://www.rue89strasbourg.com/passee-inapercue-lextension-du-centre-de-primatologie-interroge-78166> (accessed 5.10.20).
- GIRCOR, 2015. Reportage : les primates au laboratoire [WWW Document]. *Rech. Anim.* URL <https://www.recherche-animale.org/reportage-les-primates-au-laboratoire> (accessed 11.25.17).

- GIRCOR, 2009. Guide de l'évaluation éthique des études sur animaux [WWW Document]. URL https://www.recherche-animale.org/sites/default/files/guide_devaluation_ethique_-_gircor.pdf (accessed 2.22.20).
- Heffner, R.S., 2004. Primate hearing from a mammalian perspective. *Anat. Rec. A. Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.*
- Held, S.D.E., Špinka, M., 2011. Animal play and animal welfare. *Anim. Behav.* 81, 891–899. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.01.007>
- Hodges, J.K., Brand, H.M., Henderson, C., Kelly, R.W., 1983. Levels of circulating and urinary oestrogens during pregnancy in the marmoset monkey (*Callithrix jacchus*). *J. Reprod. Fertil.* 67, 73–82. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0670073>
- Honess, P., Gimpel, J., Wolfensohn, S., Mason, G., 2005. Alopecia scoring: the quantitative assessment of hair loss in captive macaques. *Altern. Lab. Anim. ATLA* 33, 193–206.
- Hubrecht, R.C., 1985. Home-range size and use and territorial behavior in the common marmoset, *Callithrix jacchus jacchus*, at the tapacura field station, recife, Brazil. *Int. J. Primatol.* 6, 533–550. <https://doi.org/10.1007/BF02735575>
- Hubrecht, R.C., Kirkwood, J., 2010. *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research animals*, 8th ed. Wiley-Blackwell.
- ILAR, NRC, 2010. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals : Eighth Edition*. National Academies Press, Washington, D.C.
- Inoue-Murayama, M., Yokoyama, C., Yamanashi, Y., Weiss, A., 2018. Common marmoset (*Callithrix jacchus*) personality, subjective well-being, hair cortisol level and AVPR1a, OPRM1, and DAT genotypes. *Sci. Rep.* 8, 10255. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28112-7>
- Iwanicki, S., Lehmann, J., 2015. Behavioral and trait rating assessments of personality in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 1983 129, 205–217. <https://doi.org/10.1037/a0039318>
- Jacobs, G., 1996. Primate photopigments and primate color vision [WWW Document]. ResearchGate. URL https://www.researchgate.net/publication/14629125_Primate_photopigments_and_primate_color_vision (accessed 8.28.18).
- Jaquish, C.E., Toal, R.L., Tardif, S.D., Carson, R.L., 1995. Use of ultrasound to monitor prenatal growth and development in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 36, 259–275. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350360402>
- Kemp, C., Kaplan, G., 2013. Facial expressions in common marmosets (*Callithrix jacchus*) and their use by conspecifics. *Anim. Cogn.* 16, 773–788. <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0611-5>
- Kitchen, A.M., Martin, A.A., 1996. The effects of cage size and complexity on the behaviour of captive common marmosets, *Callithrix jacchus jacchus*. *Lab. Anim.* 30, 317–326. <https://doi.org/10.1258/002367796780739853>
- Koski, S.E., Buchanan-Smith, H.M., Ash, H., Burkart, J.M., Bugnyar, T., Weiss, A., 2017. Common marmoset (*Callithrix jacchus*) personality. *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 1983 131, 326–336. <https://doi.org/10.1037/com0000089>
- Kuehnel, F., Grohmann, J., Buchwald, U., Koeller, G., Teupser, D., Einspanier, A., 2012. Parameters of haematology, clinical chemistry and lipid metabolism in the common marmoset and alterations under stress conditions. *J. Med. Primatol.* 41, 241–250. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2012.00550.x>
- Lansade, L., Nowak, R., Lainé, A.-L., Leterrier, C., Bonneau, C., Parias, C., Bertin, A., 2018. Facial expression and oxytocin as possible markers of positive emotions in horses. *Sci. Rep.* 8, 14680. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32993-z>

