



**HAL**  
open science

# Intérêt de l'utilisation d'un probiotique chez des guépards en captivité présentant des troubles gastro-intestinaux

Marine Fradin

## ► To cite this version:

Marine Fradin. Intérêt de l'utilisation d'un probiotique chez des guépards en captivité présentant des troubles gastro-intestinaux. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. <dumas-03830723>

**HAL Id: dumas-03830723**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03830723v1>**

Submitted on 12 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

**CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2022 - Thèse n° 042

**INTERET DE L'UTILISATION D'UN PROBIOTIQUE CHEZ DES  
GUEPARDS EN CAPTIVITE PRESENTANT DES TROUBLES  
GASTRO-INTESTINAUX**

**THESE**

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1  
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 30/09/2022  
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

FRADIN Marine



**CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2022 - Thèse n° 042

**INTERET DE L'UTILISATION D'UN PROBIOTIQUE CHEZ DES  
GUEPARDS EN CAPTIVITE PRESENTANT DES TROUBLES  
GASTRO-INTESTINAUX**

**THESE**

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1  
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 30/09/2022  
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

FRADIN Marine



## Liste des enseignants du Campus vétérinaire de Lyon (26-01-2022)

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Maître de conférences
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BONNET - GARIN	Jeanne- Marie	Professeur
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences Stagiaire
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean- Luc	Professeur
Mme	CALLAIT - CARDINAL	Marie- Pierre	Professeur
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET - MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHAMEL	Gabriel	Maître de conférences
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences Stagiaire
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Maître de conférences
Mme	DELIGNETTE- MULLER	Marie- Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed- Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	AERC
Mme	GILOT - FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JOSSON- SCHRAMME	Anne	Chargé d'enseignement contractuel
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria- Halima	Maître de conférences
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDOUX	Dorothée	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC- POHL	Anne- Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences Stagiaire
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences Stagiaire
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT - NEVORET	Céline	Maître de conférences
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGENTET	Delphine	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	VIGUIER	Eric	Professeur
Mme	VIRIEUX- WATRELOT	Dorothée	Chargé d'enseignement contractuel
M.	ZENNER	Lionel	Professeur



# Remerciements

**A Monsieur le Professeur Gérard Lina de l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon,**

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ma thèse,  
Hommage respectueux.

**A Madame le Docteur Marine Hugonnard,**

Maître de Conférences en Médecine Interne des animaux de compagnie à VetAgro Sup,  
Campus vétérinaire de Lyon,

De m'avoir fait l'honneur d'encadrer ma thèse,

Pour son soutien et ses précieux conseils dans l'élaboration de ce travail, pour son dévouement, sa gentillesse et sa disponibilité,

Sincères remerciements et profonde gratitude.

**A Monsieur le Professeur Lionel Zenner,**

Professeur en Parasitologie et Maladies Parasitaires à VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être le second assesseur de mon jury de thèse,

Pour m'avoir aidée à l'élaboration de la partie parasitologie de ce projet de recherche,

Sincères remerciements.







# Table des matières

TABLE DES ANNEXES .....	13
TABLE DES FIGURES.....	15
TABLE DES TABLEAUX.....	17
LISTE DES ABREVIATIONS.....	19
INTRODUCTION.....	21
PREMIERE PARTIE – ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE .....	23
<b>1 GENERALITES SUR LE GUEPARD .....</b>	<b>23</b>
1.1 CLASSIFICATION.....	23
1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE .....	24
1.3 CONSERVATION.....	24
1.3.1 <i>Statut de l'espèce</i> .....	24
1.3.2 <i>Les principales menaces</i> .....	25
1.3.3 <i>Programmes de conservation</i> .....	25
1.4 MODE DE VIE ET GRANDES FONCTIONS.....	27
1.4.1 <i>Habitat</i> .....	27
1.4.2 <i>Organisation sociale</i> .....	28
1.4.3 <i>Alimentation</i> .....	29
1.4.4 <i>Les techniques de chasse</i> .....	30
1.4.5 <i>Reproduction</i> .....	31
1.4.6 <i>Faible variabilité génétique du guépard</i> .....	33
1.5 L'APPAREIL DIGESTIF DU GUEPARD .....	35
1.5.1 <i>Anatomie</i> .....	35
1.5.2 <i>Microbiote intestinal du guépard</i> .....	35
1.5.3 <i>La fermentation microbienne</i> .....	36
1.5.4 <i>Impact de l'alimentation sur le microbiote intestinal du guépard</i> .....	37
<b>2 DOMINANTES PATHOLOGIQUES DU GUEPARD EN CAPTIVITE.....</b>	<b>38</b>
2.1 PRINCIPALES AFFECTIONS N'ENTRAINANT PAS DE TROUBLES DIGESTIFS.....	38
2.1.1 <i>Myélolipomes</i> .....	38
2.1.2 <i>Myélopathie dégénérative</i> .....	39
2.2 PRINCIPALES AFFECTIONS DU GUEPARD ENTRAINANT DES TROUBLES GASTRO-INTESTINAUX.....	40
2.2.1 <i>Troubles digestifs chez le guépard en captivité</i> .....	40
2.2.1.1 Fréquence et nature des troubles observés .....	40
2.2.1.2 Importance de la ration alimentaire.....	41
2.2.1.3 Rôle du stress chronique .....	41
2.2.2 <i>Affections ne touchant pas l'appareil digestif</i> .....	42
2.2.2.1 Glomérulosléroze .....	42
2.2.2.2 Amyloïdose systémique.....	43
2.2.2.3 Infections du système hématopoïétique .....	44
2.2.2.3.1 La piroplasmose.....	44
2.2.2.3.2 L'hémobartonellose.....	44
2.2.3 <i>Affections du système digestif</i> .....	45
2.2.3.1 Maladie veino-occlusive hépatique .....	45
2.2.3.2 Les affections pancréatiques .....	46
2.2.3.3 Autres affections .....	46
2.2.4 <i>Maladies infectieuses induisant des troubles digestifs</i> .....	47
2.2.4.1 Virus .....	47
2.2.4.1.1 Péritonite infectieuse féline (PIF) .....	47
2.2.4.1.2 Panleucopénie infectieuse féline.....	48
2.2.4.1.3 Autres virus pouvant entraîner des troubles gastro-intestinaux .....	49
2.2.4.2 Entérites bactériennes.....	49

2.2.4.2.1	Salmonellose.....	49
2.2.4.2.2	Clostridium perfringens .....	50
2.2.4.2.3	Campylobacter jejuni.....	51
2.2.4.3	Parasitisme digestif .....	51
2.2.4.3.1	<i>Toxascaris leonina</i> et <i>Toxocara cati</i> .....	51
2.2.4.3.2	<i>Ollulanus tricuspis</i> .....	53
2.2.4.3.3	Les ankylostomes.....	55
2.2.4.3.4	Les cestodes.....	55
2.2.4.3.5	Coccidiose à <i>Isospora</i> et <i>Eimeria</i> .....	57
2.2.4.3.6	Néosporose et toxoplasmose .....	57
2.2.4.3.7	Giardia spp.....	58
2.2.4.3.8	Gestion du parasitisme en parc zoologique.....	58
<b>3</b>	<b>FOCUS SUR LES GASTRITES CHRONIQUES .....</b>	<b>59</b>
3.1	LES GASTRITES CHRONIQUES EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE.....	59
3.2	EXPRESSION CLINIQUE DES GASTRITES CHRONIQUES ET OUTILS DIAGNOSTIQUES.....	59
3.2.1	<i>Symptômes observés</i> .....	59
3.2.2	<i>Outils diagnostiques</i> .....	60
3.3	PHYSIOPATHOLOGIE DES GASTRITES CHRONIQUES.....	61
3.4	IMPLICATION D'HELICOBACTER SPP. DANS L'APPARITION DE GASTRITES CHRONIQUES .....	62
3.4.1	<i>Bactéries du genre Helicobacter spp. retrouvées chez le guépard captif</i> .....	62
3.4.2	<i>Gastrites chroniques à Helicobacter spp.</i> .....	63
3.4.2.1	Lien entre les gastrites chronique et la bactérie Helicobacter spp.....	63
3.4.2.2	Diagnostic .....	63
3.5	AUTRES FACTEURS FAVORISANT LES GASTRITES CHRONIQUES.....	64
3.5.1	<i>L'alimentation et ses recommandations</i> .....	64
3.5.2	<i>Le stress chronique et sa prévention</i> .....	65
3.6	TRAITEMENTS CONVENTIONNELS DES GASTRITES A <i>HELICOBACTER SPP.</i> .....	68
3.6.1	<i>Chez l'Homme</i> .....	68
3.6.2	<i>Chez le guépard</i> .....	68
3.6.3	<i>Résistances bactériennes aux antibiotiques</i> .....	70
3.7	TRAITEMENTS AVEC LES PROBIOTIQUES .....	71
3.7.1	<i>Définition d'un probiotique</i> .....	71
3.7.2	<i>Utilisation des probiotiques en pratique</i> .....	72
3.7.3	<i>Efficacité des probiotiques</i> .....	72
3.7.4	<i>Sécurité d'utilisation des probiotiques</i> .....	73
	DEUXIEME PARTIE – ETUDE PROSPECTIVE SUR L'UTILISATION D'UN PROBIOTIQUE CHEZ DES GUEPARDS CAPTIFS FRANÇAIS PRESENTANT DES TROUBLES GASTRO-INTESTINAUX .....	75
<b>1</b>	<b>OBJECTIFS – PROBLEMATIQUES – HYPOTHESES .....</b>	<b>75</b>
<b>2</b>	<b>MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>76</b>
2.1	COMITE D'ETHIQUE.....	76
2.2	FINANCEMENT DE L'ETUDE ET CONFLITS D'INTERET .....	76
2.3	ANIMAUX INCLUS DANS L'ETUDE.....	76
2.4	PROBIOTIQUE SLAB51® .....	77
2.5	IDENTIFICATION DES SELLES DES GUEPARDS .....	77
2.5.1	<i>Les paillettes alimentaires</i> .....	77
2.5.2	<i>Les colorants alimentaires</i> .....	78
2.6	DEROULE DE L'ETUDE .....	79
2.6.1	<i>Score de nutrition</i> .....	80
2.6.2	<i>Scores cliniques et fécaux</i> .....	81
2.6.3	<i>Coprosopies simples</i> .....	83
2.6.4	<i>PCR à Helicobacter spp. sur selles</i> .....	84
2.6.5	<i>Dosages immunoglobulines sur les selles</i> .....	85
2.7	ANALYSES STATISTIQUES .....	86
<b>3</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>87</b>

3.1	SIGNES CLINIQUES DES ANIMAUX INCLUS DANS L'ETUDE.....	87
3.2	SCORE DE NUTRITION .....	93
3.3	SCORES CLINIQUES ET FECAUX .....	95
3.4	PARASITOLOGIE .....	103
3.5	PCR A <i>HELICOBACTER SPP.</i> SUR SELLES.....	107
<b>4</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>109</b>
	CONCLUSION .....	115
	BIBLIOGRAPHIE .....	119
	ANNEXES .....	133



# Table des annexes

Annexe 1 : Photo d'utilisation des paillettes alimentaires.....	133
Annexe 2 : Colorants alimentaires Scrapcooking utilisés pour l'étude.....	133
Annexe 3 : Aide à la réalisation d'un score fécal.....	134
Annexe 4 : Aide à l'établissement d'une NEC chez le guépard .....	135
Annexe 5 : Fiche d'observation pour la réalisation des scores cliniques et fécaux fournies aux zoos	136
Annexe 6 : Ration alimentaire des guépards .....	137
Annexe 7 : Scores de nutrition détaillés.....	138
Annexe 8 : Scores fécaux du groupe malade .....	145
Annexe 9 : Scores fécaux du groupe sain avec probiotique.....	146
Annexe 10 : Scores fécaux du groupe sain sans probiotique.....	146
Annexe 11 : Résultats ANOVA des différents scores cliniques pour les groupes malades et sains avec probiotique .....	147
Annexe 12 : Résultats des tests de Student avec variances inégales des scores fécaux entre T0 et S12 des groupes malades et sains avec probiotique (en rouge $p<0,05$ ) .....	148
Annexe 13 : Résultats p-valeurs des tests de Student avec variances inégales entre T0 et S12 des groupes malades et sains avec probiotique (en rouge $p<0,05$ ) .....	148
Annexe 14 : Résultats des tests de Student avec variances inégales des scores fécaux entre T0 et S12 des groupes sains avec probiotique et sains sans probiotique (en rouge $p<0,05$ ) .....	148
Annexe 15 : Résultats p-valeurs des tests de Student avec variances inégales entre T0 et S12 des groupes sains avec probiotique et sains sans probiotique .....	149
Annexe 16 : Résultats coproscopies simples.....	149
Annexe 17 : Résultats PCR à <i>Helicobacter spp.</i> sur selles .....	151
Annexe 18 : Avis favorable du comité d'éthique de VetAgro Sup numéro 2084.....	152
Annexe 19 : Avis favorable du comité d'éthique de VetAgro Sup « consentement éclairé » numéro 2084 .....	153



# Table des figures

Figure 1 : Répartition géographique des cinq sous-espèces de guépards en Afrique .....	23
Figure 2 : Classement du guépard liste rouge UICN.....	24
Figure 3 : Répartition de la végétation sur le continent africain.....	27
Figure 4 : Evolution de la population de guépards en fonction du nombre de lions.....	29
Figure 5 : Evolution du nombre de guépards en fonction du nombre de proies.....	30
Figure 6 : Myéolipomes sur la rate d'un guépard .....	38
Figure 7 : Histopathologie de la maladie veino-occlusive hépatique chez le guépard .....	45
Figure 8 : Cycle évolutif de <i>Toxocara cati</i> chez le chat domestique .....	52
Figure 9 : Œuf de <i>Toxocara cati</i> chez un chat domestique à l'objectif à immersion x100 (Barre de mesure = 50 µm) .....	52
Figure 10 : Larve d' <i>Ollulanus tricuspis</i> chez un chat domestique .....	53
Figure 11 : Cycle évolutif d' <i>Ollulanus tricuspis</i> chez le chat.....	53
Figure 12 : Cycle évolutif d' <i>Ancylostoma spp.</i> chez le chien.....	55
Figure 13 : Cycle évolutif de <i>Dipylidium caninum</i> chez les carnivores domestiques .....	56
Figure 14 : Œufs d' <i>Isopora rivolta</i> non sporulé (à gauche) et en début de sporulation (à droite) chez un chat domestique à l'objectif à immersion x100 (Barre de mesure = 20 µm) .....	57
Figure 15 : Gastrite chez un guépard captif, observation macroscopique (A) et microscopique (B) ...	61
Figure 16 : Aménagements d'un enclos au zoo de Peaugres.....	66
Figure 17 : Mécanismes de résistance aux antibiotiques de <i>Helicobacter pylori</i> .....	70
Figure 18 : Mécanismes d'action dans l'estomac des probiotiques lors d'infection à <i>Helicobacter pylori</i> chez l'Homme.....	71
Figure 19 : Photographie de selles de guépard colorées à la suite de l'utilisation de colorants alimentaires, Zoo d'Amnéville.....	78
Figure 20 : Frise chronologique de l'étude.....	79
Figure 21 : Technique coproscopies simples réalisées par le laboratoire de parasitologie de VetAgro Sup Lyon .....	83
Figure 22 : Programme PCR <i>Helicobacter spp.</i> .....	85
Figure 23 : Qualité de la ration alimentaire des guépards.....	94
Figure 24 : Scores de nutrition chez les guépards malades (à gauche) et sains (à droite) .....	94
Figure 25 : Scores fécaux du groupe malade et sain avec probiotique entre T0 et S12 .....	99
Figure 26 : Scores des guépards malades entre T0 et S12 .....	100
Figure 27 : Scores des guépards sains avec probiotique entre T0 et S12 .....	101
Figure 28 : Score clinique global des guépards malades (à droite) et des guépards sains avec probiotique (à gauche) entre T0 et S12 .....	102
Figure 29 : Résultats des coproscopies simples à T0 (en haut) et S6 (en bas) sur l'effectif total de guépards (n=31) .....	103
Figure 30 : Résultats des coproscopies simples à T0 chez les guépards sains et les malades .....	104
Figure 31 : Résultats des coproscopies simples à S6 chez les guépards sains et malades.....	106
Figure 32 : Résultats des coproscopies simples à T0 selon le parc zoologique.....	106
Figure 33 : Résultats PCR <i>Helicobacter spp.</i> sur selles à T0 chez les sains et les malades .....	107
Figure 34 : Résultats PCR <i>Helicobacter spp.</i> sur selles à S6 chez les guépards malades, sains avec probiotique et sains sans probiotique .....	108
Figure 35 : Résultats PCR <i>Helicobacter spp.</i> à S6 selon la prise ou non de probiotique .....	108



# Table des tableaux

Tableau I : Causes de mortalité chez les jeunes guépards dans le parc national de Serengeti .....	32
Tableau II : Prédateurs responsables de mortalité chez les jeunes guépards dans le parc national de Serengeti .....	33
Tableau III : Dentition du guépard.....	35
Tableau IV : Prévalence des lésions chez les guépards sauvages namibiens et chez les guépards captifs d’Afrique de Sud et d’Amérique du Nord .....	40
Tableau V : Grades histopathologiques des gastrites .....	60
Tableau VI : Score de nutrition.....	80
Tableau VII : Score clinique .....	81
Tableau VIII : Réactifs de la PCR <i>Helicobacter spp.</i> .....	85
Tableau IX : Tableau des guépards inclus dans l’étude.....	88
Tableau X : Tableau des guépards sains inclus dans l’étude.....	92
Tableau XI : Score de nutrition des guépards.....	93
Tableau XII : Scores des guépards malades à T0, S3, S6, S9 et S12.....	96
Tableau XIII : Scores des guépards sains sans probiotique à T0, S3, S6, S9 et S12 .....	97
Tableau XIV : Scores des guépards sains avec probiotique à T0, S3, S6, S9 et S12.....	98
Tableau XV : Vermifugation des guépards au cours de l’étude .....	105
Tableau XVI : Premier score « perte de poids » utilisé.....	113



# Liste des abréviations

ADN = Acide Désoxyribonucléique  
AGCC = Acide gras à chaîne courte  
ANOVA = Analyse of variance (Analyse de la variance)  
ARN = Acide ribonucléique  
CI = Intervalle de confiance  
CITES = Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore)  
CMH = Complexe Majeur d'Histocompatibilité  
CPV = Virus de la Parvovirose Canine  
EAZA = European Association of Zoos and Aquaria (Association européenne des zoos et aquariums)  
ELISA = Enzym-Linked ImmunoSorbent Assay (Technique d'Immunoabsorption par Enzyme Liée)  
ESCCAP = European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (Comité Scientifique Européen d'études des Parasites des Animaux de Compagnie)  
ESF = Encéphalopathie Spongiforme Féline  
FCV = Calicivirus Félin  
FECV = Coronavirus entérique félin  
FHV-1 = : Felin Herpes Virus type 1 (Virus de la rhinotrachéite infectieuse féline)  
FIPV = Virus de la péritonite infectieuse féline  
FIV = Virus de l'immunodéficience féline  
FPV = Virus de la panleucopénie infectieuse féline  
HLO = Helicobacter-like organisms (Organismes du type *Helicobacter*)  
HPLO = Helicobacter pylori-like organisms (Organismes du type *Helicobacter pylori*)  
Ig = Immunoglobulines  
LAV = Laboratoire des Leptospires et Analyses Vétérinaires  
MRC = Maladie Rénale Chronique  
NEC = Note d'Etat Corporel  
NO = Non observé  
OR = Odds Ratio  
PCR = Polymerase Chain Reaction (Amplification en Chaîne par Polymérase)  
PIF = Péritonite Infectieuse Féline  
RR = Risque relatif  
S3 = semaine 3, S6 = semaine 6, S9 = semaine 9, S12 = semaine 12  
SAA = Protéine sérique amyloïde A  
T0 = temps 0 (début de l'étude)  
UICN = Union Internationale pour la Conservation de la Nature



# Introduction

Le guépard (*Acinonyx jubatus*) appartient à la famille des félidés du genre *Acinonyx*. Cette espèce est retrouvée à l'état sauvage en Afrique et en Asie. Sa population est en constante diminution et l'espèce est classée vulnérable par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). De nombreux programmes de conservation ont vu le jour dans lesquels les parcs zoologiques jouent un grand rôle. Des organisations non gouvernementales ou gouvernementales présentes sur le terrain permettent de protéger cette espèce et son habitat naturel.

Le guépard est sujet à de nombreuses maladies que l'on retrouve principalement en captivité. Les gastrites chroniques sont responsables dans le monde entier de nombreux symptômes chez les guépards captifs, tels que des vomissements ou une perte de poids. Ils peuvent être graves et conduire à un état de faiblesse majeure, voire entraîner la mort. De nombreux facteurs peuvent contribuer aux troubles gastro-intestinaux tels qu'une ration alimentaire inadaptée ou un stress chronique. Les gastrites chroniques sont le plus souvent associées à la présence d'*Helicobacter spp.*. Les traitements standards à base d'antibiotiques sont parfois inefficaces dans le traitement de l'hélicobactériose. Dans le contexte actuel où l'antibiorésistance est au cœur des préoccupations, les probiotiques pourraient être une alternative à considérer, sous réserve de validation de leur efficacité.

Cette thèse s'appuie sur l'étude de Mangiaterra et al. (2022) (Université Italienne de Camerino). Ils ont testé le probiotique SLAB51® (SivoMixx®, Ormendes SA, Jouxteins-Mézery, Suisse) sur des guépards en captivité dans des zoos italiens et des guépards présents dans un centre de conservation en Namibie, le Cheetah Conservation Fund. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité du probiotique SLAB51® sur des guépards présentant des troubles gastro-intestinaux associés à une hélicobactériose gastrique. L'étude a présenté des résultats très prometteurs, notamment chez les guépards captifs italiens, se traduisant par une diminution des troubles gastro-intestinaux malgré la persistance de l'hélicobactériose.

Cette thèse a pour but de tester le probiotique SLAB51® sur des guépards captifs français présentant des troubles gastro-intestinaux. Elle permettra également d'investiguer si l'hélicobactériose gastrique, le parasitisme digestif ou une ration alimentaire inadaptée favorisent ces troubles digestifs.

La première partie présentera les caractéristiques générales du guépard ainsi que les principales maladies retrouvées chez cette espèce. Cette partie s'attardera plus particulièrement sur les gastrites bactériennes à *Helicobacter spp.*, maladie rencontrée fréquemment en parc zoologique.

La deuxième partie est une étude prospective, consistant à tester le probiotique SLAB51® pendant six semaines sur des guépards captifs français présentant des troubles gastro-intestinaux.



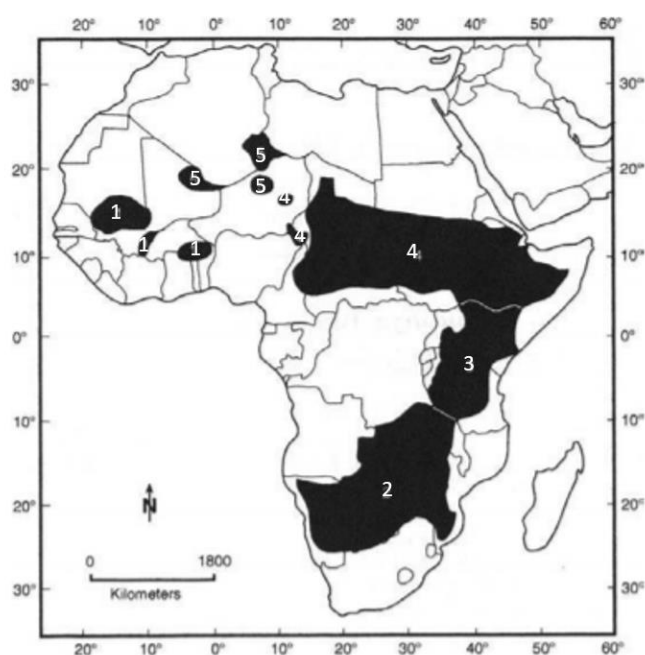
# PREMIERE PARTIE – Etude bibliographique

## 1 GENERALITES SUR LE GUEPARD

### 1.1 CLASSIFICATION

Le guépard (*Acinonyx jubatus*) appartient à l'ordre des Carnivores, à la famille des Félidés et au genre *Acinonyx* [Durant *et al.*, 2015 ; Sengenberger *et al.*, 2018]. Cinq sous-espèces de guépards ont été identifiées [Krausman *et Morales*, 2005] : *Acinonyx jubatus hecki*, *Acinonyx jubatus raineyi*, *Acinonyx jubatus jubatus*, *Acinonyx jubatus soemmeringii* et *Acinonyx jubatus venaticus*.

Le guépard est principalement retrouvé sur le continent Africain (Figure 1) [Krausman *et Morales*, 2005 ; Marker, 1998]. Au sud, se situe la sous-espèce *Acinonyx jubatus jubatus*. A l'est du continent on retrouve la sous-espèce *Acinonyx jubatus raineyi* et à l'ouest la sous-espèce *Acinonyx jubatus hecki*. La sous-espèce *Acinonyx jubatus soemmeringii* se situe en Afrique centrale et la sous-espèce *Acinonyx jubatus venaticus* est retrouvée au nord du continent ainsi qu'en Asie.



Légende :

- 1 *Acinonyx jubatus hecki*
- 2 *Acinonyx jubatus jubatus*
- 3 *Acinonyx jubatus raineyi*
- 4 *Acinonyx jubatus soemmeringii*
- 5 *Acinonyx jubatus venaticus*

Figure 1 : Répartition géographique des cinq sous-espèces de guépards en Afrique (D'après Krausman *et Morales*, 2005)

## 1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Le guépard était historiquement présent en Afrique et au sud-ouest de l'Asie [Durant *et al.*, 2017]. Aujourd'hui, il est principalement retrouvé dans le sud et l'est de l'Afrique avec respectivement 4 297 et 2 290 individus. La population mondiale était estimée à environ 7 100 individus en 2017. Le guépard a presque disparu de l'Asie avec seulement 43 individus en 2017, et est majoritairement retrouvé en Iran [Durant *et al.*, 2017 ; Marker, 1998]. Il a disparu de nombreux pays tels que le Congo ou l'Afghanistan [Durant *et al.*, 2015]. La zone de répartition des guépards a diminué d'environ 98 % en Asie et de 87 % en Afrique [Durant *et al.*, 2017].

Néanmoins, ces chiffres ne sont qu'une estimation grossière de l'évolution de la population du guépard. Il est difficile d'estimer le nombre de guépards présents à l'état naturel [Durant, *et al.*, 2017]. Le nombre d'individus est largement sous-estimé. En effet, la plupart des données concernant l'évolution de la population des guépards proviennent des zones protégées. Or, il est estimé que 77 % de l'aire de répartition des guépards est située en zone non protégée, représentant environ 67 % des individus.

## 1.3 CONSERVATION

### 1.3.1 Statut de l'espèce

Le nombre actuel de guépards est en déclin. Le classement de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) permet de distinguer les espèces en danger, voire en voie d'extinction, des espèces non menacées. Le guépard est ainsi classé vulnérable (Figure 2) A2 acd C1 sur la liste rouge UICN [Durant *et al.*, 2015]. En effet, l'espèce répond aux critères A2acd et C1 du classement UICN [IUCN, 2018]. Cela signifie qu'il y a une « *Réduction de la population constatée, estimée, déduite ou supposée, dans le passé, lorsque les causes de la réduction n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles.* » (A2) en se basant sur « *l'observation directe* » (a), « *la réduction de la zone d'occupation (AOO), de la zone d'occurrence (EOO) et/ou de la qualité de l'habitat* » (c) et « *les niveaux d'exploitation réels ou potentiels* » (d). La réduction de la taille de la population du guépard est estimée à plus de 30 % (sur 10 ans ou trois générations) (A2). De plus, le nombre d'animaux matures sauvages est de moins de 10 000 individus et un « *déclin continu* » de 10 % de la population (sur 10 ans ou trois générations) est « *constaté, estimé ou prévu* » (C1).



#### Traductions de la figure

Not evaluated = non évaluée ; data deficient = données insuffisantes ; least concern = préoccupation mineure ; near threatened = quasi menacée ; vulnerable = vulnérable ; endangered = en danger ; critically endangered = en danger critique ; extinct in the wild = éteinte à l'état sauvage ; extinct = éteinte

Figure 2 : Classement du guépard liste rouge UICN (Source : Durant *et al.*, 2015)

### 1.3.2 Les principales menaces

Les principales menaces du guépard sont représentées par les activités humaines [Durant *et al.*, 2015 ; Durant *et al.*, 2017] : réduction du territoire par l'agriculture et l'urbanisation, réduction des ressources à cause de la chasse, trafics ... Il existe une grande demande internationale pour les objets dérivés du guépard tels que les bijoux. Recherchés comme animaux de compagnie, ils sont également victimes de trafic [Durant *et al.*, 2015].

Dans les années 60, il était difficile voire impossible de faire reproduire des guépards en captivité. Les guépards des zoos étaient donc prélevés dans la nature [Marker *et al.*, 2018]. Jusque dans les années 70, le guépard était considéré comme une espèce nuisible et tuée. Ces événements ont grandement participé à la baisse du nombre d'individus présents à l'état naturel.

L'une des principales menaces est la réduction de leur territoire et le conflit homme-guépard qui en résulte [Durant *et al.*, 2015]. Les animaux se rapprochent géographiquement de l'Homme, et notamment des troupeaux. Ainsi les guépards peuvent parfois attaquer le bétail [Marker *et al.*, 2018].

La diminution du nombre de proies entraîne également la diminution du nombre d'individus sauvages [Durant *et al.*, 2015]. Que ce soit à cause de la chasse ou encore de la diminution de leur territoire, la baisse du nombre de proies entraîne une mortalité plus importante chez les guépards. En effet ces derniers doivent étendre leur territoire à la recherche de nouvelles proies, entraînant une perte d'énergie considérable.

Une autre grande menace pesant sur le guépard est le braconnage et le trafic des animaux. Qu'ils soient considérés comme des trophées, des animaux de compagnie ou encore utilisés pour la médecine traditionnelle, les guépards, comme de nombreuses espèces, sont victimes de ce trafic [Durant *et al.*, 2015 ; François-Brazier, 2017]. Le trafic touche principalement l'Afrique de l'Est [Nowell, 2014]. Entre 2011 et 2013, plus de 40 jeunes guépards ont été confisqués, principalement dans la région du Somaliland.

Une menace à prendre enfin en compte est la compétition interspécifique entre les guépards et d'autres carnivores (lions et hyènes) [Nowell et Jackson, 1996]. Ces derniers volent la nourriture des guépards et tuent les jeunes guépards, entraînant une forte mortalité juvénile.

### 1.3.3 Programmes de conservation

Le nombre de guépards ne cesse de diminuer depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle. La première zone de protection créée fut le Parc National Kruger vers 1890 [Marker *et al.*, 2018].

En 1973 a été adopté l'Endangered Species Act of 1973 aux Etats-Unis et en 1975 est adoptée la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore (CITES) menacées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Ainsi, plus aucun animal ne peut être prélevé dans la nature pour enrichir les parcs zoologiques et ces derniers acquièrent un rôle important dans la conservation des espèces animales.

En 1982, une première réunion au Wildlife Safari aux Etats-Unis a permis de créer le premier Studbook régional du guépard d'Amérique de Nord en 1983 et le premier Studbook international du guépard en 1988. Ces derniers contiennent la liste des guépards en captivité

ainsi que les premières recommandations d'élevage des guépards en captivité. En 1984 est rédigé le Cheetah Species Survival Plan, permettant l'élaboration de programmes de conservation des guépards captifs et sauvages.

Il existe de nombreux programmes permettant la conservation des guépards. On peut citer le Cheetah Conservation Fund en Namibie créé en 1990, le Cheetah Outreach en Afrique du Sud créé en 1997 ou encore l'Iranian Cheetah Society en Iran créé en 2001. Ainsi de nombreux projets de conservation ont vu le jour.

De multiples projets de conservation des carnivores ont également été mis en place. Des groupes se sont formés et des collaborations ont pu naître sous le nom de « Cheetah Global Forum ». Une première réunion a eu lieu en 2001 et une deuxième en 2002. Leur but est de discuter de la conservation du guépard et de déterminer des actions concrètes à mettre en place concernant la recherche, l'éducation des populations, les zones protégées etc...

En 2002 les représentants des agriculteurs d'Afrique du Sud et les organisations de conservation des guépards se sont rencontrés pour la première fois, formant ainsi le National Cheetah Conservation Forum. En 2007 est créé le Range Wide Conservation Program for Cheetah and African Wild Dogs, un programme réunissant les groupes spécialistes canins et félins de l'UICN. Ce programme a permis d'accroître la sensibilisation et le soutien des gouvernements des pays où le guépard était présent. Il a également permis de mener un projet de cartographie de la répartition du guépard ainsi qu'une meilleure compréhension des menaces auxquelles l'espèce a et aura à faire face.

Le trafic est également une préoccupation majeure. En 2016, au CITES Convention of the Parties (CoP17) des actions ont été décrites afin de limiter le commerce des bébés guépards.

A partir de 2015 est créé le programme Saving Animals From Extinction (SAFE), un programme de conservation concernant le guépard mais également neuf autres espèces.

Aujourd'hui la population de guépards continue de diminuer et de multiples programmes de conservation du guépard permettent de limiter cette diminution et ainsi de sauvegarder cette espèce.

## 1.4 MODE DE VIE ET GRANDES FONCTIONS

### 1.4.1 Habitat

Le guépard est principalement retrouvé dans des steppes, des zones désertiques ou encore en zone montagneuse (Figures 1 et 3). Le guépard préfère un paysage ouvert de savane avec peu d'arbres. Cette préférence est largement influencée par les méthodes de chasse du guépard [Broomhall *et al.*, 2003] décrites dans la partie 1.4.4.

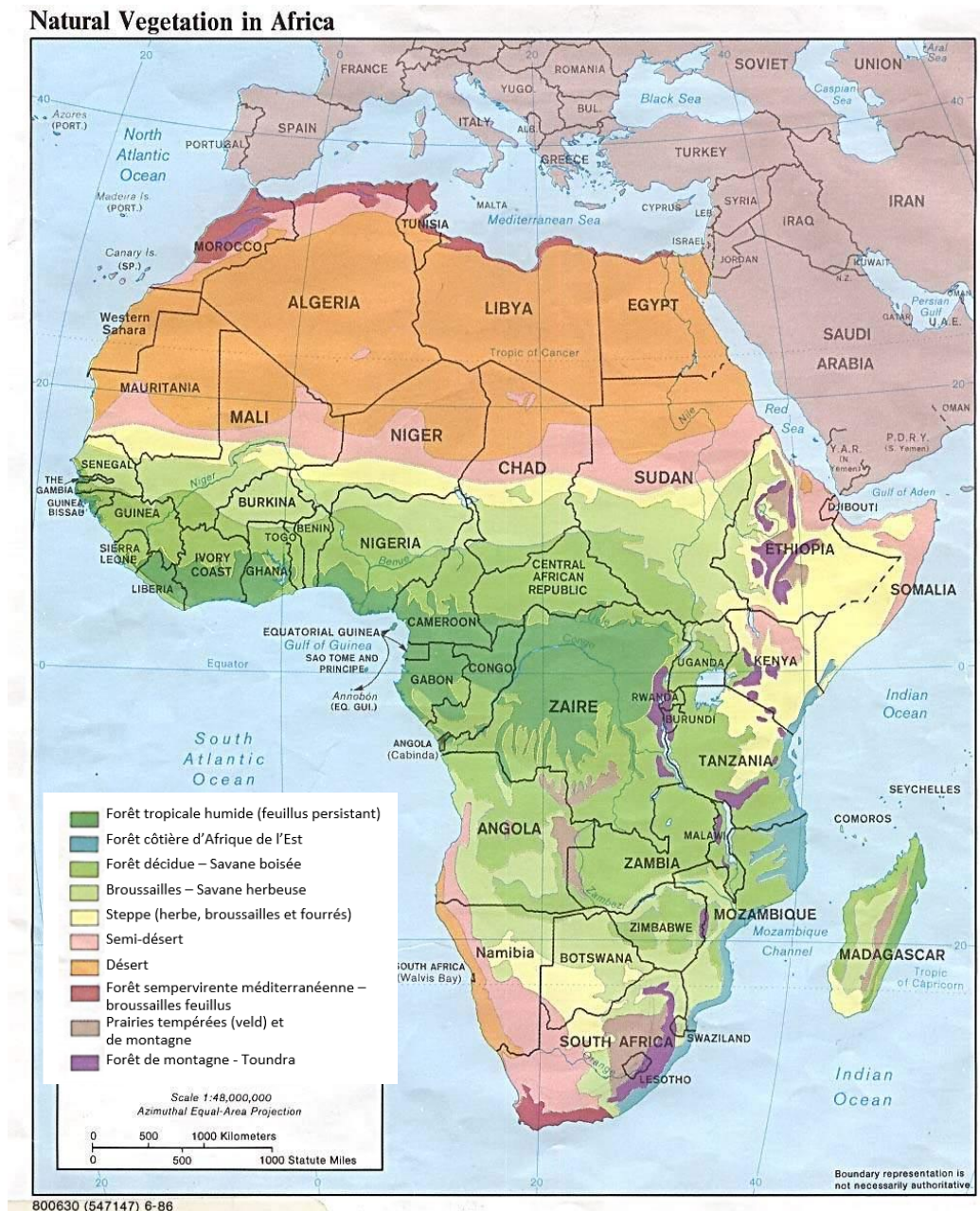


Figure 3 : Répartition de la végétation sur le continent africain (D'après NCpedia, 2019)

La taille du territoire d'un guépard est très variable [Broomhall *et al.*, 2003]. Au Matusadona National Park elle était d'environ 24 km<sup>2</sup> dans les années 90 et au Kgalagadi Transfrontier Park elle était de 320 km<sup>2</sup>. Au parc Serengeti, la taille du territoire d'une femelle guépard allait jusqu'à 833 km<sup>2</sup> [Caro, 1994]. Cette variabilité dans la taille des territoires est à mettre en

corrélation avec la structure de l'habitat et les proies disponibles [Broomhall *et al.*, 2003]. Par exemple dans le parc national de Serengeti, les femelles suivaient la migration saisonnière des gazelles de Thomson. La dispersion des habitats propices à la chasse influence également l'aire de répartition du guépard.

#### 1.4.2 Organisation sociale

Le guépard a la particularité d'être une espèce à la fois solitaire et sociale [Estes, 1991]. Les femelles adultes sont le plus souvent observées seules ou avec leurs petits ou les sub-adultes, alors que des coalitions peuvent se former entre mâles d'une même portée ou non. Les groupes peuvent être composés de trois à quatre individus mâles [Caro et Collins, 1987]. Une étude réalisée dans le parc national de Serengeti (Tanzanie) par Caro et Collins (1987) a montré que 41 % des mâles vivaient seuls, 40 % formaient une coalition de deux individus, 19 % formaient une coalition de trois guépards et 17 % de ces coalitions de mâles étaient des coalitions de guépards non apparentés. Des groupes de 14 à 19 guépards ont pu être observés au parc national de Serengeti [Nowell et Jackson, 1996]. Entre 1973 et 1978 dans le parc national de Serengeti, sur 1260 guépards observés, 35 % des adultes étaient seuls, 40 % étaient des femelles avec leur portée, 7 % étaient des frères et sœurs séparés de leur mère, 7 % étaient des coalitions entre mâles et 3 % étaient des couples [Frame, 1980].

Les individus d'une même portée peuvent rester plusieurs mois ensemble après s'être séparés de leur mère [Estes, 1991]. Les femelles partent avant leurs deux ans et les mâles se séparent ou restent ensemble.

Lorsque des compétiteurs interspécifiques (lions et hyènes) sont présents, les guépards ont tendance à être seuls [Estes, 1991]. Au contraire, lorsque les compétiteurs interspécifiques sont absents, plus de groupes de guépards sont observés [McVittie, 1979]. De plus, le nombre de guépards est plus faible lorsque des compétiteurs sont présents [Nowell et Jackson, 1996] (Figure 4). En effet, ces compétiteurs tuent notamment les jeunes guépards et ainsi réduisent la taille de la population.

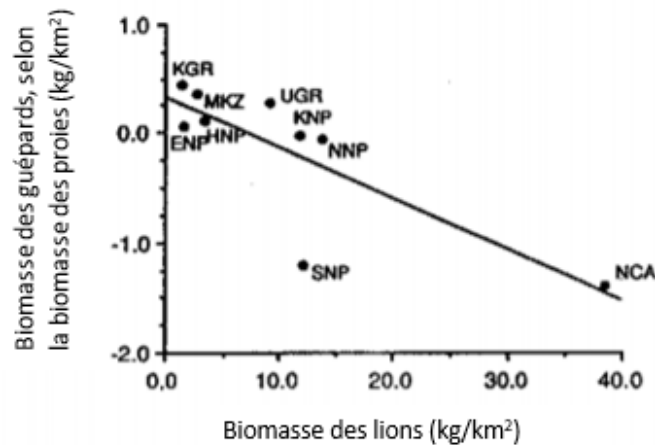


Figure 4 : Evolution de la population de guépards en fonction du nombre de lions (D'après Laurenson, 1995)

Les mâles solitaires sont nomades alors que les mâles formant une coalition sont plus territoriaux [Caro et Collins, 1987]. Il semblerait que les animaux formant une coalition et territoriaux présentent un poids moyen plus élevé et une longévité supérieure aux animaux seuls et nomades. Les individus territoriaux présentent un meilleur état général et sont en meilleure santé que les individus nomades [Caro *et al.*, 1989]. De plus, les mâles territoriaux semblent avoir accès plus facilement aux femelles lors de la saison de reproduction. Il est néanmoins difficile d'évaluer l'impact de la territorialité sur la reproduction.

#### 1.4.3 Alimentation

Le guépard est rarement charognard et se nourrit le plus souvent de viande fraîche qu'il tue lui-même. Le régime alimentaire du guépard est varié et est principalement composé de gazelles, de taille comprise entre 20 et 60 kg, telles que les gazelles de Thomson [Schaller, 1968 ; Sengenberger *et al.*, 2018]. Lors de coalition, les guépards peuvent chasser de plus grosses proies telles que des gnous. Ils peuvent également chasser des autruches, des pintades, des lièvres etc...

Les proies varient d'une région à l'autre : au Parc National de Nairobi, le guépard chasse principalement des gazelles de Thomson, de Grant et des impalas en même proportion, alors qu'au parc national de Serengeti il chasse surtout des gazelles de Thomson [Caro, 1994 ; Schaller, 1968].

Le guépard sélectionne ses proies. En effet il a tendance à attaquer des animaux jeunes, vieux et/ou blessés [Caro *et al.*, 1994 ; Schaller, 1968]. Il mange en moyenne deux à quatre kilogrammes de nourriture par jour mais peut manger jusqu'à 14 kg de nourriture en une seule fois [Caro, 1994 ; Sengenberger *et al.*, 2018].

Le guépard suit ses proies et peut parcourir un grand nombre de kilomètres afin de rester à proximité [Broomhall *et al.*, 2003]. C'est le cas des femelles guépards du parc national de

Serengeti suivant les gazelles de Thomson lors de la migration saisonnière. Plus le nombre de proies est important, plus le nombre de guépards est élevé (Figure 5).

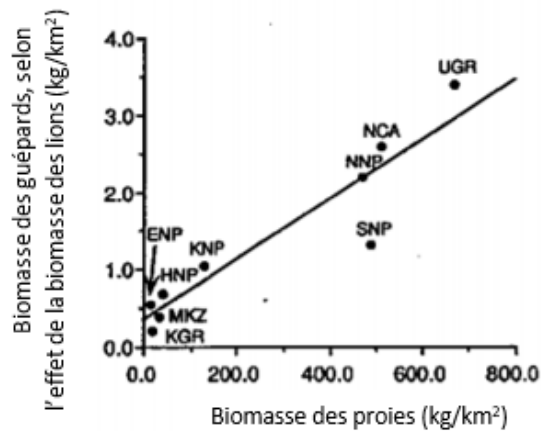


Figure 5 : Evolution du nombre de guépards en fonction du nombre de proies (D'après Laurenson, 1995)

Le guépard s'attaque également au bétail. Une étude sur le guépard asiatique (*Acinonyx jubatus venaticus*) en Iran dans la région du refuge Miandasht pour la faune sauvage (Miandasht Wildlife Refuge), a montré que le guépard asiatique se nourrissait d'animaux domestiques (chèvres et moutons) [Farhadinia *et al.*, 2012]. Le pourcentage d'occurrence de ces animaux dans les selles des guépards était de 30 % dans ce refuge. Dans la zone de chasse interdite de Behkadeh, en Iran, le pourcentage d'occurrence d'animaux domestiques dans les selles des guépards était de 20 % et était le même que celui de la gazelle à goitre (*Gazella subgutturosa*).

#### 1.4.4 Les techniques de chasse

Le guépard est le mammifère terrestre le plus rapide [Sengenberger *et al.*, 2018]. Il peut atteindre 105 km/h. Il présente certaines adaptations lui permettant d'atteindre ces vitesses, telles que des griffes non rétractiles permettant une meilleure adhérence lors de sa course ou encore sa queue longue, musclée et tubulaire lui servant de balancier pour maintenir son équilibre lors des changements brusques de direction. Il peut courir à grande vitesse sur environ 200 à 300 mètres seulement. S'il échoue lors de sa poursuite, il peut retenter une heure plus tard [Schaller, 1968].

Le guépard chasse le jour. Deux périodes de chasse distinctes ont été identifiées : entre 7h et 10h et entre 16h et 19h [Caro, 1994 ; Schaller, 1968 ; Sengenberger *et al.*, 2018]. La plupart du temps le guépard préfère chasser le matin. Il tue environ 10 kg de poids d'animaux par jour et consomme 60 % du poids d'une gazelle de Thomson adulte [Schaller, 1968].

La taille des proies varie en fonction des régions et du nombre de guépards présents dans le groupe [Mc Vittie, 1979]. Un groupe composé de deux guépards ou plus va chasser des proies plus grosses qu'un guépard solitaire. Les proies chassées sont plus grosses en Afrique de l'Ouest qu'en Afrique de l'Est.

Le guépard possède cinq méthodes de chasse : [Caro, 1994 ; Estes, 1991]

- S'approcher lentement à découvert jusqu'à 60 à 70 m de sa proie et ensuite se mettre à courir
- Si la proie n'est pas attentive et distraite : commencer à courir à 600 m de la proie
- Attendre assis ou couché que la proie se dirige vers lui
- S'approcher furtivement en alternant marche semi-couché et immobilisation jusqu'à être assez proche de sa proie
- S'attaquer à des jeunes gazelles ou à des lièvres et les poursuivre

Cinquante pourcents des poursuites de gazelles de Thomson adultes finissent par un échec [Schaller, 1968]. Le guépard tue en prenant le cou de sa proie dans sa gueule et en l'étranglant. Il existe une exception pour les lièvres que le guépard peut tuer en mordant à travers la boîte crânienne [Caro, 1994]. Il va ensuite cacher sa nourriture. En effet, le guépard présente deux principaux compétiteurs que sont le lion et la hyène. Ils volent souvent la nourriture des guépards. Environ 10 % des animaux tués par les guépards sont volés par les lions ou les hyènes [Caro, 1994 ; Estes, 1991].

