

ONIRIS - ECOLE NATIONALE VETERINAIRE,
AGROALIMENTAIRE ET DE L'ALIMENTATION

ANNEE 2020

LA GESTION DE LA GERIATRIE EN PARC ZOOLOGIQUE

THESE

pour le

diplôme d'Etat de

DOCTEUR VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement

le 6 Novembre 2020

devant

la Faculté de Médecine de Nantes

par

Camille, Delphine, Manon PESQUET

Née le 17/01/1994 à Rouen (76)

JURY

Président : Madame, Corinne LEJUS-BOURDEAU, Professeur à la faculté de Médecine de Nantes

Membres :

Monsieur Jean-Claude DESFONTIS, Professeur à Oniris

Claude GUINTARD, Maître de conférences à Oniris

ONIRIS - ECOLE NATIONALE VETERINAIRE,
AGROALIMENTAIRE ET DE L'ALIMENTATION

ANNEE 2020

LA GESTION DE LA GERIATRIE EN PARC ZOOLOGIQUE

THESE

pour le

diplôme d'Etat de

DOCTEUR VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement

le 6 Novembre 2020

devant

la Faculté de Médecine de Nantes

par

Camille, Delphine, Manon PESQUET

Née le 17/01/1994 à Rouen (76)

JURY

Président : Madame, Corinne LEJUS-BOURDEAU, Professeur à la faculté de Médecine de Nantes

Membres :

Monsieur Jean-Claude DESFONTIS, Professeur à Oniris

Monsieur Claude GUINTARD, Maître de conférences à Oniris



Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment		
Responsable : Hervé POULIQUEN - adjoint : Emmanuel JAFFRES		
Nutrition et endocrinologie	Patrick NGuyen* (Pr)	
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude Desfontis (Pr) Yassine Mallem (Pr) Antoine Rostang (MCC)	Martine Kammerer (Pr) Hervé Pouliquen* (Pr)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie Bach (Pr) Lionel Martignat (Pr)	Julie Herve (MC) Grégoire Mignot (MC)
Histologie et anatomie pathologique	Jérôme Abadie* (MC) Laetitia Jaillardon* (MC)	Marie-Anne Colle* (Pr) Frédérique Nguyen* (MC)
Pathologie générale, microbiologie et immunologie	François Meurens (Pr) Jean-Louis Pellerin* (Pr)	Emmanuelle Moreau (MC HDR) Hervé Sebbag (MC)
Biochimie alimentaire industrielle	Clément Cataneo (MC) Laurent Le Thuaut (MC) Thierry Serot (Pr)	Joëlle Grua (MC) Carole Prost (Pr) Florence Texier (MC)
Microbiotech	Géraldine Boue (MC) Emmanuel Jaffres (MC) Raouf Tareb (MCC) Bénédicte Sorin (IE)	Nabila Haddad (MC) Mathilde Mosser (MC) Hervé Prevost (Pr)
Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique		
Responsable : Alain CHAUVIN - adjoint : Raphaël GUATTEO		
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel Cappelier* (Pr) Michel Federighi (Pr) Catherine Magras* (Pr) Fanny Renois -Meurens (MC)	Eriic Dromigny (MC HDR) Bruno Le Bizec (Pr) Marie-France Pilet(Pr)
Médecine des animaux d'élevage	Sébastien Assie* (MC) Isabelle Breyton (MC) Alain Douart* (MC) Mily Leblanc Maridor (MC) Anne Relun (MCC)	Catherine Belloc* (Pr) Christophe Chartier* (Pr) Raphaël Guatteo* (Pr)
Parasitologie, aquaculture, Faune sauvage	Albert Agoulon (MC) Ségolène Calvez (MC) Nadine Ravinet (MC)	Suzanne Bastian (MC) Alain Chauvin* (Pr)
Maladies réglementées, zoonoses et réglementation sanitaire	Carole Peroz (MC)	Nathalie Ruvoen* (Pr)
Elevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie Bareille* (Pr) Christine Fourichon* (Pr HDR) Henri Dumon* (Pr) Lucile Martin (Pr)	François Beaudeau* (Pr) Aurélien Madouasse (MC) Nora Navarro-Gonzalez (MCC)
Département DSC Sciences Cliniques		
Responsable : Catherine IBISCH – adjoint : Olivier GAUTHIER		
Anatomie comparée	Eric Betti (MC) Claude Guintard (MC)	Claire Douart (MC)
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric Aguado (MC HDR) Eric Goyenvalle (MC HDR) Caroline Tessier* (MC)	Olivier Gauthier (Pr) Béatrice Lijour (MC) Gwénola Touzot-Jourde* (MC)

Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Patrick Bourdeau* (Pr)	Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Nora Bouhsina (MCC) Anne Courouze * (Pr) Amandine Drut* (MC) Catherine Ibisch (MC) Odile Senecat (MC)	Nicolas Chouin (MC) Jack-Yves Deschamps (Pr) Marion Fusellier-Tesson (MC) Françoise Roux* (Pr)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Djemil Bencharif (MC HDR) Jean-François Bruyas* (Pr)	Lamia Briand (MC HDR) Francis Fieni* (Pr)
Département GPA Génie des Procédés Alimentaires		
Responsable : Olivier ROUAUD - adjoint : Sébastien CURET-PLOQUIN		
Lionel Boillereaux (Pr) Marie De Lamballerie (Pr) Francine Fayolle (Pr) Vanessa Jury (MC) Alain Lebail (Pr) Jean-Yves Monteau (MC HDR) Laurence Pottier (MC) Cyril Toublanc (MC)	Sébastien Curet Ploquin (MC) Dominique Della Valle (MC HDR) Michel Havet (Pr) Emilie Korbel (MCC) Catherine Loisel (MC) Olivier Rouaud (Pr) Eve-anne Norwood (MCC)	
Département MSC Management, Statistiques et Communication		
Responsable : Michel SEMENOU - adjoint Pascal BARILLOT		
Mathématiques, statistiques, Informatique	Véronique Cariou (MC) El Mostafa Qannari (Pr) Chantal Thorin (Pr AG.)	Philippe Courcoux (MC) Michel Semenou (MC) Evelyne Vigneau (Pr)
Economie, gestion	Pascal Barillot(MC) Florence Beaugrand (MC) Sonia EL Mahjoub (MC) Samira Rousseliere (MC)	Ibrahima Barry (MCC) Sibylle Duchaine (MC) Jean-Marc Ferrandi (Pr)
Langues et communication	Marc Bridou (PLPa) David Guyler (ens. cont.) Shaun Meehan (ens. cont.)	 Franck Insignares (IE) Linda Morris (PCEA)

BTs : **Laurence Freret (PCEA)** Christophe Caron (PLPA), Pascale Fleury (PCEA), Virginie Magin (Ens. Cont.), Françoise Bricchet (IAE).

Professeurs émérites : Poncelet

Guide de lecture des tableaux suivants :Pr : Professeur, Pr. AG : Professeur agrégé. MC : maître de Conférences, MCC : MC contractuel, PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole, PCEA : Professeur Certifié Enseignement Agricole, IE : Ingénieur d'Etudes ; IAE : Ingénieur de l'Agriculture et de l'Environnement ; ens. cont.: enseignant contractuel; HDR : Habilité à Diriger des Recherches

* Vétérinaire spécialiste d'une spécialité européenne, américaine ou française

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Corinne Lejus-Bourdeau, Professeur en Anesthésie et Réanimation chirurgicale à la Faculté de Médecine de Nantes,

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

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur Jean-Claude Desfontis, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes

Qui a accepté d'encadrer notre travail et nous avoir guidé dans la conception de cette thèse

Sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Claude Guintard, Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes

Qui nous fait l'honneur de participer à ce jury,

Hommages respectueux.

Au Docteur Baptiste Chenet, Vétérinaire au Parc zoologique de Montpellier,

Qui a montré de l'intérêt pour ce sujet, a été disponible pour nos nombreuses questions et nous apporté de précieux conseils tout au long de ce travail,

Sincères remerciements.