- Larousse, 2017. Encyclopédie Larousse [WWW Document]. URL <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/bien-être/26810> (accessed 5.20.17).
- Larsen, H., Hemsworth, P.H., Cronin, G.M., Gebhardt-Henrich, S., Smith, K.-L., Rault, J.-L., 2018. Relationship between welfare and individual ranging behaviour in commercial free-range laying hens. *Anim. Int. J. Anim. Biosci.* 12, 2356–2364. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000022>
- Le GRAAL, 2018. La Réhabilitation, qu'est ce que c'est? [WWW Document]. URL <http://www.graal-defenseanimale.org/content/rehabilitation.php> (accessed 8.22.18).
- Liu, S.T., Montes-Lourido, P., Wang, X., Sadagopan, S., 2019. Optimal features for auditory categorization. *Nat. Commun.* 10, 1302. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09115-y>
- Ludlage, E., Mansfield, K., 2003. Clinical care and diseases of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Comp. Med.* 53, 369–382.
- Lürzel, S., Barth, K., Windschnurer, I., Futschik, A., Waiblinger, S., 2018. The influence of gentle interactions with an experimenter during milking on dairy cows' avoidance distance and milk yield, flow and composition. *Anim. Int. J. Anim. Biosci.* 12, 340–349. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001495>
- Lutz, C.K., Novak, M.A., 2005. Environmental Enrichment for Nonhuman Primates: Theory and Application. *ILAR J.* 46, 178–191. <https://doi.org/10.1093/ilar.46.2.178>
- Marini, R.P., Wachtmann, L.M., Tardif, S.D., Mansfield, K.G., Fox, J.G., 2019. The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research, American College of Laboratory Animal Medicine Series. ed, American College of Laboratory Animal Medicine Series. Academic Press - Elsevier.
- Martinez, M.A., 2020. Compounds with Therapeutic Potential against Novel Respiratory 2019 Coronavirus. *Antimicrob. Agents Chemother.* 64. <https://doi.org/10.1128/AAC.00399-20>
- Mason, G.J., 1991. Stereotypies: a critical review. *Anim. Behav.* 41, 1015–1037. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80640-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80640-2)
- McKinley, J., Buchanan-Smith, H.M., Bassett, L., Morris, K., 2003. Training common marmosets (*Callithrix jacchus*) to cooperate during routine laboratory procedures: ease of training and time investment. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 6, 209–220. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0603_06
- Mellor, David J., 2015a. Positive animal welfare states and reference standards for welfare assessment. *N. Z. Vet. J.* 63, 17–23. <https://doi.org/10.1080/00480169.2014.926802>
- Mellor, David J., 2015b. Positive animal welfare states and encouraging environment-focused and animal-to-animal interactive behaviours. *N. Z. Vet. J.* 63, 9–16. <https://doi.org/10.1080/00480169.2014.926800>
- Mellor, David J., 2015c. Enhancing animal welfare by creating opportunities for positive affective engagement. *N. Z. Vet. J.* 63, 3–8. <https://doi.org/10.1080/00480169.2014.926799>
- Mellor, D.J., 2012. Animal emotions, behaviour and the promotion of positive welfare states. *N. Z. Vet. J.* 60, 1–8. <https://doi.org/10.1080/00480169.2011.619047>
- Meunier, M., 2018. Pourquoi nous cherchons une maison de retraite pour les singes de laboratoire [WWW Document]. *The Conversation*. URL <http://theconversation.com/pourquoi-nous-cherchons-une-maison-de-retraite-pour-les-singes-de-laboratoire-98891> (accessed 7.12.18).
- Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2013. Arrêté du 1er février 2013 fixant les conditions d'agrément, d'aménagement et de fonctionnement des établissements utilisateurs, éleveurs ou fournisseurs

- d'animaux utilisés à des fins scientifiques et leurs contrôles, Journal Officiel de la République française.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2018. Bien-être animal : contexte juridique et sociétal [WWW Document]. URL <http://agriculture.gouv.fr/bien-etre-animal-contexte-juridique-et-societal> (accessed 4.1.18).
- Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2019. Utilisation des animaux à des fins scientifiques dans les établissements utilisateurs français - Enquête statistique 2017 [WWW Document]. URL http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/utilisation_des_animaux_fins_scientifiques/28/9/enquete_statistique_2017_1116289.pdf (accessed 5.22.19).
- Moreira, L.A.A., Pessoa, D.M.A., Sousa, M.B.O., 2013. Socio-sexual communication: A review of the sensory modalities used by non-human primates. *Oecologia Aust.* 17, 303–319.
- Mormède, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., Manteca, X., Manteuffel, G., Prunet, P., van Reenen, C.G., Richard, S., Veissier, I., 2007. Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiol. Behav.* 92, 317–339. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.12.003>
- NC3Rs, 2018. The 3Rs [WWW Document]. URL <https://www.nc3rs.org.uk/the-3rs> (accessed 8.30.18).
- Nijboer, J., 2017. Nutrition in Primates - Management and Nutrition [WWW Document]. *Vet. Man.* URL <http://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-exotic-and-zoo-animals/nutrition-in-primates> (accessed 11.18.17).
- Nishijima, K., Saitoh, R., Tanaka, S., Ohsato-Suzuki, M., Ohno, T., Kitajima, S., 2012. Life span of common marmoset (*Callithrix jacchus*) at CLEA Japan breeding colony. *Biogerontology* 13, 439–443. <https://doi.org/10.1007/s10522-012-9388-1>
- Norcross, J.C., Newman, J.D., 1999. Effects of separation and novelty on distress vocalizations and cortisol in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 47, 209–222. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2345\(1999\)47:3<209::AID-AJP3>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1999)47:3<209::AID-AJP3>3.0.CO;2-0)
- NRC, 2003. Nutrient Requirements of Nonhuman Primates: Second Revised Edition, Second edition. ed. <https://doi.org/10.17226/9826>
- O'Brien, P., 2019. Caméra cachée : les pratiques cruelles d'un laboratoire allemand sur les animaux. *Obs. Fr.* 24.
- OIE, 2017. Introduction sur les recommandations relatives au bien-être animal, in: *Code Sanitaire Des Animaux Terrestres*.
- OIE, 2013. Code Sanitaire des animaux terrestres - Chapitre 7.8 Utilisation des animaux dans la recherche et l'enseignement [WWW Document]. URL http://www.oie.int/index.php?id=169&L=1&htmlfile=chapitre_aw_research_education.htm (accessed 12.31.17).
- Pabst, L., 2015. Common Marmoset sample ethogram [WWW Document]. URL <http://pin.primate.wisc.edu/callicam/ethogram.html> (accessed 7.13.18).
- Parlement Européen, 2010. Directive 2010/63/EU [WWW Document]. URL <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0063> (accessed 11.4.17).
- Parlement Européen, 2007. Declaration of the European Parliament on primates in scientific experiments [WWW Document]. URL http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/pdf/fische_suite.pdf (accessed 3.31.18).