#### 1.4.5 Reproduction

Le guépard est mature sexuellement vers deux à trois ans pour les femelles et vers un à deux ans pour les mâles [Sengenberger *et al.*, 2018 ; Ziegler-Meeks, 2009].

Le guépard est une espèce à polyoestrus. Son cycle dure en moyenne 12 jours (entre trois et 27 jours) [Laurenson *et al.*, 1992 ; Sengenberger *et al.*, 2018 ; Ziegler-Meeks, 2009]. Le cycle oestral dure entre 10 et 20 jours et la réceptivité sexuelle entre un et trois jours [Sengenberger *et al.*, 2018]. La femelle guépard présente, comme chez le chat domestique, une ovulation induite.

Les mâles et les femelles ne vivent pas ensemble. Les couples se forment lors de la reproduction. Il n'existe pas de saison de reproduction chez le guépard qui se reproduit tout au long de l'année [Laurenson *et al.*, 1992 ; Ziegler-Meeks, 2009]. Lors de l'oestrus, la femelle se frotte, se roule par terre, émet des signaux d'appels, émet un marquage urinaire .... [Ziegler-Meeks, 2009]

La durée de gestation est de 92 jours en moyenne (entre 90 et 98 jours) [Estes, 1991 ; Laurenson *et al.*, 1992] et donne naissance à environ trois à quatre petits, mais ce chiffre peut varier d'un à huit petits [Estes, 1991 ; Nowell et Jackson, 1996 ; Ziegler-Meeks, 2009]. La durée

entre deux gestations est de 15 à 19 mois [Sengenberger *et al.*, 2018]. La mise-bas dure en moyenne trois à cinq heures [Ziegler-Meeks, 2009].

La femelle est souvent gestante lorsqu'elle finit d'élever sa dernière portée [Sengenberger *et al.*, 2018]. Mais elle se sépare de cette dernière avant le part. De plus, si la femelle perd ses petits, elle peut de nouveau être gestante en 19 jours. Si la femelle perd ses petits lors de la saison sèche elle mettra plus de temps (en moyenne 49,4 jours) à être de nouveau gestante, comparée à la perte des petits lors de la saison humide (en moyenne 15 jours) ( $p < 0,1$ ) [Laurenson *et al.*, 1992].

Des pseudo-gestations ont été observées chez le guépard captif et semi-captif [Ziegler-Meeks, 2009]. La durée de cette pseudo-gestation est comprise entre 38 et 60 jours. Il existe cependant des pseudo-gestations pouvant durer jusqu'à 90 jours. La femelle guépard peut devenir gestante lors de cette période : après 60 à 70 jours soit la femelle continue à prendre du poids et cela signifie qu'elle est gestante, soit elle ne prend plus de poids et les signes de pseudo-gestation s'atténuent.

La mortalité juvénile est élevée chez les guépards sauvages. Il a été estimé, dans le parc national de Serengeti, que 72,2 % des jeunes mourraient à moins de huit semaines et 83,3 % des survivants mourraient à l'âge de 14 mois [Laurenson, 1995]. Ainsi seulement 4,8 % des jeunes atteignaient l'âge d'indépendance. La prédation était le principal facteur de mortalité juvénile (Tableau I), notamment par les lions, principal prédateur du guépard (Tableau II). La présence de prédateurs était corrélée avec la baisse du nombre de jeunes guépards par portée. Les autres causes étaient l'abandon maternel, les accidents naturels tels que les incendies, le manque de proie ... La génétique présente également une part importante dans la mortalité des guépards notamment en captivité [O'Brien, 1994]. En effet, une faible variabilité génétique dans une population entraîne une plus grande sensibilité aux infections virales [Martineau, 2003].

<b>Cause</b>	<b>Dans la tanière</b>	<b>Après la sortie de la tanière</b>	<b>Total</b>
Prédation	67,8 %	90 %	73 %
Abandon	9,9 %		7,7 %
Incendie	9,9 %		7,7 %
Exposition	7,4 %		5,7 %
Jeunes probablement non viables	4,9 %		3,8 %
Autres		10 %	2,2 %

*Tableau I : Causes de mortalité chez les jeunes guépards dans le parc national de Serengeti (D'après Laurenson, 1995)*

Prédateur	Dans la tanière	Après la sortie de la tanière	Total
Lion	88,8 %	33,3 %	78,6 %
Hyène tachetée	5,6 %	41,7 %	12,2 %
Léopard		8,3 %	1,5 %
Guépard	3,7 %		3,1 %
Chiens domestiques		16,7 %	3,1 %
Rapaces	1,9 %		1,5 %

Tableau II : Prédateurs responsables de mortalité chez les jeunes guépards dans le parc national de Serengeti (D'après Laurenson, 1995)

L'âge d'indépendance des jeunes est variable et peut aller de 13 à 22 mois [Nowell et Jackson, 1996 ; Ziegler-Meeks, 2009]. Ils peuvent ensuite rester par fratrie plusieurs mois encore.

En plus de la mortalité juvénile élevée et de la réduction de la taille des portées en présence de compétiteurs interspécifiques, il a été observé que la concentration de l'éjaculat du guépard était 10 fois moins important que celui du chat domestique et présentait 71 % d'anomalies morphologiques des spermatozoïdes, comparé au chat domestique qui en présente 29,1 % [Wildt *et al.*, 1983].

#### 1.4.6 Faible variabilité génétique du guépard

Le guépard est une espèce présentant un faible taux de variabilité génétique [O'Brien *et al.*, 1983]. Une étude réalisée sur 55 guépards a montré une absence de polymorphisme génétique sur 47 alloenzymes. De même, ils présentaient un faible taux de polymorphisme protéique. De plus, le guépard présente un faible taux de variabilité des complexes majeurs d'histocompatibilité (CMH), ces complexes étant normalement le locus le plus polymorphe des vertébrés.

La cause possible, la plus probable, à cette faible variabilité génétique, si on considère que les guépards avaient initialement la même variabilité génétique que les autres mammifères, serait un fort goulot d'étranglement ayant entraîné une diminution brutale et massive de la population résultant en une faible variabilité génétique, suivi par de la consanguinité [O'Brien *et al.*, 1983]. Néanmoins il n'a pas été démontré que le guépard possédait une forte variabilité génétique par le passé [Merola, 1994]. Une autre possibilité serait un goulot d'étranglement plus ancien que le précédent suivi d'une faible augmentation de la taille de la population par la suite [O'Brien *et al.*, 1983]. Il est impossible de savoir précisément quand le goulot d'étranglement a eu lieu. Il est suspecté qu'un fort changement climatique ayant eu lieu à la fin du

Pléistocène (il y a entre 10 000 et 20 000 ans) ait entraîné la disparition d'espèces et sous-espèces de guépards ainsi que sa redistribution géographique. Néanmoins certains auteurs ne pensent pas que l'hypothèse du goulot d'étranglement soit plausible [Merola, 1994]. En effet, celui-ci ne pourrait pas expliquer une perte aussi grande de variabilité génétique, sauf si celui-ci a duré plusieurs générations ou que plusieurs goulots d'étranglements se sont suivis. Une dernière hypothèse serait que le guépard n'ait jamais possédé de grande diversité génétique. Malgré le faible taux d'hétérozygotie, le guépard est une espèce viable.

Le guépard n'est pas le seul mammifère à avoir une faible variabilité génétique [Merola, 1994]. Les félins sont particulièrement des espèces présentant un faible polymorphisme génétique et un faible taux d'hétérozygotie. Il est difficile de comparer le degré d'hétérozygotie entre différentes espèces.

Une des conséquences de cette faible variabilité génétique et de la consanguinité est la vulnérabilité de l'espèce [O'Brien *et al.*, 1985]. Cette faible variabilité serait responsable d'une défaillance du système immunitaire résultant en une plus grande sensibilité du guépard aux maladies infectieuses [Ployart, 2007]. En effet les peptides médiateurs sont codés par le CMH qui chez le guépard présente peu de polymorphisme [Merola, 1994]. De plus, la consanguinité est en partie responsable du faible succès reproducteur chez cette espèce, chez laquelle on retrouve de nombreuses anomalies morphologiques des spermatozoïdes (voir partie 1.4.5). De nombreuses maladies congénitales sont décrites chez le guépard [Guépin, 2014]. Néanmoins ces maladies ne sont pas les principales causes de mortalité juvénile des guépards sauvages (voir partie 1.4.5).

Le guépard sauvage ne semble pas être particulièrement affecté par cette faible variabilité génétique et la consanguinité [Merola, 1994 ; Munson *et al.*, 2005]. On peut donc se demander si le faible succès reproducteur ainsi que la forte incidence de certaines maladies notamment infectieuses ne seraient pas également à mettre en lien avec la captivité.

## 1.5 L'APPAREIL DIGESTIF DU GUEPARD

### 1.5.1 Anatomie

Comme chez tous les félinés, le guépard possède 30 dents (Tableau III) [Leemans, 2015b]. De même que chez le caracal (*Caracal caracal*) et le lynx, la deuxième prémolaire est souvent absente.

Mâchoire	Incisives	Canines	Prémolaires	Molaires
Supérieure	6	2	6	2
Inférieure	6	2	4	2

Tableau III : Dentition du guépard (D'après Leemans, 2015b)

La langue du guépard est recouverte de papilles non-gustatives ayant notamment pour rôle de détacher la viande des os [Leemans, 2015b]. Le muscle strié de l'œsophage est présent tout le long de ce dernier.

Les carnivores sont des monogastriques. L'intestin grêle est la portion des intestins la plus développée [Depauw, 2012 ; Leemans, 2015b]. Au contraire, le gros intestin est plus petit et le côlon représente 20 % de la longueur totale du système digestif [Leemans, 2015b].

L'intestin grêle possède une paroi composée de nombreuses villosités [Leemans, 2015b]. Ainsi l'intestin grêle est la principale zone d'absorption des nutriments. Le duodénum est un lieu de brassage des aliments alors que le jéjunum est la zone d'absorption des nutriments. Le transport à travers la paroi intestinale est actif, comme c'est le cas pour les acides aminés et les peptides, ou passif, comme pour les acides gras et les minéraux. Le côlon est quant à lui un lieu de fermentation microbienne.

### 1.5.2 Microbiote intestinal du guépard

Le microbiote intestinal regroupe toutes les bactéries commensales du tube digestif. Le microbiome intestinal du guépard est majoritairement composé de bactéries du phylum Firmicute. Dans l'étude réalisée par Becker *et al.* (2014) sur des selles de deux guépards captifs en Belgique, le phylum Firmicute représentait 94,7 % des bactéries identifiées. De même, dans l'étude de Wasimuddin *et al.* (2017) réalisée sur les selles de 81 guépards captifs et sauvages en Namibie, 68,5 % étaient des bactéries du phylum Firmicute. D'autres phylum étaient également présents en plus faible quantité [Wasimuddin *et al.*, 2017] : « *Fusobacteria* (18,4 %), *Bacteroidetes* (6,5 %), *Proteobacteria* (6,3 %), *Actinobacteria* (0,2 %) ». Dans le phylum Firmicutes, les phylotypes les plus retrouvés sont *Clostridium* clusters I, XI et XIVa et *Lactobacillaceae* [Becker *et al.*, 2014 ; Becker *et al.*, 2015]. De plus, des pathogènes ont été identifiés chez des guépards sans signe clinique associé [Wasimuddin *et al.*, 2017] : *Clostridium spp.*, *Campylobacter spp.*, *Helicobacter spp.* ... Cela pourrait suggérer que ces « agents pathogènes » font parties du microbiote normal des individus sains [Depauw, 2012].

Une adaptation du microbiote à la vie en captivité est observée [Trevelline *et al.*, 2019]. Cette modification de microbiote intestinal chez les guépards captifs peut être expliquée par l'alimentation, l'environnement microbien, les autres espèces et animaux présents et les traitements antibiotiques. La présence d'infections bactériennes résulte d'une prédominance des

taxons pathogènes et de leur voie métabolique. Il a été observé que le microbiote intestinal des guépards adultes (âgés de plus de 3,5 ans) était plus diversifié que celui des jeunes guépards (âgés de huit mois à 3,5 ans) [Wasimuddin *et al.*, 2017]. Cela pourrait s'expliquer par un régime alimentaire plus diversifié chez le guépard adulte. Après une forte variabilité au cours du temps du microbiome lors de la période néonatale, celui-ci semble se stabiliser chez l'adulte [Becker *et al.*, 2015]. De plus, la génétique pourrait influencer le microbiome des guépards [Wasimuddin *et al.*, 2017]. En effet, dans l'étude réalisée par Wasimuddin *et al.* (2017), les animaux de la même famille présentaient un microbiome digestif semblable. Enfin, l'alimentation semble également jouer un rôle important dans la composition du microbiome digestif. Dans des conditions environnementales similaires, seule la variation de la ration alimentaire semble expliquer les différences observées entre le microbiome des guépards sauvages et celui des guépards captifs.

L'occurrence de gastrites à *Helicobacter spp.* pourrait être mise en relation avec une altération du microbiome des guépards [Redford *et al.*, 2012]. Cette altération peut être causée par un changement alimentaire, un traitement administré ou les conditions environnementales. En effet, le microbiote intestinal joue un rôle important dans la digestion, la défense contre les pathogènes intestinaux, l'entretien de la barrière intestinale et module la réponse immunitaire de l'hôte [Depauw, 2012 ; Kasubuchi *et al.*, 2015]. Cela a notamment été démontré chez l'Homme chez lequel une homéostasie entre l'hôte et le microbiote a été mise en évidence grâce aux réponses immunitaires de l'hôte [Macpherson, 2020]. Trois barrières immunologiques ont ainsi pu être identifiées. Lors d'une maladie intestinale inflammatoire, des dysbioses digestives sont observées chez l'Homme et les animaux de compagnie [Bernstein et Forbes, 2017]. Le microbiote intestinal est moins diversifié chez une personne atteinte d'une maladie inflammatoire de l'intestin, avec une baisse de 25 % de la quantité de gènes microbiens, par rapport à une personne saine. Cela n'a pas été investigué chez le guépard atteint de gastrite chronique.

### 1.5.3 La fermentation microbienne

La pression sélective a mené les félinés à être des carnivores stricts [Depauw, 2012]. Leur métabolisme des protéines est élevé alors que celui du glucose est plus restreint. De plus des acides aminés essentiels ainsi que des acides gras et des vitamines sont indispensables dans leur régime alimentaire.

Le microbiote intestinal est composé de bactéries anaérobies réalisant une fermentation [Kasubuchi *et al.*, 2015]. Celle-ci se réalise dans la partie distale de l'intestin [Depauw, 2012]. Elle consiste en une dégradation des glucides et des protéines en de nombreux métabolites en l'absence d'oxygène [Depauw, 2012 ; Leemans, 2015a]. Le propionate, le butyrate et l'acétate, qui sont des acides gras à chaîne courte (AGCC), sont majoritairement issus de la fermentation des glucides, alors que les acides gras à chaînes ramifiées sont principalement produits par la fermentation des protéines [Depauw, 2012]. Les métabolites, notamment les AGCC, sont par la suite absorbés passivement par la barrière intestinale et vont fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement cellulaire de l'hôte. Les AGCC fournissent l'énergie utile aux colonocytes, stimulent la circulation sanguine du côlon ainsi que sa motilité et limitent la croissance de bactéries pathogènes [Depauw *et al.*, 2011].

La fermentation des protéines aboutit à la formation de métabolites nocifs, tels que l'ammoniac ou l'indole [Depauw, 2012 ; Depauw *et al.*, 2011]. Ces métabolites sont considérés

comme préjudiciables pour l'homéostasie intestinale et pourraient favoriser l'apparition de troubles digestifs. Ils peuvent ensuite se retrouver dans le sang, comme l'a démontré Depauw *et al.* (2011) en dosant le sulfate d'indoxyl dans le sang, qui est un métabolite issu de la production intestinale d'indole.

#### 1.5.4 Impact de l'alimentation sur le microbiote intestinal du guépard

La fermentation microbienne est fortement influencée par le régime alimentaire des guépards. Tandis que les protéines de la viande sont digérées rapidement, le tissu conjonctif ne l'est pas et arrive relativement intact dans le côlon où se déroule la fermentation microbienne [Depauw *et al.*, 2011]. Dans l'étude réalisée par Depauw *et al.* (2011) sur 14 guépards captifs au Danemark, la concentration des métabolites nocifs, issus de la fermentation de protéines, était plus élevée lorsque le guépard était nourri avec de la viande de bœuf supplémentée en compléments minéralo-vitaminés, que lorsqu'il était nourri avec des lapins entiers. Ceci est expliqué par la présence de tissus non digestibles tels que le tissu conjonctif, les os, le cartilage ou encore les poils, modifiant la fermentation microbienne. De plus, la présence d'une plus grande quantité de tissus non digestibles lors de consommation de lapins entiers pourrait permettre de remplir le côlon et ainsi constituer une barrière physique entre les bactéries et le substrat [Depauw *et al.*, 2011]. Cette barrière pourrait limiter les excès de fermentation microbienne. Depauw *et al.* (2012) a mis en évidence qu'un régime à base de viande bovine supplémentée apportait une plus grande quantité de protéines, résultant en une augmentation de l'urémie, alors que les animaux nourris avec des carcasses entières de lapin présentaient un plus grand apport en matière grasse résultant en une élévation de la cholestérolémie.

## 2 DOMINANTES PATHOLOGIQUES DU GUEPARD EN CAPTIVITE

---

Dans cette partie nous allons aborder les principales maladies non digestives retrouvées chez le guépard captif notamment en Europe [Ployart, 2007]. Puis nous nous attarderons aux affections pouvant causer des troubles digestifs chez le guépard.

### 2.1 PRINCIPALES AFFECTIONS N'ENTRAINANT PAS DE TROUBLES DIGESTIFS

#### 2.1.1 Myélolipomes

Les myélolipomes sont les principales lésions observées sur la rate des guépards et parfois sur le foie [Terio *et al.*, 2018a]. C'est une tumeur bénigne causée par une agrégation d'adipocytes, avec plus ou moins des cellules myélopoïétiques, formant ainsi de multiples nodules (Figure 6) [Munson, 1993 ; Terio *et al.*, 2018a].



Figure 6 : Myélolipomes sur la rate d'un guépard (Source : Terio *et al.*, 2018b)

L'étude réalisée par Munson en 1993 aux Etats-Unis sur des guépards captifs montrait que 63 % des rates observées présentaient des myélolipomes. En Afrique du Sud entre 1975 et 1995, seulement 14 % des rates observées présentaient des myélolipomes [Munson *et al.*, 1999]. Une étude réalisée sur des guépards captifs européens a montré que 53 % des guépards examinés par échographie présentaient des anomalies compatibles avec des myélolipomes sur la rate, alors qu'elles étaient présentes chez seulement 7 % des guépards sauvages namibiens capturés et mis en captivité [Walzer *et al.*, 1996]. Dans une étude rétrospective réalisée au zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005, sur 16 guépards captifs sept (soit 44 %) présentaient des myélolipomes spléniques et sur 14 guépards captifs quatre individus (soit 29 %) présentaient des myélolipomes hépatiques [Ployart, 2007]. Cette tumeur bénigne touche en majorité les animaux âgés de plus de cinq ans [Munson *et al.*, 1999 ; Walzer *et al.*, 1996]. Des troubles endocriniens et/ou des maladies chroniques sont des hypothèses étiologiques aux myélolipomes [Walzer *et al.*, 1996]. De plus une alimentation riche en lipides favoriserait l'apparition de cette tumeur [Munson *et al.*, 1999].

La suspicion diagnostique peut être établie par échographie abdominale [Terio *et al.*, 2018a]. Les myélolipomes étant le plus souvent asymptomatiques, ce sont généralement des trouvailles d'autopsie.

### 2.1.2 Myélopathie dégénérative

La myélopathie dégénérative touche principalement les guépards captifs en Europe [Ployart, 2008 ; Terio *et al.*, 2018a]. En 2018, plus de 100 cas ont pu être répertoriés dans 16 lieux différents en Europe et aux Emirats Arabes Unis [Terio *et al.*, 2018a]. Aucune prédisposition sexuelle n'a été mise en évidence. L'étiologie reste inconnue mais plusieurs hypothèses ont été émises : origine génétique, nutritionnelle, toxique, environnementale ou virale [Robert, 2008].

Elle est caractérisée par une ataxie chez des animaux âgés entre deux mois et 12 ans [Terio *et al.*, 2018a]. Au zoo de la Palmyre, six guépards captifs ont été atteints d'ataxie sur les 54 guépards étudiés entre 1989 et 2005 et ils avaient moins d'un an [Ployart, 2007]. L'apparition des symptômes est aiguë à suraiguë, suite à un stress ou de manière spontanée [Robert, 2008 ; Terio *et al.*, 2018a]. Les signes cliniques indiquent une lésion du motoneurone supérieur ainsi que des déficits proprioceptifs, impliquant les voies sensorielles [Robert, 2008]. Chez les jeunes, les signes cliniques de cette myélopathie sont souvent associés à ceux présents lors d'une infection à l'herpesvirus félin de type un (FHV-1) : épiphora et jetage. La démarche est d'abord oscillante et l'ataxie débute par les membres pelviens. Ensuite l'animal présente des difficultés à se lever, de l'hypermétrie, des chutes, un arrière-train tombant, voire un décubitus [Robert, 2008]. L'ataxie peut également toucher les membres thoraciques. Parfois de l'incontinence urinaire ainsi que des tremblements de la tête sont présents. L'évolution est variable : évolution rapide de l'ataxie et de la parésie ou évolution lente avec possible stabilisation des symptômes [Terio *et al.*, 2018a]. L'appétit est normal et les animaux restent alertes [Robert, 2008].

Différents traitements ont été testés : anti-inflammatoires non stéroïdiens (acide tolfénamique, flunixin, carprofène), anti-inflammatoires stéroïdiens (prednisolone et dexaméthasone), complexe vitamine B, sélénium,  $\alpha$ -tocopherol et administration d'anticorps sériques neutralisants contre les virus de la Panleucopénie infectieuse Féline (FPV), l'Herpesvirose féline (FHV-1) et le Calicivirus félin (FCV) [Robert, 2008]. Aujourd'hui aucun traitement ne permet de soigner cette myélopathie.

## 2.2 PRINCIPALES AFFECTIONS DU GUEPARD ENTRAINANT DES TROUBLES GASTRO-INTESTINAUX

L'incidence de nombreuses lésions est plus élevée en captivité [Munson *et al.*, 2005]. Le guépard est particulièrement sujet aux gloméruloscléroses, aux maladies veino-occlusives hépatiques ou encore aux gastrites, que l'on retrouve peu à l'état sauvage (Tableau IV).

Lésion	Guépards sauvages en Namibie n=76	Guépards captifs d'Afrique du Sud n=80	Guépards captifs d'Amérique du Nord n=147
Gastrites	7/62 (11 %)	69/70 (99 %)	109/110 (99 %)
Colonisation par <i>Helicobacter</i>	54/61 (88 %)	29/35 (83 %)	91/110 (83 %)
Gloméruloscléroses	6/47 (13 %)	22/27 (81 %)	32/48 (67 %)
Amyloïdose rénale	2/47 (4 %)	10/27 (37 %)	17/48 (35 %)
Maladie veino-occlusive	4/48 (8 %)	12/28 (43 %)	51/81 (63 %)
Hyperplasie de la corticale des glandes surrénales	2/23 (9 %)	13/14 (93 %)	20/36 (56 %)

Tableau IV : Prévalence des lésions chez les guépards sauvages namibiens et chez les guépards captifs d'Afrique de Sud et d'Amérique du Nord (D'après Munson *et al.*, 2005)

### 2.2.1 Troubles digestifs chez le guépard en captivité

#### 2.2.1.1 Fréquence et nature des troubles observés

Dans l'étude de Whitehouse-Tedd *et al.* (2015), un questionnaire avait été envoyé recensant les diarrhées et vomissements observés chez les guépards captifs dans le monde les six mois précédant l'étude. La diarrhée était un symptôme rapporté chez 41 % des guépards captifs et les vomissements étaient rapportés chez 25 % des guépards captifs. De même, dans l'étude réalisée au zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005, de la diarrhée et des vomissements étaient fréquemment rapportés [Ployart, 2007]. La diarrhée était présente chez au moins 22 individus sur les 54 guépards étudiés. Néanmoins les symptômes observés n'étaient pas précisés pour toutes les affections décrites, notamment lors de parasitisme digestif. Le Docteur Sara Mangiaterra [Mangiaterra, 2020] a observé que de nombreux guépards captifs présentaient de la diarrhée ainsi qu'une perte d'appétit, symptôme peu documenté dans la littérature.

Il semblerait que les diarrhées et les vomissements soient les principaux symptômes rapportés chez les guépards captifs. Néanmoins il est possible que d'autres symptômes peut-être plus insidieux ou plus difficiles à repérer, tels que la perte de poids ou la perte d'appétit, puissent être présents chez certains guépards sans qu'ils aient été recensés.

### 2.2.1.2 Importance de la ration alimentaire

L'alimentation joue un rôle important dans la santé des guépards et peut être un facteur de risque d'apparition de troubles digestifs [Whitehouse-Tedd *et al.*, 2018]. Ainsi l'alimentation est un facteur à prendre en compte lors de la survenue de troubles digestifs chez le guépard.

Dans l'étude de Depauw *et al.* (2011) sur 14 guépards captifs, les guépards nourris avec des lapins entiers émettaient plus de selles. Ceci pouvait être expliqué par la présence des poils et des os, qui étaient retrouvés dans les selles. Les selles des animaux nourris avec des lapins entiers étaient plus fermes et leur consistance variait peu au cours du temps comparé aux animaux nourris avec de la viande bovine supplémentée avec des prémélanges en vitamines et minéraux (Carnizoo®, Twilmij B.V., Stroe, Pays-Bas). C'est ce qui semble également être observé dans l'étude réalisée par Whitehouse-Tedd *et al.* (2015) sur 184 guépards captifs. Le score fécal (1= liquide et 5= selles très sèches) était en moyenne de 3,33 pour les animaux nourris avec des carcasses entières et il était de 2,77 pour ceux nourris avec de la viande crue. De plus, seuls les animaux nourris avec des carcasses entières ne présentaient pas de selles liquides. Néanmoins l'absence de différence significative ne permettait pas de conclure. Dans cette même étude, les animaux nourris avec de la viande crue (OR=8,43 ; p=0,02) ou un régime alimentaire mixte composé de viande crue, de préparations commerciales et de carcasses entières (OR=10,88 ; p<0,01) étaient plus souvent atteints de diarrhée que ceux nourris avec un régime composé seulement de carcasses entières. Aucune différence significative n'a été observée dans la prévalence de diarrhée entre les guépards nourris avec une préparation commerciale et ceux nourris avec des carcasses entières (p=0,09). L'ajout de côtes au moins une fois par semaine limitait l'apparition de diarrhée (OR=0,47 ; p=0,02). Les guépards avec un régime alimentaire mixte (viande crue, carcasses entières et préparations commerciales) étaient plus susceptibles de présenter des vomissements par rapport aux guépards nourris avec des carcasses entières (OR=6,09 ; p=0,01). Moins de vomissements étaient observés chez les guépards nourris avec des carcasses entières ou nourris au moins une fois par semaine avec des os longs (OR=0,36 ; p=0,04) ou des côtes (OR=0,39 ; p<0,01). La fréquence des vomissements était plus élevée lorsque de la viande de chèvre était donnée régulièrement (OR=3,67 ; p<0,01).

### 2.2.1.3 Rôle du stress chronique

Le guépard est une espèce sujette au stress en captivité [Terio *et al.*, 2004]. Dans l'étude de Munson *et al.* (2005) entre 56 % (Amérique de Nord) et 93 % (Afrique du Sud) des guépards captifs présentaient une hyperplasie de la corticale des glandes surrénales alors que seulement 9 % des guépards sauvages en Namibie présentaient cette lésion. Dans l'étude de Terio *et al.* (2004), les corticosurrénales des guépards captifs étaient plus grandes et leur concentration basale en corticoïdes était plus élevée (p<0,01), comparées aux guépards sauvages. Ainsi chez les guépards captifs l'hyperplasie des glandes surrénales serait associée à une hyperproduction de cortisol due à leur stimulation répétée [Terio *et al.*, 2004]. De plus, le rapport corticomédullaire des surrénales était corrélé à l'âge de l'animal (p=0,01) dans l'étude de Gillis-Germitsch *et al.* (2017). Enfin, le poids des surrénales était plus élevé chez des animaux présentant certaines maladies telles que les gastrites.

De nombreuses maladies sont observées plus fréquemment chez les guépards captifs [Terio *et al.*, 2004]. La sévérité des symptômes semble augmenter avec le temps de captivité. De

plus, les guépards sauvages capturés du fait de conflits avec l'Homme et gardés en captivité provisoirement ou de manière permanente, développent les mêmes maladies recensées chez les guépards captifs. Ainsi la captivité et notamment le stress chronique pourraient jouer un rôle dans l'apparition de ces maladies [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2004].

Le stress chronique pourrait être aggravé par le manque d'exercice, l'alimentation, la forte concentration des animaux dans un enclos, la température etc ... [Mangiaterra *et al.*, 2022a ; Terio *et al.*, 2012]. Par exemple l'absence de recherche de nourriture pourrait favoriser l'apparition de stress chronique chez les guépards captifs [Whitehouse-Tedd *et al.*, 2018]. Donner des carcasses entières permet l'expression de comportements naturels tels que l'augmentation du temps du repas et l'augmentation de la possessivité sur la nourriture, et stimule l'appétit [Bond et Lindburg, 1990 ; Whitehouse-Tedd *et al.*, 2018]. De plus, la variation des horaires de nourrissage est positive d'un point de vue physiologique et comportemental [Whitehouse-Tedd *et al.*, 2018]. Enfin, les guépards ont tendance ( $p=0,07$ ) à présenter une concentration en corticoïdes basale plus élevée lorsqu'ils sont visibles du public, comparée à celle des guépards non visibles [Terio *et al.*, 2004].

## 2.2.2 Affections ne touchant pas l'appareil digestif

### 2.2.2.1 Glomérulosclérose

La glomérulosclérose est la principale lésion rénale retrouvée chez le guépard dans le monde entier. Elle peut toucher toutes les classes d'âge (d'un an à 17 ans), principalement les guépards âgés, sans prédisposition sexuelle [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018a]. Une corrélation positive ( $p<0,01$ ) est identifiée entre la sévérité de l'atteinte et l'âge de l'animal [Munson, 1993]. Une étude réalisée sur 31 guépards adultes aux Etats-Unis par Munson (1993) entre 1989 et 1992 a estimé une prévalence de 84 % de glomérulosclérose chez ces guépards et elle était responsable d'environ 26 % des décès. De même, dans l'étude réalisée par Munson *et al.* (1999) entre 1975 et 1995 en Afrique du Sud, sur 42 guépards, 80 % présentaient des lésions de glomérulosclérose. Dans l'étude de Ployart (2007), sur huit guépards (cela représentait 15 % de la population étudiée) ayant présenté une insuffisance rénale chronique, trois guépards (soit 21 %) présentaient une glomérulosclérose associée à une amyloïdose rénale et trois autres guépards (soit 21 %) présentaient une néphrite glomérulaire qui serait la lésion précédant la glomérulosclérose [Munson, 1993]. L'étiologie reste actuellement inconnue. Des hypothèses telles que la génétique et le stress chronique ont été émises [Ployart, 2007]. Le stress chronique favorise l'hyperplasie surrénalienne résultant en une augmentation de la sécrétion des hormones glucocorticoïdes. Celles-ci favoriseraient l'hypertension glomérulaire et la glomérulopathie membranaire et ainsi les gloméruloscléroses.

Cette lésion résulte en un épaississement de la trame conjonctive des glomérules, dû à une accumulation de collagène, de glycoprotéines et des produits de glycosylation avancée [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018a]. Ces lésions peuvent engendrer une insuffisance rénale chronique s'exprimant par une polyuro-polydipsie, un abattement, des vomissements et de l'anorexie.

Un diagnostic précoce de maladie rénale chronique (MRC) peut être établi par la mesure de la clairance de la créatinine et le calcul des fractions d'excrétion des électrolytes [Ployart, 2007]. Les dosages de la créatininémie et de l'urémie permettent un diagnostic tardif de la

maladie. De même que chez les carnivores domestiques, une mesure du rapport protéines urinaires sur créatinine urinaire oriente un diagnostic de MRC.

Le traitement d'une MRC est seulement palliatif. Il consiste en une ration alimentaire adaptée et en une fluidothérapie lors de crises urémiques. L'euthanasie sera souvent réalisée sur les guépards atteints [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018a].

#### 2.2.2.2 Amyloïdose systémique

L'amyloïdose est une maladie caractérisée par un dépôt de substance amyloïde dans différents organes tels que les reins et le foie [Ployart, 2007]. L'amyloïdose peut être primaire ou de type AA, secondaire à un processus inflammatoire, tumoral ou viral. Elle est observée chez toutes les classes d'âge sans prédisposition sexuelle. Elle est présente notamment aux Etats-Unis, en Afrique du Sud et au Japon. Dans une étude rétrospective réalisée par Munson *et al.* en 2005, 35 % des reins observés sur les guépards captifs aux Etats-Unis et 37 % des reins observés sur les guépards captifs d'Afrique du Sud présentaient des lésions d'amyloïdose rénale. L'étude prospective réalisée par Papendick *et al.* en 1997 sur des reins prélevés sur des guépards captifs aux Etats-Unis, en Afrique du Sud et en Namibie, a estimé une prévalence à 38 % d'amyloïdose rénale associée dans 52 % des cas à une amyloïdose hépatique. Au zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005, sur 14 guépards captifs autopsiés, 21 % présentaient une amyloïdose hépatique et sur huit guépards présentant une MRC, 21 % présentaient une amyloïdose rénale [Ployart, 2007]. Une prédisposition génétique est suspectée. On retrouverait principalement l'amyloïdose secondaire chez le guépard [Munson *et al.*, 1999 ; Papendick *et al.*, 1997]. L'augmentation de la substance amyloïde A (SAA) lors d'inflammation chronique et de néoplasie pourrait favoriser l'apparition de la maladie [Terio *et al.*, 2018a]. En effet, dans l'étude rétrospective de Papendick *et al.* (1997), 100 % des animaux présentant une amyloïdose présentaient également une inflammation d'un autre organe. Le guépard étant souvent sujet aux inflammations telles que les gastrites chroniques, cela pourrait expliquer la haute prévalence de l'amyloïdose systémique chez cette espèce [Papendick *et al.*, 1997]. De plus, une transmission de l'amyloïdose de type AA via les matières fécales contenant de la fibrille amyloïde AA est envisagée chez le guépard [Zhang *et al.*, 2008]. Cela pourrait également expliquer sa haute prévalence chez cette espèce.

La substance amyloïde se dépose principalement dans les reins, conduisant à une insuffisance rénale chronique à l'origine, dans 74 % des cas d'amyloïdose, de la mort de l'animal [Papendick *et al.*, 1997]. Elle se dépose également dans le foie, résultant en une insuffisance hépatique dont les symptômes sont rarement observés [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018a]. Le diagnostic et le traitement de l'insuffisance rénale chronique ont été détaillés dans la partie précédente (2.2.2.1. Glomérulosclérose).

### 2.2.2.3 Infections du système hématopoïétique

#### 2.2.2.3.1 La piroplasmose

La piroplasmose est une protozoose sanguine causée par *Babesia spp.* (*Babesia felis*, *Babesia leo*, *Babesia lengau* sp. nov. ...) et dans une moindre mesure par des parasites ressemblant à *Theileria spp.* [Bosman *et al.*, 2010]. Le mode de transmission de ce parasite n'a pas été élucidé chez le guépard. Ces parasites seraient transmis par des tiques, telles que *Rhipicephalus sanguineus*, et engendrent une anémie hémolytique [Bosman *et al.*, 2010 ; Ployart, 2007]. Dans l'étude de Bosman *et al.* (2010), sur 137 guépards testés, 39 (soit 29 %) étaient parasités par *Babesia lengau* sp. nov.. Cette parasitose semble toucher principalement les guépards sauvages et peut causer de l'abattement et de l'anorexie [Bosman *et al.*, 2010 ; Ployart, 2007]. Néanmoins aucun symptôme n'a été observé lors de parasitose à *Babesia lengau* sp. nov. [Bosman *et al.*, 2010]. Il semblerait donc qu'il y ait un portage asymptomatique de la piroplasmose.

Il est possible de mettre en évidence le parasite avec un frottis sanguin coloré [Bourdoiseau, 2020] ou encore en réalisant une PCR [Bosman *et al.*, 2010]. Le traitement est le même que celui utilisé chez les carnivores domestiques [Ployart, 2007] : imidocarbe 2-3 mg/kg en une injection en intramusculaire ou en sous-cutanée [Bourdoiseau, 2020].

#### 2.2.2.3.2 L'hémobartonellose

L'hémobartonellose est une maladie causée par un mycoplasme *Mycoplasma haemofelis* (anciennement nommé *Haemobartonella felis*) [Haefner *et al.*, 2003]. C'est une bactérie à Gram négatif parasitant les érythrocytes et transmise notamment par les arthropodes hématophages (*Ctenocephalides felis*) chez le chat [Ployart, 2007]. Son mode de transmission n'est pas totalement élucidé chez le guépard [Haefner *et al.*, 2003]. Cette maladie reste rare. Dans l'étude de Munson *et al.* (1999) en Afrique du Sud, sur les 69 guépards captifs étudiés, dont 13 présentaient une anémie, deux guépards avaient une hémobartonellose. Les symptômes sont peu rapportés. Il est possible d'observer un abattement, de l'anorexie et un ictère [Ployart, 2007]. Une anémie régénérative peut également être mise en évidence. Il est possible de réaliser un frottis sanguin afin d'identifier la bactérie mais cette méthode est peu sensible [Haefner *et al.*, 2003]. Une PCR peut également être réalisée. Il n'est pas clairement spécifié si le traitement des animaux atteints est indiqué.

### 2.2.3 Affections du système digestif

Le guépard en captivité est souvent sujet à des troubles gastro-intestinaux. Des atteintes de tube digestif ou de ses annexes que sont le foie ou le pancréas peuvent en être la cause.

#### 2.2.3.1 Maladie veino-occlusive hépatique

La maladie veino-occlusive hépatique est une maladie dégénérative du foie notamment observée aux Etats Unis et en Afrique du Sud [Terio *et al.*, 2018b]. Elle n'est pas retrouvée en Europe [Ployart, 2007]. Cette maladie est également décrite chez les panthères des neiges [Terio *et al.*, 2018b]. Une fibrose subendothéliale des espaces de Disse, des veines centrolobulaires hépatiques et subhépatiques est présente, résultant en un rétrécissement de la lumière veineuse et en une perte d'hépatocytes autour de ces vaisseaux, voire en une cirrhose (Figure 7) [Terio *et al.*, 2018b].

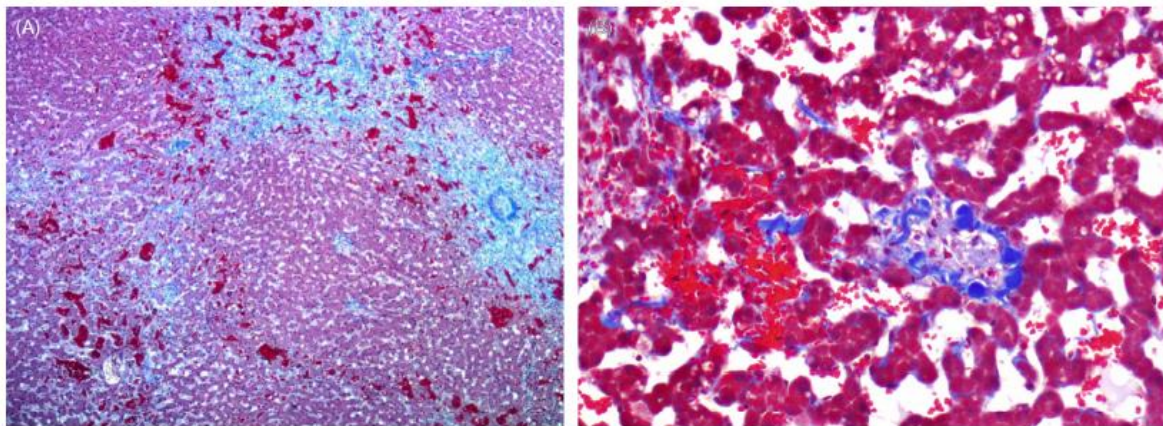


Figure 7 : Histopathologie de la maladie veino-occlusive hépatique chez le guépard (Source : Terio *et al.*, 2018b)

A l'heure actuelle aucune étiologie n'a été identifiée. Les principales hypothèses sont génétiques, alimentaires, toxiques etc.... Néanmoins aucune étude n'a démontré l'étiologie spécifique de cette maladie qui semble être plurifactorielle [Ployart, 2007]. Cette maladie touche toutes les classes d'âge. La sévérité de la maladie augmente avec l'âge de l'animal [Munson, 1993]. La maladie veino-occlusive est rarement observée chez les guépards non captifs [Munson, 1993]. Au contraire, c'est une des maladies les plus rencontrées chez les guépards captifs. Une étude réalisée par Munson entre 1989 et 1992 sur des guépards captifs aux Etats-Unis a montré que la maladie veino-occlusive hépatique était présente chez 82 % des guépards décédés et elle était responsable de la mort de 29 % des guépards décédés. Des biopsies hépatiques réalisées sur des guépards femelles ont mis en évidence que 51 % d'entre elles présentaient des lésions de maladie veino-occlusive hépatique. Une autre étude réalisée sur 69 guépards captifs morts par Munson *et al.* (1999) entre 1975 et 1995 en Afrique du Sud a montré que la maladie veino-occlusive était observée dans 36 % des cas et elle était responsable de 9 % des décès. Cette maladie semblait moins présente et moins sévère en Afrique du Sud qu'aux Etats-Unis. Néanmoins l'étude se déroulant en Afrique du Sud incluait des guépards plus jeunes que l'étude réalisée aux Etats-Unis.

La maladie veino-occlusive hépatique peut être asymptomatique chez les guépards [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018b]. Une insuffisance hépatique peut également être observée,

résultant en de la léthargie, une perte de poids, des vomissements, de l'anorexie, un chyloabdomen ou séroabdomen, une hypoprotéinémie, une élévation des enzymes hépatiques (alanine aminotransférase, aspartate aminotransférase, phosphatases alcalines) et de la bilirubinémie et un ictère. Des troubles neurologiques peuvent rarement apparaître, causés par une encéphalopathie hépatique.

La maladie veino-occlusive est souvent une découverte fortuite d'autopsie car peu de signes cliniques sont observés [Ployart 2007]. C'est une maladie d'évolution irréversible et dont les signes cliniques apparaissent tardivement. L'euthanasie est souvent réalisée quand elle est cliniquement exprimée du fait de la non-réponse aux traitements symptomatiques et de la dégradation de l'état général des animaux.

### 2.2.3.2 *Les affections pancréatiques*

Les lésions pancréatiques rencontrées chez le guépard sont les pancréatites [Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018a ; Terio *et al.*, 2018b], l'ectasie des canaux pancréatiques et la diminution de taille des acini [Munson *et al.*, 1999]. Aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre l'ectasie des canaux pancréatiques et les pancréatites [Terio *et al.*, 2018b]. Alors que les lésions pancréatiques sont peu retrouvées en Afrique du Sud (prévalence de 7 % de l'atrophie pancréatique) [Munson *et al.*, 1999], la prévalence de l'atrophie pancréatique, dans une étude réalisée aux Etats-Unis, était de 46 % [Munson, 1993]. Les pancréatites, présentes aux Etats-Unis, ne sont pas observées en Afrique du Sud [Munson *et al.*, 1999]. Les pancréatites touchent particulièrement les guépards nourris avec des abats ou avec un régime alimentaire élevé en graisse [Terio *et al.*, 2018a].

La plupart des guépards présentant ces lésions pancréatiques sont asymptomatiques. Elles peuvent parfois entraîner des troubles digestifs, des signes d'abdomen aigu et de l'hyperthermie [Ployart, 2007]. De la diarrhée et des vomissements sont observés lors de pancréatite [Terio *et al.*, 2018a]. L'ectasie des canaux pancréatiques et l'atrophie pancréatique semblent avoir peu de conséquences fonctionnelles sur le pancréas et sur la santé des animaux [Munson *et al.*, 1999 ; Terio *et al.*, 2018b].

Les tests de laboratoires ou une laparotomie exploratrice permettent de mettre en évidence une affection pancréatique [Ployart, 2007]. Le diagnostic est le plus souvent trop tardif et l'affection quand elle est cliniquement exprimée, notamment dans le cas des pancréatites, entraîne souvent la mort de l'animal.

### 2.2.3.3 *Autres affections*

Les autres causes de troubles gastro-intestinaux pouvant être rencontrés chez le guépard sont les corps étrangers, l'hypertrophie pylorique, l'hypersensibilité intestinale et la hernie hiatale [Ployart, 2007]. Ces affections sont rares et peu décrites dans la littérature.

## 2.2.4 Maladies infectieuses induisant des troubles digestifs

### 2.2.4.1 Virus

#### 2.2.4.1.1 Péritonite infectieuse féline (PIF)

La péritonite infectieuse féline (PIF) est une maladie infectieuse due à un Coronavirus, biotype virus de la péritonite infectieuse (FIPV), résultant de la mutation du biotype Coronavirus entérique (FECV). Le guépard est très sensible à ce virus. Une épizootie de PIF est survenue dans un centre de guépards reproducteurs Wildlife Safari aux Etats-Unis dans l'état de l'Orégon en 1982-1983 après l'introduction de deux guépards [Heeney *et al.*, 1990]. En un an 90 % des guépards du centre ont contracté la maladie. La mortalité finale a été estimée à 60 % en quatre ans. Les guépards, étant tous séronégatifs au virus de la PIF avant mai 1982, sont tous devenus séropositifs en huit mois. De plus, les anticorps ont persisté plusieurs années. Aucune différence n'a été observée entre les anticorps développés par les animaux survivants et ceux développés par les animaux décédés. Par la suite, la médiane de temps entre la séroconversion et le décès des guépards était de sept à 12 mois. La PIF était plus sévère chez les jeunes guépards âgés de moins de 5 mois : seulement 15 % des jeunes ont survécu alors que 60 % des adultes ont survécu ( $p < 0,01$ ). Trois hypothèses ont été émises concernant la survie de certains guépards : le virus présente des variations génétiques influençant l'apparition des symptômes ; les variations génétiques des guépards hôtes influent sur le développement de la maladie ; un cofacteur, un virus synergique secondaire ou un événement stochastique, est nécessaire pour le développement de la maladie. En Namibie 29 % des guépards sauvages étaient séropositifs entre 1992 et 1998 [Munson *et al.*, 2004] alors qu'aux Etats-Unis, il était estimé que plus de 60 % des guépards captifs étaient séropositifs en 1990 [Evermann *et al.*, 1993]. La PIF n'est pas présente chez les guépards captifs d'Europe [Ployart, 2007]. Une prédisposition génétique est suspectée [Munson *et al.*, 2005]. De même le stress chronique, modulant la réponse immunitaire de l'animal, pourrait favoriser l'apparition de la maladie chez cette espèce. La principale voie de transmission du virus est la voie oro-nasale [Evermann *et al.*, 1988]. D'autres voies de contamination seraient possibles : inoculation directe (aiguilles, morsures) ou par léchage de plaies. La période d'incubation varie entre huit jours et trois mois.