Au Docteur Laurie Virolle, Vétérinaire au Parc zoologique de Montpellier,

Qui a pris le temps de lire et d'apporter des corrections au questionnaire et au manuscrit (interminable) de cette thèse,

Remerciements chaleureux,

Merci à tous les vétérinaires de parc zoologique qui ont répondu à mon questionnaire et ont ainsi contribué en grande partie à ce travail.

Maman, merci d'avoir toujours été là pour moi surtout pour tous mes petits tracas. Merci de ta patience et ton amour. Je t'ai fait beaucoup stresser, surtout ces dernières années alors j'espère que tu pourras souffler un peu maintenant.

Papa, merci de m'avoir transmis ta passion pour la nature et des animaux. J'aime partager ces passions avec toi et de savoir que tu t'intéresses à tout ce que je fais.

Un grand MERCI du fond du cœur à vous deux pour votre soutien sans faille, vos nombreux encouragements et tout ce que vous m'avez permis de vivre au cours de ma vie. Merci pour tout ce que vous faites pour moi car sans vous rien de tout cela ne serait possible. Vous avez toujours été présents pour moi, peu importe les circonstances et mes doutes. Vous êtes des parents formidables. Si j'en suis là aujourd'hui, c'est bien grâce à vous et aux valeurs que vous m'avez inculquées. J'espère un jour pouvoir vous rendre tout ce que vous m'avez apporté. Vous méritez bien plus que ces quelques lignes de remerciements. Je ne vous le dis pas assez : Je vous aime.

Merci à toute **ma famille**, mes oncles, mes tantes, mes cousin(e)s et petit(e)s cousin(e)s. Chacun à votre façon vous m'avez encouragée et soutenue durant tout mon parcours. Merci pour vos petits mots mais aussi pour les moments que nous avons passés et que nous passerons ensemble. Votre intérêt pour mon projet professionnel me touche profondément. Normalement, vous me trouverez moins le nez dans les bouquins les matins de fêtes, même si on n'arrête jamais d'apprendre... Clin d'œil spécial à ceux qui m'ont accueillie durant mes stages. J'espère pouvoir fêter la fin de mes études bientôt avec vous tous.

Jean-Marie et Marie-Claude, merci pour vos encouragements et votre présence tout au long de ma vie.

Charlotte, tu es l'une de mes amies les plus chères depuis plus de 15 ans. On a grandi ensemble, on a vécu d'innombrables moments, bons comme mauvais, on a tout partagé. A tous nos moments de rigolades, nos exposés (parfaits) et nos travaux en binômes, nos balades, nos voyages, ... Même si on évolue et que nos vies changent, tu restes toujours là pour me consoler, m'écouter et me conseiller. Notre travail finit par payer car on sera bientôt "docteur" toutes les deux. On en aura fait du chemin ! Merci pour ton soutien, ta présence et notre très belle amitié. J'espère qu'elle durera encore longtemps.

Eleanor, tu as toujours des mots gentils et bienveillants. Tu es une amie d'une rare gentillesse et tu te soucies vraiment des autres. Merci de m'avoir hébergée à Paris pour tous mes stages et conférences. Merci pour tous les moments que nous avons partagés depuis le lycée. Que notre amitié soit toujours aussi douce. A bientôt à Bordeaux, Montpellier, Rouen ou ailleurs.

Jeannou, merci pour ton amitié précieuse et ton soutien. Tu es une amie formidable depuis le lycée maintenant. Ce qui est beau entre nous, c'est que nous n'avons pas besoin de se voir ou s'appeler souvent pour penser l'une à l'autre. Je te souhaite de t'épanouir dans ton nouveau projet de vie.

A tous mes amis véto, surtout mon groupe de clinique, qui m'ont manqué pendant cette dernière année. Ces années n'auraient pas été aussi belles sans vous. J'espère vous revoir souvent.

- **Charlotte**, j'ai tellement de choses pour lesquelles te remercier. Merci pour ta présence, ton soutien, ta compréhension et ta générosité. Tu es une amie formidable et une vétérinaire compétente et bienveillante, n'en doutes pas.
- **Mélanie**, tu es aussi une amie en or. Merci de m'avoir encouragée et secourue quand j'en avais le plus besoin. J'essayerais d'être aussi rigoureuse et tâtilonne que toi pour tous mes supports informatiques. Je te souhaite de soigner des milliers de cockers !!!