- Parr, L.A., Waller, B.M., Fugate, J., 2005. Emotional communication in primates: implications for neurobiology. *Curr. Opin. Neurobiol.* 15, 716–720. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.10.017>
- Patel, F., Wemelsfelder, F., Ward, S.J., 2019. Using Qualitative Behaviour Assessment to Investigate Human-Animal Relationships in Zoo-Housed Giraffes (*Giraffa camelopardalis*). *Anim. Open Access J. MDPI* 9. <https://doi.org/10.3390/ani9060381>
- Phillips, K.A., Tukan, A.N., Rigodanzo, A.D., Reusch, R.T., Brasky, K.M., Meyer, J.S., 2018. Quantification of hair cortisol concentration in common marmosets (*Callithrix jacchus*) and tufted capuchins (*Cebus apella*). *Am. J. Primatol.* e22879. <https://doi.org/10.1002/ajp.22879>
- Pigenet, Y., 2017. Peut-on se passer des modèles animaux? [WWW Document]. CNRS J. URL <https://lejournal.cnrs.fr/articles/peut-se-passer-des-modeles-animaux> (accessed 12.19.17).
- Poole, T., 1997. Happy animals make good science. *Lab. Anim.* 31, 116–124. <https://doi.org/10.1258/002367797780600198>
- Power, M.L., Bowman, M.E., Smith, R., Ziegler, T.E., Layne, D.G., Schulkin, J., Tardif, S.D., 2006. Pattern of maternal serum corticotropin-releasing hormone concentration during pregnancy in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 68, 181–188. <https://doi.org/10.1002/ajp.20215>
- Power, M.L., Koutsos, L., 2019. Marmoset Nutrition and Dietary Husbandry, in: *The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research*, American College of Laboratory Animal Medicine Series. Academic Press - Elsevier, pp. 63–76.
- Power, M.L., Oftedal, O., Tardif, S.D., Allen, M.E., 2018. Vitamin D and Primates: Recurring Problems on a Familiar Theme.
- Power, M.L., Toddes, B., Koutsos, L., 2012. Nutrient Requirements and Dietary Husbandry Principles for Captive Nonhuman Primates, in: *Nonhuman Primates in Biomedical Research, Volume 1: Biology and Management*, American College of Laboratory Animal Medicine Series. pp. 269–286.
- Pozzi, L., Hodgson, J.A., Burrell, A.S., Sterner, K.N., Raaum, R.L., Disotell, T.R., 2014. Primate phylogenetic relationships and divergence dates inferred from complete mitochondrial genomes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 165–183. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.02.023>
- Prescott, M.J., Bowel, V.A., Buchanan-Smith, H.M., 2005. Training of laboratory-housed non-human primates, part 2: Resources for developing and implementing training programmes, in: *Animal Technology and Welfare*. pp. 133–148.
- Regan, T., 1983. *The Case for Animal Rights*. University of California Press, C1983.
- Richmond, J., 2010. The Three Rs, in: *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals*, Eighth Edition. pp. 5–22.
- Rothe, H., Darms, K., Koenig, A., 1992. Sex ratio and mortality in a laboratory colony of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Lab. Anim.* 26, 88–99. <https://doi.org/10.1258/002367792780745922>
- Rumble, R., Saville, M., Simmons, L., 2005. The preference of common marmoset for nest boxes made of three different materials : wood, plastic, metal, in: *Animal Technology and Welfare*. pp. 185–187.
- Rutherford, K.M.D., Donald, R.D., Lawrence, A.B., Wemelsfelder, F., 2012. Qualitative Behavioural Assessment of emotionality in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 139, 218–224. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.004>
- Rylands, A.B., Mittermeier, R.A., de Oliveira, M.M., Kierulff, M.C.M., 2008. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41518A10485463.en>