Les symptômes sont les mêmes que ceux présents chez le chat domestique : on retrouve la forme humide (pleurésie et ascite avec un épanchement jaune citrin, distension abdominale ...) ou la forme sèche (granulomateuse). A cela s'ajoutent d'autres symptômes tels que de la diarrhée, de l'anorexie, de l'abattement ou encore une perte de poids [Evermann *et al.*, 1988 ; Ployart, 2007]. De plus, l'animal peut présenter une affection concomitante : insuffisance hépatique et/ou rénale, syndrome de malabsorption ... [Heeney *et al.*, 1990]. Une paralysie généralisée peut également être observée [Ployart, 2007]. Après l'apparition des signes cliniques la mort de l'animal est inéluctable [Evermann *et al.*, 1988].

Le diagnostic peut être réalisé par sérologie ou PCR sur selles [Ployart, 2007]. Néanmoins ces techniques ne permettent pas de différencier le virus de la PIF et le Coronavirus entérique félin (FECV). Associer les signes cliniques et les résultats de la sérologie et de la PCR est recommandé afin d'établir un diagnostic. Comme chez le chat domestique, le traitement est inefficace et une euthanasie est le plus souvent réalisée.

#### 2.2.4.1.2 Panleucopénie infectieuse féline

La panleucopénie infectieuse féline, ou typhus, est une maladie infectieuse causée par un Parvovirus [Lamberski, 2015]. Le typhus entraîne une forte mortalité chez les jeunes guépards âgés de moins de cinq mois. Le virus de la panleucopénie infectieuse féline (FPV) est lié aux virus de l'entérite du vison (MEV) et de la parvovirose canine (CPV) [Lane *et al.*, 2016]. Le CPV-2, retrouvé spécifiquement chez les canidés, et le FPV sont génétiquement proches avec plus de 98 % d'homologie génomique [Steinel *et al.*, 2001]. Les nouveaux variants CPV-2a, CPV-2b et CPV-2c peuvent quant à eux infecter les félidés [Lane *et al.*, 2016 ; Steinel *et al.*, 2001]. Le FPV touche de nombreuses espèces félines [Lane *et al.*, 2016] : « *le guépard (Acinonyx jubatus), le chat sylvestre (Felis sylvestris sylvestris), le lion (Panthera leo), le chat sauvage d'Afrique (Felis lybica), l'ocelot (Leopardus pardalis), le puma (Puma concolor), le tigre de Sibérie (Panthera tigris altaica), et l'oncille (Leopardus tigrinus)* ». On le retrouve également chez le vison (*Neovison vison*), le renard polaire (*Vulpes lagopus*) et le raton laveur (*Procyon lotor*). Le FPV est très résistant dans l'environnement [Lamberski, 2015] : il peut résister un an dans un environnement favorable. Toutes les sécrétions et excréments d'un animal malade sont contagieuses et l'excrétion du virus dans les matières fécales dure six semaines après la guérison clinique. Le guépard peut donc se contaminer par contacts directs ou indirects [Lane *et al.*, 2016]. Le stress chronique serait un facteur favorisant l'apparition de signes cliniques sévères et la persistance de la maladie [Munson *et al.*, 2004].

Les signes cliniques durent cinq à sept jours [Lamberski, 2015]. Le typhus est asymptomatique chez certains individus. Pour d'autres, l'apparition des signes cliniques est suraiguë ou aiguë. La forme aiguë est caractérisée par de l'hyperthermie, une baisse de l'état général, de l'anorexie et une déshydratation. Des vomissements et de la diarrhée sont également présents. Le FPV peut entraîner des signes cliniques sévères voire la mort de l'animal en moins de 24 heures.

Le diagnostic est établi à l'aide d'une PCR sur les selles ou par observation de selles au microscope électronique [Lane *et al.*, 2016]. Il est également possible de réaliser une immunofluorescence directe sur les selles ou d'utiliser un test rapide pour la parvovirose canine permettant de détecter les antigènes de FPV pendant la phase aiguë [Elleouet, 2007 ; Lamberski, 2015]. La réponse immunitaire est mise en place en quatre à cinq jours, puis le virus devient difficilement détectable dans les selles et les tissus après sept à neuf jours [Elleouet, 2007].

Le traitement consiste en l'administration d'antibiotiques, afin de prévenir une infection bactérienne secondaire [Sengenberger *et al.*, 2018], associés à un traitement symptomatique composé de pansements digestifs, d'anti-émétiques, d'anti-acides, de compléments nutritionnels... [Lane *et al.*, 2016 ; Ployart, 2007]. Une fluidothérapie peut être mise en place pour les animaux les plus atteints, notamment les jeunes.

Une prophylaxie médicale est recommandée avec une vaccination utilisant un vaccin inactivé [Lamberski, 2015]. Les jeunes doivent être vaccinés à l'âge de six semaines, neuf semaines, 12 semaines et 15-16 semaines puis rappel à l'âge de six mois [Woc Colburn *et al.*, 2018]. Les adultes doivent ensuite être vaccinés tous les ans à trois ans. Une injection d'un vaccin inactivé est également recommandée pour les femelles reproductrices à la fin de la gestation, trois semaines avant la mise-bas [Lamberski, 2015 ; Woc Colburn *et al.*, 2018]. Des sérologies régulières permettent de suivre la réponse immunologique des animaux au vaccin inactivé administré. Néanmoins le vaccin ne protège pas complètement les individus vaccinés

[Steinel *et al.*, 2000]. En effet, la panleucopénie infectieuse féline peut toucher des animaux vaccinés, voire entraîner la mort chez certains. Le vaccin protège contre la souche FPV, ainsi le nombre de cas CPV-2a, CVP-2b et CPV-2c augmente [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.1.3 Autres virus pouvant entraîner des troubles gastro-intestinaux

Le virus de l'immunodéficience féline (FIV) est un Lentivirus pouvant entraîner des troubles digestifs chez les animaux atteints [Lamberski, 2015]. Il infecte très rarement les guépards [Sengenberger *et al.*, 2018 ; Terio *et al.*, 2018a]. Le virus, présent dans la salive, est transmis par la morsure d'un animal malade [Lamberski, 2015]. Ce virus touche principalement les animaux âgés en captivité ainsi que les mâles. La plupart du temps asymptomatique, il est parfois responsable de symptômes très variés dont des vomissements, de la diarrhée, une perte de poids, mais également d'infections cutanées, de troubles neurologiques .... Le diagnostic peut être réalisé avec des Western Blot recherchant les anticorps, un ELISA et un isolement du virus à partir de sang ou de salive. Une sérologie de routine est recommandée [Woc Colburn *et al.*, 2018]. Aucun traitement ne permet de soigner les animaux atteints de FIV [Lamberski, 2015]. Il convient d'isoler définitivement les animaux atteints, car le FIV est permanent tout au long de la vie de l'animal.

Un autre virus très rare pouvant entraîner des troubles digestifs chez le guépard est un Mamastrovirus de la famille des Astroviridae [Atkins *et al.*, 2009]. Les Astrovirus sont responsables d'entérite chez le vison (*Mustela lutreola*) et le chat domestique (*Felis catus*). Le chat domestique a longtemps été la seule espèce de félidés infectée par les Astrovirus. L'étude de Atkins *et al.* (2009) en 2007 sur des guépards a mis en évidence un Mamastrovirus dans les selles de guépards léthargiques, anorexiques et présentant de la diarrhée et des régurgitations évoluant depuis 11 jours. La voie féco-orale semblait être la voie de contamination. Le diagnostic a été établi à l'aide de la microscopie électronique et d'une PCR sur selles. Les animaux ont été traités avec du bismuth subsalicylate 524 mg par voie orale deux fois par jour pendant cinq jours, résultant en une guérison clinique.

#### 2.2.4.2 Entérites bactériennes

Dans l'étude réalisée par Ployart (2007) sur 54 guépards captifs au zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005, cinq guépards (soit 9 %) présentaient une diarrhée, dans certains cas hémorragiques, d'origine bactérienne. Les bactéries retrouvées par coproculture étaient *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni* et *Plesiomonas shigelloïdes*. Cette dernière bactérie n'a pas été présentée dans cette partie car elle est peu répertoriée chez le guépard.

##### 2.2.4.2.1 Salmonellose

La salmonellose est une maladie infectieuse causée par la bactérie *Salmonella spp.* [Sengenberger *et al.*, 2018]. *Salmonella spp.* est une bactérie à Gram négatif anaérobie facultative [Popoff et Minor, 2015]. C'est une bactérie zoonotique [Sengenberger *et al.*, 2018]. Plusieurs sérotypes ont pu être identifiés chez le guépard. *Salmonella typhimurium* [Venter *et al.*, 2003] et *Salmonella muenchen* sont les sérotypes principalement isolés mais d'autres peuvent être retrouvés tels que *Salmonella chandans* [Okoh et Onazi, 1980], *Salmonella riasen ... Salmonella spp.* est une bactérie commensale des intestins chez de nombreuses espèces et est

largement répandue dans l'environnement [Venter *et al.*, 2003]. La malnutrition favorise l'apparition de salmonellose. Le guépard se contamine par voie orale, notamment par une alimentation contaminée [Clyde *et al.*, 1997 ; Sengenberger *et al.*, 2018].

Cette bactérie peut être responsable d'entéocolite et de sepsis [Venter *et al.*, 2003]. On peut ainsi observer de la diarrhée, des vomissements, de la fièvre, une anorexie et une perte de poids chez les animaux atteints [Okoh et Onazi, 1980 ; Sengenberger *et al.*, 2018 ; Terio *et al.*, 2018a]. La salmonellose entraîne la mort du guépard dans certains cas, notamment chez les jeunes (mortalité néonatale) [Venter *et al.*, 2003] et les animaux âgés et immunodéprimés [Ployart, 2007]. Elle peut également être asymptomatique [Venter *et al.*, 2003]. *Salmonella spp.* serait également responsable d'une immunodépression pouvant favoriser l'apparition d'affections secondaires.

Le diagnostic est réalisé par immunofluorescence [Sengenberger *et al.*, 2018], par des méthodes immuno-enzymatiques, cultures bactériennes sur selles, agglutination ou PCR sur selles [Venter *et al.*, 2003].

Le traitement est non spécifique et passe par une vermifugation, une modification de l'alimentation et la correction des déséquilibres alimentaires et des carences [Sengenberger *et al.*, 2018 ; Venter *et al.*, 2003]. Un traitement de soutien avec la mise en place d'une perfusion peut être entrepris selon l'état général de l'animal [Sengenberger *et al.*, 2018]. Enfin, et seulement si jugé nécessaire, un traitement antibiotique est administré selon les résultats de l'antibiogramme. En effet, de nombreuses résistances aux antibiotiques ont été identifiées pour *Salmonella spp.* comme pour l'amoxicilline, le chloramphénicol et les triméthoprime-sulfonamides [Clyde *et al.*, 1997]. La bactérie étant excrétée dans les selles, une hygiène stricte, ainsi que l'isolement des animaux malades seront entrepris [Sengenberger *et al.*, 2018 ; Venter *et al.*, 2003]. Une lutte contre les rongeurs ainsi que le retrait de la viande de poulet cru de l'alimentation sont également recommandés dans une optique préventive [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.2.2 Clostridium perfringens

Une autre bactérie responsable de troubles gastro-intestinaux chez le guépard est *Clostridium perfringens* [Terio *et al.*, 2018a]. *Clostridium perfringens* est un bacille anaérobie strict, à Gram positif et sporulé, présent chez de nombreuses espèces dont l'Homme [Citino, 1995]. *Clostridium perfringens* est une bactérie commensale appartenant à la flore digestive de nombreuses espèces. Lors de la sporulation de *Clostridium perfringens* des toxines sont produites, notamment l'entérotoxine A responsable des troubles digestifs. La bactérie est initialement ingérée par le guépard avant la sporulation et la production des toxines [Citino, 1995]. On ignore comment la sporulation est initiée. Néanmoins il a été observé, dans l'étude réalisée par Citino en 1995, que les guépards développaient une entérotoxicose après un jour de jeûne. Le jour de jeûne pourrait donc être le stimulus favorisant la sporulation de la bactérie.

*Clostridium perfringens* est responsable de diarrhées chez le guépard [Citino, 1995]. La diarrhée peut être hémorragique et composée de mucus de manière intermittente. Du ténesme et une augmentation de la fréquence d'émission des selles peuvent également être observés.

Afin d'identifier la bactérie, il était possible de réaliser un comptage des spores dans les selles à l'aide d'une coloration modifiée Wright ou Vert de Malachite dans les années 90 chez

le chien [Citino, 1995]. Les spores sont plus nombreuses dans les selles des animaux malades que dans les selles des animaux sains. Chez les carnivores domestiques, il est également possible de réaliser une culture bactérienne ou de détecter les gènes spécifiques des toxines [Marks *et al.*, 2011]. La technique la plus répandue est l'immunodétection de l'entérotoxine dans les selles. Elle peut être recherchée par RPLA (Agglutination Passive Réverse de particules de Latex) ou encore par ELISA [Citino, 1995 ; Marks *et al.*, 2011].

Un traitement ayant été testé par Citino en 1995 et semblant avoir été efficace contre *Clostridium perfringens* est l'association de tylosine 568 mg, de métronidazole 500 mg et de psyllium 24 mg pendant 14 jours, suivi par un traitement à base de tylosine 568 mg seulement, pendant 14 jours. D'autres antibiotiques tels que l'ampicilline ou les tétracyclines peuvent être utilisés [Marks *et al.*, 2011].

#### 2.2.4.2.3 *Campylobacter jejuni*

Une bactérie rencontrée moins fréquemment chez le guépard est *Campylobacter jejuni* [Sengenberger *et al.*, 2018]. *Campylobacter jejuni* est une bactérie microaérophile à Gram négatif et zoonotique [Sengenberger *et al.*, 2018 ; Snelling *et al.*, 2005]. La contamination se fait par voie orale [Sengenberger *et al.*, 2018].

La campylobactériose est souvent asymptomatique [Ployart, 2007 ; Sengenberger *et al.*, 2018]. Dans certains cas des troubles intestinaux sont observés chez le guépard, tels que de la diarrhée. Pour les cas les plus sévères une diarrhée muco-hémorragique peut survenir.

L'isolement du germe dans les selles permet d'établir un diagnostic [Elleouet, 2007]. Une PCR ou un test ELISA peuvent également permettre de l'identifier [Sengenberger *et al.*, 2018].

La campylobactériose est souvent auto-résolutive [Sengenberger *et al.*, 2018]. Un traitement de soutien peut être entrepris en perfusant l'animal. Des antibiotiques tels que l'érythromycine ou les tétracyclines peuvent être utilisés. Des résistances ont été observées aux quinolones, macrolides et aminoglycosides.

#### 2.2.4.3 Parasitisme digestif

Le parasitisme digestif est une des maladies digestives les plus présentes chez le guépard. Il est responsable de troubles digestifs tels que de la diarrhée, des vomissements ou encore un amaigrissement. Au zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005, 33 % des guépards ont présenté au moins une fois une parasitose digestive [Ployart, 2007].

##### 2.2.4.3.1 *Toxascaris leonina* et *Toxocara cati*

Un des principaux ordres de parasites retrouvés chez le guépard est l'ordre des Ascarididae. Une étude réalisée par Seltmann *et al.* entre 2009 et 2016 a mis en évidence qu'environ 20 % des guépards sauvages étudiés en Namibie étaient infestés par *Toxascaris* [Seltmann *et al.*, 2019]. De même, une étude réalisée sur des guépards captifs du Dublin Zoological Garden en 1982 a montré qu'environ 19 % des échantillons de selles analysés présentaient des œufs de *Toxascaris* [Geraghty *et al.*, 1982]. Ployart a mis en évidence, entre 1989 et 2005 au zoo de la Palmyre, que 63 % des guépards étaient parasités par des Ascaris, représentés principalement par *Toxocara cati* et *Toxascaris leonina* [Ployart, 2007].

La transmission se réalise par voie transmammarie notamment pour *Toxocara cati*, par voie oro-fécale ou par ingestion d'un hôte paraténique [Sengenberger *et al.*, 2018]. La transmission semble proche de celle observée chez le chat domestique (Figure 8).

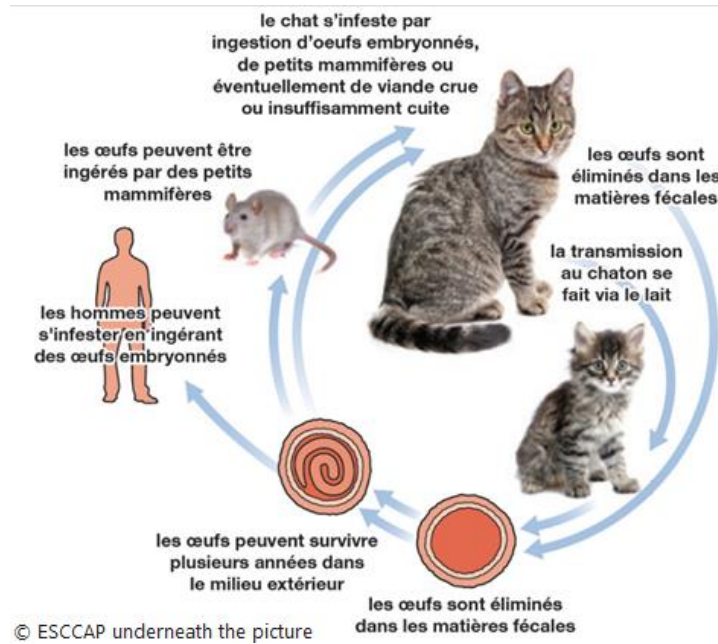


Figure 8 : Cycle évolutif de *Toxocara cati* chez le chat domestique (Source : ESCCAP France, 2017)

Les jeunes et les guépards âgés sont les plus affectés [Sengenberger *et al.*, 2018]. On observe généralement de la diarrhée, des vomissements, une perte d'appétit ou encore un retard de croissance.

Le diagnostic est réalisé à l'aide d'une coproscopie par flottaison [ESCCAP France, 2017 ; Sengenberger *et al.*, 2018] (Figure 9).

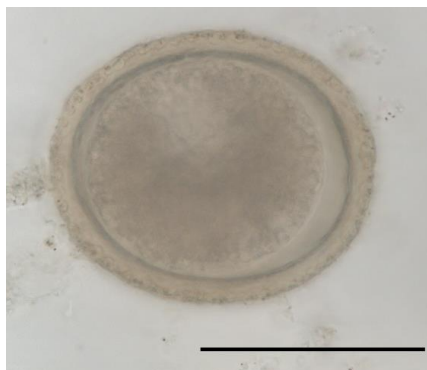


Figure 9 : Œuf de *Toxocara cati* chez un chat domestique à l'objectif à immersion x100 (Barre de mesure = 50  $\mu$ m) (Source : Service de Parasitologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort)

Ces parasites sont difficiles à éradiquer dans les parcs zoologiques malgré les programmes de vermifugation mis en place. Il est recommandé d'établir un plan prophylactique incluant la réalisation de coproscopies et la vermifugation régulière des guépards [Sengenberger *et al.*, 2018]. De plus, les femelles reproductrices doivent être vermifugées avant l'accouplement et vers la fin de la gestation. De même, les jeunes doivent être vermifugés. Le ramassage des

selles doit être quotidien afin de limiter l'infestation. Lors de l'arrivée d'un nouvel individu, ce dernier doit être mis en quarantaine, un examen coproscopique doit être entrepris, ainsi qu'une vermifugation [Woc Colburn *et al.*, 2018]. Les molécules recommandées par l'EAZA (Association européenne des zoos et aquariums) afin de traiter un parasitisme dû à des nématodes est l'ivermectine 0,2 mg/kg per os ou en injection sous-cutanée, le pyrantel 20 mg/kg per os pendant trois à cinq jours consécutifs ou le fenbendazole 50 à 100 µg/kg per os pendant trois à cinq jours [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.3.2 *Ollulanus tricuspis*

*Ollulanus tricuspis* est un nématode de 0,7 à 1 mm présent dans l'estomac du guépard (Figure 10) [Collett *et al.*, 2000]. Ce nématode est retrouvé en Europe chez des tigres et des lions captifs, mais également chez des cougars sauvages en Amérique du Nord et des tigres en Inde.



Figure 10 : Larve d'*Ollulanus tricuspis* chez un chat domestique (Source : Beugnet *et al.*, 2004)

La principale voie de transmission est la voie directe (Figure 11) : un individu sain ingère le vomitât d'un individu malade [Collett *et al.*, 2000]. Un échantillon de vomitâts peut contenir plus de 17 parasites adultes et le nombre de parasites chez un animal infesté varie de quelques parasites à plus de 11 000. Le parasite survit 12 jours dans le milieu extérieur. Aucun hôte intermédiaire ou hôte paraténique n'a pu être mis en évidence.

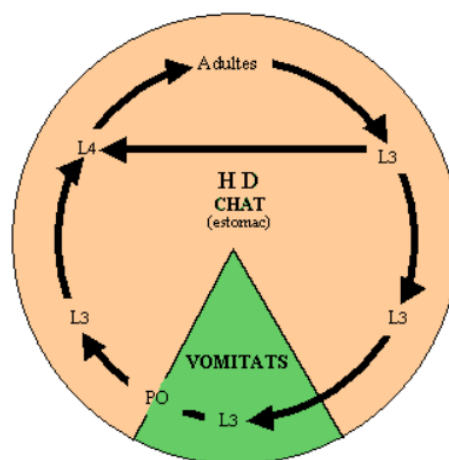


Figure 11 : Cycle évolutif d'*Ollulanus tricuspis* chez le chat (Source : Laboratoire de parasitologie, VetAgro Sup)

Ce parasite est responsable de symptômes digestifs proches de ceux présents lors d'une gastrite à *Helicobacter spp.*. Il induit une gastrite et on observe des vomissements [Collett *et al.*, 2000 ; Ployart, 2007]. De plus une diarrhée, avec plus ou moins une hématochézie et du mucus, et une gingivite peuvent survenir [Collett *et al.*, 2000]. Il peut entraîner un état de débilité sévère voire la mort de l'animal [Collett *et al.*, 2000 ; Rickard et Foreyt, 1992].

Le diagnostic peut être établi en réalisant un lavement gastrique puis en analysant le contenu à l'aide d'un microscope à dissection [Collett *et al.*, 2000]. Les larves peuvent être mises en évidence dans le vomitât avec la méthode de Baermann. La réalisation d'une coproscopie par flottaison ou par sédimentation est le plus souvent infructueuse : les œufs d'*Ollulanus tricuspis* ne sont pas observés dans le vomitât ou les selles. Il est également possible d'observer *Ollulanus tricuspis* à l'histologie dans le mucus de surface.

Aucun traitement standard n'a pour le moment prouvé son efficacité dans l'éradication du parasite. Dans l'étude réalisée par Collett *et al.* en 2000, les animaux ont reçu de l'oxfendazole 10 mg/kg trois jours consécutifs et le mois suivant du pyrantel 500 mg. Ce traitement n'a pas permis de totalement éradiquer *Ollulanus tricuspis* car à la mort d'un des guépards, six mois après le traitement, les lésions histologiques digestives en faveur de la présence d'*Ollulanus tricuspis* étaient toujours présentes. On peut également utiliser les mêmes molécules et posologies que celles utilisées pour traiter une ascaridose [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.3.3 Les ankylostomes

Un autre ordre de parasites présents chez le guépard est l'ordre des Strongylida [Garapin, 2014 ; Seltmann *et al.*, 2019]. Les principaux parasites retrouvés sont *Ancylostoma tubaeforme*, *Ancylostoma paraduodenale*, *Ancylostoma caninum* et *Ancylostoma braziliense* [Garapin, 2014]. Dans l'étude réalisée par Seltmann *et al.* en 2019 sur des guépards sauvages en Namibie, environ 82 % des guépards étaient parasités par des *Ancylostoma*. Les vers adultes sont fixés à la paroi de l'intestin grêle et sont hématophages. Le guépard se contamine en ingérant des larves infestantes, par pénétration transcutanée des larves infestantes, *in utéro* ou via le lait (Figure 12) [Elleouet, 2007].

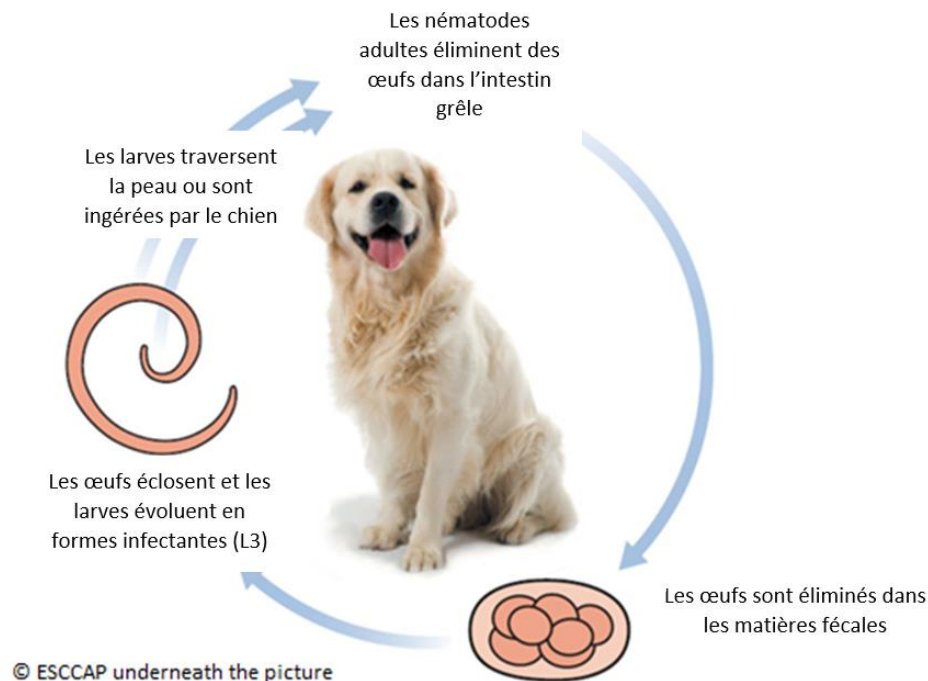


Figure 12 : Cycle évolutif d'*Ancylostoma* spp. chez le chien (D'après ESCCAP France, 2017)

Ces parasites sont responsables d'une entérite anémiant et cachectisante, caractérisée par une diarrhée avec du méléna et du mucus et une anémie associées à une adénomégalie [Elleouet, 2007].

Le diagnostic est réalisé grâce à une coproscopie par flottaison [Elleouet, 2007]. Le traitement est le même que celui utilisé pour *Toxocara cati* et *Ollulanus tricuspis* [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.3.4 Les cestodes

Le guépard peut être parasité par des cestodes tels que les *Taenia* spp.. Une étude réalisée sur des guépards sauvages en Namibie a montré qu'environ 5 % des guépards étaient parasités par des Taeniidae [Seltmann *et al.*, 2019]. *Taenia acinonyxi* est un cestode retrouvé chez le léopard (*Panthera pardus*) et le guépard (*Acinonyx jubatus venaticus* et *Acinonyx jubatus jubatus*) [Hosseini *et al.*, 2011 ; Verster, 1969]. Le guépard pourrait s'infester en ingérant le muscle parasité par les cysticerques d'hôtes intermédiaires que sont les grands herbivores, tels que l'impala (*Aepyceros melampus*), l'Hippotrague noir (*Hippotragus niger*), l'oryx gazelle (*Oryx gazella*) ... [Verster, 1969]. On retrouve ce parasite chez la sous-espèce *Acinonyx jubatus*

*jubatus* en Afrique [Verster, 1969] et la sous-espèce *Acinonyx jubatus venaticus* en Iran [Hosseini et al., 2011]. *Taenia hydatigena* et *Taenia hlosei* peuvent également parasiter le guépard [Garapin, 2014].

Un autre cestode rencontré chez le guépard est *Dipylidium caninum* [Elleouet, 2007 ; Ployart, 2007]. De même que pour le chien et le chat, la contamination se fait par l'ingestion de puces (Figure 13).

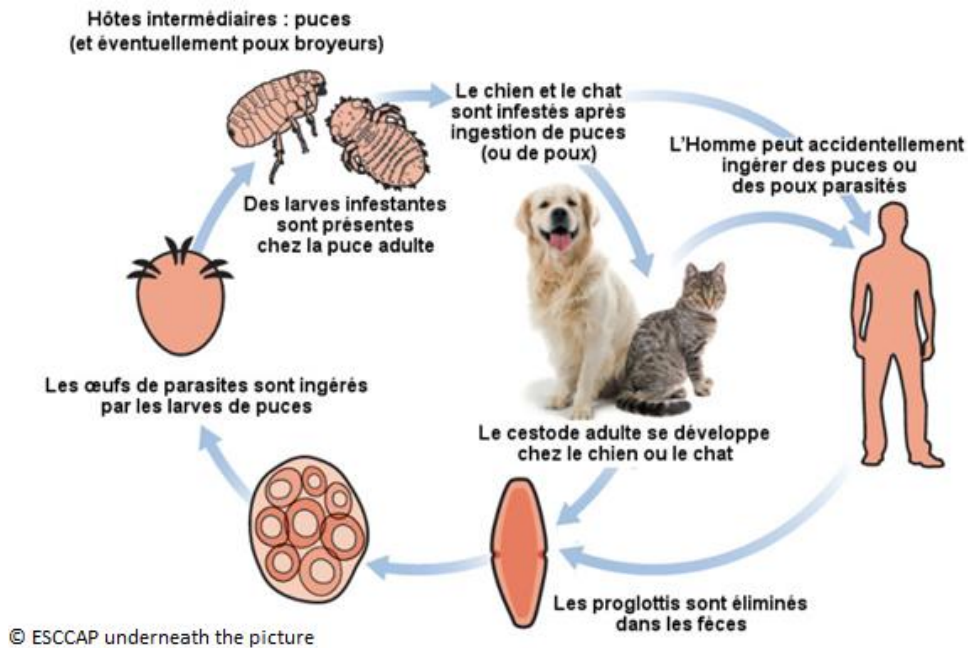


Figure 13 : Cycle évolutif de *Dipylidium caninum* chez les carnivores domestiques (Source : ESCCAP France, 2017)

Les cestodoses sont le plus souvent asymptomatiques [Elleouet, 2007]. Lors de forte infestation le guépard peut présenter de la diarrhée, un amaigrissement, une perte d'appétit et une anémie.

Afin d'établir un diagnostic, il est possible de filtrer les selles et de récupérer les cucurbitains lorsqu'ils sont excrétés [Elleouet, 2007]. Il est également possible de réaliser une coproscopie mais celle-ci est peu spécifique. Le traitement d'une cestodose est à base de praziquantel [Sengenberger et al., 2018]. La posologie recommandée est de 5.5 à 6.6 mg/kg en une seule application.

#### 2.2.4.3.5 Coccidiose à *Isospora* et *Eimeria*

Une famille de protozoaires pouvant infester les guépards sont les coccidies des genres *Isospora* et *Eimeria* [Ployart, 2007]. Une étude réalisée par Penzhorn *et al.* en 1994 a mis en évidence une parasitose à *Isospora rivolta* chez des guépards. La prévalence estimée des coccidies chez les guépards sauvages en Namibie entre 2009 et 2016 était d'environ 13 % [Seltmann *et al.*, 2019]. L'étude réalisée par Ployart au zoo de la Palmyre a estimé une prévalence de 28 % des coccidies du genre *Eimeria* et *Isospora* chez les guépards, entre 1989 et 2005 [Ployart, 2007]. La coccidiose touche principalement les jeunes [Elleouet, 2007]. Ils se contaminent par l'ingestion d'oocystes ou d'un hôte intermédiaire parasité, tel que les rongeurs.

Les coccidies sont généralement asymptomatiques [Penzhorn *et al.*, 1994 ; Ployart, 2007]. Elles peuvent parfois être responsables de diarrhée modérée voire induire une entérite pouvant entraîner la mort chez les jeunes [Munson *et al.*, 1999 ; Terio *et al.*, 2018a].

Une coproscopie par flottaison permet de mettre en évidence les coccidies [Elleouet, 2007] (Figure 14). La différenciation des genres *Isospora* et *Eimeria* est difficile à réaliser avec des coproscopies sauf lorsque des oocystes sporulés sont présents [Garapin, 2014]. Afin de préciser le diagnostic, une coproculture peut être réalisée [Elleouet, 2007]. Il est important de faire la différence entre un parasitisme et un faux parasitisme [Garapin, 2014]. L'étude réalisée par Garapin (2014) a mis en évidence du faux-parasitisme à *Eimeira* par ingestion de lapins parasités. De même, la coprophagie peut induire un faux-parasitisme.

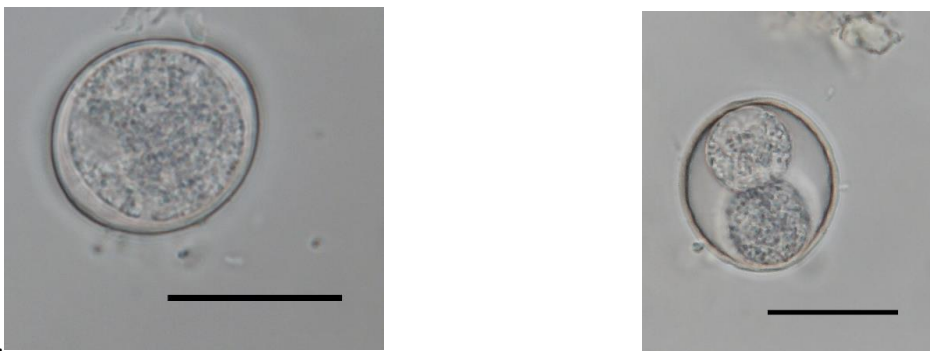


Figure 14 : Œufs d'*Isospora rivolta* non sporulé (à gauche) et en début de sporulation (à droite) chez un chat domestique à l'objectif à immersion x100 (Barre de mesure = 20 µm) (Source : Service de Parasitologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort)

Le traitement des coccidioses est à base de sulfamides, tels que la sulfadiméthoxine 50 mg/kg per os en une seule prise le premier jour puis 25 mg/kg per os pendant 14 à 21 jours [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.3.6 Néosporose et toxoplasmose

On retrouve dans une moindre mesure d'autres coccidies chez le guépard : *Neospora caninum* et *Toxoplasma gondii* [Cheadle *et al.*, 1999 ; Seltmann *et al.*, 2019]. Dans l'étude de Cheadle *et al.* (1999) entre 1984 et 1996 sur des guépards en Afrique, seulement un individu possédait des anticorps contre *Neospora caninum* alors que plus de 40 % des guépards possédaient des anticorps contre *Toxoplasma gondii* [Cheadle *et al.*, 1999]. La contamination chez les félinés se fait par transmission verticale (congénitale), par voie féco-orale (ingestion d'oocystes) ou par ingestion de viande infestée par des oocystes [Elleouet, 2007].

*Neospora caninum* et *Toxoplasma gondii* sont responsables de protozooses systémiques pouvant entraîner de nombreux signes cliniques, dont une diarrhée [Ployart, 2007].

La coproscopie est peu indicative du fait de l'excrétion intermittente des oocystes [Elleouet, 2007]. La recherche d'anticorps spécifiques par immunofluorescence indirecte ou IFAT (Indirect Fluorescent Antibodies Test) est possible. Il est également possible de réaliser une PCR, un test ELISA « cinétique » ou encore une hémagglutination.

De même que pour les coccidioses à *Isospora* et *Eimeria*, la sulfadiméthoxine, 50 mg/kg per os en une seule prise le premier jour puis 25 mg/kg per os pendant 14 à 21 jours, permet de traiter ces coccidioses [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.3.7 *Giardia* spp.

Un autre protozoaire rarement rencontré chez le guépard est *Giardia* spp. [Ployart, 2007 ; Sengenberger *et al.*, 2018]. Chez les félidés la contamination se fait par l'ingestion de nourriture ou d'eau présentant des kystes [Elleouet, 2007]. Elle se manifeste chez le guépard par une diarrhée modérée [Sengenberger *et al.*, 2018]. Une coproscopie par flottaison avec du lugol à 2 % en iode ou une observation directe d'un étalement de selles permet d'identifier les kystes ou les trophozoïtes [Elleouet, 2007].

Le traitement de la giardiose est à base de fenbendazole 50-100 mg/kg per os une seule application pendant 10 à 14 jours [Sengenberger *et al.*, 2018].

#### 2.2.4.3.8 Gestion du parasitisme en parc zoologique

Il est recommandé en parc zoologique de réaliser des examens coproscopiques quatre à six fois par an [Sengenberger *et al.*, 2018]. Selon les résultats, une vermifugation adaptée peut être réalisée. Afin de limiter l'apparition de résistances, il est conseillé de ne traiter que les animaux positifs. En pratique, certains parcs traitent même si la coproscopie est négative car certains parasites sont excrétés par intermittence. Les molécules utilisables et les doses sont présentées dans la partie 2.2.4.3.. Lors de vermifugation systématique, il est possible de vermifuger tous les trois mois par exemple avec de l'ivermectine. Les jeunes guépards doivent aussi avoir un protocole de vermifugation adapté. Pour exemple, ils peuvent être vermifugés avec du pyrantel toutes les deux semaines entre l'âge de cinq et neuf semaines puis à 12 semaines. Tous ces protocoles sont à adapter en fonction de l'animal et de la pression parasitaire présente dans l'environnement.

## 3 FOCUS SUR LES GASTRITES CHRONIQUES

---

### 3.1 LES GASTRITES CHRONIQUES EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE

Les gastrites chroniques, la maladie veino-occlusive hépatique et les lésions de gloméruloscléroses sont principalement retrouvées chez le guépard captif [Munson *et al.*, 1999 ; Munson, 1993]. Une gastrite est une inflammation de la muqueuse gastrique [Ployart, 2007]. Les gastrites touchent toutes les classes d'âge sans prédisposition sexuelle [Ployart, 2007]. Des lésions de gastrites ont été observées chez 99 % des guépards captifs en Amérique du Nord et Afrique du Sud en 2005, chez 55 % des guépards captifs en Europe et elles sont également présentes au Japon [Munson *et al.*, 2005 ; Whitehouse-Tedd *et al.*, 2015]. Ces lésions étaient moins présentes dans la population sauvage dans l'étude réalisée par Munson *et al.* (2005), avec seulement 11 % des guépards atteints. Les lésions de gastrites modérées à sévères étaient rares dans la population sauvage alors que qu'elles étaient présentes chez plus de 50 % des guépards captifs en Afrique du Sud et en Amérique du Nord. Ainsi les lésions de gastrites, notamment modérées à sévères, sont présentes majoritairement chez les guépards captifs.

### 3.2 EXPRESSION CLINIQUE DES GASTRITES CHRONIQUES ET OUTILS DIAGNOSTIQUES

#### 3.2.1 Symptômes observés

Les gastrites chroniques sont exprimées par divers symptômes digestifs : vomissements chroniques, hématomèse et méléna, perte de poids, retard de croissance, anorexie et poil piqué et terne [Eaton *et al.*, 1993b ; Mangiaterra *et al.*, 2022 ; Munson, 1993 ; Ployart, 2007 ; Terio *et al.*, 2018a].

De la diarrhée peut également être observée lors de gastrite chronique chez le guépard. La diarrhée pourrait être causée par une entérite chronique associée à la gastrite chronique. En effet, sur toutes les biopsies analysées de guépards présentant une gastrite chronique par le Docteur Sara Mangiaterra [Mangiaterra, 2020], une duodénite chronique était présente. Dans l'étude réalisée par Munson *et al.* (1999) sur 19 guépards présentant une gastrite, cinq guépards présentaient une entérite lymphoplasmocytaire probablement secondaire à la gastrite chronique. Néanmoins il n'a pas été clairement prouvé que l'entérite chronique observée soit simplement concomitante ou véritablement secondaire à la gastrite chronique et donc que la diarrhée soit un symptôme témoignant potentiellement de la présence de lésions de gastrites.

D'autres lésions pouvant être secondaires aux gastrites ont été identifiées dans l'étude de Munson *et al.* (1999) : huit guépards présentaient une amyloïdose systémique, sept guépards avaient une anémie et enfin quatre guépards présentaient une pneumonie secondaire à une fausse déglutition.

### 3.2.2 Outils diagnostiques

Chez le guépard l'examen endoscopique sous anesthésie générale permet de mettre en évidence les lésions de gastrites [Eaton *et al.*, 1993b]. Dans l'étude réalisée par Eaton *et al.* sur huit guépards captifs au zoo de Columbus (Etats-Unis) entre 1988 et 1991, quatre guépards présentaient des vomissements et les quatre autres ne présentaient pas de symptôme [Eaton *et al.*, 1993b]. Les premières lésions observées par endoscopie sur ces huit guépards étaient de l'érosion épithéliale associée à une hypertrophie de la muqueuse gastrique. Certains présentaient également des ulcères et de multiples hémorragies ponctuelles. De l'érythème est également présent lors de gastrites (Figure 15) [Terio *et al.*, 2018a].

Des biopsies gastriques peuvent être réalisées par endoscopie chez le guépard. Les biopsies sont principalement effectuées sur trois sites : le cardia, l'antre pylorique et le fundus [Eaton *et al.*, 1993b ; Gluntz, 2017]. Entre deux et six biopsies par site sont réalisées [Gluntz, 2017].

L'examen histopathologique est l'examen de choix pour diagnostiquer une gastrite et sa sévérité (Tableau V).

Grade	0	1	2	3
<b>Infiltration des cellules inflammatoires dans la lamina propria</b>	/	Discrète	- Infiltration modérée - Lamina propria élargie - Quelques glandes dilatées	- Lamina propria élargie par des infiltrats inflammatoires - Glandes dilatées
<b>Glandes gastriques</b>	/	/	/	Infiltrées ou détruites
<b>Nécrose cellulaire</b>	/	Rare	Présence	Marquée
<b>Ulcères</b>	/	/	/	Présence

/ = absent

Tableau V : Grades histopathologiques des gastrites (D'après Citino et Munson, 2005 ; Munson, 1993)

L'inflammation est caractérisée par une nécrose des cellules épithéliales, une infiltration plasmocytaire ou lymphocytaire de la lamina propria et une ulcération de la muqueuse gastrique [Munson, 1993] (Figure 15). Les glandes gastriques peuvent également être infiltrées voire détruites par les infiltrats inflammatoires [Citino et Munson, 2005]. Une infiltration neutrophilique est plus rarement observée. D'autres éléments peuvent être présents : des follicules lymphoïdes, une fibrose de la lamina propria et des métaplasies intestinales [Citino et Munson, 2005]. La plupart du temps, l'inflammation est multifocale et est principalement localisée dans le cardia et le fundus [Eaton *et al.*, 1993b]. Dans les cas les plus sévères, l'architecture normale de la muqueuse gastrique est complètement perdue [Gluntz, 2017].

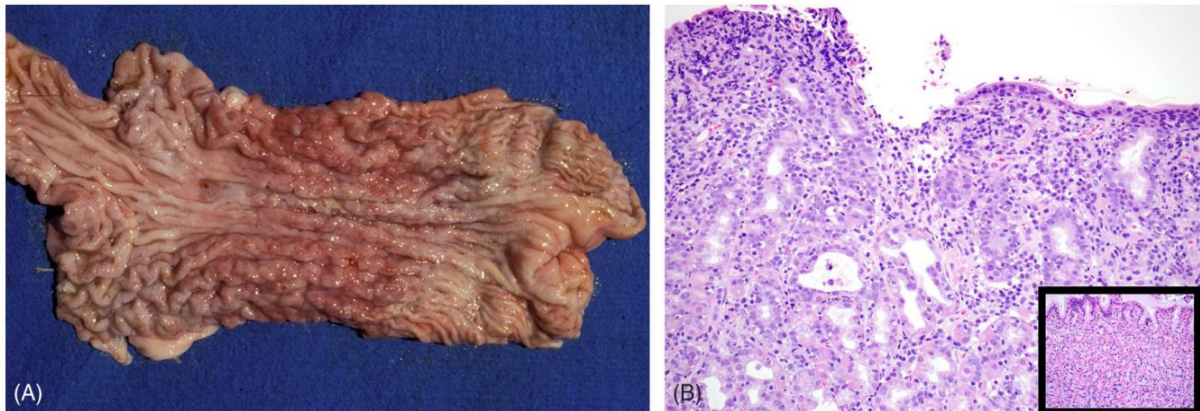


Photo A : Erythème diffus et épaissement de la muqueuse gastrique

Figure 15 : Gastrite chez un guépard captif, observation macroscopique (A) et microscopique (B) (Histopathologie d'une muqueuse gastrique d'un guépard sain dans l'encadré B) (Source : Terio *et al.*, 2018a)

### 3.3 PHYSIOPATHOLOGIE DES GASTRITES CHRONIQUES

La réponse immunitaire gastrique locale a été caractérisée par immunohistochimie par Terio *et al.* (2012) sur 21 guépards présentant des degrés de gastrites différents. On retrouvait principalement des lymphocytes T types CD3 et CD8. Dans la lamina propria se trouvaient des lymphocytes CD4+ et peu de lymphocytes B (CD79a+) et dans l'épithélium gastrique des lymphocytes T CD8α+ étaient majoritairement présents. A la différence des autres grades de gastrites, les gastrites sévères étaient caractérisées par des lymphocytes B CD79a+ dans la lamina propria, traduisant la présence de nombreux lymphocytes B activés et plasmocytes chez ces guépards.

L'inflammation gastrique s'aggrave avec l'âge des animaux et les lésions progressent [Citino et Munson, 2005]. Son évolution varie d'un individu à l'autre, suggérant que des facteurs, tels que la génétique ou le tempérament, pourraient jouer un rôle dans la pathogénie de cette maladie.