- **Lola**, la plus mauvaise joueuse d'entre nous. Au final on ne travaillera pas ensemble dans un zoo mais je te raconterai mes histoires de chauve-souris. Bon courage pour cette année qui s'annonce intense.
- **Laurie**, la plus créative d'entre nous. J'espère que ton Master te plaira et te permettra d'atteindre le métier qui te correspond le plus. Je te souhaite beaucoup de bonheur et de réussite pour la suite.
- **Olivia**, ma polonaise préférée. Merci pour tous les bons moments que nous avons passés ensemble. Je suis heureuse que tu sois rentrée dans ma vie pendant ce (trop court) semestre de bovine. Bonne continuation à toi et à très vite Olive !
- **Céline**, merci pour ta joie de vivre et pour me faire autant rire. Ta légèreté a compensé mon stress et mon sérieux au quotidien à l'école. Je te souhaite beaucoup de bonnes choses pour la suite.
- **Joséphine** (José), merci pour ta bonne humeur et ton calme en toute circonstance.

Une pensée particulière à Valentin, Diane, Claire et Géraldine, et à tous ceux avec qui j'ai partagé des moments, à l'école ou en dehors. Merci pour toutes ces aventures.

Merci à tous les enseignants qui ont cru en moi et m'ont poussée à viser toujours plus haut. Je pense notamment à Mme Pasquier et Mme Touch, à quelques autres professeurs du Collège Zola et du Lycée Flaubert. Je suis très reconnaissante à mes enseignants de BTS et de prépa du Paraclet pour leurs engagements, leur motivation et pour avoir cru en mes capacités (même plus que moi). Merci de m'avoir permis d'atteindre mes objectifs.

Catherine et Bruno, merci pour vos petites attentions depuis que je connais Charlotte. A nos (bons) repas en famille.

Un énorme merci à toute l'équipe de la clinique Calluna : Claire, Guillaume, Stéphanie mais aussi leurs supers ASV Christa et Eline. Merci pour tous ces stages qui m'ont permis de me former en canine et en NAC. Merci de m'avoir si bien accompagnée pendant mon premier emploi. A votre bienveillance, votre confiance et votre soutien.

Je tiens également à remercier les zoos qui m'ont accueillie pour faire des stages :

- L'équipe de la Réserve zoologique de la Haute Touche : Merci Alice, Katia et Romain pour votre accueil chaleureux et tout ce que vous m'avez appris et permis de faire. J'espère avoir l'occasion de retravailler avec vous.
- L'équipe du Parc zoologique et botanique de Mulhouse : Merci Lucille pour tout ce que tu m'as permis de faire mais aussi pour ta gentillesse. J'espère que tu pourras de nouveau travailler avec la faune sauvage. Merci également au Dr Brice Lefaux pour son encadrement.
- L'équipe de la Ménagerie du Jardin des plantes : Merci Dylan, Norin, Aude et Théo pour cette première expérience en zoo.

Un énorme merci à **Laurie et Baptiste** pour l'opportunité que vous m'offrez cette année et pour tout ce que vous m'avez déjà appris. Merci Laurie de faire progresser chaque jour, pour ta pédagogie, tes encouragements et ta gentillesse. Tu me permets de m'épanouir dans mon travail mais aussi de vivre de super moments. Merci aux soigneurs du Parc zoologique de Montpellier pour votre accueil. J'apprends aussi beaucoup grâce à vous. Chaque jour est unique et c'est toujours un bonheur de travailler auprès de ces espèces fantastiques. Merci Archi (Yann) pour les moments que nous avons passés lors de mon stage. J'espère me montrer à la hauteur pour te succéder.

Merci à l'ensemble de l'équipe de FauneVet pour son accueil lors de mon stage. Merci pour tout ce que vous m'avez appris et que j'ai pu voir grâce à vous. Merci pour la chance que vous m'offrez cette année. Cette formation sera j'en suis sûre, très enrichissante. A bientôt !