- Saito, A., 2015. The marmoset as a model for the study of primate parental behavior. *Neurosci. Res.* 93, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.12.011>
- Saltzman, W., Schultz-Darken, N.J., Abbott, D.H., 1997. Familial influences on ovulatory function in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 41, 159–177. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2345\(1997\)41:3<159::AID-AJP1>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1997)41:3<159::AID-AJP1>3.0.CO;2-W)
- Schiel, N., Souto, A., 2017. The common marmoset: An overview of its natural history, ecology and behavior. *Dev. Neurobiol.* 77, 244–262. <https://doi.org/10.1002/dneu.22458>
- Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks, 2009. Non-human primates in research and safety testing [WWW Document]. URL http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/non-human-primates/index.htm (accessed 4.1.18).
- Sharma, A., Phillips, C.J.C., 2019. Avoidance Distance in Sheltered Cows and Its Association with Other Welfare Parameters. *Anim. Open Access J. MDPI* 9. <https://doi.org/10.3390/ani9070396>
- Singer, P., 1997. Questions d'éthique pratique. Bayard.
- Šlipogor, V., Burkart, J.M., Martin, J.S., Bugnyar, T., Koski, S.E., 2020. Personality method validation in common marmosets (*Callithrix jacchus*): Getting the best of both worlds. *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 1983 134, 52–70. <https://doi.org/10.1037/com0000188>
- Šlipogor, V., Gunhold-de Oliveira, T., Tadić, Z., Massen, J.J.M., Bugnyar, T., 2016. Consistent inter-individual differences in common marmosets (*Callithrix jacchus*) in Boldness-Shyness, Stress-Activity, and Exploration-Avoidance. *Am. J. Primatol.* 78, 961–973. <https://doi.org/10.1002/ajp.22566>
- Smucny, D.A., Abbott, D.H., Mansfield, K.G., Schultz-Darken, N.J., Yamamoto, M.E., Alencar, A.I., Tardif, S.D., 2004. Reproductive output, maternal age, and survivorship in captive common marmoset females (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 64, 107–121. <https://doi.org/10.1002/ajp.20065>
- Solomon, S.G., Rosa, M.G.P., 2014. A simpler primate brain: the visual system of the marmoset monkey. *Front. Neural Circuits* 8, 96. <https://doi.org/10.3389/fncir.2014.00096>
- Stevenson, M.F., Poole, T.B., 1976. An ethogram of the common marmoset (*Callithrix jacchus jacchus*): General behavioural repertoire. *Anim. Behav.* 24, 428–451. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(76\)80053-X](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(76)80053-X)
- Tardif, S.D., Hyde, K.D., Digby, L.J., 1994. Evidence for suppression of ovulation in singly-housed female common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Lab Primate Newsl* 33, 1–4.
- Tardif, S.D., Smucny, D.A., Abbott, D.H., Mansfield, K., Schultz-Darken, N., Yamamoto, M.E., 2003. Reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Comp. Med.* 53, 364–368.
- Tardif, S.D., Ziegler, T.E., Power, M., Layne, D.G., 2005. Endocrine changes in full-term pregnancies and pregnancy loss due to energy restriction in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 90, 335–339. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1064>
- Tomassetti, D., Caracciolo, S., Manciocco, A., Chiarotti, F., Vitale, A., De Filippis, B., 2019. Personality and lateralization in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Behav. Processes* 167, 103899. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.103899>
- Veissier, I., Botreau, R., Pery, P., 2010. Evaluation multicritère appliquée au bien-être des animaux en ferme ou à l'abattoir : difficultés et solutions du projet Welfare Quality®. *INRA Prod. Anim.* 3, 269–284.
- Vignes, S., Newman, J.D., Roberts, R.L., 2001. Mealworm feeders as environmental enrichment for common marmosets. *Contemp. Top. Lab. Anim. Sci.* 40, 26–29.

- Vogel, G., 2020. Animal rights conflict prompts leading researcher to leave Germany for China [WWW Document]. Sci. AAAS. URL <https://www.sciencemag.org/news/2020/01/animal-rights-conflict-prompts-leading-researcher-leave-germany-china> (accessed 2.22.20).
- von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier, I., 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals -- a review. *Physiol. Behav.* 92, 293–316. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.01.007>
- Watson, C., Buchanan-Smith, H.M., 2011. Common Marmoset Care [WWW Document]. URL <http://marmosetcare.com/> (accessed 4.1.18).
- Wickham, S.L., Collins, T., Barnes, A.L., Miller, D.W., Beatty, D.T., Stockman, C.A., Blache, D., Wemelsfelder, F., Fleming, P.A., 2015. Validating the use of qualitative behavioral assessment as a measure of the welfare of sheep during transport. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 18, 269–286. <https://doi.org/10.1080/10888705.2015.1005302>
- Winn, C.B., Issa, E.B., Curcillo, C.P., Townes, C.A., Burns, M.A., Patterson, M.M., 2019. Daily Water Intake by Common Marmosets (*Callithrix jacchus*) and Recommendations Regarding Fluid Regulation. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. JAALAS* 58, 16–20. <https://doi.org/10.30802/AALAS-JAALAS-18-000046>
- Wolfensohn, S., Honess, P., 2005. *Handbook of Primate Husbandry and Welfare*. Blackwell Publishing.
- Yanagi, A., Berman, C.M., 2014. Body signals during social play in free-ranging rhesus macaques (*Macaca mulatta*): A systematic analysis. *Am. J. Primatol.* 76, 168–179. <https://doi.org/10.1002/ajp.22219>
- Yoshimoto, T., Takahashi, E., Yamashita, S., Ohara, K., Niimi, K., 2017. Larger cages with housing unit environment enrichment improve the welfare of marmosets. *Exp. Anim.* 17–0058. <https://doi.org/10.1538/expanim.17-0058>
- Ziegler, T.E., 2013. Social Effects via Olfactory Sensory Stimuli on Reproductive Function and Dysfunction in Cooperative Breeding Marmosets and Tamarins. *Am. J. Primatol.* 75, 202–211. <https://doi.org/10.1002/ajp.22061>

ANNEXES

Annexe 1 - Ethogramme de *Callithrix jacchus*, d'après Pabst (2015)