### 3.4 IMPLICATION D'HELICOBACTER SPP. DANS L'APPARITION DE GASTRITES CHRONIQUES

#### 3.4.1 Bactéries du genre *Helicobacter spp.* retrouvées chez le guépard captif

Les bactéries du genre *Helicobacter spp.* sont des bactéries spiralées à Gram négatif [Eaton *et al.*, 1993a]. Le genre est divisé en deux sous-groupes [Gluntz, 2017] : « *Helicobacter – like organisms* » (HLO) (également appelé « *Gastrospirillum-like bacteria (GLO)* ») et « *Helicobacter pylori - like organisms* » (HPLO).

Les HLO sont des bactéries mesurant environ 8 µm de long et 0,5 µm de diamètre [Gluntz, 2017]. Elles sont spiralées et possèdent une quinzaine de tours d'hélice. Elles sont retrouvées en intracellulaire dans les cellules pariétales, dans la lumière des glandes gastriques en profondeur, à la surface de l'estomac ou dans la lumière des fossettes gastriques [Gluntz, 2017 ; Jakob *et al.*, 1997]. Certaines de ces bactéries présentent des séquences ARN 16S (séquence utilisée pour la PCR) proches de *Helicobacter helmanii* [Terio *et al.*, 2005] : ces bactéries spiralées mesurent 0,4-0,64 µm de diamètre par 3,7-7,9 µm de long et possèdent trois à six flagelles polaires. Les HLO sont les bactéries retrouvées chez les guépards présentant les grades de gastrites les plus sévères [Eaton *et al.*, 1993b].

Les HPLO sont également présents chez les guépards [Terio *et al.*, 2005]. Les HPLO sont des bactéries retrouvées dans l'ensemble de l'estomac, au contact de cellules épithéliales, dans les fossettes gastriques ou dans la partie proximale des glandes gastriques [Gluntz, 2017 ; Jakob *et al.*, 1997]. Dans l'étude de Terio *et al.* (2005), l'ARN 16S a été amplifié et séquencé sur des prélèvements gastriques chez 33 guépards infectés par *Helicobacter spp.* : dix guépards sauvages n'avaient pas de gastrite et 23 guépards captifs présentaient une gastrite. L'ARN 16S proche de celui d'*Helicobacter pylori* a pu être mis en évidence chez huit de ces guépards (trois guépards captifs et cinq guépards sauvages). Ces bactéries ont donc pu être identifiées et observées au microscope électronique. Elles mesuraient 0,35-0,54 µm de diamètre sur 4-6,4 µm de long et possédaient trois à quatre flagelles polaires.

Une nouvelle espèce d'*Helicobacter spp.* a pu être identifiée en 1993 par Eaton *et al.* et a été nommée *Helicobacter acinonyx* (aujourd'hui appelée *Helicobacter acinonychis*) [Eaton *et al.*, 1993a]. C'est la principale espèce retrouvée chez le guépard [Gluntz, 2017]. Elle a également été observée chez certaines sous-espèces du tigre : c'est le cas du tigre de Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*). *Helicobacter acinonychis* est une bactérie mesurant 0,3 µm par 1,5-2 µm et possède une touffe de deux à cinq flagelles monopolaires gainés [Eaton *et al.*, 1993a]. Elle est selon les auteurs classée HLO ou HPLO [Gluntz, 2017].

Le contact avec un animal infecté par *Helicobacter spp.* pourrait être responsable de l'infection d'un guépard sain ou d'une rechute chez certains individus [Citino et Munson, 2005]. Le mouvement d'animaux et l'introduction de nouveaux individus favorisent le développement de gastrites à *Helicobacter spp.* chez certains guépards captifs. La bactérie *Helicobacter spp.* semble être très résistante dans l'environnement. Ainsi, une transmission indirecte, via l'environnement (eau et nourriture) est possible.

### 3.4.2 Gastrites chroniques à *Helicobacter spp.*

#### 3.4.2.1 Lien entre les gastrites chronique et la bactérie *Helicobacter spp.*

Chez l'Homme, l'infection à *Helicobacter pylori* est associée aux gastrites chroniques mais également à d'autres maladies telles que la maladie ulcéreuse gastro-intestinale ou des cancers gastriques [Kuipers, 1997].

Les gastrites chez le guépard sont souvent associées à la présence de bactéries du genre *Helicobacter spp.* [Munson *et al.*, 1999]. En effet dans l'étude réalisée par Munson (1993), 91 % des guépards captifs présentaient des lésions de gastrites et dans 95 % des cas, des bactéries spiralées étaient identifiées. Dans l'étude réalisée par Ployart (2007) sur les guépards captifs du zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005, sur 14 guépards adultes autopsiés, six présentaient une gastrite à *Helicobacter spp.*. De même une étude réalisée sur des guépards captifs d'Europe a montré que la moitié des guépards présentant une gastrite avaient également une infection à *Helicobacter spp.* [Ployart, 2007]. Par ailleurs, Munson *et al.* (2005) a réalisé une étude sur 49 guépards sauvages morts en Namibie entre 1986 et 2003 sur lesquels des prélèvements gastriques ont été réalisés. Ils ont observé qu'environ 75 % d'entre eux n'avaient pas de lésions de gastrite et présentaient une infection à *Helicobacter spp.* à l'examen histopathologique. Ainsi cette forte prévalence observée chez des guépards sains, laisse suspecter qu'*Helicobacter spp.* pourrait faire partie de la flore commensale gastrique. En effet, l'apparition de gastrites chroniques pourrait faire suite à une altération du microbiote intestinal, lors d'un stress ou de changement alimentaire, favorisant le développement d'une infection à *Helicobacter spp.* [Redford *et al.*, 2012].

Ainsi le manque de preuves ne permet pas de conclure sur le rôle étiologique d'*Helicobacter spp.* dans la survenue de gastrites chroniques chez le guépard, qui semble être une maladie multifactorielle [Citino et Munson, 2005].

#### 3.4.2.2 Diagnostic

Chez l'Homme *Helicobacter pylori* peut être identifié par PCR sur selles [Smith *et al.*, 2012]. La sensibilité de la PCR est comprise entre 21 % et 65 %. Le gène 16S ARNr, le gène uréase ou encore le gène adhésine peuvent être recherchés [Gramley *et al.*, 1999]. Le gène 16S ARNr est une cible très spécifique de la bactérie *Helicobacter pylori*. Néanmoins de nombreux facteurs inhibiteurs peuvent fausser les résultats PCR et le nombre de bactéries dans le côlon est faible [Mishra *et al.*, 2008]. Ainsi de nombreux faux négatifs sont obtenus [Gramley *et al.*, 1999 ; Van Zwet *et al.*, 1994]. La recherche d'antigène dans les selles des patients présente une grande hétérogénéité dans la sensibilité et la spécificité des tests. La PCR semble donc plus indiquée pour l'identification de la bactérie *Helicobacter spp.* sur selles.

Des techniques plus invasives peuvent permettre de mettre en évidence une infection à *Helicobacter spp.*. Des PCR sur les prélèvements biopsiés ou encore une culture bactérienne, permettent de rechercher *Helicobacter spp.* [Gluntz, 2017 ; Terio *et al.*, 2005]. Un test à l'urée indique la présence de bactéries *Helicobacter spp.*, bactéries produisant de l'uréase. Cette technique consiste à placer des prélèvements de muqueuse gastrique dans un bouillon contenant des indicateurs d'uréases. Le test est positif si un changement de couleur est observé dans les deux heures, passant de l'orange foncé au rouge cerise. Néanmoins ce dernier ne

permet pas de différencier les différentes sous-espèces présentes [Gluntz, 2017]. Enfin, la sérologie ELISA est peu représentative de la sévérité de l'infection et est donc peu utilisée [Eaton *et al.*, 1993b ; Gluntz, 2017].

A l'histopathologie il est également possible d'identifier la bactérie *Helicobacter spp.* chez le guépard [Citino et Munson, 2005 ; Eaton *et al.*, 1993a]. La morphologie des bactéries *Helicobacter spp.*, notamment celle de *Helicobacter acinonychis*, a été décrite dans la partie 3.4.1.. L'histopathologie semble plus sensible que la culture bactérienne. En effet, dans l'étude de Citino et Munson (2005), sur 32 guépards, la bactérie *Helicobacter spp.* a été mise en évidence chez 26 guépards à l'histologie alors que seulement deux cultures bactériennes sont revenues positives pour *Helicobacter spp.*.

### 3.5 AUTRES FACTEURS FAVORISANT LES GASTRITES CHRONIQUES

Les gastrites chroniques semblent être des maladies multifactorielles pour lesquelles l'alimentation et le stress chronique jouent un rôle. Comme il a été décrit dans la partie 3.4., la bactérie *Helicobacter spp.* pourrait faire partie de la flore commensale du guépard ou avoir un rôle inducteur de gastrite dans certains cas. Une ration alimentaire inadaptée et/ou un stress chronique pourraient favoriser sa multiplication et ainsi l'apparition de gastrites.

#### 3.5.1 L'alimentation et ses recommandations

Dans l'étude réalisée par Whitehouse-Tedd *et al.* (2015) sur des guépards captifs, des aliments donnés une fois par semaine limitaient l'apparition de lésions de gastrites chroniques : la peau (OR=0,15 ;  $p<0,01$ ), les muscles (OR=0,20 ;  $p<0,01$ ), les côtes (OR=0,14 ;  $p<0,01$ ), le crâne (OR=0,12 ;  $p=0,04$ ) et les viscères (OR=0,53 ;  $p=0,02$ ) [Whitehouse-Tedd *et al.*, 2015]. Néanmoins aucune différence significative n'a pu être montrée entre les différents régimes alimentaires et l'apparition de troubles gastro-intestinaux. Au cours de l'étude, aucun animal nourri avec des carcasses entières n'a été diagnostiqué avec une maladie gastro-intestinale. Enfin, la viande de poulet semblait limiter l'apparition de lésions de gastrites (OR=0,12 ;  $p=0,02$ ) alors que la viande de cheval augmentait le risque de lésions de gastrites (OR=5,13 ;  $p<0,01$ ).

Le guépard est une espèce carnivore stricte. Comme expliqué dans la partie 1.4.3, le guépard se nourrit principalement de gazelles, mais également de gnous, lièvres, etc... Ainsi son système digestif est très spécifique d'un régime carnivore (partie 1.5.). L'énergie devant être apportée quotidiennement est comprise entre 335 et 875 kJ/kg PV<sup>0,75</sup>/jour [Sengenberger *et al.*, 2018]. Il est recommandé d'augmenter la quantité de nourriture entre 10 et 20 % en hiver [Ziegler-Meeks, 2009].

En captivité, le guépard est principalement nourri avec des carcasses entières ou avec de la viande supplémentée en minéraux et vitamines [Sengenberger *et al.*, 2018]. Il n'est pas recommandé de nourrir les guépards exclusivement avec des proies entières ou exclusivement avec de la viande complétementée. Un régime diversifié permet d'éviter les carences alimentaires. Ainsi il est recommandé de donner des carcasses entières au moins trois fois par semaine afin d'apporter une quantité suffisante de minéraux et vitamines. La viande doit être fraîche, car la congélation détruit les vitamines présentes dans la viande. Si le régime est composé exclusivement de pièces de viande, une complémentation minéralo-vitaminée doit être

apportée [Lee, 1992 ; Sengenberger *et al.*, 2018]. De plus, l'apport régulier d'abats est recommandé [Sengenberger *et al.*, 2018]. Un apport régulier de viande de ruminants permet d'apporter des acides gras saturés et moins d'acides gras insaturés. Ces derniers sont plus instables et rapidement détériorés. Or en captivité les carcasses peuvent être conservées plusieurs jours voire semaines avant d'être données aux guépards, contrairement à l'état sauvage où les guépards consomment directement leurs proies. Ainsi les acides gras vont se détériorer et s'oxyder, résultant en une carence en certains acides gras essentiels. Les acides gras sont moins détériorés dans la viande de ruminant, limitant l'apparition de carences.

Des préparations commerciales peuvent être utilisées pour nourrir les guépards [Ziegler-Meeks, 2009]. Leur formulation est basée sur celles des préparations commerciales pour chats domestiques. Ces préparations sont faciles et rapides à donner mais aucune variation de consistance ou de goût n'est possible. Or le guépard se nourrit de proies variées.

La consommation de proies entières et notamment de lapin et de poulet permet de limiter le développement de gastrites et autres maladies gastro-intestinales [Sengenberger *et al.*, 2018]. A l'inverse, la viande de cheval et de caprin augmente le risque de troubles gastro-intestinaux.

### 3.5.2 Le stress chronique et sa prévention

Un autre facteur favorisant l'apparition des gastrites est le stress chronique [Gillis-Germitsch *et al.*, 2017].

Dans une étude réalisée par Terio *et al.* (2014) sur 36 guépards captifs, la sévérité des gastrites était positivement corrélée à des facteurs de stress que sont par exemple l'exposition au public ou encore la densité de guépards et était négativement corrélée à la taille de l'enclos. Les animaux étant dans des enclos où ils pouvaient faire de l'exercice présentaient des concentrations fécales en glucocorticoïdes plus faibles.

En effet, lors de stress chronique, des catécholamines sont produites induisant à terme une destruction de la muqueuse gastrique et une diminution de la sécrétion de bicarbonates, molécule servant à tamponner le pH de l'estomac [Mangiaterra *et al.*, 2022a]. De plus, le stress modifie le fonctionnement du système immunitaire en altérant l'expression des cytokines et les sous-populations de lymphocytes [Terio *et al.*, 2012].

Pour une colonisation par les mêmes types d'*Helicobacter spp.*, la population captive présente un plus grand nombre de gastrites, notamment sévères, associées à une plus haute concentration en corticoïdes, par rapport à la population sauvage [Citino et Munson, 2005]. Ainsi le stress chronique pourrait moduler la réponse immunitaire de l'animal contre *Helicobacter spp.*, qui pourrait être une bactérie commensale du tube digestif, favorisant l'apparition de lésions de gastrites dans un contexte de stress chronique.

Le guépard étant sujet au stress chronique, il convient de limiter les changements brusques environnementaux tels que le changement d'enclos. De même les interventions telles que la contention et les anesthésies doivent être limitées [Gillis-Germitsch *et al.*, 2017]. Les guépards doivent pouvoir se soustraire à la vue du public, et le nombre de soigneurs doit être faible afin de limiter le stress des guépards [Gillis-Germitsch *et al.*, 2017]. Des recommandations ont récemment été émises par l'EAZA concernant la détention en captivité des guépards

(*Acinonyx jubatus*) [Sengenberger *et al.*, 2018]. Un enclos doit être composé d'un enclos extérieur, d'un préparc (enclos de petite taille situé entre l'enclos intérieur et l'enclos extérieur) et d'un enclos intérieur. L'enclos intérieur doit être composé d'enclos individuels permettant de séparer les différents individus et mesurant au minimum 6 m<sup>2</sup> chacun [Sengenberger *et al.*, 2018]. Le sol peut être un bio sol, en priorité, ou un revêtement protecteur. Le bio sol permet de conserver la chaleur et de limiter la pression sur les articulations. La température doit être comprise entre 10 et 20°C. L'accès à l'enclos doit être libre l'hiver, notamment si la température extérieure est basse. L'enclos extérieur doit être le plus grand possible afin que chaque animal puisse faire de l'exercice [Lee, 1992]. Le sol doit être composé de terre, d'herbe et de plantes [Sengenberger *et al.*, 2018]. L'enclos est constitué d'au moins un abri, de points en hauteur (plateformes, rochers), de dispositifs permettant aux guépards de faire leurs griffes (arbres, troncs) et d'herbes hautes ou arbustes permettant aux guépards de se cacher de la vue des visiteurs (Figure 16).



Figure 16 : Aménagements d'un enclos au zoo de Peaugres (Source : Zoo de Peaugres photo de gauche, FRADIN Marine photo de droite)

Le guépard est très rarement détenu avec d'autres espèces dans le même enclos [Lee, 1992]. De même les espèces présentes dans les enclos à proximité doivent être sélectionnées afin de limiter le stress des guépards. Une baisse de la reproduction est observée lorsque des carnivores sont dans un enclos proche de celui des guépards. A l'inverse, il est recommandé de placer un point d'observation depuis lequel les guépards peuvent observer des ongulés ou autres proies possibles du guépard [Ziegler-Meeks, 2009]. Cela contribuerait à améliorer la reproduction des guépards en captivité.

Il est recommandé de séparer les mâles et les femelles, à l'exception de la période de reproduction [Lee, 1992]. Les mâles peuvent être seuls ou en coalition avec d'autres mâles. Les femelles sont la plupart du temps seules [Ziegler-Meeks, 2009]. Elles peuvent néanmoins être accompagnées d'une portée ou parfois être en coalition avec d'autres femelles. Il est nécessaire, lorsque des guépards sont en coalition, de s'assurer que ceux-ci s'entendent bien. Ainsi des comportements de toilettage entre les individus ou de jeux indiquent une bonne entente [Damasceno *et al.*, 2017]. A l'inverse des comportements d'agression pouvant causer des blessures sont problématiques et peuvent engendrer une altération du bien-être animal, en limitant par exemple l'accès à la nourriture, et un stress chronique [Zoo Expert Committee, 2012].

Lors de contacts entre soigneurs et guépards, il est important de ne pas montrer de signes d'agressivité ou de faire des gestes brusques et imprévisibles [European Commission, 2015]. Le medical training permet de réaliser des actes médicaux en limitant le stress de l'animal.

Le medical training est un entraînement régulier, réalisé principalement par les soigneurs, pendant lequel le soigneur demande à l'animal de réaliser des exercices, récompensés par de la nourriture lorsque ceux-ci sont bien exécutés. Ce dernier permet également de forger un lien de confiance entre le soigneur et le guépard.

L'observation des animaux et de leur comportement, notamment en présence de visiteurs, permet d'évaluer le niveau de stress des guépards [European Commission, 2015]. Les soigneurs jouent ainsi un rôle important dans la détection et la gestion du stress des guépards en captivité.

Les enrichissements du milieu permettent également d'améliorer le bien-être animal. Un enrichissement est un outil permettant d'améliorer le bien-être physique et psychologique des animaux et ainsi de stimuler des comportements naturels intrinsèques d'une espèce [Damasceno *et al.*, 2017 ; Ellis, 2009]. De nombreux types d'enrichissements existent : cognitifs, alimentaires, sensoriels, sociaux et structurels [Azevedo *et al.*, 2007]. Les guépards sont sensibles aux enrichissements mais interagissent avec ces derniers pendant une courte période [Damasceno *et al.*, 2017]. En effet, dans l'étude de Damasceno *et al.* (2017), après environ cinq minutes de jeu et d'interactions avec l'enrichissement, le guépard s'en lassait : c'est ce qu'on appelle l'habituation. Néanmoins lorsque l'enrichissement était de nouveau présenté au guépard, à quelques jours d'intervalle, le guépard interagissait de nouveau avec.

La variation de l'heure ou de la localisation des repas permet de limiter l'apparition de stéréotypies chez le guépard [Quirke et O'Riordan, 2011]. La principale stéréotypie observée est le « pacing » : déplacements répétitifs selon un trajet défini [Damasceno *et al.*, 2017]. De plus les enrichissements permettent d'augmenter le temps d'activité des guépards et de favoriser des comportements naturels, tels que l'exploration de l'environnement [Quirke et O'Riordan, 2011].

### 3.6 TRAITEMENTS CONVENTIONNELS DES GASTRITES A *HELICOBACTER SPP.*

Chez le guépard, les gastrites à *Helicobacter spp.* sont la maladie principale retrouvée chez les guépards captifs. Même si le rôle de cette bactérie dans l'apparition des gastrites reste encore flou, la grande majorité des traitements consistent à traiter cette infection.

#### 3.6.1 Chez l'Homme

Dans les années 90, la triple thérapie était le traitement indiqué en cas d'infection à *Helicobacter pylori* [Goderska *et al.*, 2018]. Il consistait en l'association d'un inhibiteur de pompe à protons, de clarithromycine et d'amoxicilline ou de métronidazole. Le taux d'éradication était de plus de 90 %. Néanmoins ce taux a baissé (70 %) du fait de l'apparition de résistances aux antibiotiques.

Une quadruple thérapie intégrant le bismuth a donc été développée. Elle consiste en l'association de tétracyclines, de métronidazole, d'un inhibiteur de pompe à protons et d'un bismuth [Goderska *et al.*, 2018]. Le bismuth possède une action antibactérienne [Wack *et al.*, 1997]. Chez l'Homme il limite également la douleur lors d'ulcères duodénaux, réduit leur taille et protège la muqueuse gastrique. Néanmoins le bismuth pourrait être toxique [Goderska *et al.*, 2018]. Les tétracyclines ne sont pas toujours disponibles et peuvent être remplacées par de l'amoxicilline. Cette thérapie semble avoir un taux d'éradication plus élevé. Néanmoins dans une méta-analyse réalisée par Luther *et al.* (2010), le taux d'éradication était de 78,3 % lors de l'administration d'une quadruple thérapie intégrant le bismuth et était de 77 % lors d'administration d'une triple thérapie (RR=1.002, 95 % CI = 0.936 – 1.073). Ces taux étaient donc similaires et étaient inférieurs à la limite minimale (80 %) acceptable du taux de succès d'un traitement [Goderska *et al.*, 2018]. D'autres traitements, tels que la thérapie séquentielle, peuvent également être utilisés chez l'Homme. Ce traitement consiste en l'administration pendant cinq jours d'un inhibiteur de pompe à protons avec de l'amoxicilline, suivis de cinq jours d'amoxicilline et de clarithromycine associés à un inhibiteur de pompe à protons. Cette thérapie, dont le taux d'éradication est supérieur à 80 %, semble donc plus efficace pour traiter une infection à *Helicobacter pylori*.

#### 3.6.2 Chez le guépard

Les traitements classiques des gastrites à *Helicobacter spp.* chez le guépard sont composés d'antibiotiques (amoxicilline, tétracyclines, fluoroquinolones, clarithromycine, métronidazole), d'antiacides (inhibiteurs des pompes à protons, Pepto-bismol) et de pansements gastriques [Citino et Munson, 2005 ; Ployart, 2007]. La triple thérapie standard est le traitement le plus efficace dans la réduction de l'inflammation gastrique [Citino et Munson, 2005]. L'utilisation simultanée de plusieurs antibiotiques limite l'apparition de résistances bactériennes. La durée du traitement peut varier de sept jours [Wack *et al.*, 1997] à 56 jours [Citino et Munson, 2005].

Dans l'étude de Citino et Munson (2005), plusieurs traitements ont été testés sur 32 guépards du centre de conservation White Oak (Etats-Unis) présentant des lésions de gastrites. Le traitement à base de lansoprazole-clarithromycine-amoxicilline pendant 45 jours a été le plus efficace, en diminuant les lésions de gastrites observées. Ce traitement est donc efficace pour limiter l'inflammation gastrique. Néanmoins la plupart des guépards ayant reçu ce traitement ne présentaient pas d'infection à *Helicobacter spp.* au début de l'étude. Il est possible

que les autres traitements aient moins bien fonctionné du fait de l'hélicobactériose associée aux lésions de gastrites. De plus les guépards n'avaient pas les mêmes grades de gastrites au début de l'étude.

Exemples de traitements utilisés chez des guépards atteints de gastrites chroniques :

- Amoxicilline-clarithromycine-oméprazole [Citino et Munson, 2005]
- Tétracycline-métronidazole-pepto bismol [Citino et Munson, 2005] ou sous-salicylate de bismuth [Wack *et al.*, 1997]
- Amoxicilline-métronidazole-oméprazole [Lane *et al.*, 2004]

Le lansoprazole semble plus efficace que l'oméprazole [Citino et Munson, 2005]. En effet, cette molécule agit directement sur la pompe à protons de la bactérie et possède également une activité enzymatique uréase bloquant la réplication de la bactérie [Citino et Munson, 2005 ; Wack *et al.*, 1997].

Ces traitements conventionnels sont le plus souvent inefficaces à long terme sur la progression de la gastrite et ne permettent pas l'éradication de la bactérie *Helicobacter spp.* [Citino et Munson, 2005]. En effet, les lésions histopathologiques sont persistantes malgré les traitements mis en place et dans certains cas l'éradication d'*Helicobacter spp.*. Les types de lésions observées et la persistance de l'inflammation gastrique indiqueraient également qu'un caractère auto-immun est mis en jeu. Cette composante auto-immune pourrait expliquer l'échec d'un traitement antibactérien à long terme. En effet, l'infiltration lymphocytaire reste présente malgré le traitement, menant ainsi à une gastrite lymphoplasmocytaire. Cette gastrite engendre une atrophie plus ou moins réversible de la muqueuse gastrique pouvant être compensée par une hyperplasie, et une fibrose. Certains traitements permettent de réduire les signes cliniques à court terme mais des rechutes sont le plus souvent observées [Citino et Munson, 2005]. Ainsi les animaux présentent moins de vomissements, un meilleur appétit et gagnent du poids à court terme. La réponse au traitement varie néanmoins d'un animal à l'autre.

### 3.6.3 Résistances bactériennes aux antibiotiques

Chez l'Homme de nombreuses résistances bactériennes ont été observées chez *Helicobacter pylori* (Figure 17), nécessitant l'association de plusieurs antibiotiques [Goderska *et al.*, 2018 ; Wack *et al.*, 1997]. *Helicobacter pylori* est résistant à la clarithromycine, au métronidazole, à la rifampicine etc [Goderska *et al.*, 2018 ; Hu *et al.*, 2017]. Au contraire, la résistance envers l'amoxicilline ou encore les tétracyclines reste basse.

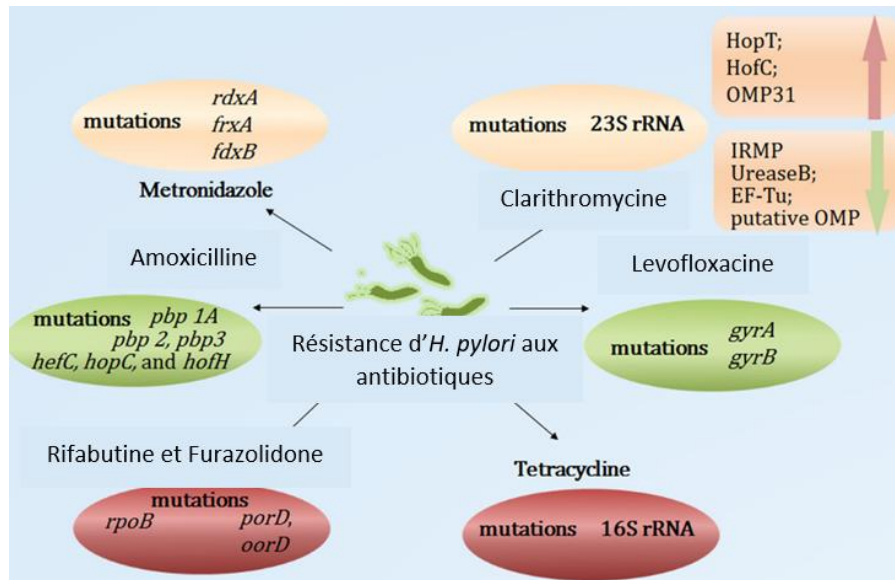


Figure 17 : Mécanismes de résistance aux antibiotiques de *Helicobacter pylori* (Source : Hu *et al.*, 2017)

Lorsque le métronidazole est utilisé seul, une résistance à ce dernier apparaît rapidement [Wack *et al.*, 1997]. Il a été observé que *Helicobacter acinonychis* est résistant à la sulfaméthoxazole associée à du triméthoprime et à la vancomycine [Eaton *et al.*, 1993a]. La mise en place d'une thérapie composée de plusieurs antibiotiques et de bismuths semble limiter le développement de la résistance bactérienne aux antibiotiques [Wack *et al.*, 1997].

### 3.7 TRAITEMENTS AVEC LES PROBIOTIQUES

Du fait de la non-éradication d'*Helicobacter spp.*, des rechutes, de la persistance de l'inflammation gastrique et du développement de résistances bactériennes aux antibiotiques, de nouvelles approches thérapeutiques sont envisagées.

#### 3.7.1 Définition d'un probiotique

Un probiotique est composé de microorganismes vivants qui, lorsqu'il est administré en quantité adéquate, est bénéfique pour la santé de l'hôte [Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006 ; Rijkers *et al.*, 2010]. Les probiotiques contiennent le plus souvent des bactéries produisant de l'acide lactique, telles que *Lactobacillus* ou *Enterococcus*, et des levures [Koeppel *et al.* 2006]. Les probiotiques sont majoritairement non spécifiques, même s'ils sont plus efficaces lorsqu'ils sont utilisés sur l'espèce à partir de laquelle ils ont été formulés.

Le rôle des probiotiques est multiple (Figure 18) [Koeppel *et al.*, 2006]. Ces rôles ont notamment été étudiés lors d'infections à *Helicobacter pylori* chez l'Homme [Homan et Orel, 2015]. Ils modulent l'immunité gastrique en limitent la production de cytokines pro-inflammatoires et stimulent la production d'immunoglobulines A [Homan et Orel, 2015 ; Koeppel *et al.*, 2006]. Les bactéries utilisées sont également capables de sécréter des substances antibactériennes, telles que l'acide lactique ou des AGCC [Homan et Orel, 2015] et permettant de limiter la croissance des bactéries pathogènes [Koeppel *et al.*, 2006]. Les probiotiques limitent l'adhésion des bactéries pathogènes aux microvillosités intestinales soit en augmentant la production de mucine afin de protéger la muqueuse gastrique, soit en synthétisant des molécules entrant en compétition avec *Helicobacter pylori* par exemple [Homan et Orel, 2015].

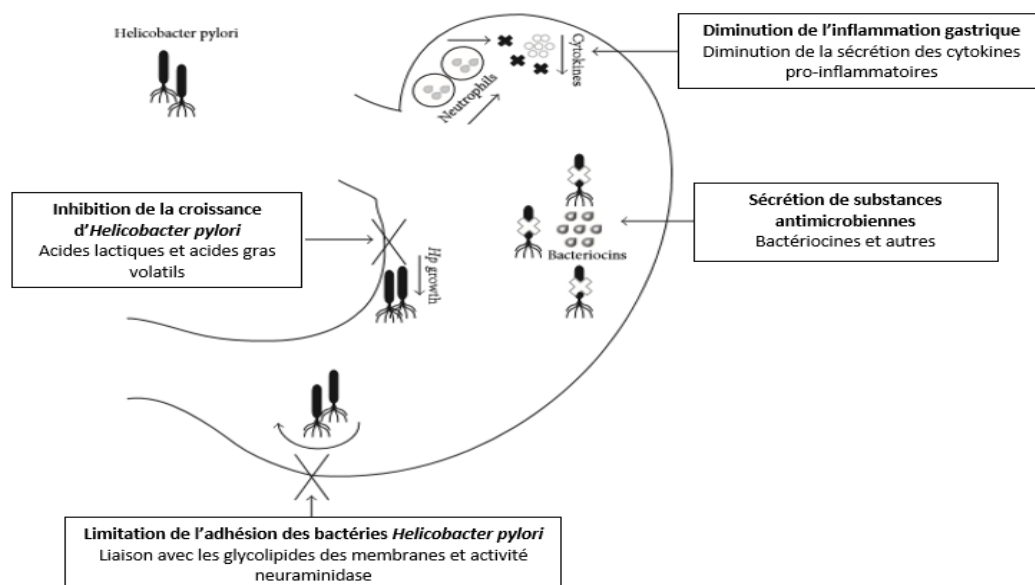


Figure 18 : Mécanismes d'action dans l'estomac des probiotiques lors d'infection à *Helicobacter pylori* chez l'Homme (D'après Bruno *et al.*, 2018)

### 3.7.2 Utilisation des probiotiques en pratique

Les probiotiques ont été peu testés chez le guépard. Koepfel *et al.* (2006) ont réalisé une étude sur des jeunes guépards captifs au DeWildt Cheetah and Wildlife Centre (Afrique du Sud) dont environ 40 % présentaient de la diarrhée. Ils ont administré un probiotique préparé à partir de selles d'adultes sains, contenant *Lactobacillus* Groupe 2 et *Enterococcus faecium*. Ce probiotique a permis une amélioration du score fécal. En effet, l'utilisation de probiotiques a permis de réduire la diarrhée pendant le traitement (30,7 % de guépards présentant de la diarrhée) comparé aux résultats pré-traitement (46,95 % de guépards présentant de la diarrhée) et post-traitement (75 % de guépards présentant de la diarrhée). Le pourcentage de diarrhées était supérieur après le traitement par rapport à avant le traitement. Des animaux ont dû être déplacés du fait d'infestations à *Toxocara spp.* dans deux groupes, induisant un stress qui aurait pu, selon Koepfel *et al.*, être responsable des diarrhées observées après traitement. Il est difficile de comparer les résultats entre le groupe contrôle et le groupe traité avec les probiotiques car ce dernier présentait plus de diarrhées avant le traitement ( $p < 0,01$ ).

Dans certaines études les probiotiques ont été administrés pendant 16 semaines et la quantité administrée pouvait atteindre  $46 \times 10^8$  unités colonies par jour [Emara *et al.*, 2016]. La fréquence d'administration variait également d'une fois par jour à trois fois par jour. Une étude rétrospective a montré qu'une durée de minimum deux semaines permettait d'augmenter le taux d'éradication d'*Helicobacter pylori* [Lv *et al.*, 2015]. Administrer le probiotique avant les antibiotiques ou après ne semblait pas modifier le taux d'éradication d'*Helicobacter pylori*.

### 3.7.3 Efficacité des probiotiques

L'efficacité des probiotiques a principalement été étudiée chez l'Homme sur *Helicobacter pylori*. Utilisés seuls, certains probiotiques pourraient limiter le nombre de bactéries *Helicobacter pylori*, sans les éradiquer [Homan et Orel, 2015]. L'un des principaux intérêts de l'utilisation des probiotiques est de limiter les effets secondaires liés aux traitements antibiotiques tels que la diarrhée, les vomissements etc. Selon l'étude de Tong *et al.* (2007) chez l'Homme, lors du traitement avec les probiotiques, de la diarrhée était observée dans 24,7 % (95 % CI = 20,0 % – 29,4 %) des cas, alors que sans probiotique, elle apparaissait dans 38,5 % (95 % CI = 33,0 % - 44,1 %) des cas (OR=0,44 ; 95 % CI = 0,30–0,66). De plus, le taux d'éradication d'*Helicobacter pylori* était plus élevé lorsque les probiotiques étaient ajoutés au traitement antibiotique classique. Le taux d'éradication était de 83,6 % (95 % CI = 80,5–86,7 %) lorsque des probiotiques étaient ajoutés au traitement et était de 74,8 % (95 % CI = 71,1–78,5 %) sans probiotique, selon les analyses en intention de traiter reportées par Tong *et al.* (2007) (OR= 1,84 ; 95 % CI = 1,34–2,54). Ces résultats se retrouvent dans de nombreuses autres études utilisant des probiotiques à base de *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus casei* ... [Homan et Orel, 2015]. Néanmoins ces résultats ne peuvent pas être généralisés à tous les probiotiques [Dang *et al.*, 2014]. Dans une méta-analyse, Dang *et al.* (2014) ont observé que seulement quelques souches de *Lactobacillus* et une souche de *Bifidobacterium* permettaient d'augmenter le taux d'éradication d'*Helicobacter pylori*. De plus, les probiotiques semblaient efficaces seulement lorsque l'efficacité du traitement antibiotiques était faible (taux d'éradication inférieur à 80 %).

Étant donné leurs mécanismes d'action décrits dans le 3.7.1. certains probiotiques ont un effet anti inflammatoire chez l'Homme [Pantoflickova *et al.*, 2003]. Lors de l'administration de

lait fermenté contenant la bactérie *Lactobacillus johnsonii* sur des gastrites associées à une infection à *Helicobacter pylori*, les cellules inflammatoires à trois et 16 semaines de traitement étaient moins nombreuses dans l'estomac qu'avec le placebo ( $p < 0,01$  à trois semaines et 16 semaines).

Chez l'homme infecté à *Helicobacter pylori*, le microbiote gastrique est plus perturbé lors d'un traitement classique à base d'amoxicilline et de clarithromycine que lorsque des probiotiques sont ajoutés à celui-ci [Oh *et al.*, 2016]. Un traitement antibiotique sans probiotique pourrait favoriser le développement de bactéries pathogènes et générer plus de bactéries résistantes.

Il est néanmoins difficile de statuer sur l'efficacité des probiotiques à long terme et de généraliser leur utilisation du fait du faible nombre de patients inclus dans les études [Emara *et al.*, 2016]. De même, on manque de données sur les effets secondaires à long terme de l'utilisation des probiotiques. Ainsi les probiotiques ne sont pas utilisés en monothérapie mais en adjuvant des thérapies classiques à base d'antibiotiques pour les traitements d'infections à *Helicobacter pylori* chez l'Homme.

#### 3.7.4 Sécurité d'utilisation des probiotiques

Les probiotiques sont considérés en priorité comme des « *compléments alimentaires* » et non comme des médicaments [Boyle *et al.*, 2006]. Ainsi leur mise sur le marché est moins réglementée, notamment chez les animaux. De nombreuses bactéries ont été étudiées et se sont révélées sans danger chez l'Homme. Néanmoins certains probiotiques ont un mécanisme d'action nécessitant d'adhérer à la muqueuse intestinale. Le risque que ces bactéries traversent la paroi et qu'un sepsis s'ensuive est présent, notamment chez des personnes malades et débilitées.

De plus l'effet des probiotiques varie en fonction des espèces bactériennes administrées mais également des souches bactériennes [Boyle *et al.*, 2006]. Ainsi chaque probiotique est différent, même si les mêmes espèces bactériennes sont utilisées, car les souches peuvent varier. Généraliser les effets d'un probiotique à un autre n'est pas possible. Ainsi il est difficile de prévoir les effets cliniques et microbiologiques que va avoir un probiotique chez un individu. La dose et la durée du traitement probiotique optimales n'ont pas été étudiées et aucune norme n'a été établie, notamment chez les animaux [Boyle *et al.*, 2006 ; Lv *et al.*, 2015].

L'utilisation de probiotiques sur une personne saine peut perturber sa flore intestinale [Boyle *et al.*, 2006]. De plus l'ajout de probiotiques peut favoriser le développement et la colonisation de bactéries pathogènes chez un individu malade. En effet, les bactéries présentes dans les probiotiques modifient leur environnement afin de se multiplier et d'exercer leurs effets. Néanmoins elles peuvent créer un environnement qui peut être également propice au développement d'autres bactéries pathogènes.



# DEUXIEME PARTIE – Etude prospective sur l'utilisation d'un probiotique chez des guépards captifs français présentant des troubles gastro-intestinaux

## 1 OBJECTIFS – PROBLEMATIQUES – HYPOTHESES

---

Le principal objectif de l'était d'évaluer l'effet du probiotique SLAB51® (SivoMixx®, Ormendes SA, Jouxten-Mézery, Suisse) sur les troubles digestifs de guépards en captivité (avec analyse non exhaustive parallèle de leurs causes potentielles). Cette étude se basait sur celle réalisée par Mangiaterra *et al.* (2022), dans laquelle ils ont testé le probiotiques SLAB51® sur des guépards captifs en Italie et des guépards d'un refuge, le Cheetah Conservation Fund, en Namibie, présentant une hélicobactériose. Les résultats étaient très prometteurs, notamment chez les guépards captifs dont les troubles gastro-intestinaux étaient diminués suite à la prise de probiotique malgré la persistance de l'hélicobactériose [Mangiaterra, 2020]. Ainsi nous voulions poursuivre et compléter cette étude en testant le probiotique sur des guépards captifs français.

Ainsi plusieurs problématiques ont été soulevées :

- Quelle est l'efficacité du probiotique SLAB51® sur les troubles gastro-intestinaux (vomissements, diarrhée, perte de poids, anorexie ou dysorexie) des guépards en captivité ?
- Quelle proportion de guépards avec des troubles gastro-intestinaux sont positifs en PCR sur selles à *Helicobacter spp.* avant et après traitement ? L'évolution clinique semble-t-elle en lien avec les résultats PCR ?
- Les troubles digestifs coexistent-ils avec la présence de parasites digestifs ? Sont-ils corrélés avec l'adéquation de la ration alimentaire aux besoins ?

Notre hypothèse principale était que le probiotique SLAB51® permettait d'améliorer les symptômes des guépards en captivité présentant des troubles gastro-intestinaux.

## 2 MATERIELS ET METHODES

---

### 2.1 COMITE D'ETHIQUE

Cette étude a été examinée et approuvée par le comité d'éthique de VetAgro Sup, numéro 2084 (Annexes 18 et 19).

### 2.2 FINANCEMENT DE L'ETUDE ET CONFLITS D'INTERET

Le probiotique a été gracieusement offert par le laboratoire Ormendes. Le transport des échantillons et leurs analyses ont été financés par le laboratoire Ormendes. Le laboratoire Ormendes n'a pas eu accès aux résultats intermédiaires. Aucun conflit d'intérêt n'a été présent au cours de l'étude.

### 2.3 ANIMAUX INCLUS DANS L'ETUDE

Les guépards inclus dans l'étude étaient en captivité dans des parcs zoologiques français. Neuf parcs zoologiques ont participé au projet : Réserve zoologique de la Haute Touche (Indre), Zoo d'Amnéville (Moselle), Zoo de La Palmyre (Charente-Maritime), Parc Zoologique de Lunaret (Hérault), Zoo de Champrepus (Manche), Zoo de la Boissière-Du-Doré (Loire-Atlantique), Safari de Peaugres (Ardèche), Zoo de Thoiry (Yvelines) et Parc Zoologique Cerza (Calvados). Le Zoo de Beauval avait également souhaité participer à l'étude. Néanmoins il n'était pas possible d'identifier individuellement les selles de chaque individu, raison pour laquelle ce zoo n'a pas été inclus dans l'étude.

Les guépards recevant un traitement à visée digestive quel qu'il soit autre qu'un vermifuge, selon le protocole de vermifugation préventive usuel du zoo, ou un pansement digestif, au cours du mois précédent le début de l'étude ont été exclus. Les guépards atteints de cancer ou de toute affection diagnostiquée requérant des soins spécifiques et pouvant avoir une expression digestive ont également été exclus. Enfin, les femelles gestantes ou allaitantes ont été exclues.

Deux groupes ont été formés : un groupe malade (13 guépards) et un groupe contrôle sain (18 guépards). Les guépards du groupe malade provenaient de huit parcs zoologiques différents et ceux du groupe sain appartenaient à six parcs zoologiques.

Les guépards inclus dans le groupe malade présentaient des troubles gastro-intestinaux tels que des vomissements et/ou de la diarrhée et/ou une perte de poids et/ou une baisse d'appétit :

- Soit dans l'année précédant l'inclusion et persistant au moment de l'inclusion,
- Soit intermittents à une fréquence supérieure à trois épisodes dans l'année précédant l'inclusion

Des critères d'exclusion en cours d'étude ont été définis :

- Etat de l'animal se dégradant rapidement et nécessitant une prise en charge spécifique
- Non-respect du protocole

- Changement d'alimentation en cours d'étude
- Modification significative de l'environnement de l'animal (travaux dans l'enclos, changement d'enclos, introduction d'un nouvel individu ...)
- Transfert de l'animal dans un autre parc zoologique

## 2.4 PROBIOTIQUE SLAB51®

Le probiotique SLAB51® (SivoMixx®, Ormendes SA, Jouxens-Mézery, Suisse) est composé de *S. thermophilus* DSM32245, *L. acidophilus* DSM32241, *L. plantarum* DSM32244, *L. paracasei* DSM32243, *L. helveticus* DSM32242, *L. brevis* DSM27961, *B. lactis* DSM32246 et de *B. lactis* DSM32247.

Un sachet contient environ 200 milliards de bactéries. Le laboratoire recommande d'administrer un sachet pour 40-45 kg de poids vif. Ainsi les guépards ont reçu quotidiennement deux sachets de probiotique, une fois par jour, pendant six semaines consécutives (du 13/09/2021 au 25/10/2021 inclus), sauf les jours de jeûne complet (aucune nourriture distribuée). Le probiotique était ajouté directement à la viande.

Deux sous-groupes ont été formés pour le groupe sain : un groupe sans probiotique (trois guépards) et un groupe avec probiotique (15 guépards). Les guépards sans probiotique appartenaient aux parcs zoologiques où seuls des guépards sains étaient présents. Seul le Zoo de Cerza était dans cette situation, d'où le faible effectif de ce sous-groupe.

Le probiotique était fourni gracieusement par le laboratoire Ormendes à tous les parcs zoologiques avant le début de l'étude. Il a été conservé au réfrigérateur (+4°C).

## 2.5 IDENTIFICATION DES SELLES DES GUEPARDS

### 2.5.1 Les paillettes alimentaires

Afin d'identifier les selles de chaque individu, lorsque les guépards étaient dans un même enclos et ne pouvaient pas être isolés, des paillettes alimentaires ont initialement été testées. Dans l'étude réalisée par Mangiaterra *et al.* (2022) des paillettes alimentaires ont été utilisées et celles-ci avaient donné de bons résultats.

Les paillettes ont été ajoutées une fois par jour les deux jours précédant la réalisation d'un prélèvement de selles. Lors de la réalisation d'un score fécal, elles ont été ajoutées la veille de la réalisation du score. Elles étaient réparties sur la viande, sans totalement la recouvrir, car les guépards pouvaient sinon refuser la viande. La quantité pouvait être estimée avec l'annexe 1 et la vidéo présente dans l'article de Coutts [Coutts, 2019].

Des paillettes alimentaires de la marque italienne Dolcidecori, de couleurs bleue, or, verte, rouge et blanche, ont été commandées et envoyées aux zoos par le laboratoire Ormendes. Ces paillettes ont été testées avant la première prise de probiotique. Néanmoins, pour notre étude, les paillettes alimentaires n'ont pas coloré les selles des guépards. Ainsi, il a fallu trouver une autre méthode d'identification des selles.

### 2.5.2 Les colorants alimentaires

Les colorants alimentaires de la marque Scrapcooking (annexe 2) avaient été préalablement testés par le Zoo de la Palmyre et ils avaient eu de bons résultats. Néanmoins seules les couleurs bleue et verte étaient détectables et il était parfois difficile de différencier les deux couleurs dans les selles.

Ainsi les colorants alimentaires ont été choisis comme alternative aux paillettes alimentaires et fournis aux zoos. Ils ont permis de bien colorer les selles et ainsi de les identifier (Figure 19).



*Figure 19 : Photographie de selles de guépard colorées à la suite de l'utilisation de colorants alimentaires, Zoo d'Amnéville (Source : Fradin Marine)*

Trois « pointes de couteaux » minimum ont été ajoutées à la viande. De même que pour les paillettes alimentaires, les colorants ont été ajoutés les deux jours précédant la réalisation d'un prélèvement de selles et le jour précédant la réalisation d'un score fécal.