Merci à toute l'équipe d'Exotica à Bordeaux et aux Drs Charly Pignon et David Guillier de l'ENVA, pour leur accueil mais aussi pour tout ce qu'ils m'ont transmis au cours de mes stages en NAC. Merci à toutes autres les cliniques qui m'ont accueillie lors d'un stage, plus ou moins long, lors de mon cursus : la clinique vétérinaire du Cèdre, la clinique vétérinaire des Perrières, la clinique vétérinaire de l'Europe, la clinique vétérinaire des Bruyères, le dispensaire SPA de Petit-Quevilly mais aussi la clinique vétérinaire du Dr Marquis pour ma toute première expérience. Thank you to all the people I met in Australia during my internship in Sydney.

Michèle et Michel, merci pour tous les moments que j'ai passé à Villandry depuis si longtemps. Je garde de merveilleux souvenirs des vacances passées chez vous que ce soit à la traite du soir, le nourrissage des veaux mais aussi tout le reste.

Un grand merci à **Maurice du Club Hippique des Bruyères** pour m'avoir appris ce que je sais sur l'équitation, pour m'avoir toujours poussée à faire mieux et de m'avoir laissée profiter de mes "chouchous". Une pensée également à Floriane pour ses conseils. Je n'oublierai pas ce club qui m'a formée. Merci à **Martine des Petites Rivières** pour toutes ces balades, ces randonnées en Touraine ou à la plage et ces baignades dans le Cher. J'ai hâte de pouvoir en profiter de nouveau.

A mes amis du lycée, Lova et Loulou (Louis), Mumu, à mes amis de BTS en particulier Adeline (ma coloc et mon binôme), Thomas, Alexis, Mélanie et Mélo et à mes camarades de prépa, surtout Victoire qui m'a soutenu pendant cette année difficile. Merci Salem, Julie, Feyza et tous les autres pour les moments que nous avons passés ensemble.

Une pensée également à Charlie et Angélique que j'ai rencontré au cours de mon stage à l'INRA de Tours. A nos moments studieux mais aussi à nos fous rires. A quand notre prochain resto chinois ?

A mes deux chats : Meeko, mon compagnon au quotidien, ma petite boule d'amour. Toujours collé à moi pendant mes révisions et mon travail. Gétro et ses câlins baveux remplis de tendresse. Que je puisse profiter d'eux au maximum. Je n'oublie pas tous autres les animaux qui sont entrés dans ma vie et qui ont participé à mon amour des animaux : Chatoune, Grisou, Odin, Océane, Vicky, Bonéco, Maxou.... A tous mes patients, à poils, plumes ou écailles que j'ai côtoyé au détour des consultations et que je rencontrerai durant ma carrière...

A toutes les personnes qui ont marqué ma vie depuis mon enfance et qui ont contribué à faire de moi qui je suis aujourd'hui...

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	17
PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	19
I) Qu'est-ce que la gériatrie ?	19
A. Le vieillissement et la sénescence	19
1. Définitions	19
2. Seuil gériatrique	19
3. Les théories du vieillissement biologique	20
i. Théories évolutives	20
ii. Théories du vieillissement programmé	21
iii. Théories de l'accumulation d'erreurs et de déchets	21
4. Caractéristiques de la sénescence chez les Vertébrés	23
i. Les différents types de sénescence	23
ii. Pistes expliquant la dichotomie entre courte et longue durée de vie	24
iii. Le paradoxe de Peto	24
iv. Les modifications liées à la sénescence : points communs et différences entre les Vertébrés	24
B. La longévité des animaux sauvages.....	25
1. Généralités	25
2. Animaux sauvages non captifs.....	26
3. Vie sauvage versus Captivité.....	26
4. Population captive vieillissante.....	29
C. Les conséquences du vieillissement	29
1. Vieillesse physiologique des organes	29
i. Le vieillissement respiratoire	29
ii. Le vieillissement cardio-vasculaire.....	30
iii. Le vieillissement du système digestif	30
iv. Le vieillissement urinaire	31
v. Le vieillissement neurologique	31
vi. Le vieillissement musculo-squelettique	32
vii. Le vieillissement oculaire.....	32
viii. Le vieillissement cutané	33
ix. Le vieillissement de la fonction reproductrice	33
x. Le vieillissement du système immunitaire	34
xi. Autres modifications physiologiques	34
2. Conséquences pratiques du vieillissement.....	35
i. Pharmacocinétique et pharmacodynamie des médicaments.....	35
ii. Anesthésie de l'animal gériatrique	35
iii. Aménagements spécifiques.....	38
II) Les maladies fréquemment rencontrées	39
A. Les affections par appareil.....	39
1. Appareil respiratoire	39
2. Appareil cardio-vasculaire	40
3. Système digestif	42
i. La cavité buccale	42
ii. Le tube digestif	43
iii. Le foie	43
4. Appareil urinaire	44