BEHAVIOR	CODE	DEFINITION
Agonism		
Tufts-flick	TF	rapid back-and-forth movement of ear tufts
Frown	FR	lower eyebrows, furl brow, and turn down corners of mouth while staring
Cuff	CU	swift, superficial blow or scratch performed aggressively
Chase	CH	pursue partner, with one or both animals exhibiting aggression and/or submission (not play)
Fight	FI	grapple aggressively with partner(s), involving biting, clawing, and wrestling
Attack	AT	lunge at or pounce on partner aggressively; may or may not result in fight
Snap bite	SB	direct a single short, sharp bite at partner
Submit	SU	flatten ear tufts and/or facial grimace (partially open mouth with corners of mouth retracted, exposing lower and sometimes upper teeth) and/or slit eyes (eyelids half closed)
Continuous submit	CS	continuous submit; start scoring after 5 sec
Retreat	RE	starting from a stationary position, move at least one body length away from another animal within 1 sec of the other animal establishing proximity (within 10 cm)

Play

Play	PL	two or more animals lunge, grapple, wrestle or chase for at least 1 sec in absence of aggression or intense submission; play face may or may not be present
Solicit play	SP	direct play face toward, pounce on, or initiate grapple with partner, in absence of ongoing play with partner
Play face	PF	open mouth without retraction of the lips
Join play	JP	join ongoing play bout between two or more partners
End play	EP	discontinue all social play for $_ > 3$ sec
Social play	SO	social interactions involving non-aggressive physical contact with other individuals; high activity

Infant-associated behaviors

Climb on	ON	climb onto any part of partner's body so that all four limbs are on partner
Solicit climb on	SC	position body directly above infant and/or pull infant onto body; may or may not result in infant climbing onto partner's body
Climb off	OF	voluntary climb off partner's body after having all four limbs on partner
Push off/reject	PO	prevent juvenile from climbing onto body, or rub or otherwise force juvenile off body
Nurse	NU	have mouth on female's nipple for $_ > 1$ sec
End nursing	EN	discontinue nursing posture

Other social behaviors

Sniff/nuzzle	SN	orient face against or toward partner, excluding anogenital region
Anogenital inspect	AI	orient face against or toward anogenital region of partner, or use hands or mouth to investigate anogenital region of partner; includes anogenital groom
Groom	GR	use hands and/or mouth to pick through fur and/or mouth of partner, excluding anogenital region
Sexual solicit	SS	stare at partner with ear tufts flattened and eyes slit
Mount	MO	climb on partner's back from behind and grip partner around waist and legs; may be accompanied by pelvic thrusting
Initiate huddle	IH	establish passive, torso-torso body contact with partner, with both animals remaining stationary and in passive contact for at least 3 sec
Leave huddle	LH	terminate huddle after at least 3 sec of passive, torso-torso body contact during which both partners remained stationary
Object steal	OS	take any non-food object from hands or mouth of partner
Attempt object steal	AO	attempt but fail to take non-food object from hands or mouth of partner

Food-associated behaviors

Food steal	ST	take any food from hands or mouth of partner
Attempt food steal	AF	attempt but fail to take food from hands or mouth of partner
Share food	SH	eat from a food source from which partner is simultaneously eating or occupying without removing any food from partner's mouth or hands
New food	NF	eat from a food source which no other animal is currently holding, eating from, or occupying

Individual behaviors

Bristle strut	BS	arching posture and/or strut locomotion and/or general Piloerection
Scentmark	SM	rub or drag anogenital, suprapubic, or sternal region along substrate, object, or partner
Genital present	GP	raise tail to expose genitals
Object manipulation	OM	sniff, bite, chew, gouge, handle, pounce on, grapple with, or otherwise manipulate inanimate object, excluding food items and water bottle, for at least 1 sec

Espèces appropriées

Tous les petits singes du nouveau monde



PRIMATES
FICHE TECHNIQUE

28

MINI MAREX

Avantages nutritionnels

- Cet aliment comporte tous les avantages des aliments pour primates mais en dimensions plus petites pour les petites espèces.
- Enrichi avec 400mg/kg de L-Ascorbic acid Monophosphate, et forme stable de vitamine C immédiatement disponible.
- Contient de la Vitamine D3 nécessaire pour les petits singes du nouveau monde.

Ingrédients

Blé, maïs, issues de blé, tourteau de soja, levure déshydratée, farine de volaille, lactosérum en poudre, huile de soja, prémélange de vitamines et minéraux.

(Ingrédients susceptibles de varier en fonction de la disponibilité saisonnière).

Recommandations alimentaires

Appétissant, cet aliment complet peut être agrémenté d'aliments frais en guise d'enrichissement de l'environnement.

Composition

(Sauf indication contraire, les taux sont exprimés en valeur totale)

Humidité	%	10.00
Graisses brutes	%	7.03
Protéines brutes	%	23.94
Fibres brutes	%	3.41
Cendres	%	10.26
NFE	%	44.65
Lysine	%	1.34
Méthionine	%	0.45
Atwater Fuel Energy (AFE)	MJ/Kg	14.11
Calcium	%	2.65
Phosphore	%	1.07
Sodium	%	0.31
Magnésium	%	0.22
Cuivre	mg/Kg	16.55
Vit. A (ajouté) Retinyl Acetate	IU/g	23.78
Vit. D3 (ajouté) Cholecalciferol	IU/g	10.01
Vit. C (ajouté) L-Ascorbic acid Monophosphate	mg/Kg	399.58
Vit. E (ajouté) dl-alpha-tocopherol acetate	IU/Kg	75.11

Contact

Email: salesfrance@mazurifoods.com
Tel: +33 (0)1 30 10 94 94
Fax: +33 (0)1 30 10 94 99
www.mazuri.eu


Mazuri™
Zoo Foods

Code	Désignation	Conditionnement	Forme
808016	Mini Marex (E)	Sac de 12.5Kg	5mm expansé

Revision 4

Source : <http://www.mazurizoofoods.com/diets-and-datasheets/primates/>

Marmoset

ssniff

Complete feed for New World Primates (Callithrix)

Description

This diet has been designed for the for new world primates. The diet contains therefore high amounts of protein; also the energy density has been increased. The diet is further characterized by highly digestible components and an excellent palatability.