## 2.6 DEROULE DE L'ETUDE

L'étude a été réalisée sur douze semaines où plusieurs paramètres ont été évalués et analyses effectuées (Figure 20).

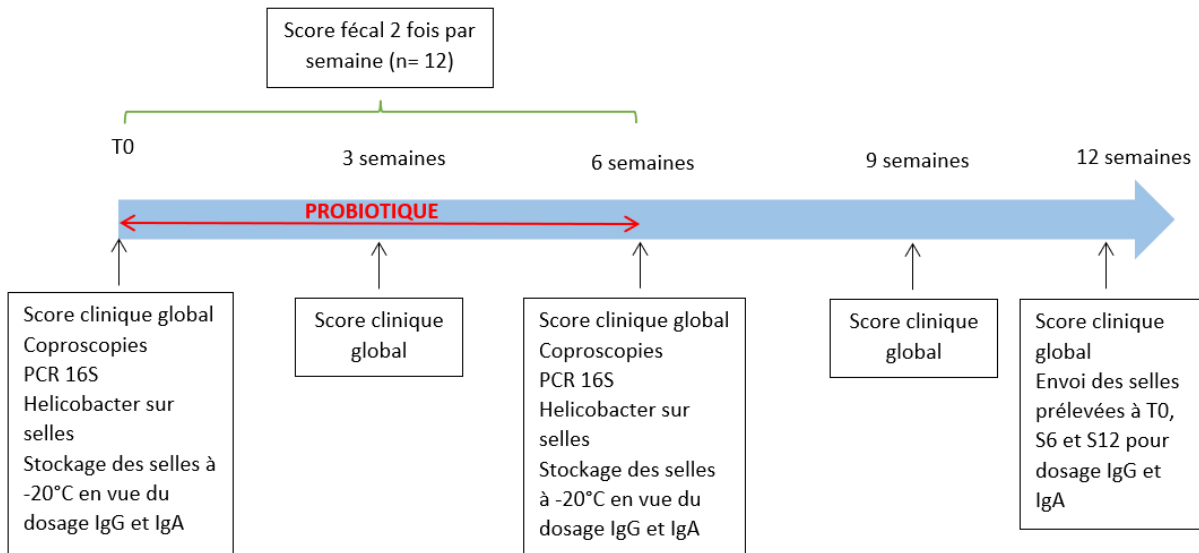


Figure 20 : Frise chronologique de l'étude (Source : Fradin Marine)

Avant le début de l'étude (T0), un score de nutrition pour chaque guépard a été calculé. Au cours de l'étude un score clinique global a été calculé cinq fois. Entre T0 et S6 (semaine six) un score fécal a été attribué à chaque guépard deux fois par semaine. Des analyses bactériologiques et parasitologiques sur selles ont été réalisées à T0, avant la première prise de probiotique, et à S6. Enfin, des dosages IgA (immunoglobulines A) et IgG (immunoglobulines G) sur selles ont été effectués sur des prélèvements faits à T0, S6 et S12 (semaine 12).

Les résultats intermédiaires n'ont pas été communiqués aux parcs zoologiques.

### 2.6.1 Score de nutrition

Un score de nutrition a été établi selon les recommandations de l'EAZA [Sengenberger et al., 2018] (Tableau VI). Il était recommandé de donner régulièrement des abats et de la viande de ruminant [Sengenberger *et al.*, 2018]. Il a été considéré comme régulier une fréquence d'au moins une fois par semaine. Les questions relatives à l'alimentation ont été envoyées par mail aux vétérinaires des zoos. Les informations recueillies concernaient la viande donnée (carcasse entière ou morceaux de viande, l'espèce donnée, congelée ou non), la fréquence, les jours de jeûne, les compléments alimentaires donnés...

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins trois fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins deux espèces différentes consommées dans la semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>SCORE TOTAL</b>		<b>/6</b>

Tableau VI : Score de nutrition (D'après Sengenberger et al., 2018 ; Source : Fradin Marine)

Le critère était considéré comme présent s'il était respecté plus de 50 % du temps. Si de la viande congelée était donnée plus de 50 % du temps, le score de 0 était attribué. A l'inverse si plus de 50 % du temps de la viande fraîche était distribuée, la note de 1 était attribuée.

Un score total entre 0 et 6 a été attribué à chaque animal. Un score compris entre 0 et 2 signifiait que la ration n'était pas adaptée. Un score entre 3 et 4 caractérisait une ration parfaite. Un score entre 5 et 6 traduisait une ration alimentaire bien adaptée.

### 2.6.2 Scores cliniques et fécaux

L'efficacité du probiotique a été évaluée à l'aide d'un score clinique global. Ce dernier a été adapté du score établi par Jergens *et al.* (2003) chez le chien. Le score s'appuyait sur cinq critères (Tableau VII) : l'appétit, un score fécal (consistance des selles), la présence de vomissements, la Note d'Etat Corporel (NEC) et l'activité.

Score	Appétit	Score fécal	Vomissements	NEC (/5)	Activité
0	Normal	Fèces bien formées	Aucun	≥ 3	Normale
1	Légèrement diminué	Légèrement molles, présence de sang ou de mucus, ou fréquence des selles légèrement augmentée (2 à 3 fois par jour)	1 fois par semaine	2	Légèrement diminuée
2	Modérément diminué	Selles non formées et molles ou fréquence des selles modérément augmentée (4 à 5 fois par jour)	2 à 3 fois par semaine	1	Modérément diminuée
3	Très diminué	Diarrhée liquide ou fréquence de selles très augmentée (>5 fois par jour)	4 à 5 fois par semaine		Très diminuée

Tableau VII : Score clinique (D'après Jergens *et al.*, 2003 et Mangiaterra *et al.*, 2022)

Le score clinique global était la somme du score fécal ponctuel, à T0, S9 et S12, ou du score fécal moyen, à S3 et S6, et des scores appétit, vomissements, note d'état corporel (NEC) et activité. Ce score était compris entre 0 et 14 : plus le score était élevé, plus le guépard présentait des troubles gastro-intestinaux importants. Les consignes de notation s'étant avérées a posteriori insuffisamment précises, certains observateurs avaient attribué des demi-points. Arbitrairement et de façon homogène, il a été décidé d'arrondir les scores à l'unité supérieure. Le score clinique global a été attribué sur une durée donnée : le mois précédant T0, les trois semaines entre T0 et S3, entre S3 et S6, entre S6 et S9 et entre S9 et S12. A T0, S9 et S12, le score clinique global a été calculé avec les scores fécaux ponctuels attribués le jour même de sa réalisation. A S3 c'était le score fécal moyen qui a été utilisé pour calculer le score clinique global. Le score fécal moyen était la moyenne des scores fécaux attribués entre T0 exclus et S3 inclus. De même, le score fécal moyen à S6 permettait de calculer le score clinique global à S6. Le score fécal moyen était arrondi au nombre entier le plus proche. Afin de faciliter la réalisation du score clinique global, des documents avaient été transmis aux vétérinaires et aux soigneurs de tous les parcs zoologiques (Annexes 3 et 4). Les scores cliniques et fécaux ont été réalisés par les soigneurs et/ou les vétérinaires du zoo, idéalement par la même personne, pour tous les guépards d'un zoo inclus dans l'étude. Ils ont été faits à l'aide des fiches d'observation fournies aux vétérinaires des parcs zoologiques (Annexe 5).

Le score fécal était un score compris entre 0 et 3. Plus le score était élevé, plus le guépard présentait des selles liquides ou sa fréquence d'émission des selles était augmentée, associée

plus ou moins à du sang et/ou du mucus dans les selles. La grille présente en annexe 3 décrit les différents scores. Des photographies étaient associées, afin d'attribuer un score fécal à chaque selle observée. Lorsque plusieurs selles d'un même guépard étaient présentes, le score le plus élevé était retenu. Si aucune selle n'était observée le jour de la réalisation du score, la mention « NO » (non observé) était attribuée. De même, un score compris entre 0 et 3 a été attribué pour les critères appétit, vomissements et activité (Tableau VII). Lorsque le vomi n'était pas identifiable, la note de 0 était attribuée au score vomissements. Le score NEC était attribué selon la NEC du guépard, à l'aide de l'annexe 4, à un temps donné et il était compris entre 0 et 2.

### 2.6.3 Coproscopies simples

Les coproscopies simples ont été réalisées au laboratoire de parasitologie de VetAgro Sup Lyon.

La technique est décrite dans le schéma ci-dessous (Figure 21) [Laboratoire de parasitologie de VetAgro Sup Lyon, 2022].

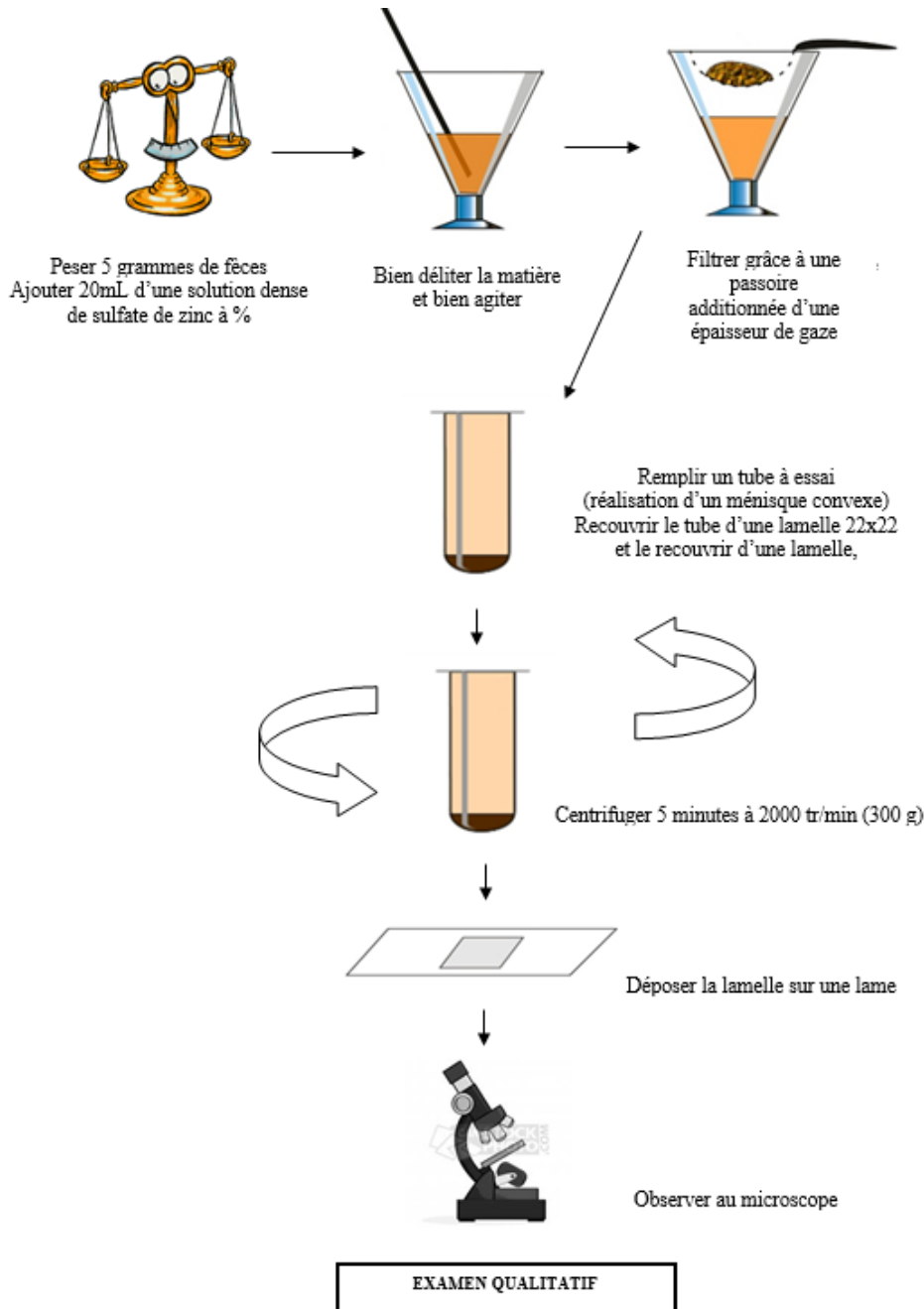


Figure 21 : Technique coproscopies simples réalisées par le laboratoire de parasitologie de VetAgro Sup Lyon (Source : Laboratoire de parasitologie, VetAgro Sup Lyon, 2022)

Les coproscopies ont été réitérées deux fois au cours de l'étude : à T0, avant la première prise de probiotique et à S6, à la fin de la prise de probiotique. Les prélèvements ont été réalisés sur un à trois jours consécutifs, selon les possibilités des parcs zoologiques, et ont été

conservés à +4°C. Le transport a été effectué par le transporteur spécialisé TSE Express Medical à +4°C. Les coproscopies ont été réalisées moins d'une semaine après les prélèvements de selles.

#### 2.6.4 PCR à *Helicobacter spp.* sur selles

Les PCR à ARN 16S *Helicobacter spp.* sur selles ont été réalisées au laboratoire des leptospires et analyses vétérinaires (LAV) de VetAgro Sup Lyon. Le protocole n'était pas exactement le même que celui employé dans l'étude de Mangiaterra *et al.* (2022). En effet cette PCR *Helicobacter* ciblait un autre fragment de l'ARN 16S. Cette méthode était déjà utilisée par le LAV qui a démontré sa spécificité *in silico* et l'a validée par séquençage des positifs.

Le protocole des PCR à *Helicobacter spp.* élaboré par le LAV est présenté ci-dessous [LAV, 2022].

Extraction de l'ADN : L'extraction d'ADN manuelle sur colonne se fait à l'aide du kit NucleoSpin® RNA Virus Kit (740956.25). Après avoir écouvillonné les prélèvements, un tube Eppendorf de 2 ml contenant 400 µl de RA1 et 25 µl de pK est préparé. Sous PSM (Poste de Sécurité Microbiologique) les écouvillons sont ensuite coupés dans leur tube et ils sont vortexés. Les tubes sont ensuite mis à 56°C pendant 30 minutes. Le lysat est déposé dans une colonne filtrante (filter colonne) préalablement disposée sur un tube de 2 ml contenant 200 µl de RAV1. Le tout est centrifugé 1 min à 13000 rpm. Le tube contenant le lysat est incubé 10 min à 70°C puis est centrifugé brièvement. Après l'ajout de 200 µL d'éthanol absolu, le lysat est déposé sur la colonne et les tubes sont centrifugés 1 min à 13000 rpm. Puis l'éluât est jeté et le tube collecteur changé. Le premier lavage est réalisé en ajoutant 500 µL de tampon RAW puis en centrifugeant 1 min à 13 000 rpm. Puis l'éluât est jeté et le tube collecteur changé. L'opération est renouvelée une deuxième fois en ajoutant 500 µL de RAV 3 et en centrifugeant 3 min à 13000 rpm. Après que l'éluât soit jeté et le tube collecteur changé, la colonne est séchée en centrifugeant 1 min à 13000 rpm puis la colonne est placée sur un microtube de 1,5 ml. Soixante microlitres d'eau nucléase free préchauffées à 70°C sont ajoutés, le tout est incubé 1 min à température ambiante puis centrifugé pendant 1 min à 13000 rpm. La colonne est jetée et les extraits sont conservés à 5 °C (si les PCR sont réalisées dans la journée) ou à -16°C.

PCR : Le couple d'amorce utilisé cible le gène 16S *Helicobacter* (Amorce sens H276F 1 5'-CTATGACGGGTATCCGGC – 3' ; Amorce anti-sens H676R 5' – ATTCCACCTACCTCTCCCA. – 3').

Les réactifs utilisés sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau VIII).

Réactifs	Volume/échantillon (en $\mu\text{L}$ )
Eau <i>nuclease free</i>	9,5
GoTaq G2 Hot Start Green Master Mix 2X	12,5
<b>Primer H276F 10<math>\mu\text{M}</math></b>	1
<b>Primer H676R 10<math>\mu\text{M}</math></b>	1

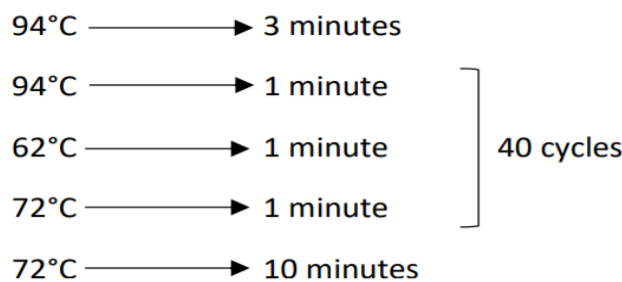
Volume total/tube = 24  $\mu\text{l}$

Ajouter 1  $\mu\text{l}$  d'extrait au 24  $\mu\text{l}$  de mix réactionnel.

Tableau VIII : Réactifs de la PCR *Helicobacter spp.* (Source : Laboratoire des Leptospires et des Analyses Vétérinaires, VetAgro Sup Lyon, 2022)

Un témoin négatif (mix sans extrait) et un témoin positif (mix + extrait d'ADN *Helicobacter*) sont prévus. Le programme PCR est présenté dans la figure ci-dessous (Figure 22).

Programme PCR *Helicobacter spp.* :



Stockage dans le thermocycleur à 8°C.

Figure 22 : Programme PCR *Helicobacter spp.* (Source : Laboratoire des Leptospires et des Analyses Vétérinaires, VetAgro Sup Lyon, 2022)

Electrophorèse sur gel : La migration se fait sur gel 1,5 % d'agarose avec le tampon TAE 0,5X et le réactif ladder 1kb (Promega), à 100 volts pendant 30 minutes.

Ces PCR ont été réalisées deux fois au cours de l'étude : à T0 avant la première prise de probiotique et à S6. Les prélèvements ont été faits sur un jour et ont été conservés à +4°C. Le transport a été effectué par le transporteur spécialisé TSE Express Medical à +4°C, avec les prélèvements destinés aux analyses parasitologiques. L'acheminement des échantillons a été réalisé moins de trois jours après la réalisation des prélèvements par les zoos.

### 2.6.5 Dosages immunoglobulines sur les selles

Les dosages d'immunoglobulines A et G sur selles ont été effectués par le laboratoire de l'Université de Camerino (Italie). Ces dosages ont été réalisés sur des selles congelées prélevées à T0, S6 et S12. Du fait des délais de réalisation des analyses, les résultats n'ont pas pu être transmis et analysés avant la finalisation du manuscrit. Ceux-ci seront idéalement intégrés dans la présentation orale de la thèse.

## 2.7 ANALYSES STATISTIQUES

Une comparaison de moyennes à l'aide du test de Student avec variances inégales a été réalisée pour le score de nutrition sur le logiciel Excel. Une p-value (p) inférieure à 0,05 traduisait une différence significative entre les deux moyennes. Les valeurs indiquées sont des moyennes  $\pm$  l'écart type standard de la moyenne.

Le test ANOVA a permis de comparer les différentes moyennes en fonction du temps, pour chaque score, dans un groupe donné. Le test de Student avec variances inégales a permis de comparer les scores des différents groupes à une date donnée (T0, S3, S6, S9 et S12). Ces tests ont été réalisés sur le logiciel Excel. Si la p-value (p) de ces tests était inférieure à 0,05, les résultats étaient statistiquement différents. Les barres d'erreur affichées sur les graphiques représentent l'erreur standard. Les valeurs indiquées sont des moyennes  $\pm$  l'écart type standard de la moyenne.

Pour les analyses coproscopiques et PCR, l'analyse des données consistait à comparer les fréquences des résultats à l'aide de la fonction `prop.test()` du logiciel Rstudio. Une p-value (p) inférieure à 0,05 indiquait des fréquences statistiquement différentes.

Le test du khi 2 d'indépendance a permis de tester l'indépendance entre les résultats des analyses et la prise ou non de probiotique. De même le test du khi 2 d'indépendance a permis de tester s'il y avait une corrélation entre les résultats coproscopiques et le parc zoologique d'appartenance du guépard. Une p-value (p) inférieure à 0,05 mettait en évidence une corrélation entre les variables testées.

## 3 RESULTATS

---

### 3.1 SIGNES CLINIQUES DES ANIMAUX INCLUS DANS L'ETUDE

L'effectif total était composé de 31 guépards (18 femelles et 13 mâles) âgés de deux ans à 14 ans. L'âge moyen des guépards inclus dans l'étude était de  $7,6 \pm 3,3$  ans et la médiane était de 7 ans. Les femelles étaient âgées de deux à 14 ans et les mâles de deux à 13 ans. Les tableaux (Tableaux IX et X) répertorient les guépards avec leur âge et leur sexe ainsi que les principaux symptômes qui étaient observés, les principaux examens complémentaires réalisés et les traitements mis en place avant leur inclusion dans l'étude (Tableau IX). Le symptôme « diarrhée » qualifie des selles molles à liquides avec plus ou moins du sang et/ou du mucus. Les tableaux IX et X ne répertorient pas les coproscopies de routine ainsi que les vermifuges prévus dans le protocole de vermifugation préventive usuel du zoo. Le nom des animaux était composé de deux premières lettres permettant d'identifier le parc zoologique, suivies de la lettre « s » (sain) ou « m » (malade), du numéro de l'animal et enfin du nom attribué par le zoo.

Le groupe malade était composé de 13 guépards (quatre mâles et neuf femelles) et le groupe sain comportait 18 guépards (huit mâles et 10 femelles). Les groupes malades et sains présentaient une moyenne d'âge similaire. L'âge moyen du groupe malade était d'environ  $8,7 \pm 3,5$  ans et l'âge moyen du groupe sain était de  $6,7 \pm 3,0$  ans.

Le principal symptôme observé chez les guépards malades était la diarrhée. Elle était présente chez six guépards sur les 13 malades. Deux guépards présentaient de la diarrhée en continu et quatre guépards présentaient de la diarrhée intermittente. De plus, deux guépards présentaient des vomissements intermittents. Des vomissements intermittents et de la diarrhée étaient observés chez trois guépards. Enfin, deux guépards présentaient une perte de poids et de la diarrhée en continu. Les principaux examens complémentaires réalisés sur les selles des guépards étaient la coproscopie (dans cinq cas) et la coproculture (dans trois cas). Des endoscopies et des biopsies gastriques ont été réalisées pour trois cas. De même, trois guépards ont eu des analyses sanguines. Un scanner et une échographie abdominale ont été réalisés chez un guépard. Les antibiotiques étaient les principaux traitements administrés (dans cinq cas). Quatre guépards ont reçu un traitement symptomatique composé principalement de pansements digestifs et d'antiacides. Des mesures diététiques ont été mises en place dans quatre cas. Un antiparasitaire interne a été administré dans au moins trois cas (il est possible que d'autres en aient reçu mais que cette mention ait été omise). Dans un cas une transplantation de microbiote fécal a été réalisée et un traitement immunosuppresseur a été entrepris.

Tableau IX : Tableau des guépards malades inclus dans l'étude (Source : Fradin Marine)

Parc Zoologique	Nom	Sous-espèce	Age à T0	Sexe	Principaux symptômes à l'inclusion	Principaux examens complémentaires et leurs résultats avant l'inclusion dans l'étude	Principaux traitements mis en place avant l'inclusion dans l'étude
Réserve Zoologique de la Haute-Touche	HTm1 Bahati	Inconnue	2 ans	Mâle	Diarrhée intermittente depuis environ 6 mois (2020)	Coproscopie négative et bilan sanguin sans anomalie Bactériologie sur selles positive le 29/03/21 ( <i>Campylobacter spp.</i> ) et négative le 07/05/2021 suite au traitement antibiotiques	Vermifugation (pipérazine, fenbendazole) Antibiotiques (amoxicilline-acide clavulanique) pendant 10 jours en mars 2021 (suite aux résultats de la bactériologie sur selles) permettant une résolution de la diarrhée
Safari de Peaugres	SPm1 Gena	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	12 ans	Mâle	Vomissements intermittents et selles glaireuses en continu depuis environ 1 an (2019)	/	Depuis 2019 : Pansement digestif (sucralfate), retrait des ailes de poulet et division de la ration en deux repas (matin et soir) permettant une diminution de la fréquence des vomissements
Safari de Peaugres	SPm2 Barafu	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	13 ans	Femelle	Vomissements intermittents et selles glaireuses en continu depuis environ 6 ans (2014)	Bactériologie positive à <i>Helicobacter spp.</i> en 2014 (substrat non précisé)	Antibiotiques (amoxicilline et clarithromycine), antisécrétoires (lansoprazole), pansements digestifs (sucralfate) et probiotiques (Enteromicro) suite à des vomissements aigus en 2014

							Depuis 2014 : Pansement digestif (Ulcars), retrait des ailes de poulet et division de la ration en deux repas (matin et soir) permettant une diminution de la fréquence des vomissements
Parc Zoologique de Lunaret	PLm1 Shwari	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	8 ans	Mâle	Diarrhée en continue depuis environ 5 ans (2015)	<p>Bactériologie en culture anaérobie positive à <i>E. coli</i> en juillet et novembre 2017</p> <p>Endoscopie, sans biopsie associée, révélant des ulcères coliques et analyses sanguines sans anomalie en avril 2018</p> <p>Analyses sanguines sans anomalie majeure en février 2021</p> <p>Scanner, échographie, seconde endoscopie et biopsies digestives révélant une gastrite, duodénite, typhlité et colite en avril 2021</p> <p>Coproscopies régulières</p>	<p>Transplantation de microbiote fécal et vermifugation (ivermectine) en février 2021 ne permettant pas de diminution de la diarrhée</p> <p>Cyclosporine (arrêté car effets secondaires sévères) et antibiotiques (enrofloxacin) en mai-juin 2021</p> <p>Cures de métronidazole et tylosine permettant une amélioration transitoire de la diarrhée</p>

Zoo de la Palmyre	PYm1 7582	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	7 ans	Femelle	Vomissements intermittents depuis environ 1 mois (2021)	Biopsies gastriques : gastrite discrète compatible avec une infection à <i>Helicobacter spp.</i>	/
Zoo de la Palmyre	PYm2 6243	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	9 ans	Femelle	Vomissements intermittents depuis environ 1 an (2019)	Biopsies digestives : œsophagite et gastrite compatibles avec une infection à <i>Helicobacter spp.</i>	Antibiotiques (amoxicilline + métronidazole puis amoxicilline + clarithromycine) et antiacides (oméprazole) début 2021
Zoo de Champrépus	CPm2 Milinda	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	12 ans	Femelle	Perte de poids et diarrhée depuis environ 2 ans (2018) Diarrhée absente en 2020	Coproscopies souvent positives (quelques ascaris)	Depuis 2020 ajout de 10 poussins une fois par jour dans la ration permettant d'avoir des selles correctes, elle reste svelte
Zoo de la Boissière du Doré	BDm1 Sophie	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	7 ans	Femelle	Diarrhée et vomissements intermittents depuis 1 an (2019)	Analyses sanguines sans anomalie notable en août 2019 et en décembre 2020 Parfois larves de nématodes visibles dans les selles associées à de la diarrhée +/- hématochézie	Antibiotiques (métronidazole), phosphate d'aluminium (phosphalugel) et vermifugation (pyrantel) suite à un épisode aigu d'hématochézie et de diarrhée en juin 2019 Vitamine B12, ivermectine (Ivomec) et perfusion Ringer Lactate sous anesthésie en août 2019 car diarrhée et vomissements intermittents

Zoo de Thoiry	TYm1 B7221	Inconnue	6 ans	Femelle	Diarrhée intermittente depuis environ 1 an (2020)	/	/
Zoo de Thoiry	TYm2 B7222	Inconnue	6 ans	Femelle	Diarrhée intermittente depuis environ 1 an (2020)	/	/
Zoo de Thoiry	TYm3 B7223	Inconnue	6 ans	Femelle	Diarrhée intermittente depuis environ 1 an (2020)	/	/
Zoo d'Amnéville	AMm1 Jasper	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	13 ans	Mâle	Perte de poids depuis environ 2 ans (2019) et diarrhée depuis au moins 8 ans (2013)	Coproscopie de groupe	Ration augmentée en 2019 : aucune prise de poids
Zoo d'Amnéville	AMm2 Noel	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	13 ans	Mâle	Diarrhée depuis au moins au moins 8 ans (2013)	Coproscopies de groupe Bactériologie sur selles positive en 2016	/

Parc Zoologique	Nom	Sous-espèce	Age à T0	Sexe
Safari de Peaugres	SPs1 Bella	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	3 ans	Femelle
Safari de Peaugres	SPs2 Arya	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	5 ans	Femelle
Safari de Peaugres	SPs3 Chantilly	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	2 ans	Femelle
Safari de Peaugres	SPs4 Winston	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	6 ans	Mâle
Parc Zoologique de Lunaret	PLs1 Wifi	Inconnue	7 ans	Mâle
Parc Zoologique de Lunaret	PLs2 Twist	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	9 ans	Mâle
Parc Zoologique de Lunaret	PLs3 Helinka	Inconnue	14 ans	Femelle
Parc Zoologique de Lunaret	PLs4 Vanille	Inconnue	7 ans	Femelle
Parc Zoologique de Lunaret	PLs5 Kianga	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	10 ans	Femelle
Zoo de la Palmyre	PYs1 6242	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	9 ans	Femelle
Zoo de la Palmyre	PYs2 7581	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	7 ans	Femelle
Zoo de la Palmyre	PYs3 8194	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	6 ans	Mâle
Zoo de la Palmyre	PYs4 8851	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	2 ans	Femelle
Zoo de Champrépus	CPs1 Tao	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	9 ans	Mâle
Zoo de la Boissière du Doré	BDs1 Josh	<i>Acinonyx jubatus jubatus</i>	6 ans	Mâle
Parc Zoologique Cerza	CZs1 Cailin	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	4 ans	Femelle
Parc Zoologique Cerza	CZs2 Java	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	7 ans	Mâle
Parc Zoologique Cerza	CZs3 Bakari	<i>Acinonyx jubatus soemmeringii</i>	8 ans	Mâle

Tableau X : Tableau des guépards sains inclus dans l'étude (Source : Fradin Marine)

### 3.2 SCORE DE NUTRITION

La ration alimentaire était majoritairement distribuée une fois par jour. On retrouvait dans tous les parcs zoologiques principalement du poulet et du bœuf. Certains guépards présentaient un à deux jours de jeûne par semaine. Une supplémentation avec des compléments minéralo-vitaminés, tels que du Sofcanis ou du Carmix, était parfois apportée. Les rations alimentaires sont détaillées dans l'annexe 6.

Les scores de nutrition des guépards (Annexe 7) inclus dans l'étude sont répertoriés dans le tableau ci-dessous (Tableau XI).

Parc Zoologique	Animal	Score nutrition
Réserve Zoologique de la Haute-Touche	HTm1 Bahati	5/6
Safari de Peaugres	SPm1 Gena	3/6
Safari de Peaugres	SPm2 Barafu	3/6
Safari de Peaugres	SPs1 Bella	5/6
Safari de Peaugres	SPs2 Arya	5/6
Safari de Peaugres	SPs3 Chantilly	5/6
Safari de Peaugres	SPs4 Winston	5/6
Parc Zoologique de Lunaret	PLm1 Shwari	4/6
Parc Zoologique de Lunaret	PLs1 Wifi	5/6
Parc Zoologique de Lunaret	PLs2 Twist	5/6
Parc Zoologique de Lunaret	PLs3 Helinka	5/6
Parc Zoologique de Lunaret	PLs4 Vanille	5/6
Parc Zoologique de Lunaret	PLs5 Kianga	5/6
Zoo de la Palmyre	PYm1 7582	6/6
Zoo de la Palmyre	PYm2 6243	4/6
Zoo de la Palmyre	PYs1 6242	6/6
Zoo de la Palmyre	PYs2 7581	6/6
Zoo de la Palmyre	PYs3 8194	6/6
Zoo de la Palmyre	PYs4 8851	6/6
Zoo de Champrépus	CPm2 Milinda	3/6
Zoo de Champrépus	CPs1 Tao	3/6
Zoo de la Boissière du Doré	BDM1 Sophie	4/6
Zoo de la Boissière du Doré	BDs1 Josh	4/6
Zoo de Thoiry	TYm1 B7221	3/6
Zoo de Thoiry	TYm2 B7222	3/6
Zoo de Thoiry	TYm3 B7223	3/6
Zoo d'Amnéville	AMm1 Jasper	5/6
Zoo d'Amnéville	AMm2 Noel	5/6
Parc Zoologique Cerza	CZs1 Cailin	6/6
Parc Zoologique Cerza	CZs2 Java	6/6
Parc Zoologique Cerza	CZs3 Bakari	6/6

Légende :  Ration perfectible  Ration adaptée

Tableau XI : Score de nutrition des guépards (Source : Fradin Marine)

Pour un même parc zoologique, les scores de nutrition pouvaient varier en fonction des guépards car leurs rations alimentaires différaient (Annexe 6).

Le score de nutrition moyen des parcs zoologiques était de  $4,7 \pm 1,1$  sur 6. Environ 35 % des guépards mangeaient une ration perfectible et environ 65 % consommaient une ration adaptée (Figure 23). Aucun guépard ne présentait de score de nutrition inférieur à 3/6. Chez les guépards malades, neuf guépards avaient une ration perfectible et quatre guépards avaient une ration adaptée. Chez les guépards sains, deux guépards avaient une ration perfectible et 16 guépards avaient une ration adaptée.

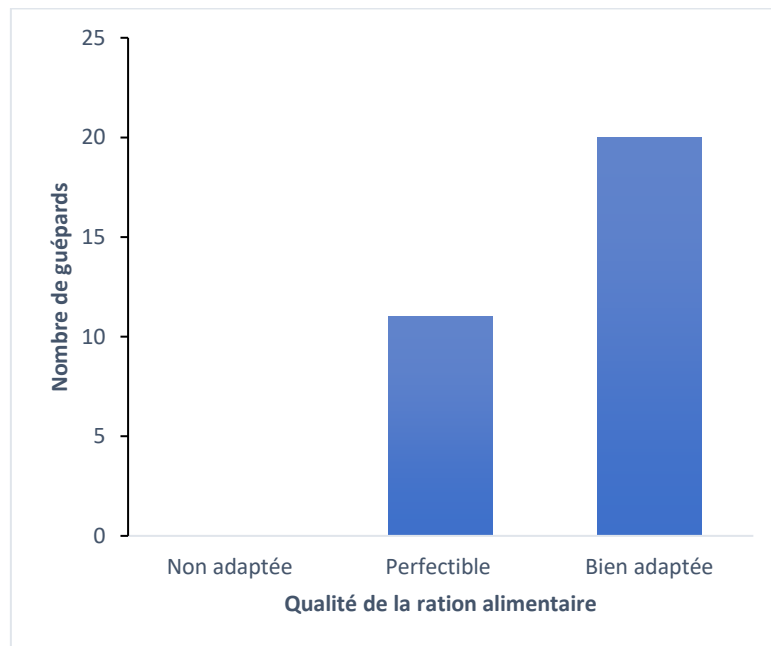


Figure 23 : Qualité de la ration alimentaire des guépards (Source : Fradin Marine)

Les scores de nutrition des guépards sains et malades sont illustrés par les graphiques ci-dessous (Figure 24).

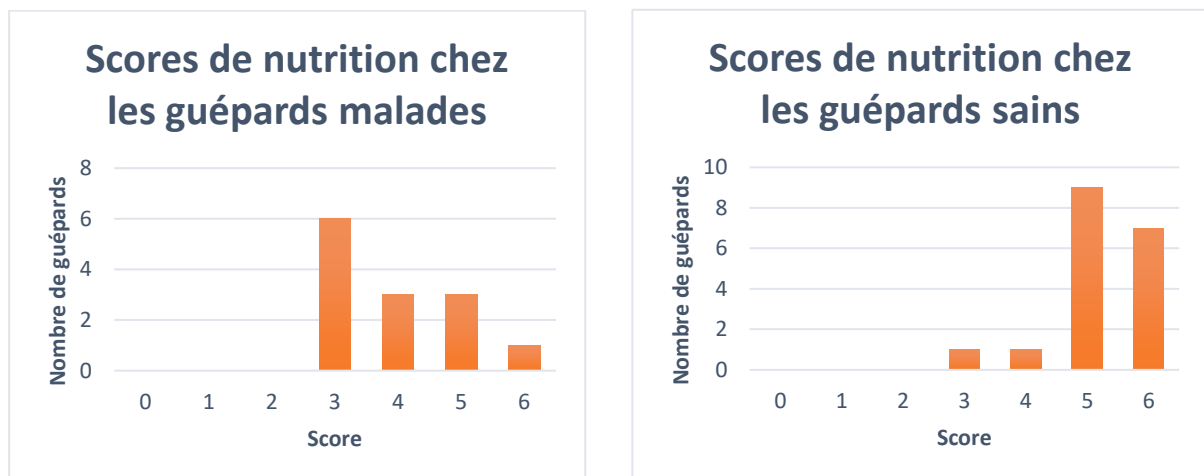


Figure 24 : Scores de nutrition chez les guépards malades (à gauche) et sains (à droite) (Source : Fradin Marine)

Le score de nutrition moyen des individus sains était de  $5,22 \pm 0,81$  sur 6 alors que celui des malades était de  $3,92 \pm 1,04$  sur 6. Les guépards sains semblaient avoir un score de nutrition plus élevé que les malades. Ceci a été confirmé par les analyses statistiques ( $p < 0,01$ ).

### 3.3 SCORES CLINIQUES ET FECAUX

Les scores réalisés à T0, S3, S6, S9 et S12 sont répertoriés dans les tableaux ci-dessous (Tableaux XII, XIII et XIV). Subjectivement, aucune amélioration clinique n'a pu être observée par les soigneurs et vétérinaires des parcs zoologiques inclus dans l'étude suite à la prise de probiotiques.

Score		Score fécal					Appétit					Vomissements					NEC					Activité					Score clinique global				
Animal	Date	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12
HTm1 Bahati		0	NO	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	5	0	0	0
SPm1 Gena		2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	0	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7	7	3	5	5
SPm2 Barafu		2	3	1	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4	5	5	5	4
PLm1 Shwari		0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3
PYm1 7582		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2	3	2	2
PYm2 6243		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2
CPm2 Milinda		0	1	NO	NO		0	0	3	3		0	0	0	0		0	0	1	1		0	0	3	3		0	1			
BDm1 Sophie		0	0	0	NO	NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TYm1 B7221		3	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	1	3
TYm2 B7222		3	0	3	2	3	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3		2	3
TYm3 B7223		3	2	NO	NO	3	0	3		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	6			4
AMm1 Jasper		1		1			0	0	0			0	0	0			1	1	1			0	0	0			2	1	2		
AMm2 Noel		1		1			0	0	0			0	0	0			0	0	0			0	0	0			1	0	1		
<b>Moyennes</b>		1,15	1,20	1,36	1,38	1,67	0,23	0,77	0,45	0,45	0,20	0,31	0,31	0,23	0,36	0,50	0,23	0,31	0,31	0,45	0,40	0	0,15	0,38	0,27	0	2,00	2,77	2,10	2,50	2,89

Légende :  Données manquantes

Tableau XII : Scores des guépards malades à T0, S3, S6, S9 et S12 (Source : Fradin Marine)

Score		Score fécal					Appétit					Vomissements					NEC					Activité					Score clinique global									
Animal	Date	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12					
<b>CZs1 Cailin</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CZs2 Java</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CZs3 Bakari</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Moyennes</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Tableau XIII : Scores des guépards sains sans probiotique à T0, S3, S6, S9 et S12 (Source : Fradin Marine)*

Score	Score fécal					Appétit					Vomissements					NEC					Activité					Score clinique global				
Animal Date	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12	T0	S3	S6	S9	S12
<b>SPs1 Bella</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>SPs2 Arya</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<b>SPs3 Chantilly</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<b>SPs4 Winston</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<b>PLs1 Wifi</b>	NO	NO	0	NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		0
<b>PLs2 Twist</b>	0	NO	NO	NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
<b>PLs3 Helinka</b>	0	0	0	NO	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
<b>PLs4 Vanille</b>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<b>PLs5 Kianga</b>	0	0	NO	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
<b>PYs1 6242</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PYs2 7581</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PYs3 8194</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PYs4 8851</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CPs1 Tao</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BDs1 Josh</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Moyennes</b>	0,14	0	0	0,50	0,27	0	0	0	0	0	0	0,13	0,07	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0,14	0,21	0,50	0,27

Légende :  Données manquantes

Tableau XIV : Scores des guépards sains avec probiotique à T0, S3, S6, S9 et S12 (Source : Fradin Marine)

Le détail des scores fécaux est présenté en annexes 8, 9 et 10. Chez les sains avec probiotique et les malades, les scores fécaux restaient similaires au score de départ au cours du temps, malgré la prise de probiotique (Figure 25) ( $p > 0,05$ , annexe 11). Les scores fécaux des guépards sains avec probiotique et des guépards malades ont été comparés à différents temps de l'étude. Ces derniers présentaient des scores fécaux majoritairement plus élevés ( $p < 0,05$ , annexe 12). Un score fécal moyen global a été calculé. Ce score est la moyenne globale des scores fécaux, calculée sur la moyenne des scores fécaux à chaque date. Le score fécal moyen global au cours de l'étude du groupe sain avec probiotique était de  $0,18 \pm 0,16$  alors que celui du groupe malade était de  $1,34 \pm 0,21$ . Ainsi la qualité des selles des malades sur la durée totale de l'étude était inférieure à celle des guépards sains recevant des probiotiques.

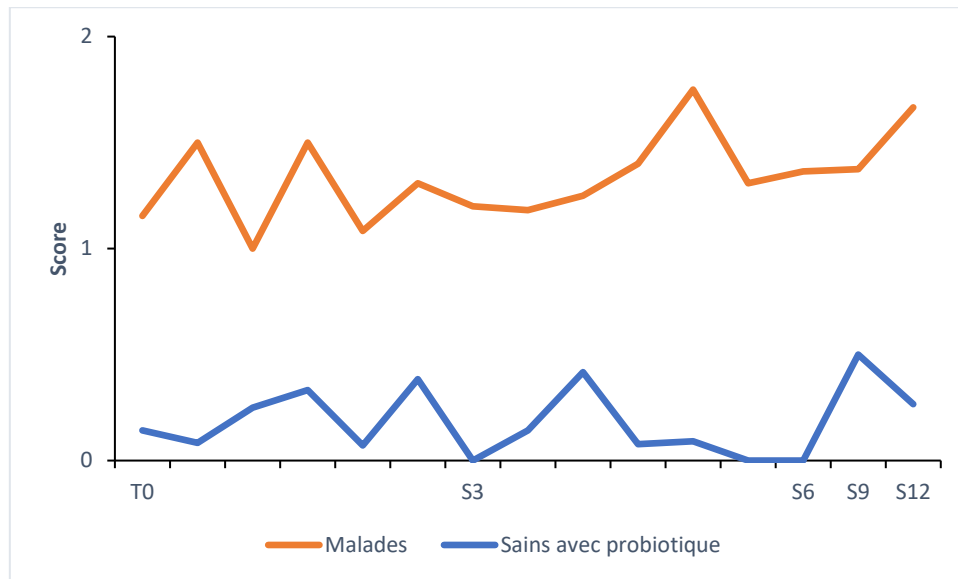


Figure 25 : Scores fécaux du groupe malade et sain avec probiotique entre T0 et S12  
(Source : Fradin Marine)

Pour le groupe malade (Figure 26), lors de la prise de probiotique, la moyenne des différents scores était homogène au cours du temps ( $p>0,05$ , annexe 11). Les scores restaient similaires aux scores de départ.

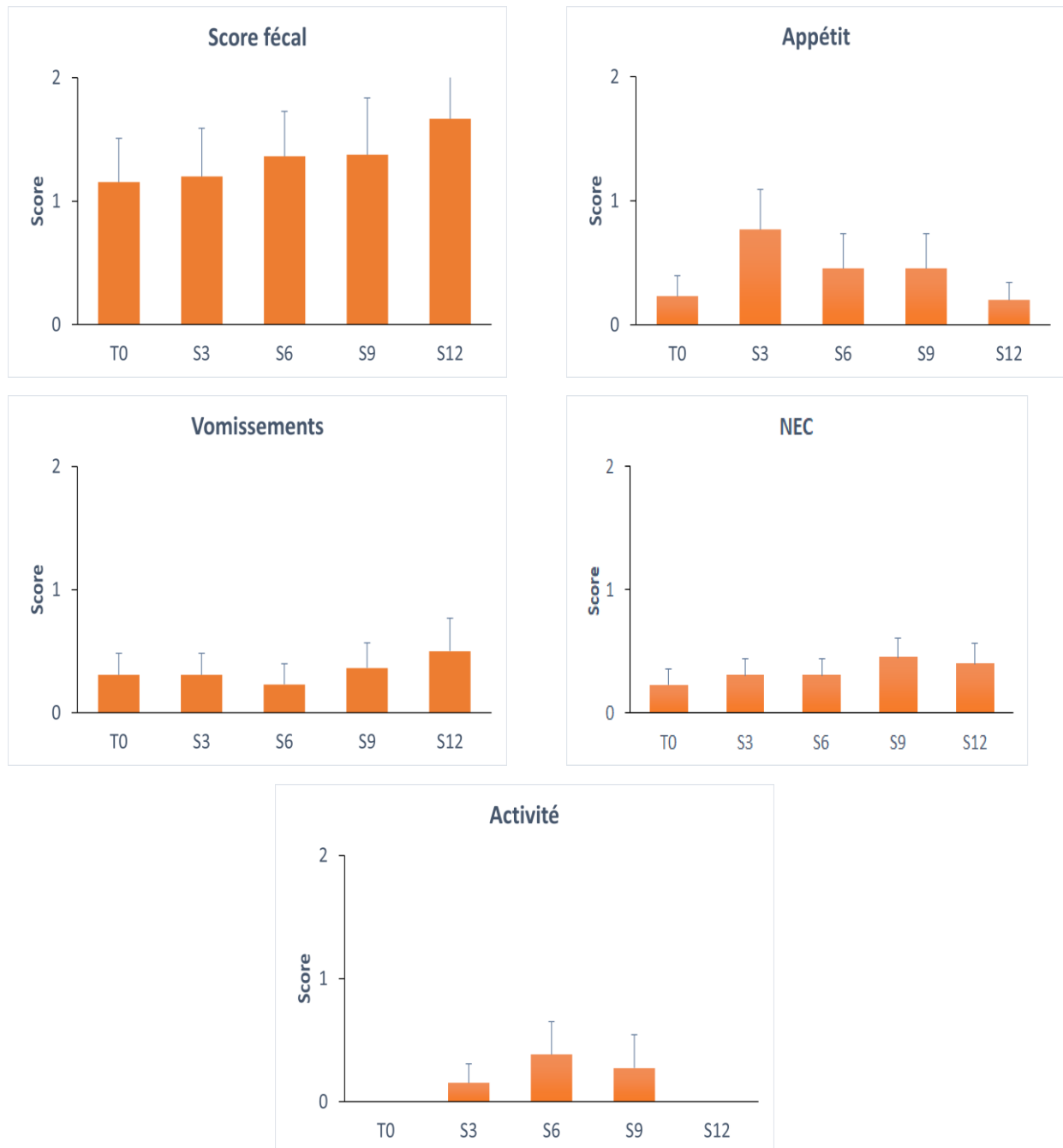


Figure 26 : Scores des guépards malades entre T0 et S12 (Source : Fradin Marine)

Chez les guépards sains sans probiotique, les scores restaient nuls au cours du temps.