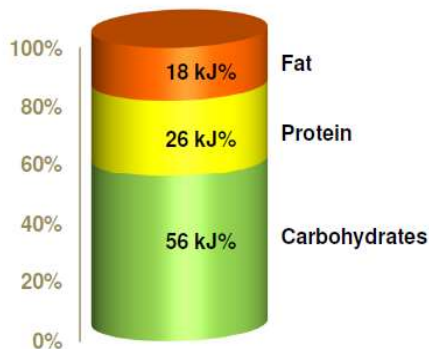
*The diet is intended for ad libitum feeding with or without fruits and vegetables.
The animals should have free access to fresh water.*



Gross Energy (GE) 18.2 MJ/kg

Metabolizable Energy (ME) ¹⁾ 15.4 MJ/kg

¹⁾ = Physiological fuel value (Atwater); correspond to 3,680 kcal/kg



Crude Nutrients	[%]
Crude protein (N x 6.25)	26.0
Crude fat	7.1
Crude fibre	2.5
NDF	6.4
ADF	1.6
Crude ash	6.6
Starch	26.5
Sugar	15.0
N free extracts	49.6

Minerals	[%]
Calcium	1.10
Phosphorus	0.70
Ca / P	1.57 : 1
Sodium	0.21
Magnesium	0.17
Potassium	0.91

Fatty acids	[%]
C 12:0	0.22
C 14:0	0.12
C 16:0	1.58
C 18:0	0.25
C 20:0	0.02
C 16:1	0.03
C 18:1	2.13
C 18:2	2.46
C 18:3	0.22

Amino acids	[%]
Lysine	1.70
Methionine	0.65
Cystine	0.43
Met+Cys	1.08
Threonine	1.15
Tryptophan	0.41
Arginine	1.87
Histidine	0.69
Valine	1.32
Isoleucine	1.22
Leucine	2.13
Phenylalanine	1.32
Phe+Tyr	2.27
Glycine	1.10
Glutamic acid	4.42
Aspartic acid	2.84
Proline	1.36
Serine	1.30
Alanine	1.29

Vitamins	per kg
Vitamin A	21,000 IU
Vitamin D ₃	3,100 IU
Vitamin E	125 mg
Vitamin K (as MNB)	7 mg
Vitamin C (stabilized)	2,950 mg
Thiamine (B ₁)	14 mg
Riboflavin (B ₂)	21 mg
Pyridoxine (B ₆)	17 mg
Cobalamin (B ₁₂)	100 µg
Nicotinic acid	70 mg
Pantothenic acid	33 mg
Folic acid	7 mg
Biotin	440 µg
Choline	1,450 mg

Trace elements	per kg
Iron	172 mg
Manganese	48 mg
Zinc	74 mg
Copper	11 mg
Iodine	2.1 mg
Selenium	0.2 mg

Dietary composition
On request

Main products V3843-000 4 mm pellets Bag size 10 kg

Production and Sale
ssniff Spezialdiäten GmbH
Phone: +49-(0)2921-9658-0
Fax: +49-(0)2921-9658-40
E-Mail mail@ssniff.de
www.ssniff.de / www.ssniff.com

Status: 07/2017

Source : http://www.ssniff.com/documents/02-2%20%20Primate_NHP.pdf

Annexe 4 - Doses anesthésiques et analgésiques de molécules utilisables chez le ouistiti commun d'après Marini et al. (2019)

TABLE 11.1 Injectable Agents for Use in Sedation, Anesthesia, and Analgesia of the Common Marmoset

Sedative or Anesthetic Drug	Dose	Indications and Comments	References
Ketamine	5–15 mg/kg IM	Chemical restraint	Buchanan-Smith [10]
	5 mg/kg IM	Prolonging anesthesia	Bakker et al. [15]
	50 mg/kg IM	Surgery	Buchanan-Smith [10]
Alfaxalone	10 mg/kg IM	IV catheterization	Thomas et al. [22]
Diazepam	1–3 mg/kg IM	Sedation, premedication	Boume and Rosa [6]
			Valverde Salzmänn et al. [26]
Alfaxalone	5–7 mg/kg IM	Physical examinations, blood collection, radiographs	Johns Hopkins Formulary 2017, Garrett C. [9]
Alfaxalone	12–15 mg/kg IM	Noninvasive procedures	Ansel et al. [16] Bakker et al. [15]
Propofol	Bolus to effect IV followed by 0.9 mg/kg min CRI	Evaluate for apnea. Useful for functional magnetic resonance imaging studies when NMDA antagonists and/or isoflurane cannot be used	Johns Hopkins Formulary 2017 Garrett C [9].
KETAMINE COMBINATIONS			
Ketamine/ butorphanol/ midazolam	10 mg/kg; 0.015 mg/kg; 0.3 mg/kg IM	Comparison study on anesthetic effect	Ishibashi et al. [19]
Ketamine/atropine/ Diazepam	10 mg/kg; 0.15 mg/kg; 0.75 mg/kg IM	IP implantation of osmotic minipumps	Schell and Wood [7]
Ketamine/xylazine	10–15 mg/kg; 1.5 mg/kg IM	Surgery	Buchanan-Smith [10]
	45 mg/kg; 3 mg/kg IM	Stereotaxic surgery (two drops of doxapram sublingually OR 0.2 mg/kg yohimbine if apnea occurs)	Boume and Rosa [6]
Ketamine/xylazine/ atropine cocktail	50 mg/mL; 50 mg/mL; 0.1 mg/mL; 1 mL cocktail/kg bw IM	Endotracheal intubation	Hoffmann et al. [23]
Ketamine/ butorphanol/ midazolam	10–30 mg/kg; 0.005–0.015 mg/kg; 0.1–0.3 mg/kg IM	Ultrasound-guided transcervical embryo collection	Ishibashi et al. [55]
Ketamine/midazolam	10 mg/kg; 1 mg/kg IM	30–45 min effect	Olberg and Sinclair [4]
ALFAXALONE COMBINATIONS			
Alfaxalone/diazepam/ glycopyrolate	10 mg/kg; 0.3 mg/kg; 0.01 mg/animal IM	Endotracheal intubation in preparation for stereotaxic surgery	Garea-Rodriguez et al. [8] and Helms et al. [11]
Alfaxalone/diazepam	12 mg/kg; 3 mg/kg IM	Anesthesia induction (atropine 0.05 mg/kg IM) and dexamethasone (0.4 mg/kg IM after induction). Author statement: better induction, recovery with fewer complications compared with ketamine/xylazine	Mundinano et al. [18]
ANALGESICS			
Ketoprofen	2–3 mg/kg IM		Allen et al. [33]
Meloxicam	0.01 mg/kg PO q 24 h	0.5 mg/mL administered by syringe. Loading dose of 0.2 mg/kg is recommended NOT FOR USE IN ANIMALS UNDER 2.5 MONTHS	Mundinano et al. [18]
Carprofen	4 mg/kg SQ q 24 h		Buchanan-Smith [10]
Buprenorphine	0.005–0.01 mg/kg IM q 8–12 h	Dilute to 0.03 mg/mL. Administer after surgery	Allen et al. [33] Mundinano et al. [18]

PARAMETER	ANIMAL ID:	SCORE	DATE/ TIME	DATE/ TIME
APPEARANCE	NORMAL	0		
	GENERAL LACK OF GROOMING	1		
	COAT STAINING, OCULAR AND NASAL DISCHARGES	2		
	PILOERECTION, HUNCHED UP	3		
FOOD AND WATER INTAKE	NORMAL	0		
	UNCERTAIN: BODY WEIGHT ↓ <5%	1		
	↓ INTAKE: BODY WEIGHT ↓ 10-15%	2		
	NO FOOD OR WATER INTAKE	3		
CLINICAL SIGNS	NORMAL T, CARDIAC AND RESPIRATORY RATES	0		
	SLIGHT CHANGES	1		
	T ± 1°C, C/R RATES ↓ 30%	2		
	T ± 2°C, C/R RATES ↓ 50% OR VERY ↓	3		
NATURAL BEHAVIOUR	NORMAL	0		
	MINOR CHANGES	1		
	LESS MOBILE AND ALERT, ISOLATED VOCALISATION, SELF-MUTILATION, RESTLESS OR STILL	2		
		3		
PROVOKED BEHAVIOUR	NORMAL	0		
	MINOR DEPRESSION OR EXAGGERATED RESPONSE	1		
	MODERATE CHANGE IN EXPECTED BEHAVIOUR	2		
	REACTS VIOLENTLY, OR VERY WEAK AND PRECOMATOSE	3		
SCORE	IF YOU HAVE SCORED A 3 MORE THAN ONCE, SCORE AN EXTRA POINT FOR EACH 3	2-5		
	TOTAL	0-20		

JUDGEMENT

- 0-4 Normal.
- 5-9 Monitor carefully, consider analgesics or other treatments.
- 10-14 Suffering, provide relief, observe regularly.
- 15-20 Severe distress, consider euthanasia.

Figure 5.1 General welfare assessment score sheet.

Audit : Bien-être du ouistiti commun en laboratoire	
Date :	Evaluateur :
Etablissement utilisateur :	
Zone / unité :	
Nombre d'animaux adultes :	

Principe	Liberté	Critère	Mesure	Résultat	Seuil d'alerte
Alimentation	1	Absence de faim	% animaux avec un score corporel de 0 ou 1		> 5%
		Absence de soif	Nombre d'abreuvoirs suffisants	O / N	N
			Propreté des abreuvoirs	O / N	N
			Disponibilité/ fonctionnalité des abreuvoirs	O / N	N
		Alimentation appropriée et opportunités de recherche spécifiques	Alimentation appropriée	O / N	N
			Recherche alimentaire spécifique	Absente Faible Elevée	
Logement	2	Confort au repos	Présence de nids, hamacs,...	O / N	N
		Confort thermique	% animaux présentant un frissonnement, entassement, halètement		> 15 %
		Facilité de déplacement	Accès à l'extérieur	O / N	
			Espace (m ² /animal)		< 0.25
			Volume (m ³ /animal)		< 0.35
			Agrès (branches, cordes, plateformes...)	O / N	N
		Contrôle de l'environnement	Présence d'enrichissements	O / N	N
			Si oui, sont-ils diversifiés ?	O / N	
			Sont-ils complexes ?	O / N	
			Possibilité de choix de contact avec l'Homme	O / N	