Chez les guépards sains avec probiotique (Figure 27), les scores appétit et activité restaient nuls au cours du temps. Les scores fécaux et NEC diminuaient de façon non significative ( $p>0,05$ , annexe 11) entre T0 et S6, passant respectivement de  $0,14 \pm 0,36$  à 0 et de  $0,07 \pm 0,26$  à 0. Entre T0 et S12 les scores fécaux, NEC et vomissements ne variaient pas significativement ( $p>0,05$ , annexe 11).

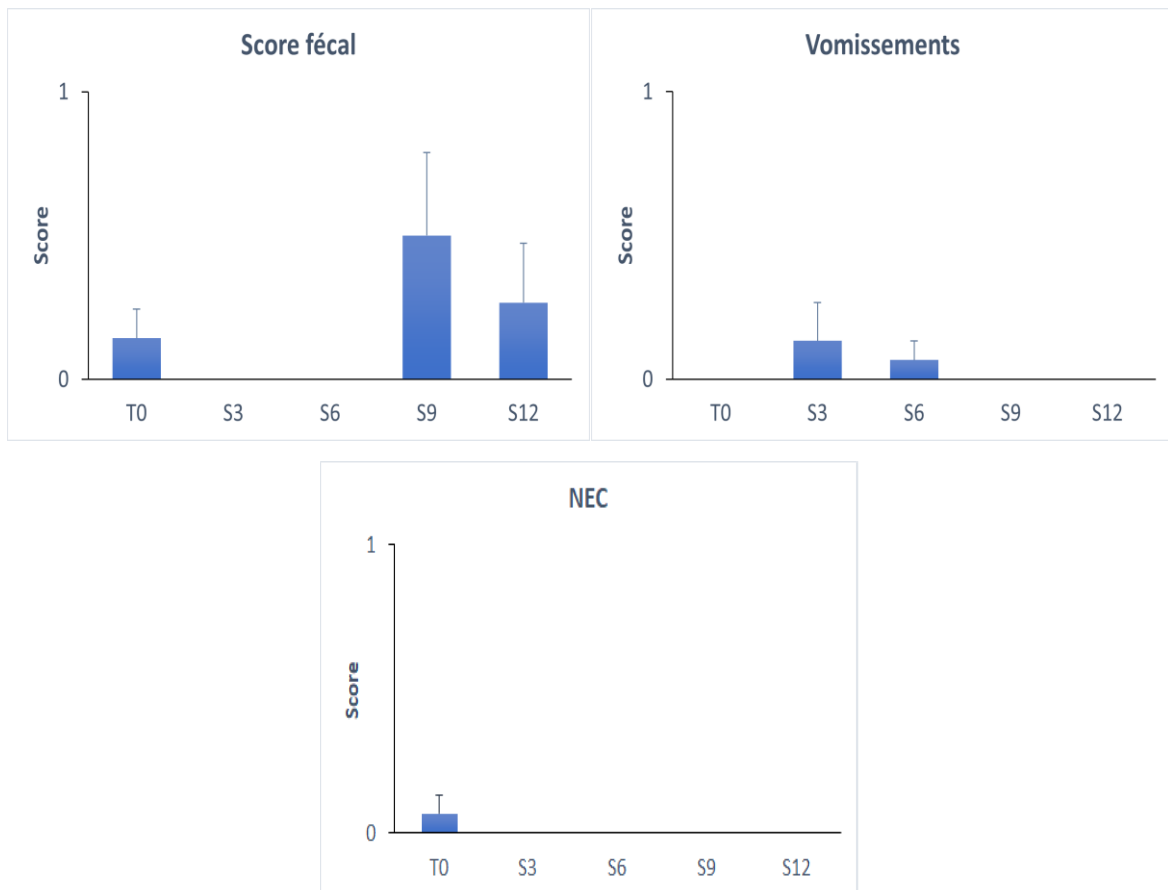


Figure 27 : Scores des guépards sains avec probiotique entre T0 et S12 (Source : Fradin Marine)

Entre les groupes sains avec probiotique et malades, les scores appétit, vomissements et activité semblaient plus élevés chez les malades. Néanmoins cette différence n'était pas significative ( $p > 0,05$ , annexe 13), sauf pour le score appétit à S3 ( $p = 0,03$ ). Le score NEC était plus élevé chez les malades que chez les sains entre S3 et S12 ( $p < 0,05$ , annexe 13). Les malades présentaient donc une note d'état corporel plus faible au cours de l'étude. Les scores entre les groupes sains avec probiotique et sans probiotique n'étaient pas significativement différents ( $p > 0,05$ , annexes 14 et 15).

De même que pour les autres scores, les scores cliniques globaux n'évoluaient pas entre T0 et S6 (Figure 28), chez les guépards sains et malades ( $p > 0,05$ , annexe 11).

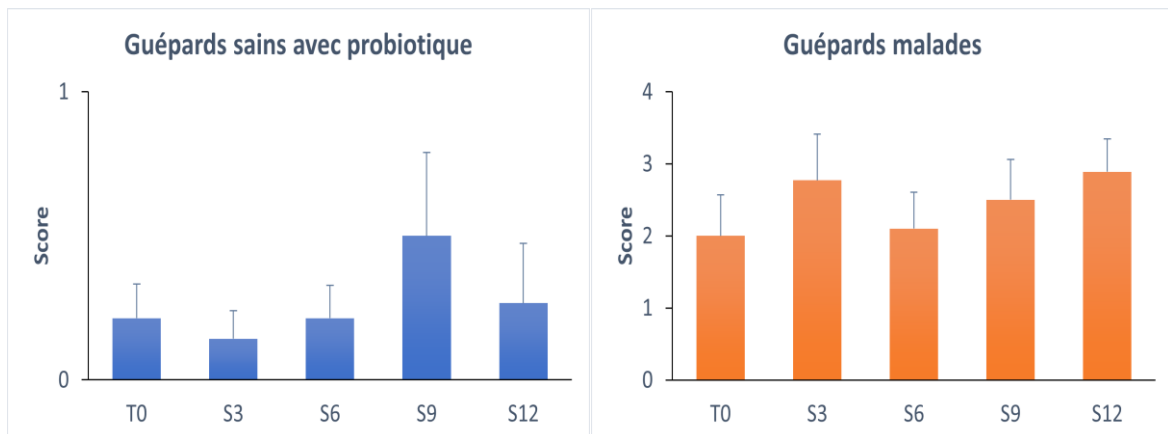


Figure 28 : Score clinique global des guépards malades (à droite) et des guépards sains avec probiotique (à gauche) entre T0 et S12 (Source : Fradin Marine)

Entre T0 et S6, le score clinique global des guépards malades était d'environ  $2,29 \pm 0,42$  et celui des guépards sains avec probiotique était de  $0,19 \pm 0,04$ . Les guépards malades présentaient un score clinique global plus élevé entre T0 et S12 ( $p < 0,05$ , annexe 13) par rapport aux guépards sains. Le score clinique global des guépards sains sans probiotique restait nul tout au long de l'étude.

### 3.4 PARASITOLOGIE

Les résultats détaillés des coproscopies sont présentés dans l'annexe 16.

Les graphiques ci-dessous (Figure 29) représentent les résultats des coproscopies à T0 et S6 de tous les guépards.

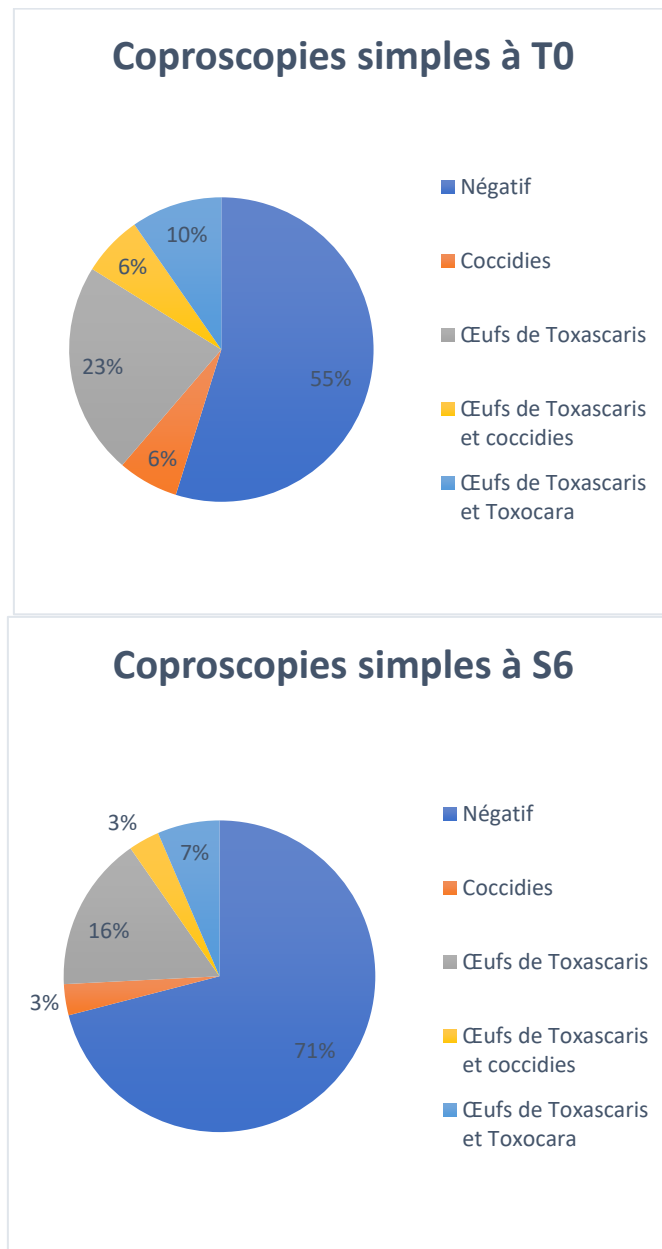


Figure 29 : Résultats des coproscopies simples à T0 (en haut) et S6 (en bas) sur l'effectif total de guépards (n=31) (Source : Fradin Marine)

Environ 45 % des guépards étaient parasités à T0. Les principaux parasites digestifs retrouvés étaient les *Ascaris* (39 %) suivis par les coccidies (*Eimeria sp.* et *Isospora sp.*) (12 %). A S6 environ 29 % des guépards étaient parasités. De même qu'à T0, les principaux parasites retrouvés étaient les *Ascaris* (26 %) et les coccidies (6 %). Néanmoins l'écart de fréquence entre T0 et S6 n'était pas significatif ( $p=0,29$ ).

A T0 (Figure 30), environ 33 % des guépards sains étaient parasités contre 62 % des malades. Néanmoins la différence observée n'était pas statistiquement significative ( $p=0,23$ ).

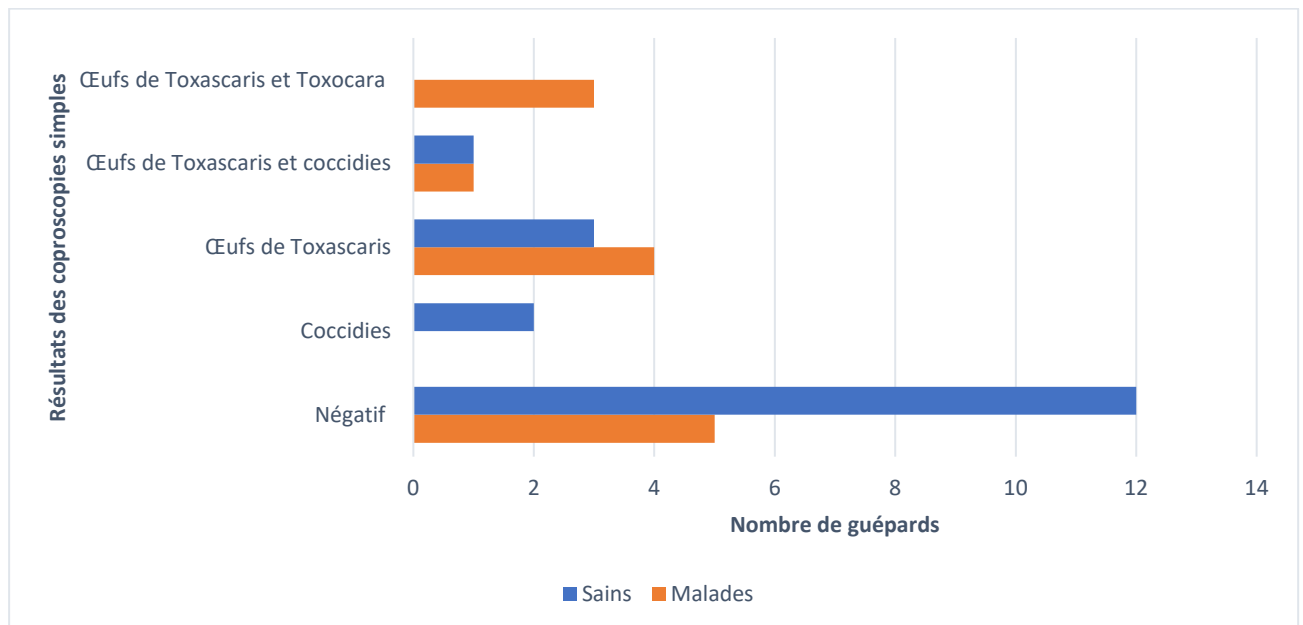


Figure 30 : Résultats des coproscopies simples à T0 chez les guépards sains et les malades (Source : Fradin Marine)

Deux guépards malades et trois guépards sains parasités à T0 étaient négatifs à S6. Six guépards malades et trois guépards sains, parasités à T0, étaient toujours positifs à S6. Aucun guépard négatif à T0 n'était parasité à S6.

Or certains guépards ont été vermifugés pendant l'étude (Tableau XV). Les guépards qui étaient positifs à T0 et négatifs à S6 étaient des guépards appartenant au Zoo de la Palmyre. Le Zoo de la Palmyre était le seul zoo ayant vermifugé les guépards entre T0 et S6. Ainsi le vermifuge semble avoir été efficace et avoir permis de déparasiter les guépards.

Animal	Date (en 2021)	Molécule +/- posologie
HTm1 Bahati	24/11	Fenbendazole 500 mg, PO, 5 comprimés une fois par jour pendant 3 jours
SPm1 Gena	18/11	Fenbendazole, PO, 10 mg/kg une fois par jour pendant 3 jours
SPm2 Barafu		
SPs1 Bella		
SPs2 Arya		
SPs3 Chantilly		
SPs4 Winston		
PLm1 Shwari		
PLs1 Wifi		
PLs2 Twist		
PLs3 Helinka		
PLs4 Vanille		
PLs5 Kianga		
PYm1 7582	1) 01/10 2) 12/11	1) Pyrantel, PO 2) Ivermectine, PO
PYm2 6243		
Pys1 6242		
Pys2 7581		
Pys3 8194		
Pys4 8851		
CPm2 Milinda		
CPs1 Tao		
BDm1 Sophie		
BDs1 Josh		
Tym1 B7221		
Tym2 B7222		
Tym3 B7223		
Amm1 Jasper		
Amm2 Noel	30/11	Pyrantel, PO
CZs1 Cailin	29/10	Fenbendazole, PO
CZs2 Java	1) 23/09 2) 18/10	Fenbendazole, PO
CZs3 Bakari	01/11	Fébantel/Pyrantel/Praziquantel, PO

PO = per os

Tableau XV : Vermifugation des guépards au cours de l'étude (Source : Fradin Marine)

A S6 (Figure 31), environ 46 % des guépards malades étaient parasités et environ 17 % des sains étaient parasités. L'écart de fréquence entre les guépards malades parasités et les guépards sains parasités à S6 n'était pas significatif ( $p=0,18$ ).

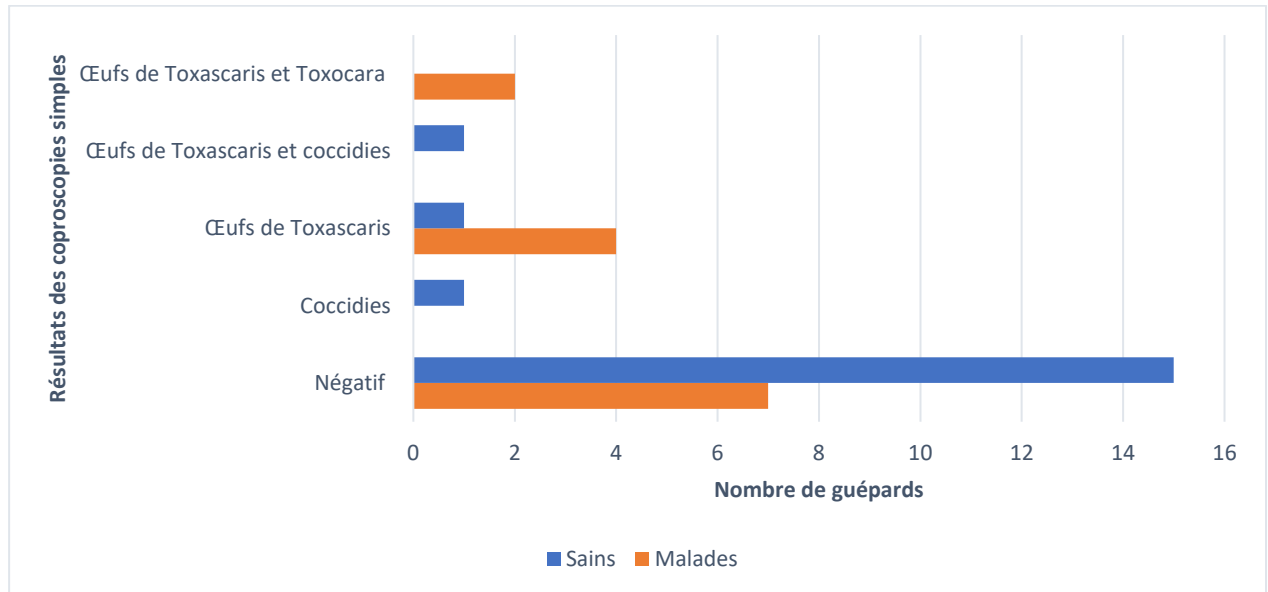


Figure 31 : Résultats des coproscopies simples à S6 chez les guépards sains et malades (Source : Fradin Marine)

Chez les malades, aucune différence significative entre les pourcentages de guépards parasités n'était mise en évidence entre T0 et S6 ( $p=0,69$ ). De même pour le groupe sain, l'écart entre T0 et S6 était non significatif ( $p=0,44$ ).

Si on compare les résultats entre les différents parcs zoologique à T0 (Figure 32), les résultats des coproscopies simples semblaient être uniformes par zoo : les guépards étaient soit en grande majorité positifs, soit négatifs dans un même zoo.

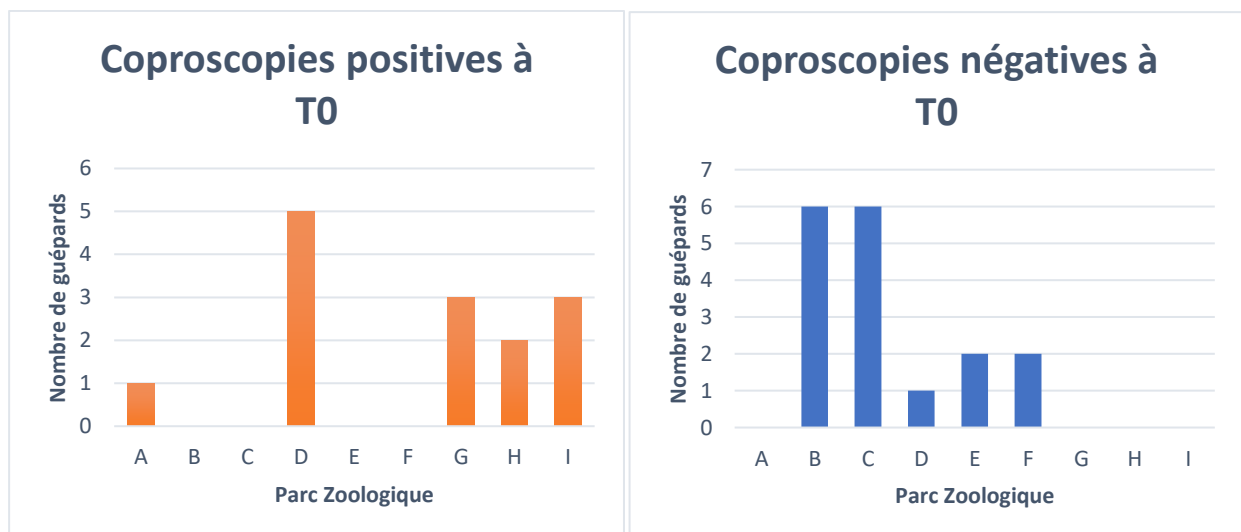


Figure 32 : Résultats des coproscopies simples à T0 selon le parc zoologique (Source : Fradin Marine)

A = Réserve Zoologique de la Haute-Touche ; B = Safari de Peaugres ; C = Parc Zoologique de Lunaret ; D = Zoo de la Palmyre ; E = Zoo de Champrépus ; F = Zoo de la Boissière du Doré ; G = Zoo de Thoiry ; H = Zoo d'Amnéville ; I = Parc Zoologique Cerza

Il y avait en effet une relation de non-indépendance entre les paramètres « résultats des coproscopies » et « localisation des prélèvements » ( $p < 0,01$ ). Ainsi le résultat des coproscopies dépendait du parc zoologique prélevé. On retrouvait le même résultat à S6 ( $p < 0,01$ ).

### 3.5 PCR A *HELICOBACTER SPP.* SUR SELLES

Les résultats détaillés des PCR sont présentés dans l'annexe 17.

A T0, la PCR *Helicobacter spp.* sur selles était positive chez 87 % de l'effectif total des guépards. A S6, environ 90 % des guépards étaient positifs à la PCR *Helicobacter spp.*. L'écart statistique entre les pourcentages de positivité à *Helicobacter spp.* à T0 et S6 n'était pas significatif ( $p = 1,00$ ).

A T0 (Figure 33), 83 % des guépards sains étaient positifs contre 92 % des malades. L'écart n'était pas statistiquement significatif ( $p = 0,85$ ), de sorte qu'on n'observait pas plus d'hélicobactériose chez les malades par rapport aux sains.

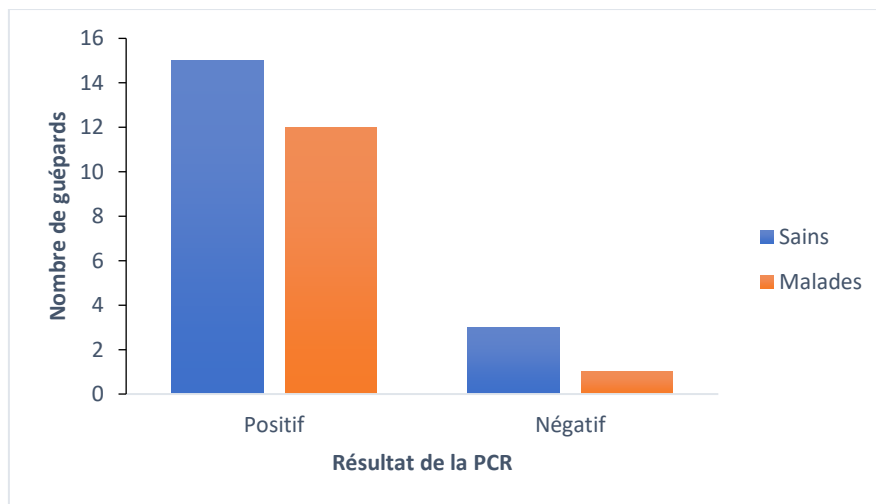


Figure 33 : Résultats PCR *Helicobacter spp.* sur selles à T0 chez les sains et les malades (Source : Fradin Marine)

Un guépard malade, deux guépards sains avec probiotique et un guépard sain sans probiotique négatifs à T0 étaient positifs à S6. A l'inverse, trois guépards sains avec probiotique étaient positifs à T0 et négatifs à S6.

A S6 (Figure 34), tous les guépards malades et tous les guépards sains sans probiotique étaient positifs. Quarante-vingts pourcents des guépards sains avec probiotique étaient positifs. Aucun des trois groupes n'était plus infecté par *Helicobacter spp.* que les autres (différence non significative,  $p > 0,05$ ) à S6.

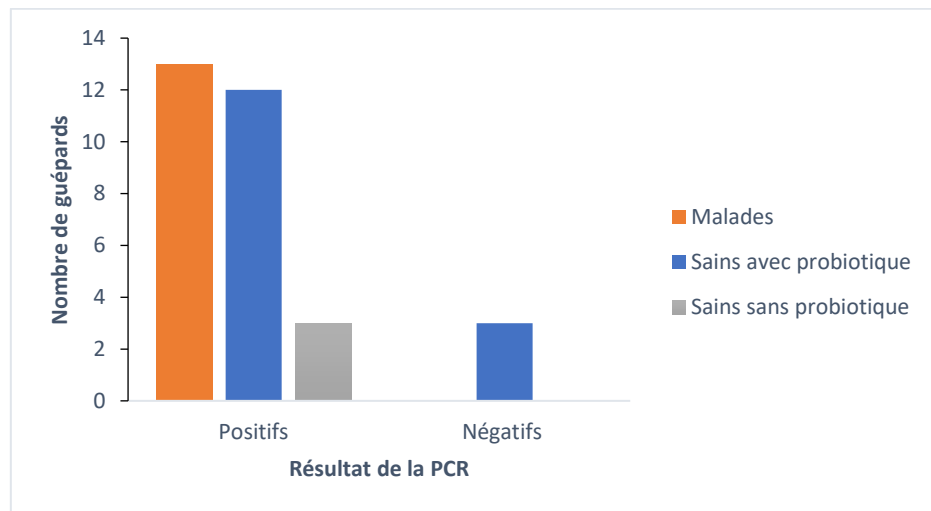


Figure 34 : Résultats PCR *Helicobacter spp.* sur selles à S6 chez les guépards malades, sains avec probiotique et sains sans probiotique (Source : Fradin Marine)

Pour chaque groupe, l'écart statistique entre les fréquences de positivité à T0 et S6 n'était pas significatif. Ainsi le niveau d'infection par *Helicobacter spp.* était similaire avant la prise et après la prise de probiotique, pour les guépards malades et les guépards sains avec probiotique. Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre les résultats PCR et la prise ou non de probiotique à S6 (Figure 35) ( $p = 1,00$ ).

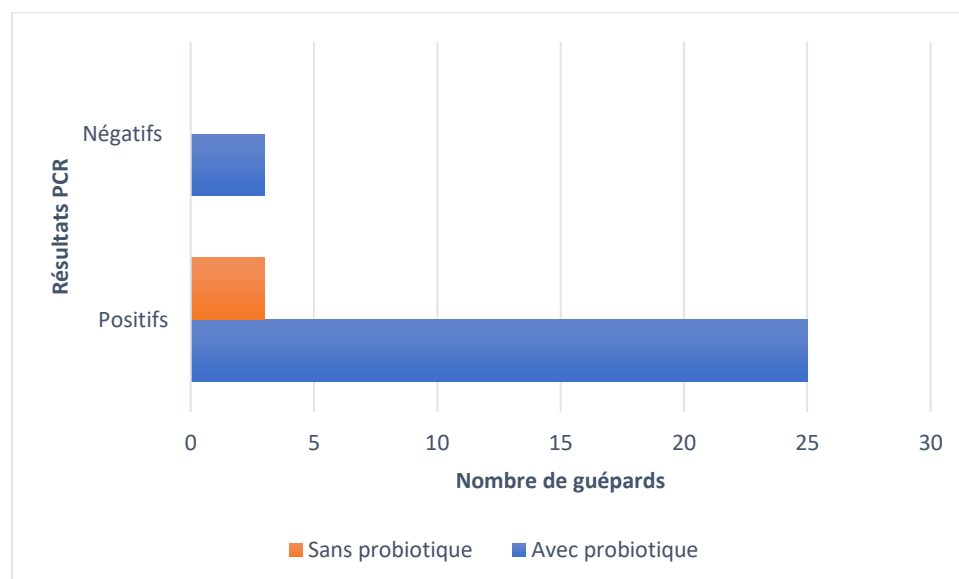


Figure 35 : Résultats PCR *Helicobacter spp.* à S6 selon la prise ou non de probiotique (Source : Fradin Marine)

## 4 DISCUSSION

---

Cette étude a permis de tester l'efficacité du probiotique SLAB51® (SivoMixx®, Ormendes SA, Jouxten-Mézery, Suisse) lors de troubles gastro-intestinaux chez des guépards captifs français. Trente-et-un guépards ont été inclus dans l'étude. La durée totale de l'étude était de 12 semaines, dont six semaines avec prise quotidienne de probiotique pour 28 guépards.

L'une des principales limites à notre étude était le faible nombre de guépards inclus (n=31). Seulement trois guépards du Zoo de Cerza ont été inclus dans le groupe sain sans probiotique. En effet, les zoos de Beauval et de Cerza nous avaient contactés malgré l'absence de guépards malades dans leurs effectifs. Il n'a pas été possible d'identifier les selles des différents individus pour le Zoo de Beauval, ils n'ont donc pas pu être inclus dans l'étude. D'autres parcs n'ayant que des guépards sains auraient pu être contactés pour participer à l'étude mais afin de limiter les coûts et faute de temps, seuls les guépards du Zoo de Cerza ont été inclus. L'âge moyen des guépards inclus dans l'étude était d'environ 7,6 ans et la médiane était de 7 ans. L'espérance de vie des guépards en captivité dépassant rarement 13 ans [Sengenberger et al., 2018], notre groupe semblait représentatif des guépards en captivité.

Concernant l'affection causale à l'origine des troubles digestifs, la méthodologie de notre étude ne permettait pas de la déterminer. En particulier les gastrites sont diagnostiquées à l'aide d'un examen histopathologique suite à des biopsies gastriques [Citino et Munson, 2005 ; Eaton *et al.*, 1993b ; Gluntz, 2017]. Afin de ne pas anesthésier les guépards pour la réalisation de biopsies gastriques et que l'étude soit la moins invasive possible, seuls les symptômes et les selles des guépards ont été évalués. De plus, les gastrites sont souvent associées à la présence de bactéries spirales du genre *Helicobacter spp.* [Munson, 1993]. La présence d'*Helicobacter spp.* pourrait être un témoin indirect de gastrite à *Helicobacter spp.*, motivant ainsi la réalisation de PCR ARN 16S sur selles avant et après la prise de probiotique. Dans notre population d'étude comportant 31 guépards, treize (soit environ 42 %) présentaient des troubles digestifs chroniques et ont été intégrés au groupe malade. Cette proportion est proche de celle des guépards captifs européens chez lesquels des gastrites ont été diagnostiquées (55 %) [Whitehouse-Tedd *et al.*, 2015]. Il est possible dans notre étude que certains guépards aient présenté une gastrite sans exprimer de signes cliniques [Terio *et al.*, 2018a]. Pour exemple, le zoo de la Palmyre a réalisé des gastroscopies avant le début de notre étude, et celles-ci ont révélé que la plupart des guépards présentait une gastrite discrète. Or, tous les guépards ayant subi une gastroscopie ne présentaient pas de troubles gastro-intestinaux. Il est également possible et vraisemblable que tous les guépards malades n'étaient pas atteints de gastrite. De plus, certains guépards inclus dans le groupe malade pouvaient ne pas présenter de symptômes au cours de l'étude. En effet il a été défini dans les critères d'inclusion du groupe malade que certains guépards présentant des troubles digestifs intermittents étaient inclus.

Un suivi clinique sur 12 semaines, à l'aide de scores d'appétit, de vomissements, d'activité, de NEC et fécaux, a été effectué. Ces scores ont été réalisés par les soigneurs ou vétérinaires des zoos, contrairement à l'étude de Mangiaterra *et al.* (2022) où le Docteur Mangiaterra a réalisé tous les scores. Afin d'alléger le travail au cours de l'étude, les scores fécaux n'étaient réalisés que deux fois par semaine pendant la prise de probiotique. Il aurait idéalement fallu en faire un tous les jours afin de suivre son évolution. L'administration du probiotique n'a pas posé de difficulté particulière. Afin de ne pas modifier l'alimentation des guépards, nous

avons décidé de ne pas administrer le probiotique lors des jours de jeûne complet (aucune alimentation administrée). Nous avons considéré que ne pas administrer le probiotique pendant une journée n'aurait pas d'incidence sur les résultats. Dans l'étude de Mangiaterra et al. (2022), deux sachets de probiotique étaient distribués une fois par jour. De même pour notre étude, les rations alimentaires étant distribuées en majorité une fois par jour, il a été décidé d'administrer deux sachets de probiotique une fois par jour.

En médecine humaine le probiotique SLAB51<sup>®</sup> a en particulier été testé sur des souris dans le cadre d'études sur la maladie d'Alzheimer [Bonfili *et al.*, 2018 ; Bonfili *et al.*, 2020 ; Bonfili *et al.*, 2022]. Le probiotique pourrait contribuer à retarder le développement de cette maladie en modulant le microbiote intestinal et le métabolisme qui en dépend. Ce probiotique a également été étudié chez les animaux, surtout sur les animaux domestiques. Par exemple, chez 10 chats atteints de constipation chronique et de mégacôlon, le probiotique SLAB51<sup>®</sup> a été testé pendant 90 jours [Rossi *et al.*, 2018]. Les signes cliniques ont diminué entre le début et la fin de la prise de probiotique. En particulier la consistance des selles était normale à la fin de l'étude pour cinq chats (soit 50 %) et la douleur abdominale était atténuée. De plus, les auteurs ont observé une augmentation de l'abondance en *Bifidobacterium* et *Lactobacillus* alors que ceux-ci étaient moins abondants chez des chats adultes constipés. De même les cellules de Cajal, normalement en faible quantité chez les chats constipés, étaient plus abondantes après la prise de probiotique. Or les cellules de Cajal joueraient un rôle dans la transmission des ondes électriques lentes dans le côlon. Les auteurs ont émis l'hypothèse que *Bifidobacterium* et *Lactobacillus* pourraient jouer un rôle dans la stimulation neuronale et des cellules de Cajal, permettant de diminuer les anomalies de la motilité colique et diminuant les signes cliniques. De même, ce probiotique a été testé pendant 90 jours chez des chiens atteints du syndrome de l'intestin irritable ou de diarrhée chronique idiopathique du gros intestin [Rossi *et al.*, 2020]. Les signes cliniques ont diminué entre le début et la fin de la prise de probiotique. Le probiotique pourrait jouer un rôle dans la diminution des signes cliniques causés par la dysmobilité intestinale en modulant le microbiote intestinal et sa communication avec l'hôte. Ainsi le probiotique SLAB51<sup>®</sup> aurait des effets sur de multiples affections telles que les dysmobilités intestinales ou la maladie d'Alzheimer. La seule étude publiée ayant testé le probiotique SLAB51<sup>®</sup> chez le guépard atteint de troubles digestifs est celle de Mangiaterra *et al.* (2022). Dans cette étude le probiotique a été testé trois semaines sur des guépards captifs en Italie et des guépards présents dans un refuge, le Cheetah Conservation Fund, en Namibie. Une PCR *Helicobacter spp.* sur selles a été réalisée avant la prise de probiotique et seuls les guépards positifs ont reçu le probiotique. Un suivi clinique a également été entrepris sur ces guépards. Le suivi clinique consistait en un index clinique reflétant l'intensité de la maladie et se basant sur l'appétit, les vomissements, la NEC et la consistance des selles. Ce score a diminué entre le début et la fin de la prise de probiotique chez les guépards captifs italiens, traduisant une diminution des troubles digestifs. En particulier les vomissements ont diminué et les selles étaient de consistance plus ferme et tendaient vers la normalité entre le début et la fin de la prise de probiotique. Les autres paramètres tendaient à s'améliorer mais cette amélioration n'était pas significative. Chez les guépards namubiens, les scores entre le début et la fin de la prise de probiotique n'ont pas diminué significativement. Afin d'étudier l'évolution de l'infection à *Helicobacter spp.* au cours de l'étude, des PCR en temps réel ont été réalisées avant et après la prise de probiotique [Mangiaterra, 2020]. Aucune diminution de l'infection à *Helicobacter spp.* n'a été mise en évidence.

Dans notre étude, selon les soigneurs et vétérinaires des parcs zoologiques, le probiotique n'a pas permis de diminuer les symptômes observés chez les guépards malades. Cette impression est confirmée par l'analyse statistique des scores. Aucune baisse significative des scores n'a été constatée pendant et après la prise de probiotique. On n'observait également aucune augmentation significative des scores, traduisant ainsi la sécurité clinique de l'emploi de ce probiotique. Les scores appétit, vomissements et activité semblaient être supérieurs chez le groupe malade, mais l'écart était non significatif. En revanche, les scores fécaux étaient statistiquement plus élevés et la NEC était plus faible chez les malades par rapport aux guépards sains. Cette étude a donc permis de mettre en évidence les symptômes digestifs principalement observés chez les guépards malades en captivité : de la diarrhée et une NEC faible.

La technique PCR ARN 16S utilisée au cours de la thèse était proche de celle réalisée dans l'étude de Mangiaterra et al. (2022). Elle ciblait un autre fragment de l'ARN 16S. Cette technique a démontré sa spécificité *in silico* et a été validée par séquençage des positifs par le LAV. De plus développer et valider une nouvelle méthode PCR aurait été une étude à part entière pour le LAV et trop longue à réaliser avant le début de la partie expérimentale de la thèse. Ainsi il a été décidé d'utiliser la technique PCR développée par le LAV avant et après la prise de probiotique. Dans notre étude, 92 % des guépards malades étaient positifs à T0 et 100 % étaient positifs à S6. Le probiotique n'a eu aucun effet sur les résultats PCR à S6, qui restaient similaires à ceux de T0. On remarque néanmoins que plus de 80 % des sains étaient positifs à T0 et S6. Ainsi dans notre étude la présence d'*Helicobacter spp.* n'a pas eu d'impact majeur sur l'apparition de troubles gastro-intestinaux. On retrouve cette forte prévalence chez les guépards sauvages de Namibie où 75 % d'entre eux ne présentaient pas de gastrite et étaient infectés par *Helicobacter spp.* [Munson et al., 2005]. Seulement 15 % d'entre eux ne présentaient pas de gastrite, ni d'infection à *Helicobacter spp.*. Dans cette étude il n'était pas précisé si les guépards présentaient ou non des signes cliniques. Ainsi cela coïncide avec l'hypothèse qu'*Helicobacter spp.* pourrait faire partie de la flore commensale gastrique du guépard. Dans notre étude trois guépards sains avec probiotique positifs à T0 étaient négatifs à S6. Plusieurs hypothèses pouvaient expliquer ce changement de statut entre T0 et S6 dont la prise d'un traitement ayant fait baisser la charge bactérienne, la dégradation de l'échantillon pendant le transport, la présence d'inhibiteurs dans la matrice ou encore un problème lié à l'échantillonnage. D'après notre analyse statistique, le traitement probiotique n'a pas eu d'impact sur les résultats PCR entre T0 et S6. De plus, ces échantillons ont été conservés et transportés dans les mêmes conditions que d'autres échantillons positifs à T0 et S6, il semble donc peu probable que ceux-ci aient été dégradés plus que les autres. Les PCR sont normalement réalisées sur un écouvillon rectal. Or dans notre cas, du fait des contraintes liées à l'espèce et à l'approche non invasive de l'étude, les selles ont été prélevées sur le sol et les écouvillons ont été réalisés seulement au laboratoire. Cette hypothèse pourrait donc expliquer les résultats négatifs à S6 de guépards positifs à T0.

Les gastrites chroniques sont des maladies multifactorielles, impliquant notamment l'alimentation et le stress chronique [Sengenberger et al., 2018 ; Terio et al., 2004 ; Whitehouse-Tedd et al., 2015]. Faute de temps et n'ayant pas les compétences spécifiques requises en éthologie, ce dernier facteur n'a pas pu être étudié. Les guépards inclus dans l'étude étaient dans différents parcs zoologiques et donc leur environnement différait. Une étude sur le stress environnemental du guépard serait intéressante pour évaluer son influence sur l'apparition de troubles gastro-intestinaux. L'alimentation a été analysée à l'aide d'un score de nutrition avant la prise de probiotique. Ce score se basait sur les recommandations de l'EAZA (European

Association of Zoos and Aquaria) [Sengenberger *et al.*, 2018]. Il a permis de montrer que les rations alimentaires des guépards sains étaient mieux adaptées que celles des guépards malades. Ainsi l'alimentation pourrait jouer un rôle dans l'apparition de troubles digestifs chez les guépards. Néanmoins ce score n'était basé que sur la qualité de la ration et non la quantité. Ce score ne prenait pas en compte les jours de jeûne. Par le passé il était recommandé de réaliser un jour de jeûne par semaine chez cette espèce [Sengenberger *et al.*, 2018]. Il n'a pas été démontré que le jour de jeûne était bénéfique ou préjudiciable chez le guépard. Néanmoins la réalisation d'un jour de jeûne sans l'augmentation des quantités d'aliments distribuées la veille du jour de jeûne pourrait être préjudiciable pour le bien-être des animaux, entraînant des comportements anormaux et stéréotypés. De plus, certaines rations alimentaires étaient adaptées à l'individu selon les essais alimentaires effectués par les zoos. Par exemple, un guépard ayant des troubles digestifs pouvait ne tolérer que de manger du lapin et lorsque du poulet lui était distribué, ses troubles digestifs s'aggravaient. Les recommandations générales usuelles peuvent ne pas convenir à tous les individus. Enfin ce score n'était basé que sur la présence ou l'absence d'un paramètre. Par exemple certains parcs ne donnaient que de la viande congelée alors que d'autres en donnaient moins et ce score ne le prenait pas en compte.

Les analyses parasitologiques sur selles permettaient de faire l'état des lieux du parasitisme digestif des guépards avant et après la prise de probiotique. Des coproscopies simples ont été réalisées, permettant d'identifier une grande variété d'espèces de parasites. Elles étaient simples à mettre en œuvre, économiques et rapides. Néanmoins cette technique est peu sensible pour identifier certains parasites présents chez le guépard, tels que *Ollulanus tricuspis* [Collett *et al.*, 2000]. Néanmoins, les principaux parasites retrouvés dans les études réalisées dans des parcs zoologiques français [Garapin, 2014 ; Ployart, 2007] étaient les Ascaris et les coccidies, et ces derniers sont facilement identifiables par coproscopie simple. Un peu moins de la moitié des guépards était parasitée (45 % à T0 et 29 % à S6). Lors de la demande d'informations auprès des parcs zoologiques, les parasites retrouvés régulièrement et difficiles à éradiquer selon eux étaient les Ascaris (*Toxocara* et *Toxascaris*). C'était également les principaux parasites retrouvés dans notre étude. Trente-neuf pourcents des guépards étaient parasités par des Ascaris à T0 et 26 % à S6. Cela est supérieur aux résultats de l'étude réalisée au Dublin Zoological Garden en 1982, où 19 % des échantillons de selles analysés étaient parasités par des Ascaris [Geraghty *et al.*, 1982], et aux résultats de l'étude réalisée en Namibie sur des guépards sauvages, dans laquelle 20 % des guépards étaient parasités par des Ascaris [Seltmann *et al.*, 2019]. Des coccidies étaient identifiées chez 12 % des guépards à T0 et 6 % des guépards à S6. Ces valeurs sont légèrement en-dessous de celles retrouvées dans la littérature qui sont comprises entre 13 % chez des guépards sauvages en Namibie et 28 % chez les guépards du Zoo de la Palmyre entre 1989 et 2005 [Ployart, 2007 ; Seltmann *et al.*, 2019]. Par ailleurs, aucune coproscopie n'a permis de mettre en évidence des ankylostomes ou des Ténias, parasites retrouvés en Namibie notamment [Seltmann *et al.*, 2019]. Les guépards semblaient moins parasités à S6 qu'à T0 mais l'écart n'était pas significatif. Les guépards malades semblaient plus parasités que les guépards sains à T0 et S6 mais cet écart n'était pas significatif. Ainsi on ne peut pas conclure quant au rôle étiologique du parasitisme digestif dans l'apparition de troubles gastro-intestinaux. Une corrélation entre le parc d'appartenance du guépard et les résultats des coproscopies (négatif ou positif) a pu être mise en évidence. Ceci pouvait être dû à la même pression parasitaire présente dans l'environnement (enclos proches, mêmes soigneurs ...) mais également à l'utilisation du même protocole de vermifugation dans un parc donné. En effet, si les guépards ont tous été vermifugés au même moment

avec la même molécule, ils ont plus de chance d'avoir tous les mêmes résultats. Plusieurs molécules étaient majoritairement utilisées : ivermectine, fenbendazole, pyrantel, avermectine ... La plupart des parcs zoologiques réalisaient une rotation des vermifuges utilisés. Les animaux pouvaient être vermifugés à la suite d'une coproscopie positive ou de façon systématique, plus ou moins selon la clinique de l'animal. Les coproscopies étaient réalisées majoritairement tous les deux à six mois selon les zoos. Le plan de vermifugation usuel a été conservé pendant l'étude et donc une vermifugation pendant l'étude était possible. Le Zoo de la Palmyre est le seul zoo à avoir vermifugé les guépards entre T0 et S6. Les guépards, la plupart parasités à T0, étaient négatifs à S6. Ainsi on peut conclure quant à la bonne efficacité de la vermifugation effectuée. Au cours de l'étude les coproscopies ont été réalisées sur un à trois jours consécutifs. Ainsi pour certains zoos l'analyse était plus sensible car les prélèvements avaient été faits sur plusieurs jours, notamment pour les parasites excrétés par intermittence.

Une des principales difficultés rencontrées au cours de l'étude était d'identifier les selles des différents individus. Pour certains parcs, il a été possible de séparer les animaux. Pour le Zoo de Thoiry par exemple, les guépards ont été séparés deux nuits par semaine, quelques mois avant le début de l'étude. Mais même avec cette période d'habituation, la séparation des individus a pu être une source de stress pour les guépards et donc être un biais, lors notamment de la réalisation des scores fécaux. Pour d'autres parcs, il a été tenté de marquer les selles dans un premier temps avec des paillettes alimentaires, car celles-ci avaient été utilisées lors de l'étude de Mangiaterra *et al.* (2022). Néanmoins les paillettes utilisées dans notre étude n'ont pas permis de marquer les selles des individus, malgré l'administration de fortes doses et de l'utilisation de plusieurs couleurs. Des colorants alimentaires ont donc été administrés selon les recommandations du vétérinaire du Zoo de la Palmyre et ils ont bien fonctionné. Faute de temps seules les couleurs vertes et bleues ont été testées, les seules couleurs semblant marquer les selles, d'après l'expérience du Zoo de la Palmyre. Celles-ci ayant bien fonctionné, on peut donc conclure que les colorants alimentaires bleus et verts permettent de bien colorer et donc marquer les selles des guépards. Néanmoins il est toujours possible que l'identification des selles ait été erronée et ait donc engendré un biais dans l'analyse statistique des données. De même il était parfois impossible de savoir quel guépard avait vomi et donc un score de zéro était attribué pour tous les guépards de l'enclos. Ainsi certains guépards ont présenté des vomissements sans que ceux-ci n'aient été répertoriés dans les scores. De plus, pour les guépards qui étaient séparés la nuit, certains guépards faisaient peu de selles à l'intérieur et avaient donc peu de scores fécaux réalisés (notation « NO ») (Annexes 8 et 9). Enfin, la fraîcheur des selles prélevées ne pouvait pas être garantie dans tous les zoos, ce qui pouvait entraîner un biais, notamment lors de la réalisation des PCR, qui sont plus sensibles si les selles datent de moins de 24h. Vu le taux de positivité on peut néanmoins imaginer que cela n'a pas eu d'impact.

Avant de définir le score NEC utilisé dans notre étude, nous avons dans un premier temps envisagé d'utiliser un score « perte de poids ». Celui-ci se basait sur l'étude réalisée par Mangiaterra *et al.* (2022). Il était calculé selon l'évolution de la NEC de l'animal et ne nécessitait pas de l'anesthésier pour le peser.

La NEC était attribuée selon l'annexe 4 et le score « perte de poids » était calculé selon le tableau ci-dessous (Tableau XVI).

Score	Perte de poids
0	Aucune
1	Perte < 5 %
2	Perte 5-10 %
3	Perte > 10 %

Tableau XVI : Premier score « perte de poids » utilisé (D'après Mangiaterra et al., 2022)

Ce score permettait de bien représenter l'évolution du « poids » sur la durée de l'étude. Ce score ne permettant pas de voir si un animal gagnait du poids, le score avait été renommé « variation de poids » et un score de -1 avait été ajouté et attribué lorsque la NEC de l'animal augmentait. En revanche, le score « variation de poids » ne permettait pas de comparer les guépards entre eux : un animal ayant une NEC de 2/5 et un autre animal ayant une NEC de 3/5 tout au long de l'étude avaient tous les deux un score « variation de poids » de 0 alors que l'un avait un déficit staturo-pondéral et pas l'autre. De plus un gain de NEC de 0,5 point débouchait sur le même score « variation de poids » qu'un gain de 1,5 points. Ainsi il a été décidé d'utiliser une nouvelle notation, celle-ci se basant uniquement sur la NEC à un temps donné et non sur son évolution. Il a été décidé arbitrairement d'arrondir le score NEC à l'unité inférieure lorsque des demi-points étaient attribués. Nous avons donc peut être sous-évalué la NEC de certains animaux, ce qui a pu entraîner un biais dans le calcul du score clinique global notamment.

Certains guépards inclus dans notre étude avaient des maladies sous-jacentes non connues pendant l'étude. Trois guépards sont décédés à la fin de l'étude. Un guépard présentait à son inclusion dans l'étude une diarrhée chronique intermittente et une perte de poids chronique. Une insuffisance rénale chronique avancée a été diagnostiquée et il a été euthanasié. Cette insuffisance rénale a sûrement participé aux symptômes observés chez ce guépard à l'inclusion. La phase principale de l'étude composée du traitement probiotique, des PCR et des coproscopies ayant été terminée avant l'aggravation des symptômes et son euthanasie, il n'a pas été exclu de l'étude. Le deuxième guépard présentait des vomissements intermittents associés à des selles glaireuses en continu à son inclusion. Son état s'est dégradé en février 2022, soit après la fin de l'étude. Il était anorexique et son état général déclinait, motivant son euthanasie. A l'autopsie une gastrite, une affection rénale et une affection hépatique ont pu être diagnostiquées. Or ces trois maladies ont pu engendrer les symptômes survenus chez ce guépard, notamment les vomissements. On ne peut donc pas conclure sur l'affection causale des signes digestifs observés pendant l'étude, ces maladies ayant probablement toutes les trois contribué à l'apparition des symptômes. Le troisième guépard présentait également des vomissements intermittents et des selles glaireuses en continu à son inclusion. Début janvier 2022, soit après la fin de l'étude, il est retrouvé léthargique, anorexique et avec une énoptalmie. Malgré la mise en place d'un traitement antibiotique, l'administration d'un vermifuge et de probiotiques, il est retrouvé en décubitus latéral avec une respiration agonique et sans réflexe cornéen. Il a donc été euthanasié. A l'autopsie, une tumeur hépatique était suspectée, associée à un lymphome digestif ou une maladie inflammatoire chronique des intestins. Ceux-ci pourraient expliquer les symptômes présents à l'inclusion du guépard dans notre étude.

# Conclusion

Le guépard possède des caractéristiques propres à son espèce que ce soit dans son organisation sociale, son alimentation, sa reproduction ou encore sa variabilité génétique. Sa population étant en constante diminution, de nombreux programmes de sauvegarde et de conservation ont été créés dans le monde afin de protéger cette espèce vulnérable.

Les gastrites chroniques, la maladie veino-occlusive hépatique et les lésions de glomérulosclérose sont principalement retrouvées chez le guépard captif [Munson et al., 1999 ; Munson, 1993]. Les gastrites chroniques sont surtout présentes en Afrique du Sud et en Amérique du Nord, où 99 % des guépards captifs sont atteints [Munson et al., 2005]. En Europe elles touchent 55 % des guépards captifs [Whitehouse-Tedd et al., 2015]. Cette maladie est souvent associée à la présence dans l'estomac de bactéries spiralées gram négatif du genre *Helicobacter spp.* qui se transmettraient indirectement via l'environnement [Citino et Munson, 2005 ; Eaton et al. (a), 1993 ; Munson et al., 1999]. Les guépards atteints de gastrites chroniques, généralement associées à des lésions d'entérite, présentent des troubles digestifs (vomissements, diarrhée, perte de poids, anorexie etc...), un retard de croissance ou encore un poil piqué et terne [Eaton et al. (b), 1993 ; Mangiaterra et al., 2022 ; Munson, 1993 ; Poyart, 2007 ; Terio et al. (a), 2018]. Le diagnostic de certitude de gastrite chronique est histopathologique [Citino et Munson, 2005 ; Munson, 1995]. La bactérie *Helicobacter spp.* peut être mise en évidence via une PCR sur selles [Smith et al., 2012]. Parmi les guépards sauvages en Namibie étudiés par Munson et al. (2005), 75 % ne présentaient pas de gastrite et étaient infectés par *Helicobacter spp.* alors qu'environ 15 % ne présentaient pas de gastrite, ni d'hélicobactériose. *Helicobacter spp.* pourrait donc faire partie de la flore digestive commensale du guépard. En effet les gastrites sembleraient être une maladie multifactorielle, où l'alimentation et le stress chronique joueraient un rôle dans la survenue [Citino et Munson, 2005].

Le traitement conventionnel des gastrites associées à une hélicobactériose est une thérapie combinée, regroupant des antibiotiques, des antiacides et des pansements gastriques [Citino et Munson, 2005 ; Poyart, 2007]. Néanmoins, le nombre de résistances aux antibiotiques observées chez *Helicobacter spp.* est en constante augmentation [Wack et al., 1997] et l'utilisation d'antibiotiques entraîne des effets secondaires, notamment des troubles digestifs tels que de la diarrhée [Tong et al., 2007]. De plus, ces traitements ne permettent pas d'éradiquer complètement la bactérie et l'inflammation gastrique reste présente [Citino et Munson, 2005]. Ainsi de nouvelles approches thérapeutiques ont été développées, telles que l'utilisation de probiotiques. Les probiotiques ont principalement été étudiés chez l'Homme. Utilisés seul, ils limitent le nombre de bactéries *Helicobacter pylori* [Homan et Orel, 2015]. Lorsqu'ils sont associés aux traitements classiques, ils augmentent le taux d'éradication des bactéries *Helicobacter* et diminuent les effets secondaires des antibiotiques [Tong et al., 2007].

Notre étude prospective s'appuyait sur celle de Mangiaterra et al. (2022), qui ont testé le probiotique SLAB51® (SivoMixx®, Ormendes SA, Jouxten-Mézery, Suisse) sur des guépards captifs italiens et dans un refuge, le Cheetah Conservation Fund, en Namibie, présentant des troubles digestifs associés à une hélicobactériose. Les résultats de cette étude ont été très prometteurs, notamment sur les guépards captifs, chez qui une diminution des troubles digestifs a pu être observée. Ainsi le but de notre étude était de tester le probiotique SLAB51® chez des guépards captifs français présentant des troubles gastro-intestinaux, afin de confirmer les résultats obtenus par Mangiaterra et al. (2022). Dans notre étude multicentrique, un groupe de guépards malades (n=13) et un groupe de guépards sains (n=18) ont été constitués. Chaque guépard a reçu deux sachets de probiotiques une fois par jour pendant six semaines dans la nourriture. Seulement trois guépards sains n'ont pas pris de probiotique. Aucun traitement à visée digestive autre que vermifuge ou pansement digestif n'a été administré au moins un mois avant le début de l'étude et pendant l'étude. L'effectif des guépards était faible du fait des contraintes de recrutement liées à l'espèce. Néanmoins,

celui-ci était acceptable comparé à d'autres études incluant des guépards, telles que celle de Mangiaterra et al. (2022) (n=13).

Nous avons fait l'hypothèse que le probiotique SLAB51® permettrait de diminuer les troubles gastro-intestinaux observés chez les guépards malades. Pour tester l'hypothèse, nous nous sommes appuyés sur un score clinique global, regroupant différents scores et paramètres : score fécal, vomissements, note d'état corporel, appétit et activité. Ce score a été réalisé à T0 (avant la prise de probiotique), à S3 (semaine 3) (pendant la prise de probiotique), puis à S6, S9 et S12 (après la prise de probiotique). Aucune amélioration clinique chez les guépards malades n'a pu être observée lors de la prise de probiotique. Nous nous sommes également intéressés au portage de la bactérie *Helicobacter spp.* chez les guépards sains et malades inclus dans l'étude en réalisant des PCR *Helicobacter spp.* sur selles à T0 et S6. La présence d'hélicobactéries n'était pas associée à la présence des troubles gastro-intestinaux et n'a pas été influencée par la prise ou non de probiotique. La prévalence élevée d'*Helicobacter spp.* chez les guépards sains (80 %) et malades (92-100%) dans notre étude est en concordance avec l'hypothèse qu'*Helicobacter spp.* pourrait être une bactérie commensale du guépard. Cette étude a aussi permis de mettre en avant le rôle de l'alimentation dans la survenue des troubles digestifs : une ration alimentaire adaptée à l'espèce, selon les recommandations de l'EAZA (Association Européenne des Zoos et Aquariums), limiterait l'apparition de troubles digestifs. Enfin, le parasitisme digestif des guépards a été étudié via la réalisation de coproscopies simples à T0 et S6. Entre 29 % et 45 % des guépards étaient parasités et principalement par des *Ascaris* (26-39 %) et des coccidies (6-12 %). Le parasitisme digestif était similaire entre les guépards sains et les guépards malades. Le rôle du parasitisme digestif dans l'apparition de troubles gastro-intestinaux n'a donc pas été prouvé. Ainsi aucun diagnostic causal aux troubles digestifs observés chez les guépards malades n'a pu être établi même si la qualité de la ration semblait être un paramètre susceptible d'intervenir.

Alors que chez l'Homme les probiotiques administrés en complément des traitements conventionnels diminuent les effets secondaires du traitement antibiotique et semblent dans certains cas augmenter le taux d'éradication d'*Helicobacter pylori* [Dang et al., 2014 ; Goderska et al., 2018 ; Tong et al., 2007], il serait intéressant d'étudier l'administration de probiotiques en complément des traitements classiques chez le guépard captif atteint de gastrite à *Helicobacter*. De plus, associer l'histopathologie au suivi clinique permettrait d'étudier plus précisément l'affection causale et de préciser le rôle des gastrites dans la survenue des troubles gastro-intestinaux. Enfin il est suspecté que le stress chronique associé à la captivité favoriserait l'apparition des troubles digestifs. Or, nous ne l'avons pas étudié dans notre étude. Etudier le lien entre le stress chronique environnemental et les gastrites chroniques pourrait être intéressant.





# Bibliographie

**Atkins, A., Wellehan, J.F.X., Childress, A.L., Archer, L.L., Fraser, W.A., Citino, S.B., 2009.**

Characterization of an outbreak of astroviral diarrhea in a group of cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Veterinary Microbiology*, 136(1), pp. 160–165.

Disponible sur : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113508004896> [consulté le 11 août 2020]

**Azevedo, C., Cipreste, C., Young, R., 2007.**

Environmental Enrichment: A GAP Analysis [en ligne]. *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3), pp. 329–343.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/236896403\\_Environmental\\_Enrichment\\_A\\_GAP\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/236896403_Environmental_Enrichment_A_GAP_Analysis) [consulté le 8 octobre 2021]

**Bechert, U., Mortenson, J., Dierenfeld, E.S., Cheeke, P., Keller, M., Holick, M., Chen, T.C., Rogers, Q., 2002.**

Diet composition and blood values of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) fed either supplemented meat or commercial food preparations [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 33(1), pp. 16–28.

Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12216789/> [consulté le 25 août 2022]

**Becker, A.A., Hesta, M., Hollants, J., Janssens, G.P., Huys, G., 2014.**

Phylogenetic analysis of faecal microbiota from captive cheetahs reveals underrepresentation of Bacteroidetes and Bifidobacteriaceae [en ligne]. *BMC Microbiol*, 14, 43 p.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3936777/> [consulté le 3 mai 2020]

**Becker, A.A.M.J., Janssens, G.P.J., Snaauwaert, C., Hesta, M., Huys, G., 2015.**

Integrated Community Profiling Indicates Long-Term Temporal Stability of the Predominant Faecal Microbiota in Captive Cheetahs [en ligne]. *PLOS ONE* 10(4), 19 p.

Disponible sur : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0123933> [consulté le 3 mai 2020]

**Bernstein, C.N., Forbes, J.D., 2017.**

Gut Microbiome in Inflammatory Bowel Disease and Other Chronic Immune-Mediated Inflammatory Diseases [en ligne]. *Inflammatory Intestinal Diseases*, 2(2), pp. 116–123.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5988152/> [consulté le 6 janvier 2021]

**Beugnet F., Bourdoiseau G., Dang H., 2004.**

*Abrégé de parasitologie clinique des carnivores domestiques. Volume 1-Parasitoses digestives*. Première édition. Clichy : Kalianxis., 266 p.

**Bond, J.C., Lindburg, D.G., 1990.**

Carcass feeding of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*): the effects of a naturalistic feeding program on oral health and psychological well-being [en ligne]. *Applied Animal Behaviour Science*, 26(4), pp. 373–382.

Disponible sur : <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.vetagro-sup.fr/science/article/pii/016815919090036D> [consulté le 9 juillet 2021]

**Bonfili, L., Cecarini, V., Cuccioloni, M., Angeletti, M., Berardi, S., Scarpona, S., Rossi, G., Eleuteri, A.M., 2018.**

SLAB51 Probiotic Formulation Activates SIRT1 Pathway Promoting Antioxidant and Neuroprotective Effects in an AD Mouse Model [en ligne]. *Molecular Neurobiology*, 55(10), pp. 7987–8000.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s12035-018-0973-4> [consulté le 8 août 2022]

**Bonfili, L., Cecarini, V., Gogoi, O., Berardi, S., Scarpona, S., Angeletti, M., Rossi, G., Eleuteri, A.M., 2020.**

Gut microbiota manipulation through probiotics oral administration restores glucose homeostasis in a mouse model of Alzheimer's disease [en ligne]. *Neurobiology of Aging* 87, pp. 35–43.

Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197458019303938> [consulté le 8 août 2022]

**Bonfili, L., Cuccioloni, M., Gong, C., Cecarini, V., Spina, M., Zheng, Y., Angeletti, M., Eleuteri, A.M., 2022.**

Gut microbiota modulation in Alzheimer's disease: Focus on lipid metabolism [en ligne]. *Clinical Nutrition*, 41(3), pp. 698–708.

Disponible sur : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561422000358> [consulté le 8 août 2022]

**Bourdoiseau, G., 2020.**

*Hématologie et immunologie parasitaire des carnivores domestiques*, 19 mai 2020, VetAgro Sup Lyon.

**Bosman, A.-M., Oosthuizen, M., Peirce, M., Venter, E., Penzhorn, B., 2010.**

*Babesia lengau* sp nov., a Novel Babesia Species in Cheetah (*Acinonyx jubatus*, Schreber, 1775) Populations in South Africa [en ligne]. *Journal of clinical microbiology*, 48(8), pp. 2703–2708.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/44646053\\_Babesia\\_lengau\\_sp\\_nov\\_a\\_Novel\\_Babesia\\_Species\\_in\\_Cheetah\\_Acinonyx\\_jubatus\\_Schreber\\_1775\\_Populations\\_in\\_South\\_Africa](https://www.researchgate.net/publication/44646053_Babesia_lengau_sp_nov_a_Novel_Babesia_Species_in_Cheetah_Acinonyx_jubatus_Schreber_1775_Populations_in_South_Africa) [consulté le 25 août 2022]

**Boyle, R.J., Robins-Browne, R.M., Tang, M.L., 2006.**

Probiotic use in clinical practice: what are the risks? [en ligne] *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(6), pp 1256–1264.

Disponible sur : <https://academic.oup.com/ajcn/article/83/6/1256/4632996> [consulté le 10 mai 2020]

**Broomhall, L.S., Mills, M., du Toit, J., 2003.**

Home range and habitat use by cheetahs in the Kruger National Park [en ligne]. *Journal of Zoology*, 261, pp. 119–128.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/231912237\\_Home\\_range\\_and\\_habitat\\_use\\_by\\_cheetahs\\_in\\_the\\_Kruger\\_National\\_Park#:~:text=Meaningful%20estimates%20of%20home%20range,km%20for%20two%20female%20cheetahs](https://www.researchgate.net/publication/231912237_Home_range_and_habitat_use_by_cheetahs_in_the_Kruger_National_Park#:~:text=Meaningful%20estimates%20of%20home%20range,km%20for%20two%20female%20cheetahs) [consulté le 26 novembre 2020]

**Bruno, G., Rocco, G., Zaccari, P., Porowska, B., Mascellino, M.T., Severi, C., 2018.**

*Helicobacter pylori* Infection and Gastric Dysbiosis: Can Probiotics Administration Be Useful to Treat This Condition? [en ligne]. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 7 p.

Disponible sur : <https://www.hindawi.com/journals/cjidmm/2018/6237239/> [consulté le 4 mai 2020]

**Caro, T., 1994.**

*Cheetahs of the Serengeti Plains : Group living in an asocial species* [en ligne]. Etats-Unis : The university of Chicago Press, 500 p.

Disponible sur : [https://books.google.fr/books?id=jf1ytQAACAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?id=jf1ytQAACAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [consulté le 26 novembre 2020]

**Caro, T.M., Collins, D.A., 1987.**

Male Cheetah Social Organization and Territoriality [en ligne]. *Ethology*, 74(1), pp. 52–64.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0310.1987.tb00921.x> [consulté le 27 novembre 2020]

**Caro, T.M., Fitzgibbon, C.D., Holt, M.E., 1989.**

Physiological costs of behavioural strategies for male cheetahs [en ligne]. *Animal Behaviour*, 38(2), pp. 309–317.

Disponible sur : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003347289800922> [consulté le 27 novembre 2020]

**Caro, T.M., Laurenson, M.K., 1994.**

Ecological and genetic factors in conservation: a cautionary tale [en ligne]. *Science*, 263(5146), pp. 485–486.

Disponible sur : <https://science.sciencemag.org/content/263/5146/485> [consulté le 5 décembre 2020]

**Chatfield, J., Citino, S., Munson, L., Konopka, S., 2004.**

Validation of the 13C-Urea Breath Test for Use in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) with *Helicobacter* [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 35(2), pp. 137–141.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20096320> [consulté le 10 mai 2020]

**Cheadle, M.A., Spencer, J.A., Blagburn, B.L., 1999.**

Seroprevalences of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in Nondomestic Felids from Southern Africa [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 30(2), pp. 248–251.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20095852> [consulté le 1 mai 2021]

**Citino, S.B., 1995.**

Chronic, Intermittent *Clostridium perfringens* Enterotoxigenesis in a Group of Cheetahs (*Acinonyx jubatus jubatus*) [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 26(2), pp. 279–285.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20095475> [consulté le 3 mai 2020]

**Citino, S.B., Munson, L., 2005.**

Efficacy and Long-Term Outcome of Gastritis Therapy in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(3), pp. 401–416.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20096476> [consulté le 2 mai 2020]

**Clyde, V.L., Ramsay, E.C., Bemis, D.A., 1997.**

Fecal Shedding of Salmonella in Exotic Felids [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 28(2), pp. 148–152.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20095633> [consulté le 1 mai 2021]

**Collett, M.G., Pomroy, W.E., Guilford, W.G., Johnstone, A.C., Blanchard, B.J., Mirams, S.G., 2000.**

Gastric *Ollulanus tricuspis* infection identified in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) with chronic vomiting : case report [en ligne]. *Journal of the South African Veterinary Association*, 71(4), pp. 251–255.

Disponible sur : <https://jsava.co.za/index.php/jsava/article/view/727> [consulté le 3 mai 2020]

**Coutts, D., 2019.**

Keepers feed two-year-old Kibibi the lion pink glitter at Werribee Open Range Zoo [en ligne]. URL : <https://www.kidsnews.com.au/animals/keepers-feed-twoyearold-kibibi-the-lion-pink-glitter-at-werribee-open-range-zoo/news-story/bc4a7c6139f3139d783587583c7d2f60> [consulté le 09/08/2021]

**Damasceno, J., Genaro, G., Quirke, T., McCarthy, S., McKeown, S., O’Riordan, R., 2017.**

The effects of intrinsic enrichment on captive felids [en ligne]. *Zoo Biology*, 36(3), pp. 186–192.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/zoo.21361> [consulté le 20 novembre 2020]

**Dang, Y., Reinhardt, J.D., Zhou, X., Zhang, G., 2014.**

The Effect of Probiotics Supplementation on *Helicobacter pylori* Eradication Rates and Side Effects during Eradication Therapy: A Meta-Analysis [en ligne]. *PLOS One*, 9(11), pp. 1-15.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111030> [consulté le 7 août 2022]

**Depauw, S., 2012.**

*Animal Fibre: A Key Factor for Gastrointestinal Health in an Obligate Carnivore: the Cheetah* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Belgique : Faculty of veterinary medicine Ghent University, 244 p.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/236860243\\_Animal\\_Fibre\\_A\\_Key\\_Factor\\_for\\_Gastrointestinal\\_Health\\_in\\_an\\_Obligate\\_Carnivore\\_the\\_Cheetah](https://www.researchgate.net/publication/236860243_Animal_Fibre_A_Key_Factor_for_Gastrointestinal_Health_in_an_Obligate_Carnivore_the_Cheetah) [consulté le 22 juin 2021]

**Depauw, S., Hesta, M., Whitehouse-Tedd, K., Stagegaard, J., Buyse, J., Janssens, G.P.J., 2012.**

Blood values of adult captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) fed either supplemented beef or whole rabbit carcasses [en ligne]. *Zoo Biology*, 31(6), pp. 629–641.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/zoo.20427> [consulté le 22 juin 2021]

**Depauw, S., Hesta, M., Whitehouse-Tedd, K., Vanhaecke, L., Verbrugge, A., Janssens, G.P.J., 2011.**

Animal fibre: The forgotten nutrient in strict carnivores? First insights in the cheetah. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(1), pp. 146–154.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0396.2011.01252.x> [consulté le 22 juin 2021]

**Durant, S., Mitchell, N., Groom, R., Pettorelli, N., Ipavec, A., Jacobson, A., Woodroffe, R., Bohm, M., Hunter, L., Becker, M., Broekhuis, F., Bashir, S., Andresen, L., Aschenborn, O., Beddiaf, M., Belbachir, F., Amel, B., Berbash, A., Machado, I., O’Neill, H., 2017.**

The global decline of cheetah *Acinonyx jubatus* and what it means for conservation [en ligne]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 114(3), pp. 528-533.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/318009458\\_The\\_global\\_decline\\_of\\_cheetah\\_Acinonyx\\_jubatus\\_and\\_what\\_it\\_means\\_for\\_conservation?enrichId=rgreq-f2e346406416787336b4ef0e3413e2bc-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxODAwOTQ1ODtBUzo1MTIwNzZM5MjAyNTgwN-DhAMTQ50TA50TM0NDIyNg%3D%3D&el=1\\_x\\_2&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/318009458_The_global_decline_of_cheetah_Acinonyx_jubatus_and_what_it_means_for_conservation?enrichId=rgreq-f2e346406416787336b4ef0e3413e2bc-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxODAwOTQ1ODtBUzo1MTIwNzZM5MjAyNTgwN-DhAMTQ50TA50TM0NDIyNg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf) [consulté le 3 décembre 2020]

**Durant, S., Mitchell, N., Ipavec, A., Groom, R., 2015.**

IUCN Red List of Threatened Species: *Acinonyx jubatus* [en ligne]. *IUCN Red List of Threatened Species*, 13 p.

Disponible sur : <https://www.iucnredlist.org/en> [consulté le 17 décembre 2021]

**Eaton, K.A., Dewhirst, F.E., Radin, M.J., Fox, J.G., Paster, B.J., Krakowka, S., Morgan, D.R., 1993a.**

*Helicobacter acinonyx* sp. nov., Isolated from Cheetahs with Gastritis [en ligne]. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 43(1), pp. 99–106.

Disponible sur : <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-43-1-99> [consulté le 2 mai 2020]

**Eaton, K.A., Radin, M.J., Kramer, L., Wack, R., Sherding, R., Krakowka, S., Fox, J.G., Morgan, D.R., 1993b.** Epizootic Gastritis Associated with Gastric Spiral Bacilli in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Veterinary Pathology*, 30(1), pp. 55–63.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1177/030098589303000107> [consulté le 2 mai 2020]

**Elleouet, E., 2007.**

*Inventaire des tests diagnostics chez les félinés non-domestiques de parcs zoologiques : application à la quarantaine et au transport* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Paul-Sabatier, 195 p.

Disponible sur : [https://oatao.univ-toulouse.fr/1816/1/debouch\\_1816.pdf](https://oatao.univ-toulouse.fr/1816/1/debouch_1816.pdf) [consulté le 30 avril 2021]

**Ellis, S.L., 2009.**

Environmental Enrichment: Practical Strategies for Improving Feline Welfare [en ligne]. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(11), pp. 901–912.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.09.011> [consulté le 8 octobre 2021]

**Emara, M.H., Elhawari, S.A., Yousef, S., Radwan, M.I., Abdel-Aziz, H.R., 2016.**

Emerging Role of Probiotics in the Management of Helicobacter Pylori Infection: Histopathologic Perspectives [en ligne]. *Helicobacter*, 21(1), pp. 3–10.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/hel.12237> [consulté le 4 mai 2020]

**ESCCAP France, 2017.**

*ESCCAP France - Parasitologie vétérinaire - Chien, chat, NAC, cheval* [en ligne]. URL : <https://www.esccap.fr/> [consulté le 3 décembre 2021]

**Estes, R., 1991.**

Cats - Family Felidae [en ligne], in: Estes, R. (dir.) (1992). *The Behaviour Guide to African Mammals*. Etats-Unis : University of California Press, pp. 349–383.

Disponible sur : <https://pdffox.com/estes-rd-1991-cats-family-felidae-in-pdf-free.html> [consulté le 26 novembre 2020]

**European Commission, 2015.**

Document sur les bonnes pratiques en lien avec la directive européenne sur les jardins zoologiques [en ligne], EU Zoos

Directive, 225 p.

Disponible sur : <https://data.europa.eu/doi/10.2779/247108> [consulté le 17 février 2021]

**Evermann, J.F., Heeney, J.L., Roelke, M.E., McKeirnan, A.J., O'Brien, S.J., 1988.**

Biological and pathological consequences of feline infectious peritonitis virus infection in the cheetah [en ligne]. *Archives of Virology*, 102(3), pp. 155–171.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7087010/> [consulté le 28 avril 2021]

**Evermann, J.F., Laurenson, M.K., McKeirnan, A.J., Caro, T.M., 1993.**

Infectious disease surveillance in captive and free-living cheetahs: An integral part of the species survival plan [en ligne]. *Zoo Biology*, 12(1), pp. 125–133.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7165998/> [consulté le 29 avril 2021]

**Farhadinia, M.S., Hosseini-Zavarei, F., Nezami, B., Harati, H., Absalan, H., Fabiano, E., Marker, L., 2012.**

Feeding ecology of the Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* in low prey habitats in northeastern Iran: Implications for effective conservation [en ligne]. *Journal of Arid Environments*, 87, pp. 206–211.

Disponible sur : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196312001504> [consulté le 26 novembre 2020]

**Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, 2006.**

Health and Nutrition Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria [en ligne]. *Joint FAO/WHO Expert Consultation, 1 au 4 octobre 2001, Cordoba (Argentine)*. In : Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization (dir.) (2006), Rome. *FAO food and nutrition paper, Probiotics in food: health and nutritional properties and guidelines for evaluation*, pp. 5-38.

Disponible sur : <https://www.fao.org/publications/card/fr/c/7c102d95-2fd5-5b22-8faf-f0b2e68dfbb6/> [consulté le 5 janvier 2021]

**Frame, G.W., 1980.**

Cheetah social organization in the Serengeti ecosystem, Tanzania [en ligne]. *Annual Meeting of the Animal Behavior Society, Session on the Structure and Evolution of Carnivore Social Systems, 9 au 13 juin 1980, Colorado (Etats-Unis)*. 20 p.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/F/Frame\\_1980\\_Cheetah\\_social\\_organization\\_in\\_the\\_Serengeti.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/F/Frame_1980_Cheetah_social_organization_in_the_Serengeti.pdf) [consulté le 24 mai 2021]

**FRANCOIS-BRAZIER, C., 2017.**

*Gestion des effectifs de grands félins dans le milieu naturel et en captivité : synthèse bibliographique* [en ligne]. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Créteil : Faculté de Médecine de Créteil, 200 p.

Disponible sur : <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=2062> [consulté le 29 septembre 2020]

**Garapin, B., 2014.**

*Etude de parasitoses par coproscopie au Safari de Peaugres* [en ligne]. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Lyon : Université Claude Bernard, 196 p.

Disponible sur : <https://docplayer.fr/26116363-Vetagro-sup-campus-veterinaire-de-lyon-etude-de-parasitoses-par-coproscopie-au-safari-de-peaugres-these.html> [consulté le 30 avril 2021]

**Geraghty, V., Mooney, J., Pike, K., 1982.**

A study of parasitic infections in mammals and birds at the Dublin Zoological Gardens [en ligne]. *Veterinary research communications*, 5, pp. 343–348.

Disponible sur : <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02215003> [consulté le 11 août 2020]

**Gillis-Germitsch, N., Vybiral, P.-R., Codron, D., Clauss, M., Kotze, A., Mitchell, E.P., 2017.**

Intrinsic factors, adrenal gland morphology, and disease burden in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) in South Africa [en ligne]. *Zoo Biology*, 36(1), pp. 40–49.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/zoo.21341> [consulté le 2 mai 2020]

**Gluntz, M., 2017.**

*Les gastrites chez les félins en parc zoologique* [en ligne]. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Liège : Université de Liège, 35 p.

Disponible sur : <https://docplayer.fr/87063952-Les-gastrites-chez-les-felins-en-parcs-zoologiques.html> [consulté le 20 septembre 2020]

**Goderska, K., Agudo Pena, S., Alarcon, T., 2018.**

*Helicobacter pylori* treatment: antibiotics or probiotics [en ligne]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(1), pp. 1–7.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5748437/> [consulté le 7 août 2022]

**Gramley, W.A., Asghar, A., Frierson, H.F., Powell, S.M., 1999.**

Detection of *Helicobacter pylori* DNA in Fecal Samples from Infected Individuals [en ligne]. *Journal of Clinical Microbiology*, 37(7), pp. 2236–2240.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC85126/> [consulté le 3 mai 2020]

**Guépin, R., 2014.**

*Prévalence des cardiopathies chez les grands félins : étude prospective de 31 cas (2008-2013)* [en ligne]. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Créteil : Faculté de Médecine de Créteil, 133 p.

Disponible sur : <https://doczz.fr/doc/319792/theses-de-doctorat-veterinaire-alfort> [consulté le 5 décembre 2021]

**Haefner, M., Burke, T.J., Kitchell, B.E., Lamont, L.A., Schaeffer, D.J., Behr, M., Messick, J.B., 2003.**

Identification of *Haemobartonella felis* (*Mycoplasma haemofelis*) in captive nondomestic cats [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 34(2), pp. 139–143.

Disponible sur : [https://bioone.org/journals/journal-of-zoo-and-wildlife-medicine/volume-34/issue-2/1042-7260\(2003\)034%5b0139%3aI0HFMH%5d2.0.CO%3b2/IDENTIFICATION-OF-HAEMOBARTONELLA-FELIS-MYCOPLASMA-HAEMOFELIS-IN-CAPTIVE-NONDOMESTIC-CATS/10.1638/1042-7260\(2003\)034\[0139:IOHFMH\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/journal-of-zoo-and-wildlife-medicine/volume-34/issue-2/1042-7260(2003)034%5b0139%3aI0HFMH%5d2.0.CO%3b2/IDENTIFICATION-OF-HAEMOBARTONELLA-FELIS-MYCOPLASMA-HAEMOFELIS-IN-CAPTIVE-NONDOMESTIC-CATS/10.1638/1042-7260(2003)034[0139:IOHFMH]2.0.CO;2.short) [consulté le 25 août 2022]

**Heeney, J.L., Evermann, J.F., McKeirnan, A.J., Marker-Kraus, L., Roelke, M.E., Bush, M., Wildt, D.E., Meltzer, D.G., Colly, L., Lukas, J., 1990.**

Prevalence and implications of feline coronavirus infections of captive and free-ranging cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Journal of Virology*, 64(5), pp. 1964–1972.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC249350/> [consulté le 28 avril 2021]

**Homan, M., Orel, R., 2015.**

Are probiotics useful in *Helicobacter pylori* eradication? [en ligne] *World Journal of Gastroenterology*, 21(37), pp. 10644–10653.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4588086/> [consulté le 2 mai 2020]

**Hosseini, SH, Youssefi, M., Mobedi, I., Hosseini, SM, Zaheri, B., 2011.**

First report of *Taenia acinonyxi* (Ortlopp, 1938) in *Acinonyx jubatus venaticus* from Iran [en ligne]. *Iran Journal of Parasitology*, 6(4), pp. 105–108.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3279908/> [consulté le 3 mai 2020]

**Hu, Y., Zhu, Y., Lu, N.-H., 2017.**

Novel and Effective Therapeutic Regimens for *Helicobacter pylori* in an Era of Increasing Antibiotic Resistance [en ligne]. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7(168), 20 p.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5418237/> [consulté le 9 mai 2020]

**IUCN, 2018.**

Grille de synthèse des critères de l’UICN pour évaluer l’appartenance d’un taxon à l’une des catégories du groupe « menacé » de la Liste rouge (En danger critique, En danger et Vulnérable) [en ligne].

Disponible sur : <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2018/04/grille-synthese-criteres-liste-rouge.pdf> [consulté le 1 février 2021]

**Jakob, W., Stolte, M., Valentin, A., Schröder, H.-D., 1997.**

Demonstration of *Helicobacter pylori*-like organisms in the gastric mucosa of captive exotic carnivores [en ligne]. *Journal of Comparative Pathology*, 116(1), pp. 21–33.

Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9076597/> [consulté le 24 août 2022]

**Jergens, A.E., Schreiner, C.A., Frank, D.E., Niyo, Y., Ahrens, F.E., Eckersall, P.D., Benson, T.J., Evans, R., 2003.**

A Scoring Index for Disease Activity in Canine Inflammatory Bowel Disease [en ligne]. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 17(3), pp. 291–297.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1939-1676.2003.tb02450.x> [consulté le 19 novembre 2020]

**Kasubuchi, M., Hasegawa, S., Hiramatsu, T., Ichimura, A., Kimura, I., 2015.**

Dietary Gut Microbial Metabolites, Short-chain Fatty Acids, and Host Metabolic Regulation [en ligne]. *Nutrients*, 7(4), pp. 2839–2849.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4425176/> [consulté le 27 mai 2020]

**Kirkwood, J.K., Cunningham, A.A., Flach, E.J., Thornton, S.M., Wells, G.A.H., 1995.**

Spongiform Encephalopathy in Another Captive Cheetah (*Acinonyx jubatus*): Evidence for Variation in Susceptibility or Incubation Periods between Species? [en ligne] *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 26(4), pp. 577–582.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20095526> [consulté le 29 avril 2021]

**Koeppel, K., Bertschinger, H., van Vuuren, M., Picard, J., Steiner, J., Williams, D., Cardwell, J., 2006.**

The use of a probiotic in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Journal of the South African Veterinary Association*, 77(3), pp. 127–130.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/299025910\\_The\\_use\\_of\\_a\\_probiotic\\_in\\_captive\\_cheetahs\\_Acinonyx\\_jubatus](https://www.researchgate.net/publication/299025910_The_use_of_a_probiotic_in_captive_cheetahs_Acinonyx_jubatus) [consulté le 11 août 2020]

**Krausman, P.R., Morales, S.M., 2005.**

*Acinonyx jubatus*. *Mammalian Species*, (771), pp. 1–6.

Disponible sur : <https://academic.oup.com/mspecies/article/doi/10.1644/771/2600836> [consulté le 3 décembre 2020]

**Kuipers, E.J., 1997.**

*Helicobacter pylori* and the risk and management of associated diseases: gastritis, ulcer disease, atrophic gastritis and gastric cancer [en ligne]. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 11(S1), pp. 71–88.

Disponible sur : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2036.11.s1.5.x> [consulté le 26 août 2022]

**Laboratoire de parasitologie de VetAgro Sup Lyon, 2022.**

Données récoltées dans un mail le 08/04/2022, avec autorisation des auteurs.

**Lamberski, N., 2015.**

Felidae [en ligne], in: Miller R. E. et Fowler M. E. (dir.) (2015). *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine volume 8*. Etats-Unis: Elsevier Saunders, pp. 467–476.

Disponible sur : <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.vetagro-sup.fr/book/9781455773978/fowlers-zoo-and-wild-animal-medicine-volume-8> [consulté le 2 mai 2021]

**Lane, E., Lobetti, R., Burroughs, R., 2004.**

Treatment with Omeprazole, Metronidazole, and Amoxicillin in Captive South African Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) with Spiral Bacteria Infection and Gastritis [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 35(1), pp. 15–19.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20460351> [consulté le 2 mai 2020]

**Lane, E.P., Brettschneider, H., Caldwell, P., Oosthuizen, A., Dalton, D.L., du Plessis, L., Steyl, J., Kotze, A., 2016.** Feline panleukopaemia virus in captive non-domestic felids in South Africa [en ligne]. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 83(1), 8 p.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6238724/> [consulté le 2 mai 2021]

**Lane, E.P., Miller, S., Lobetti, R., Caldwell, P., Bertschinger, H.J., Burroughs, R., Kotze, A., van Dyk, A., 2012.**

Effect of diet on the incidence of and mortality owing to gastritis and renal disease in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) in South Africa [en ligne]. *Zoo Biology*, 31(6), pp. 669–682.

Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22083933/> [consulté le 25 août 2022]

**Laurenson, M.K., 1995.**

Implications of high offspring mortality for cheetah population dynamics [en ligne]. In: Sinclair A. (dir.) (1996). *Serengeti II: Dynamics, Management, and Conservation of an Ecosystem*. Etats-Unis : University of Chicago Press, pp. 385–399.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/L/Laurenson\\_-\\_Implications\\_of\\_high\\_offspring\\_mortality\\_for\\_cheetah\\_population\\_dynamics.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/L/Laurenson_-_Implications_of_high_offspring_mortality_for_cheetah_population_dynamics.pdf) [consulté le 28 novembre 2020]

**Laurenson, M.K., Caro, T.M., Borner, M., 1992.**

Female cheetah reproduction [en ligne]. *National Geographic Research & Exploration*, 8(1), pp. 64–75.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/L/Laurenson\\_et\\_al\\_1992\\_Cheetah\\_reproduction.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/L/Laurenson_et_al_1992_Cheetah_reproduction.pdf) [consulté le 29 novembre 2020]

**LAV, 2022.**

Données récoltées dans un mail le 12/01/2022, avec autorisation des auteurs.

**Lee, A.R., 1992.**

Management guidelines for the welfare of zoo animals : Cheetahs [en ligne]. *The Federation of Zoological Gardens of Great Britain and Ireland*, 34 p.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/L/Lee\\_1992\\_Guidelines\\_for\\_cheetah\\_welfare\\_in\\_zoos.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/L/Lee_1992_Guidelines_for_cheetah_welfare_in_zoos.pdf) [consulté le 21 février 2021]

**Leemans, D., 2015a.**

*Gastrointestinal passage in cheetahs fed a natural diet* [en ligne]. Ghent university faculty of veterinary medicine, Academic year 2015-2016, 37 p.

Disponible sur : [https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/304/863/RUG01-002304863\\_2016\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/304/863/RUG01-002304863_2016_0001_AC.pdf) [consulté le 25 mai 2021]

**Leemans, D., 2015b.**

*Diet of the cheetah and function of its digestive system* [en ligne]. Ghent university faculty of veterinary medicine, Academic year 2014-2015, 33 p.

Disponible sur : [https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/216/163/RUG01-002216163\\_2015\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/216/163/RUG01-002216163_2015_0001_AC.pdf) [consulté le 25 mai 2021]

**Luther, Jay, Peter D. R. Higgins, Phillip S. Schoenfeld, Paul Moayyedi, Nimish Vakil, et William D. Chey. 2010.**

Empiric Quadruple vs. Triple Therapy for Primary Treatment of Helicobacter Pylori Infection: Systematic Review and Meta-Analysis of Efficacy and Tolerability [en ligne]. *The American Journal of Gastroenterology*, 105(1), pp. 65-73.

Disponible sur : [https://journals.lww.com/ajg/Abstract/2010/01000/Empiric\\_Quadruple\\_vs\\_\\_Triple\\_Therapy\\_for\\_Primary.12.aspx](https://journals.lww.com/ajg/Abstract/2010/01000/Empiric_Quadruple_vs__Triple_Therapy_for_Primary.12.aspx) [consulté le 8 septembre 2022]

**Lv, Z., Wang, B., Zhou, X., Wang, F., XIE, Y., Zheng, H., Lv, N., 2015.**

Efficacy and safety of probiotics as adjuvant agents for *Helicobacter pylori* infection: A meta-analysis [en ligne]. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 9(3), pp. 707–716.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4316960/> [consulté le 2 mai 2020]

**Macpherson, A., 2020.**

Immune adaptations that maintain homeostasis with the intestinal microbiota [en ligne]. *Nature Reviews Immunology*, 10, pp. 159-169.

Disponible sur : [https://www.academia.edu/29988678/Immune\\_adaptations\\_that\\_maintain\\_homeostasis\\_with\\_the\\_intestinal\\_microbiota](https://www.academia.edu/29988678/Immune_adaptations_that_maintain_homeostasis_with_the_intestinal_microbiota) [consulté le 27 mai 2020]

**Mangiaterra, S., 2020.**

Données récoltées dans un mail le 21/04/2020, avec autorisation de l'auteur.

**Mangiaterra, S., Marker, L., Cerquetella, M., Galosi, L., Marchegiani, A., Gavazza, A., Rossi, G., 2022a.**

Chronic Stress-Related Gastroenteric Pathology in Cheetah: Relation between Intrinsic and Extrinsic Factors [en ligne]. *Biology*, 11(4), 11 p.

Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35453805/> [consulté le 25 août 2022]

**Mangiaterra, S., Schmidt-Küntzel, A., Marker, L., Di Cerbo, A., Piccinini, R., Guadagnini, D., Turba, M.E., Berardi, S., Galosi, L., Prezioso, S., Cerquetella, M., Rossi, G., 2022.**

Effect of a Probiotic Mixture in Captive Cheetahs (*Acinonyx Jubatus*) with Gastrointestinal Symptoms—A Pilot Study [en ligne]. *Animals*, 12(3), 11 p.

Disponible sur : <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/3/395> [consulté le 18/03/2022]

**Marker, L., 1998.**

Current status of the Cheetah (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Symposium on Cheetahs as Game Ranch Animals, 23 et 24 octobre 1998, Onderstepoort (Afrique du Sud)*. 17 p.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/M/Marker\\_1998\\_Current\\_status\\_of\\_the\\_cheetah.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/M/Marker_1998_Current_status_of_the_cheetah.pdf) [consulté le 2 décembre 2021]

**Marker, L., Grisham, J., Brewer, B., 2018.**

A Brief History of Cheetah Conservation [en ligne]. In : Nyhus P. J., Marker L., Boast L. K. et Schmidt-Küntzel A (dir.) (2018). *Cheetahs: Biology and Conservation*. Etat-Unis : Academic Press, pp. 3–16.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7150087/> [consulté le 27 novembre 2020]

**Marks, S. I., Rankin, S. c., Byrne, B. a., Weese, J. s., 2011.**

Enteropathogenic Bacteria in Dogs and Cats: Diagnosis, Epidemiology, Treatment, and Control [en ligne]. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25(6), pp. 1195–1208.

Disponible sur : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1939-1676.2011.00821.x> [consulté le 23 août 2022]

**Martineau, D., 2003.**

Pathologie de la faune et de l'environnement [en ligne]. *Département de Microbiologie et Pathologie Faculté de Médecine Vétérinaire*, Université de Montréal, 146 p.

Disponible sur : <https://studylibfr.com/doc/4251337/pathologie-de-la-faune---faculté-de-médecine-vétérinaire-...> [consulté le 23 mai 2021]

**McVittie, R., 1979.**

Changes in the social behaviour of South West African cheetah [en ligne]. *Madoqua*, 11(3), pp. 171–184.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/M/McVittie\\_1979\\_Social\\_behaviour\\_of\\_cheetah.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/M/McVittie_1979_Social_behaviour_of_cheetah.pdf) [consulté le 27 novembre 2020]

**Merola, M., 1994.**

A reassessment of homozygosity and the case for inbreeding depression in the cheetah, *Acinonyx jubatus*: Implications for conservation [en ligne]. *Conservation Biology*, 8(4), pp. 961–971.