Santé	3	Absence de blessure	% animaux avec des blessures légères		> 10 %
			% animaux avec des blessures sévères		> 5 %
			% animaux avec une boiterie		> 5 %
		Absence de maladies	Protocole de nettoyage / désinfection présent et mis en place	O / N	N
			% animaux avec un écoulement nasal		> 5 %
			% animaux avec un écoulement oculaire		> 3 %
			% femelles avec un écoulement vulvaire anormal		> 3 %
			% animaux présentant de la toux		> 4 %
			% animaux avec une difficulté respiratoire		> 5 %
			% animaux avec de la diarrhée		> 3 %
			% animaux abattus		> 5 %
			Mortalité		> 2 %
			Morbidité		> 2 %
	Absence de douleur due aux procédures expérimentales	Analgésie per-opératoire	O / N	N	
		Score douleur post-opératoire	O / N		
		Analgésie post-opératoire	O / N	N	
Comportement normal	4	Comportements sociaux	Hébergement en groupes sociaux	O / N	N
			% Comportements agonistiques		
	4 et 5	Comportements non sociaux	% Comportements stéréotypiques		> 0 %
	4	Bonne relation Homme-Animal	Comportements négatifs envers l'Homme	O / N	O
			Comportements positifs envers l'Homme	O / N	
			Comportements collaboratifs avec l'Homme	O / N	
	5	Etat émotionnel positif	Note globale QBA		

Annexe 7 - Grille d'évaluation du score QBA

SCORE QBA Qualitative Behavioural Assessment	
Date :	Evaluateur :
Etablissement utilisateur :	
Zone / unité :	

	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>
Actif (1)	_____	_____
Détendu (2)	_____	_____
Apathique (3)	_____	_____
Calme (4)	_____	_____
Content (5)	_____	_____
Tendu (6)	_____	_____
Joyeux (7)	_____	_____
Indifférent (8)	_____	_____
Frustré (9)	_____	_____
Amical (10)	_____	_____
S'ennuie (11)	_____	_____
Occupé positivement (12)	_____	_____
Curieux (13)	_____	_____
Irritable (14)	_____	_____
Nerveux (15)	_____	_____
Bruyant / Vif (16)	_____	_____
Mal à l'aise (17)	_____	_____
Sociable (18)	_____	_____
Heureux (19)	_____	_____
En détresse (20)	_____	_____

Annexe 8 - Grille de mesure des paramètres de compartiments

<i>N° compartiment</i>	<i>Identification groupe</i>	<i>Nombre d'animaux</i>	<i>Nombre de comportements agonistiques</i>	<i>Nombre de comportements stéréotypiques</i>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
Total				
Total par nombre d'animaux par heure				

Annexe 9 - Grille de mesure des paramètres individuels

N° individu	Identification	Score corporel					Boiterie	Blessure légère	Blessure sévère	Écoulement nasal	Écoulement oculaire	Écoulement vulvaire	Toux	Difficulté respiratoire	Diarrhée	Abattement	Frissonnement	Halètement	Comportement positif envers l'Homme	Comportement négatif envers l'Homme	Comportement collaboratif	Point d'eau fonctionnel, propre, non dangereux	Alimentation appropriée	Présence de nid, hamac	Présence d'agrès	Présence d'enrichissement	
		0/5	1/5	2/5	3/5	4/5																					5/5
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											
21																											
22																											
23																											
24																											
25																											
26																											
27																											
28																											
29																											
30																											

NOM : LE TEXIER-HANLEY Gabriel

LE BIEN-ÊTRE DES PRIMATES NON-HUMAINS UTILISÉS À DES FINS SCIENTIFIQUES : EXEMPLE
DU OUISTITI COMMUN (*CALLITHRIX JACCHUS*)

Le ouistiti commun est une des espèces de primates utilisées à des fins scientifiques, et à ce titre il doit bénéficier d'une protection et d'un hébergement permettant d'assurer son bien-être. Des connaissances sur les différentes manières de définir le bien-être animal et sur la biologie du ouistiti sont à considérer pour comprendre la réglementation et les recommandations qui existent à ce sujet. L'ensemble de ces informations permet de d'évaluer les établissements utilisateurs d'animaux à des fins scientifiques, sous forme d'audit grâce à une grille d'évaluation du bien-être du ouistiti commun.

Mots-clés : ouistiti commun, bien-être animal, primates non humains, animal de laboratoire, évaluation du bien-être

THE WELFARE OF NONHUMAN PRIMATES USED FOR SCIENTIFIC PURPOSES: EXAMPLE OF
THE COMMON MARMOSET (*CALLITHRIX JACCHUS*)

The common marmoset is one of the primate species used for scientific purposes, and therefore it must benefit from a protection and housing that ensure its well-being. Knowledge on the various ways to define the animal welfare and on the biology of the marmoset are to be considered to understand the regulations and guidelines that exist on this subject. The set of information enables to evaluate facilities that use animals for scientific purposes, in the form of an audit using a welfare assessment score sheet for the common marmoset.

Key words: common marmoset, animal welfare, nonhuman primates, laboratory animal, welfare assessment