Disponible sur : [http://www.catsg.org/cheetah/05\\_library/5\\_3\\_publications/M/Merola\\_1994\\_Reassessment\\_of\\_homozygosity\\_in\\_cheetahs.pdf](http://www.catsg.org/cheetah/05_library/5_3_publications/M/Merola_1994_Reassessment_of_homozygosity_in_cheetahs.pdf) [consulté le 4 décembre 2021]

**Mishra, S., Singh, V., Rao, Grk., Jain, A.K., Dixit, V.K., Gulati, A.K., Nath, G., 2008.**

Detection of *Helicobacter pylori* in stool specimens: comparative evaluation of nested PCR and antigen detection [en ligne]. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 2(3), pp. 206–210.

Disponible sur : <https://jicd.org/index.php/journal/article/view/19738352> [consulté le 3 mai 2020]

**Munson, L., 1993.**

Diseases of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*): Results of the cheetah research council pathology survey, 1989–1992 [en ligne]. *Zoo Biology*, 12(1), pp. 105–124.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/zoo.1430120110> [consulté le 2 mai 2020]

**Munson, L., Marker, L., Dubovi, E., Spencer, J., Evermann, J., O'Brien, S., 2004**

Serosurvey of viral infections in free-ranging Namibian cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Journal of wildlife diseases*, 40(1), pp. 23–31.

Disponible sur : <http://www.jwildlifedis.org/doi/10.7589/0090-3558-40.1.23> [consulté le 29 avril 2021]

**Munson, L., Nesbit, J.W., Meltzer, D.G.A., Colly, L.P., Bolton, L., Kriek, N.P.J., 1999.**

Diseases of Captive Cheetahs (*Acinonyx jubatus jubatus*) in South Africa: A 20-Year Retrospective Survey [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 30(3), pp. 342–347.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20095876> [consulté le 2 mai 2020]

**Munson, L., Terio, K., Worley, M., Jago, M., Bagot-Smith, A., Marker, L., 2005.**

Extrinsic factors significantly affect patterns of disease in free-ranging and captive cheetah (*Acinonyx jubatus*) populations [en ligne]. *Journal of wildlife diseases*, 41(3), pp. 542–548.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/7522658\\_Extrinsic\\_factors\\_significantly\\_affect\\_patterns\\_of\\_disease\\_in\\_free-ranging\\_and\\_captive\\_cheetah\\_Acinonyx\\_jubatus\\_populations](https://www.researchgate.net/publication/7522658_Extrinsic_factors_significantly_affect_patterns_of_disease_in_free-ranging_and_captive_cheetah_Acinonyx_jubatus_populations) [consulté le 27 avril 2021]

**NCpedia, 2019.**

NCpedia, Natural Vegetation of Africa [en ligne]. URL : <https://www.ncpedia.org/media/map/map-africa-showing> [consulté le 3 décembre 2020]

**Nowell, K., 2014.**

An assessment of conservation impacts of legal and illegal trade in cheetahs *Acinonyx jubatus* [en ligne]. *Sixty-fifth meeting of the Standing Committee, 7 au 11 juillet 2014, Genève (Suisse)*. 54 p.

Disponible sur : <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/sc/65/E-SC65-39.pdf> [consulté le 22 mai 2021]

**Nowell, K., Jackson, P., 1996.**

Wild Cats [en ligne]. *Nature* 188(4752), pp. 716–717.

Disponible sur : <http://www.nature.com/articles/188716b0> [consulté le 3 décembre 2020]

**O'Brien, S., Roelke, M., Marker, L., Newman, A., Winkler, C., DA, M., Colly, L., Evermann, J., Bush, M., Wildt, D., 1985.**

Genetic basis for species vulnerability in the Cheetah [en ligne]. *Science*, 227(4693), pp. 1428–1434.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/20173702\\_Genetic\\_Basis\\_for\\_Species\\_Vulnerability\\_in\\_the\\_Cheetah](https://www.researchgate.net/publication/20173702_Genetic_Basis_for_Species_Vulnerability_in_the_Cheetah) [consulté le 5 décembre 2020]

**O'Brien, S., Wildt, D., Goldman, D., Merrill, C., Bush, M., 1983.**

The Cheetah Is Depauperate in Genetic Variation [en ligne]. *Science*, 221(4609), pp. 459–462.

Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/6085849\\_The\\_Cheetah\\_Is\\_Depauperate\\_in\\_Genetic\\_Variation](https://www.researchgate.net/publication/6085849_The_Cheetah_Is_Depauperate_in_Genetic_Variation) [consulté le 5 décembre 2020]

**O'Brien, S.J., 1994.**

The Cheetah's Conservation Controversy [en ligne]. *Conservation Biology*, 8(4), pp. 1153–1155.

Disponible sur : <http://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1523-1739.1994.08041153.x> [consulté le 28 novembre 2020]

**Oh, B., Kim, B.-S., Kim, J.W., Kim, J.S., Koh, S.-J., Kim, B.G., Lee, K.L., Chun, J., 2016.**

The Effect of Probiotics on Gut Microbiota during the *Helicobacter pylori* Eradication: Randomized Controlled Trial [en ligne]. *Helicobacter*, 21(3), pp. 165–174.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/hel.12270> [consulté le 10 mai 2020]

**Okoh, A.E.J., Onazi, M., 1980.**

Notes on salmonellae isolated from wildlife in kano zoological gardens [en ligne]. *Journal of Wildlife Diseases*, 16(1), pp. 7–10.

Disponible sur : <https://www.jwildlifedis.org/doi/10.7589/0090-3558-16.1.7> [consulté le 3 mai 2020]

- Pantoflickova, D., Corthésy-Theulaz, I., Dorta, G., Stolte, M., Isler, P., Rochat, F., Enslin, M., Blum, A.L., 2003.** Favourable effect of regular intake of fermented milk containing *Lactobacillus johnsonii* on *Helicobacter pylori* associated gastritis [en ligne]. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 18(8), pp. 805–813. Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2036.2003.01675.x> [consulté le 11 novembre 2021]
- Papendick, R.E., Munson, L., O'Brien, T.D., Johnson, K.H., 1997.** Systemic AA Amyloidosis in Captive Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Veterinary Pathology*, 34(6), pp. 549–556. Disponible sur : <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030098589703400602> [consulté le 27 avril 2021]
- Penzhorn, B., Booth, L., Meltzer, D., 1994.** Isospora rivolta recovered from cheetahs [en ligne]. *Journal of the South African Veterinary Association*, 65(1), 2 p. Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/15452778\\_Isospora\\_rivolta\\_recovered\\_from\\_cheetahs](https://www.researchgate.net/publication/15452778_Isospora_rivolta_recovered_from_cheetahs) [consulté le 1 mai 2021]
- Ployart, S., 2007.** *Pathologie du guépard (Acinonyx jubatus) : Etude bibliographique et analyse des données du parc zoologique de la Palmyre de 1989 à 2005* [en ligne]. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Créteil : Faculté de Médecine de Créteil, 149 p. Disponible sur : <http://bibliotheque.vet-alfort.fr/Record.htm?idlist=3&record=19151553124919797359#> [consulté le 27 avril 2021]
- Popoff, M.Y., Minor, L.E.L., 2015.** Salmonella, in: Whitmann W. B., Rainey F., Kämpfer P, Trujillo M., Chun J., DeVos P., Hedlund B., Dedysh S. (dir.) (2015). *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria*. Etats-Unis : John Wiley & Sons, Inc. en association avec Bergey's Manual Trust, 79 p. Disponible sur <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/9781118960608.gbm01166> [consulté le 2 mai 2021]
- Pregel, P., Rota, A., Palmerini, D., Guarda, F., Appino, S., 2008.** Detection of *Helicobacter* in Gastric Washing of Cats [en ligne]. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 20(6), pp. 780–782. Disponible sur : <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/104063870802000610> [consulté le 10 octobre 2021]
- Quirke, T., O'Riordan, R.M., 2011.** The effect of a randomised enrichment treatment schedule on the behaviour of cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Applied Animal Behaviour Science*, 135, pp. 103–109. Disponible sur : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016815911100311X> [consulté le 20 novembre 2020]
- Redford, K.H., Segre, J.A., Salafsky, N., Rio, C.M. del, McAloose, D., 2012.** Conservation and the Microbiome [en ligne]. *Conservation Biology*, 26(2), pp. 195–197. Disponible sur : <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2012.01829.x> [consulté le 3 mai 2020]
- Rickard, L.G., Foreyt, W.J., 1992.** Gastrointestinal Parasites of Cougars (*Felis concolor*) in Washington and the First Report of *Ollulanus tricuspis* in a Sylvatic Felid from North America [en ligne]. *Journal of Wildlife Diseases*, 28(1), pp. 130–133. Disponible sur : <https://www.jwildlifedis.org/doi/10.7589/0090-3558-28.1.130> [consulté le 3 mai 2020]
- Rijkers, G.T., Bengmark, S., Enck, P., Haller, D., Herz, U., Kalliomaki, M., Kudo, S., Lenoir-Wijnkoop, I., Mercenier, A., Myllyluoma, E., Rabot, S., Rafter, J., Szajewska, H., Watzl, B., Wells, J., Wolvers, D., Antoine, J.-M., 2010.** Guidance for Substantiating the Evidence for Beneficial Effects of Probiotics: Current Status and Recommendations for Future Research [en ligne]. *The Journal of Nutrition*, 140(3), pp. 671S–676S. Disponible sur : <https://academic.oup.com/jn/article/140/3/671S/4600443> [consulté le 6 janvier 2021]
- Robert, N., 2008.** Neurologic Disorders in Cheetahs and Snow Leopards [en ligne]. In : Fowler M. E. et Miller R. E. (dir.) (2008). *Zoo and Wild Animal Medicine 6<sup>th</sup> edition Current Therapy*. Etats-Unis : Elsevier Saunders, pp. 265–271.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7152340/> [consulté le 29 avril 2021]

**Rossi, G., Gioacchini, G., Pengo, G., Suchodolski, J.S., Jergens, A.E., Allenspach, K., Gavazza, A., Scarpona, S., Berardi, S., Galosi, L., Bassotti, G., Cerquetella, M., 2020.**

Enterocolic increase of cannabinoid receptor type 1 and type 2 and clinical improvement after probiotic administration in dogs with chronic signs of colonic dysmotility without mucosal inflammatory changes [en ligne]. *Neurogastroenterology & Motility*, 32(1), pp. 1-11.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/nmo.13717> [consulté le 7 août 2022]

**Rossi, G., Jergens, A., Cerquetella, M., Berardi, S., Di Cicco, E., Bassotti, G., Pengo, G., Suchodolski, J. s., 2018.**

Effects of a probiotic (SLAB51TM) on clinical and histologic variables and microbiota of cats with chronic constipation/megacolon: a pilot study [en ligne]. *Beneficial Microbes*, 9(1), pp. 101–110.

Disponible sur : <https://www.wageningenacademic.com/doi/abs/10.3920/BM2017.0023> [consulté le 3 avril 2022]

**Schaller, G.B., 1968.**

Hunting Behaviour of the Cheetah in the Serengeti National Park, Tanzania [en ligne]. *African Journal of Ecology*, 6(1), pp. 95–100.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2028.1968.tb00906.x> [consulté le 26 novembre 2020]

**Seltmann, A., Webster, F., Martins Ferreira, S.C., Czirják, G.Á., Wachter, B., 2019.**

Age-specific gastrointestinal parasite shedding in free-ranging cheetahs (*Acinonyx jubatus*) on Namibian farmland [en ligne]. *Parasitology Research*, 118(3), pp. 851–859.

Disponible sur : <https://link.springer.com/article/10.1007/s00436-018-6190-2> [consulté le 29 avril 2021]

**Sengenberger, K., Bus, H., Versteegen, L., 2018.**

EAZA Best Practice Guidelines Cheetah (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. Edition 1, 147 p.

Disponible sur : <https://www.eaza.net/assets/Uploads/CCC/EAZA-Best-Practice-Guidelines-FINAL-SM.pdf> [consulté le 22 septembre 2020]

**Smith, S.I., Fowora, M.A., Lesi, O.A., Agbebaku, E., Odeigah, P., Abdulkareem, F.B., Onyekwere, C.A., Agomo, C.A., Contreras, M., 2012.**

Application of stool-PCR for the diagnosis of *Helicobacter pylori* from stool in Nigeria- a pilot study [en ligne]. *Springerplus*, 1(1), 5 p.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3568462/> [consulté le 3 mai 2020]

**Snelling, W.J., Matsuda, M., Moore, J.E., Dooley, J.S.G., 2005.**

*Campylobacter jejuni* [en ligne]. *Letters in Applied Microbiology*, 41(4), pp. 297–302.

Disponible sur : <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-765X.2005.01788.x> [consulté le 2 mai 2021]

**Steinel, A., Munson, L., van Vuuren, M., Truyen, U., 2000.**

Genetic characterization of feline parvovirus sequences from various carnivores [en ligne]. *The Journal of general virology*, 81(2), pp. 345–350.

Disponible sur : <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/jgv/10.1099/0022-1317-81-2-345#tab2> [consulté le 2 mai 2021]

**Steinel, A., Parrish, C.R., Bloom, M.E., Truyen, U., 2001.**

Parvovirus Infections in Wild Carnivores [en ligne]. *Journal of Wildlife Diseases*, 37(3), pp. 594–607.

Disponible sur : <https://www.jwildlifedis.org/doi/10.7589/0090-3558-37.3.594> [consulté le 3 mai 2020]

**Terio, K.A., Marker, L., Munson, L., 2004.**

Evidence for chronic stress in captive but not free-ranging cheetahs (*Acinonyx jubatus*) based on adrenal morphology and function [en ligne]. *Journal of Wildlife Diseases*, 40(2), pp. 259–266.

Disponible sur : <https://meridian.allenpress.com/jwd/article/40/2/259/123259/EVIDENCE-FOR-CHRONIC-STRESS-IN-CAPTIVE-BUT-NOT> [consulté le 5 janvier 2021]

**Terio, K.A., McAloose, D., Mitchell (née Lane), E., 2018b.**

Felidae [en ligne]. In: Terio, K.A., McAloose, D., Leger, J.St. (dir.) (2018). *Pathology of Wildlife and Zoo Animals*. Etats-Unis : Academic Press, pp. 263–285.

Disponible sur : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128053065000109> [consulté le 9 mai 2020]

**Terio, K.A., Mitchell, E., Walzer, C., Schmidt-Küntzel, A., Marker, L., Citino, S., 2018a.**

Diseases Impacting Captive and Free-Ranging Cheetahs [en ligne]. In: Nyhus, P.J., Marker, L., Boast, L.K., Schmidt-Küntzel, A. (dir.) (2018). *Cheetahs: Biology and Conservation, Biodiversity of World: Conservation from Genes to Landscapes*. Etats-Unis : Academic Press, pp. 349–364.

Disponible sur : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128040881000253> [consulté le 2 mai 2020]

**Terio, K.A., Munson, L., Marker, L., Aldridge, B.M., Solnick, J.V., 2005.**

Comparison of Helicobacter spp. in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) with and without Gastritis [en ligne]. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(1), pp. 229–234.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC540127/> [consulté le 2 mai 2020]

**Terio, K.A., Munson, L., Moore, P.F., 2012.**

Characterization of the Gastric Immune Response in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) With Helicobacter-Associated Gastritis [en ligne]. *Veterinary Pathology*, 49(5), pp. 824–833.

Disponible sur : <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300985811412620> [consulté le 2 mai 2020]

**Terio, K.A., Whitham, J.C., Chosy, J., Sanchez, C., Marker, L., Wielebnowski, N., 2014.**

Associations Between Gastritis, Temperament, and Management Risk Factors in Captive Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *American Association of Zoo Veterinarians Conference, 18 au 26 octobre 2014, Orlando (Etats-Unis)*.

Disponible sur : <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pId=12132&catId=155753&id=9948731&ind=11&objTypeID=17> [consulté le 25 août 2022]

**Tong, J.L., Ran, Z.H., Shen, J., Zhang, C.X., Xiao, S.D., 2007.**

Meta-analysis: the effect of supplementation with probiotics on eradication rates and adverse events during Helicobacter pylori eradication therapy [en ligne]. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 25(2), pp. 155–168.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2036.2006.03179.x> [consulté le 9 mai 2020]

**Trevelline, B.K., Fontaine, S.S., Hartup, B.K., Kohl, K.D., 2019.**

Conservation biology needs a microbial renaissance: a call for the consideration of host-associated microbiota in wildlife management practices [en ligne]. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1895), 9 p.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6364583/> [consulté le 3 mai 2020]

**Van Zwet, A.A., Thijs, J.C., Kooistra-Smid, A.M., Schirm, J., Snijder, J.A., 1994.**

Use of PCR with feces for detection of Helicobacter pylori infections in patients [en ligne]. *Journal of Clinical Microbiology*, 32(5), pp. 1346–1348.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC263696/> [consulté le 3 mai 2020]

**Venter, E., van Vuuren, M., Carstens, J., Walt, M., Nieuwoudt, B., Steyn, H., Kriek, N., 2003.**

A molecular epidemiologic investigation of Salmonella from a meat source to the feces of captive cheetah (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Journal of zoo and wildlife medicine*, 34(1), pp. 76–81.

Disponible sur : [https://bioone.org/journals/journal-of-zoo-and-wildlife-medicine/volume-34/issue-1/1042-7260\(2003\)34%5B0076%3AAMEIOS%5D2.0.CO%3B2/A-MOLECULAR-EPIDEMIOLOGIC-INVESTIGATION-OF-SALMONELLA-FROM-A-MEAT-SOURCE/10.1638/1042-7260\(2003\)34\[0076:AMEIOS\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/journal-of-zoo-and-wildlife-medicine/volume-34/issue-1/1042-7260(2003)34%5B0076%3AAMEIOS%5D2.0.CO%3B2/A-MOLECULAR-EPIDEMIOLOGIC-INVESTIGATION-OF-SALMONELLA-FROM-A-MEAT-SOURCE/10.1638/1042-7260(2003)34[0076:AMEIOS]2.0.CO;2.short) [consulté le 1 mai 2021]

**Verster, A., 1969.**

A taxonomic revision of the genus Taenia Linnaeus [en ligne]. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 36(1), pp. 3–58.

Disponible sur : <https://repository.up.ac.za/handle/2263/53847> [consulté le 30 avril 2021]

**Wack, R.F., Eaton, K.A., Kramer, L.W., 1997.**

Treatment of Gastritis in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 28(3), pp. 260–266.

Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/20095656> [consulté le 2 mai 2020]

**Walzer, C., Hittmair, K., Walzer-Wagner, C., 1996.**

Ultrasonographic Identification and Characterization of Splenic Nodular Lipomatosis or Myelolipomas in Cheetahs (*Acinonyx Jubatus*) [en ligne]. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 37(4), pp. 289–292.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1740-8261.1996.tb01232.x> [consulté le 29 avril 2021]

**Wasimuddin, Menke, S., Melzheimer, J., Thalwitzer, S., Heinrich, S., Wachter, B., Sommer, S., 2017.**

Gut microbiomes of free-ranging and captive Namibian cheetahs: Diversity, putative functions and occurrence of potential pathogens [en ligne]. *Molecular Ecology*, 26(20), pp. 5515–5527.

Disponible sur : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/mec.14278> [consulté le 3 mai 2020]

**Whitehouse-Tedd, K., Dierenfeld, E.S., Becker, A.A.M.J., Huys, G., Depauw, S., Kerr, K.R., Williams, J.J., Janssens, G.P.J., 2018.**

Nutritional Considerations for Captive Cheetahs [en ligne]. In: Nyhus, P.J., Marker, L., Boast, L.K., Schmidt-Küntzel, A. (dir.) (2018). *Cheetahs: Biology and Conservation, Biodiversity of World: Conservation from Genes to Landscapes*. Etats-Unis : Academic Press, pp. 365–383.

Disponible sur : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128040881000265> [consulté le 2 mai 2020]

**Whitehouse-Tedd, K.M., Lefebvre, S.L., Janssens, G.P.J., 2015.**

Dietary Factors Associated with Faecal Consistency and Other Indicators of Gastrointestinal Health in the Captive Cheetah (*Acinonyx jubatus*) [en ligne]. *PLoS One*, 10(4), 20 p.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4382097/> [consulté le 2 mai 2020]

**Wildt, D.E., Bush, M., Howard, J.G., O'Brien, S.J., Meltzer, D., Van Dyk, A., Ebedes, H., Brand, D.J., 1983.**

Unique Seminal Quality in the South African Cheetah and a Comparative Evaluation in the Domestic Cat [en ligne]. *Biology of Reproduction*, 29(4), pp. 1019–1025.

Disponible sur : <https://academic.oup.com/biolreprod/article/2766441/Unique> [consulté le 5 décembre 2020]

**Woc Colburn, A.M., Sanchez, C.R., Citino, S., Crosier, A.E., Murray, S., Kaandorp, J., Kaandorp, C., Marker, L., 2018.**

Clinical Management of Captive Cheetahs [en ligne]. In : Nyhus P. J., Marker L., Boast L. K. et Schmidt-Küntzel A (dir.) (2018). *Cheetahs: Biology and Conservation*. Etat-Unis : Academic Press, pp. 335–347.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7150109/> [consulté le 29 avril 2021]

**Zhang, B., Une, Y., Fu, X., Yan, J., Ge, F., Yao, J., Sawashita, J., Mori, M., Tomozawa, H., Kametani, F., Higuchi, K., 2008.**

Fecal transmission of AA amyloidosis in the cheetah contributes to high incidence of disease [en ligne]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(20), pp. 7263–7268.

Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2377313/> [consulté le 27 avril 2021]

**Ziegler-Meeks, K., 2009.**

Husbandry Manual for the Cheetah (*Acinonyx jubatus*) vol III [en ligne]. White Oak Conservation Center, 279 p.

Disponible sur : <https://www.awjac.org/prepare/resources.html#.YklaTyhBy3A> [consulté le 28 novembre 2020]

**Zoo Expert Committee, 2012.**

*Zoos Expert Committee Handbook* [en ligne]. Royaume Uni : Department for Environment, Food and Rural Affairs, 211 p.

Disponible sur : <http://www.defra.gov.uk/wildlife-pets/zoos/> [consulté le 8 octobre 2021]



# Annexes





Annexe 1 : Photo d'utilisation des paillettes alimentaires (Source : Docteur Sara Mangiaterra)



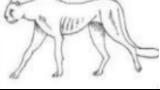

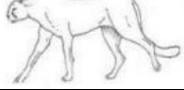
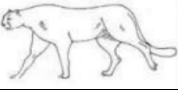

Annexe 2 : Colorants alimentaires Scrapcooking utilisés pour l'étude



Annexe 3 : Aide à la réalisation d'un score fécal (D'après Jergens et al., 2003 ; Mangiaterra et al., 2022 ; Sengenberger et al, 2018)

Score	Description consistance des selles	Illustration
0	Fèces bien formées	
1	Légèrement molles, présence de sang ou de mucus, ou fréquence des selles légèrement augmentée (2 à 3 fois par jour)	
2	Selles non formées et molles ou fréquence des selles modérément augmentée (4 à 5 fois par jour)	 [Photo : Sara Mangiaterra]
3	Diarrhée liquide ou fréquence de selles très augmentée (>5 fois par jour)	

Annexe 4 : Aide à l'établissement d'une NEC chez le guépard (D'après Sengenberger et al, 2018)

SCORE	1. Très maigre	2. Maigre	3. Idéal	4. Surpoids	5. Obèse
Silhouettes					
Général	Perte de masse musculaire, os de la joue proéminents, face émaciée	Maigre, délimitations exagérées des membres, face et joues creusées	Fin et musclé, délimitations évidentes entre les épaules, le ventre et le bassin	Dépôt de graisse au niveau de l'intérieur des cuisses, du bassin et du ventre	Grande quantité de dépôt graisseux, absence de délimitation entre les membres, le ventre et le bassin
Cou et épaules	Os facilement visibles à distance	Cou fin	Os des épaules visibles	Épaules arrondies, cou épais	Cou épais et limite cou/épaules non visible
Rétractation du ventre	Sévère	Prononcée	Visible en l'absence d'une poche de graisse ventrale	Absente	Absente, épaisse poche de graisse ventrale
Bassin et base de la queue	Structures osseuses très proéminentes	Vertèbres lombaires et os du bassin visibles	Cadre osseux visible mais pas proéminent, muscles des cuisses visibles lors de la marche, arrière-train d'apparence carrée	Dépôts de graisse, arrière-train et dos arrondis	Dépôts de graisse évidents sur le dos, le bassin et la base de la queue, arrière-train et dos plat et/ou arrondi
Côtes	Evidentes	Visibles	Non visibles	Non visibles, dépôts de graisse	Grande quantité de dépôt graisseux

Annexe 5 : Fiche d'observation pour la réalisation des scores cliniques et fécaux fournies aux zoos

FICHE D'OBSERVATION ETUDE GUEPARD

Identification de l'animal : .....

Une fiche par animal. Entourer les scores en s'aidant des fiches d'aide.

Date	Score fécal					Score critère « appétit »				Score critère « vomissements »				Score critère « perte de poids » : préciser la NEC de l'animal (voire son poids)				Score critère « activité »			
	NO	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
13/09/2021 (T0)																					
														NEC : /5							
16/09/2021	NO	0	1	2	3																
20/09/2021	NO	0	1	2	3																
23/09/2021	NO	0	1	2	3																
27/09/2021	NO	0	1	2	3																
30/09/2021	NO	0	1	2	3																
04/10/2021 (S3)	NO	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
														NEC : /5							
07/10/2021	NO	0	1	2	3																
11/10/2021	NO	0	1	2	3																
14/10/2021	NO	0	1	2	3																
18/10/2021	NO	0	1	2	3																
21/10/2021	NO	0	1	2	3																
25/10/2021 (S6)	NO	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
														NEC : /5							
15/11/2021 (S9)	NO	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
														NEC : /5							
06/12/2021 (S12)	NO	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
														NEC : /5							

NO : pas de selles observées

Annexe 6 : Ration alimentaire des guépards

Guépard	Ration alimentaire
HTm1 Bahati	Viande congelée, nourri matin et soir, compléments minéralo-vitaminés tous les jours, pas de jour de jeûne Poulet et lapin deux fois par semaine, bœuf une fois par semaine, abats tous les jours
SPm1 Gena	Viande non congelée, nourris le soir, pas de jeûne Poulet sans aile et sans tarse, pas d'abats
SPm2 Barafu	
SPs1 Bella	Viande non congelée, nourris le soir, un jour de jeûne par semaine, compléments minéralo-vitaminés et huile de colza tous les jours Chèvre deux à trois fois par semaine, poulet trois fois par semaine, pas d'abats
SPs2 Arya	
SPs3 Chantilly	
SPs4 Winston	
PLm1 Shwari	Viande non congelée, deux jours de jeûne par semaine, compléments minéralo-vitaminés tous les jours Lapin avec abats tous les jours
PLs1 Wifi	Viande non congelée, deux jours de jeûne par semaine, compléments minéralo-vitaminés tous les jours Lapin deux fois par semaine sinon poulet, avec abats
PLs2 Twist	
PLs3 Helinka	
PLs4 Vanille	
PLs5 Kianga	
PYm1 7582	Viande non congelée, nourris le soir, pas de jour de jeûne, compléments minéralo-vitaminés en début de mois Poulet cinq fois par semaine, bœuf deux fois par semaine, abats au moins une fois par semaine
PYm2 6243	Viande non congelée, nourris le soir, pas de jour de jeûne, compléments minéralo-vitaminés en début de mois Poulet tous les jours, abats au moins une fois par semaine
PYs1 6242	Viande non congelée, nourris le soir, pas de jour de jeûne, compléments minéralo-vitaminés en début de mois Poulet cinq fois par semaine, bœuf deux fois par semaine, abats au moins une fois par semaine
PYs2 7581	
PYs3 8194	
PYs4 8851	
CPm2 Milinda	Viande non congelée, nourris matin et soir, deux jours de jeûne par semaine (1/3 de ration donnée)
CPs1 Tao	Poussins tous les jours, alternance semaine poulet et semaine bœuf, pas d'abats
BDm1 Sophie	Viande congelée sauf trois jours toutes les trois semaines, un jour de jeûne par semaine, complément minéralo-vitaminé occasionnellement
BDs1 Josh	Lapin deux fois par semaine, poulet trois fois par semaine, abats au moins une fois par semaine
TYm1 B7221	Viande non congelée, un jour de jeûne par semaine

TYm2 B7222	Poulet tous les jours, pas d'abats
TYm3 B7223	
AMm1 Jasper	Viande congelée une fois par semaine sinon non congelée, nourris une fois par jour, un jour de jeûne par semaine
AMm2 Noel	Lapins quatre fois par semaine (une fois avec poils, congelé), poulet deux fois par semaine, abats quatre fois par semaine
CZs1 Cailin	Viande congelée maximum deux à trois fois par semaine, complètement minéralo-vitamine tous les jours, un jour de jeûne par semaine
CZs2 Java	
CZs3 Bakari	
	Poulet et lapin deux fois par semaine, poitrine de veau et d'agneau une fois par semaine, abats quatre à cinq fois par semaine

### Annexe 7 : Scores de nutrition détaillés

Nom du zoo : Réserve Zoologique de la Haute-Touche

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>5/6</b>

Nom du zoo : Safari de Peaugres – Malades

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>3/6</b>

Nom du zoo : Safari de Peaugres – Sains

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>5/6</b>

Nom du zoo : Parc Zoologique de Lunaret – Shwari

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>4/6</b>

Nom du zoo : Parc Zoologique de Lunaret – Sains

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>5/6</b>

Nom du zoo : Zoo de la Palmyre – PYm2 6243

<b>Critères</b>	<b>Réponse</b>	<b>Score</b>
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>4/6</b>

Nom du zoo : Zoo de la Palmyre – Autres guépards

<b>Critères</b>	<b>Réponse</b>	<b>Score</b>
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>6/6</b>

Nom du zoo : Zoo de Champrépus

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>3/6</b>

Nom du zoo : Zoo de la Boissière du Doré

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>4/6</b>

Nom du zoo : Zoo de Thoiry

Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>3/6</b>

Nom du zoo : Zoo d'Amnéville


Critères	Réponse	Score
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>5/6</b>

Nom du zoo : Parc Zoologique Cerza

<b>Critères</b>	<b>Réponse</b>	<b>Score</b>
Viande non congelée	OUI	1/1
	NON	0/1
Animal entier consommé au moins 3 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Consommation de poulet et/ou de lapin et/ou de poussins	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande variée : au moins 2 espèces différentes consommées par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Abats consommés au moins 1 fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
Viande de ruminant consommée au moins une fois par semaine	OUI	1/1
	NON	0/1
<b>TOTAL</b>		<b>6/6</b>

Annexe 8 : Scores fécaux du groupe malade

Animal	Score	T0					S3					S6	S9	S12	
HTm1 Bahati	0	0	0	0	2	0	NO	0	0	NO	0	0	0	0	0
SPm1 Gena	2	2	1	2	3	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1
SPm2 Barafu	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	1	3	2
PLm1 Shwari	0	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
PYm1 7582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PYm2 6243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
CPm2 Milinda	0	NO	NO	NO	NO	1	1	0	1	1	1	1	NO	NO	
BDm1 Sophie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO		0	0	NO	NO
TYm1 B7221	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	1	3
TYm2 B7222	3	3	3	3	2	3	0	3	2	NO	3	3	3	2	3
TYm3 B7223	3	3	1	3	1	3	2	NO	3	2	3	3	NO	NO	3
AMm1 Jasper	1	1	0	1	0	0			1	1	0	0	1		
AMm2 Noel	1	1	0	0	0	1		0		2	2	0	1		

Légende :  Données manquantes



*Annexe 11 : Résultats ANOVA des différents scores cliniques pour les groupes malades et sains avec probiotique*

<b>Groupe</b>	<b>Score</b>	<b>Durée</b>	<b>P-valeur</b>
Malade	Score fécal	T0-S12	0,99386026
Malade	Score fécal	T0-S6	0,98979452
Malade	Vomissements	T0-S12	0,91208071
Malade	Vomissements	T0-S6	0,9356222
Malade	NEC	T0-S12	0,8209445
Malade	NEC	T0-S6	0,88935014
Malade	Appétit	T0-S12	0,49813381
Malade	Appétit	T0-S6	0,34406195
Malade	Activité	T0-S12	0,51301935
Malade	Activité	T0-S6	0,31664601
Malade	Score clinique global	T0-S12	0,75620977
Sain avec probiotique	Score fécal	T0-S12	0,36555397
Sain avec probiotique	Score fécal	T0-S6	0,29491098
Sain avec probiotique	NEC	T0-S12	0,41352642
Sain avec probiotique	NEC	T0-S6	0,37646872
Sain avec probiotique	Vomissements	T0-S12	0,52926535
Sain avec probiotique	Score clinique global	T0-S12	0,68389942

*Annexe 12 : Résultats des tests de Student avec variances inégales des scores fécaux entre T0 et S12 des groupes malades et sains avec probiotique (en rouge  $p < 0,05$ )*

T0						S3						S6	S9	S12
0,01597999	0,00331873	0,07305661	0,0196439	0,01704117	0,04015375	0,01299279	0,04297108	0,06969138	0,00177208	0,00091721	0,00655826	0,00378382	0,132623	0,01972469

*Annexe 13 : Résultats p-valeurs des tests de Student avec variances inégales entre T0 et S12 des groupes malades et sains avec probiotique (en rouge  $p < 0,05$ )*

Score	T0	S3	S6	S9	S12
Appétit	0,19015143	0,03481636	0,13765792	0,13765792	0,16785066
Vomissements	0,10389077	0,43581654	0,37314634	0,10392052	0,09573391
Activité	NR	0,33704906	0,17450875	0,34089313	NR
NEC	0,25146479	0,03951905	0,03951905	0,01619707	0,0367875
Score clinique global	0,00859275	0,00148924	0,00454519	0,01588297	0,00041928

NR = Test non réalisé car tous les scores sont nuls

*Annexe 14 : Résultats des tests de Student avec variances inégales des scores fécaux entre T0 et S12 des groupes sains avec probiotique et sains sans probiotique (en rouge  $p < 0,05$ )*

T0						S3						S6	S9	S12
0,16482345	0,3388007	0,1910543	0,00066031	0,33556128	0,13681226	NR	0,16482345	0,17527365	0,33704906	0,34089313	NR	NR	0,11117295	0,21696859

NR = Test non réalisé car tous les scores sont nuls

*Annexe 15 : Résultats p-valeurs des tests de Student avec variances inégales entre T0 et S12 des groupes sains avec probiotique et sains sans probiotique*

<b>Score</b>	<b>T0</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>S9</b>	<b>S12</b>
Appétit	NR	NR	NR	NR	NR
Vomissements	NR	0,33428194	0,33428194	NR	NR
Activité	NR	NR	NR	NR	NR
NEC	0,334281943	NR	NR	NR	NR
Score clinique global	0,08227687	0,16482345	0,08227687	0,11117295	0,21696859

NR = Test non réalisé car tous les scores sont nuls

*Annexe 16 : Résultats coproscopies simples*

<b>Identifiant de l'animal</b>	<b>Site de prélèvement</b>	<b>T0</b>	<b>S6</b>
HTm1 Bahati	Réserve Zoologique de la Haute-Touche	Œufs Toxascaris +	Œufs de Toxascaris ++
SPm1 Gena	Safari de Peaugres	Négatif	Négatif
SPm2 Barafu	Safari de Peaugres	Négatif	Négatif
SPs1 Bella	Safari de Peaugres	Négatif	Négatif
SPs2 Arya	Safari de Peaugres	Négatif	Négatif
SPs3 Chantilly	Safari de Peaugres	Négatif	Négatif
SPs4 Winston	Safari de Peaugres	Négatif	Négatif
PLm1 Shwari	Parc Zoologique de Lunaret	Négatif	Négatif
PLs1 Wifi	Parc Zoologique de Lunaret	Négatif	Négatif
PLs2 Twist	Parc Zoologique de Lunaret	Négatif	Négatif
PLs3 Helinka	Parc Zoologique de Lunaret	Négatif	Négatif
PLs4 Vanille	Parc Zoologique de Lunaret	Négatif	Négatif
PLs5 Kianga	Parc Zoologique de Lunaret	Négatif	Négatif
PYm1 7582	Zoo de la Palmyre	Œufs Toxascaris présence	Négatif
PYm2 6243	Zoo de la Palmyre	Œufs Toxascaris +++ ; oocystes Isospora sp + ; oocystes Eimeria sp. +	Négatif
PYs1 6242	Zoo de la Palmyre	Œufs Toxascaris +++	Négatif
PYs2 7581	Zoo de la Palmyre	Œufs Toxascaris +	Négatif

PYs3 8194	Zoo de la Palmyre	Négatif	Négatif
PYs4 8851	Zoo de la Palmyre	Œufs Toxascaris +	Négatif
CPm2 Milinda	Zoo de Champrépus	Négatif	Négatif
CPs1 Tao	Zoo de Champrépus	Négatif	Négatif
CZs1 Cailin	Parc Zoologique Cerza	Oocystes Eimeria sp présence	Œufs de Toxascaris +
CZs2 Java	Parc Zoologique Cerza	Œufs de Toxascaris leonina + ; Oocystes Eimeria sp +	Isospora + et Eimeria +++
CZs3 Bakari	Parc Zoologique Cerza	Oocystes Eimeria sp présence	Œufs de Toxascaris ++ et coccidiens ++
BDM1 Sophie	Zoo de la Boissière du Dorée	Négatif	Négatif
BDs1 Josh	Zoo de la Boissière du Dorée	Négatif	Négatif
TYm1 B7221	Zoo de Thoiry	Œufs Toxascaris leonina ++ ; œufs de Toxocara +	Œufs de Toxascaris leonina +++
TYm2 B7222	Zoo de Thoiry	Œufs Toxascaris leonina +++ ; œufs de Toxocara ++	Œufs de Toxascaris leonina + et œufs de Toxocara présence
TYm3 B7223	Zoo de Thoiry	Œufs Toxascaris leonina présence ; œufs de Toxocara présence	Œufs de Toxascaris +++ et œufs de Toxocara ++
AMm1 Jasper	Zoo d'Amnéville	Œufs de Toxascaris +	Œufs de Toxascaris présence
AMm2 Noel	Zoo d'Amnéville	Œufs de Toxascaris +	Œufs de Toxascaris présence

Annexe 17 : Résultats PCR à *Helicobacter* spp. sur selles

Identifiant de l'animal	Site de prélèvement	T0	S6
HTm1 Bahati	Réserve Zoologique de la Haute-Touche	Positif	Positif
SPm1 Gena	Safari de Peaugres	Positif	Positif
SPm2 Barafu	Safari de Peaugres	Positif	Positif
SPs1 Bella	Safari de Peaugres	Positif	Positif
SPs2 Arya	Safari de Peaugres	Positif	Positif
SPs3 Chantilly	Safari de Peaugres	Positif	Positif
SPs4 Winston	Safari de Peaugres	Positif	Positif
PLm1 Shwari	Parc Zoologique de Lunaret	Positif	Positif
PLs1 Wifi	Parc Zoologique de Lunaret	Positif	Positif
PLs2 Twist	Parc Zoologique de Lunaret	Positif	Positif
PLs3 Helinka	Parc Zoologique de Lunaret	Positif	Positif
PLs4 Vanille	Parc Zoologique de Lunaret	Positif	Positif
PLs5 Kianga	Parc Zoologique de Lunaret	Positif	Positif
PYm1 7582	Zoo de la Palmyre	Négatif	Positif
PYm2 6243	Zoo de la Palmyre	Positif	Positif
PYs1 6242	Zoo de la Palmyre	Positif	Négatif
PYs2 7581	Zoo de la Palmyre	Négatif	Positif
PYs3 8194	Zoo de la Palmyre	Négatif	Positif
PYs4 8851	Zoo de la Palmyre	Positif	Négatif
CPm2 Milinda	Zoo de Champrépus	Positif	Positif
CPs1 Tao	Zoo de Champrépus	Positif	Négatif
CZs1 Cailin	Parc Zoologique Cerza	Négatif	Positif
CZs2 Java	Parc Zoologique Cerza	Positif	Positif
CZs3 Bakari	Parc Zoologique Cerza	Positif	Positif
BDm1 Sophie	Zoo de la Boissière du Dorée	Positif	Positif
BDs1 Josh	Zoo de la Boissière du Dorée	Positif	Positif
TYm1 B7221	Zoo de Thoiry	Positif	Positif
TYm2 B7222	Zoo de Thoiry	Positif	Positif
TYm3 B7223	Zoo de Thoiry	Positif	Positif
AMm1 Jasper	Zoo d'Amnéville	Positif	Positif
AMm2 Noel	Zoo d'Amnéville	Positif	Positif

Annexe 18 : Avis favorable du comité d'éthique de VetAgro Sup numéro 2084

<b><u>Revue Ethique d'un Projet d'utilisation d'animaux à des fins scientifiques</u></b> <b>Comité d'Ethique de VetAgro Sup n°18</b>
Numéro Comité d'Ethique : <b>2084</b>  Titre du Projet : «Intérêt de l'utilisation d'un probiotique sur des guépards en captivité présentant des troubles gastro-intestinaux».
Demandeur : Marine Fradin Responsable de la mise en œuvre en conformité avec l'autorisation : Marine Hugonnard Etablissement Utilisateur : VetAgro Sup Date de l'avis : 17/12/20  <input checked="" type="checkbox"/> Avis Favorable <input type="checkbox"/> Avis Favorable sous réserve de modification de la version proposée (version 2) <input type="checkbox"/> Avis Favorable sous condition d'apporter des réponses aux questions posées <input type="checkbox"/> Avis Non Favorable en l'état
<u>Commentaires :</u>  Les membres du Comité d'Ethique ont apprécié l'originalité du projet. L'avis est favorable, cependant, nous vous invitons à finaliser la grille clinique que vous avez transmise, qui paraît actuellement manquer de clarté et ne paraît pas fonctionnelle. D'autre part, dans votre projet, vous envisagez l'utilisation du produit sur une durée supérieure à celle préconisée dans l'article que vous avez transmis. Dans ces conditions, il paraît logique d'informer les propriétaires ou détenteurs des sujets d'étude, du caractère expérimental de la démarche. A cet effet, nous vous invitons à fournir aux propriétaires ou détenteurs une courte notice explicative et leur demander de signer un accord de consentement éclairé lors de l'implication du Guépard dans le protocole. Ce consentement doit surtout indiquer que la personne a bien compris le protocole et son niveau de risque. Le signataire s'engage à le suivre et elle est informée qu'elle peut en retirer l'animal à tout moment et à vous signaler si elle décide de ne pas le suivre. Les membres du Comité d'Ethique vous souhaitent de réussir à collecter suffisamment de cas pour obtenir des résultats interprétables.

Signature du Président :

p.o.



*Attention : Dès réception de votre dossier en provenance du MESR, il vous sera demandé de faire parvenir au Ministère de la Recherche une version modifiée de votre projet, qui tiendra compte des demandes de modifications qui vous ont été demandées : précisions sur le nombre d'animaux, en particulier.*

Annexe 19 : Avis favorable du comité d'éthique de VetAgro Sup « consentement éclairé » numéro 2084

<p align="center"><b><u>Revue Ethique d'un Projet d'utilisation d'animaux à des fins scientifiques</u></b></p> <p align="center"><b>Comité d'Ethique Jacques Bonnod de VetAgro Sup n°18</b></p>
<p>Numéro Comité d'Ethique : <b>2084 « consentement éclairé »</b></p> <p>Titre du Projet : «Intérêt de l'utilisation d'un probiotique sur des guépards en captivité présentant des troubles gastro-intestinaux».</p>
<p>Demandeur : Marine Fradin Responsable de la mise en œuvre en conformité avec l'autorisation : Marine Hugonnard Etablissement Utilisateur : VetAgro Sup Date de l'avis : 18/03/21</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Avis Favorable <input type="checkbox"/> Avis Favorable sous réserve de modification de la version proposée (version 2) <input type="checkbox"/> Avis Favorable sous condition d'apporter des réponses aux questions posées <input type="checkbox"/> Avis Non Favorable en l'état</p>
<p><u>Commentaires :</u></p> <p>Les membres du Comité d'Ethique vous remercie pour la qualité du document transmis. Nous vous souhaite une récolte de données fructueuse, une belle thèse et un bel avenir professionnel.</p>

Signature du Président :  
p.o.







# INTERET DE L'UTILISATION D'UN PROBIOTIQUE CHEZ DES GUEPARDS EN CAPTIVITE PRESENTANT DES TROUBLES GASTRO-INTESTINAUX

---

Auteur

FRADIN Marine

---

Résumé

---

Les gastrites chroniques sont des maladies communément rencontrées chez le guépard (*Acinonyx jubatus*) captif. Elles sont souvent associées à la présence d'*Helicobacter spp.*. Cette étude prospective, se basant sur l'étude de Mangiaterra *et al.* (2022), avait pour but de tester l'efficacité du probiotique SLAB51® sur les troubles gastro-intestinaux de guépards captifs vivant dans neuf parcs zoologiques en France. Le probiotique a été testé pendant six semaines sur des guépards présentant des troubles digestifs (13 guépards) et des guépards sains (15 guépards). Un autre groupe de trois guépards sains n'a pas reçu de probiotique. Un suivi clinique, composé notamment d'un score fécal, a été réalisé pendant six semaines. A cela s'ajoutaient des analyses PCR ARN 16S *Helicobacter spp.* sur selles, des coproscopies simples et un score de nutrition, afin d'explorer l'étiologie des troubles digestifs. Dans notre étude le probiotique n'a pas permis d'améliorer les signes cliniques. Les scores sont restés stables au cours des six semaines. Le nombre de guépards positifs à la PCR *Helicobacter spp.* avant et après le traitement était similaire. La présence d'*Helicobacter spp.* ne semblait pas corrélée à l'apparition de troubles digestifs. La prévalence de cette bactérie était élevée chez les guépards sains (80 %) et malades (92-100 %) avant et après le traitement. De même, le parasitisme digestif ne différait pas entre les sains et les malades dans notre étude. Un peu moins de la moitié des guépards étaient parasités (29-45 %), principalement par des *Ascaris* (26-39 %) et des coccidies (6-12 %). Seule une alimentation particulièrement bien adaptée semblait limiter le développement de ces troubles digestifs. Cette étude ne s'intéressait pas au rôle du stress chronique sur l'apparition des troubles digestifs. Une étude complémentaire serait pertinente. De même tester le probiotique en complément des traitements classiques de gastrite à *Helicobacter spp.* serait intéressant.

Mots-clés

---

Guépard, *Acinonyx jubatus*, Diarrhée, Gastrite, *Helicobacter spp.*, Probiotiques, Parasitisme, Captivité

Jury

---

Président du jury : Pr LINA Gérard  
Directeur de thèse : Dr HUGONNARD Marine  
1er assesseur : Dr HUGONNARD Marine  
2ème assesseur : Pr ZENNER Lionel