5.	<i>Appareil reproducteur</i>	45
6.	<i>Maladies endocriniennes</i>	46
7.	<i>Maladies de la peau et de ses annexes</i>	46
8.	<i>Acuité visuelle</i>	47
9.	<i>Déficits cognitifs</i>	48
B.	Les affections de l'appareil locomoteur	49
1.	<i>Arthrose</i>	49
2.	<i>Autres maladies</i>	51
C.	Les néoplasies	52
1.	<i>Généralités</i>	52
2.	<i>Exemples</i>	53
III)	Le Bien-Etre animal	56
A.	Les notions liées au bien-être animal	57
1.	<i>Five Freedoms et Five Provisions</i>	57
2.	<i>Five Domains</i>	58
3.	<i>Quality of life et A Life worth living</i>	59
B.	Ses applications en parcs zoologiques	60
1.	<i>Quelle est la place du bien-être animal en parcs zoologiques ?</i>	60
i.	Dans le monde	60
ii.	En France	61
2.	<i>Promouvoir le bien-être animal</i>	61
ii.	Bien-être des animaux malades	63
iii.	Focus sur la douleur	63
iv.	Rôles du vétérinaire de parcs zoologiques	65
3.	<i>L'évaluation du bien-être en parcs zoologiques</i>	66
i.	Principes	66
ii.	Indicateurs physiologiques	66
iii.	Indicateurs physiques et biologiques	67
iv.	Comportement	67
v.	Tests de préférence et tests de motivation	68
vi.	Grilles d'évaluation du bien-être	69
IV)	Les problèmes posés par la gériatrie en parc zoologique	70
A.	Aspect médical	70
B.	Liens avec le bien-être animal	70
C.	Fonctionnement de l'établissement	71
D.	Un vieil animal peut-il être considéré comme un surplus ?	71
E.	Animaux <i>off-exhibit</i> au public	72
F.	Animaux séparés du groupe et non présentés	73

PARTIE 2 : ETAT DES LIEUX SUR LA PRISE EN CHARGE DES ANIMAUX GERIATRIQUES DANS LES PARCS ZOOLOGIQUES FRANCOPHONES 75

I)	Les objectifs de l'enquête	75
II)	L'élaboration et l'envoi du questionnaire	75
A.	Plan du questionnaire	75
B.	Association Francophone des Vétérinaires de Parcs Zoologiques	76
III)	Résultats et interprétation	76
A.	Résultats du questionnaire	76
1.	<i>Détection de l'animal gériatrique</i>	76
2.	<i>Modifications zootechniques</i>	79
3.	<i>Traitement médical</i>	80

4.	<i>Euthanasie</i>	82
5.	<i>Examen post-mortem</i>	83
6.	<i>Références</i>	84
7.	<i>Opinion personnelle des vétérinaires</i>	85
8.	<i>Cas cliniques</i>	85
B.	Interprétation des résultats	86
1.	<i>Détection de l'animal gériatrique</i>	86
2.	<i>Modifications zootechniques</i>	88
3.	<i>Traitement médical</i>	89
4.	<i>Euthanasie</i>	90
5.	<i>Examens post-mortem</i>	91
6.	<i>Références</i>	92
7.	<i>Opinion personnelle des vétérinaires</i>	92
IV)	Discussion	93
PARTIE 3 : CONSEILS POUR LA PRISE EN CHARGE GLOBALE DES ANIMAUX GERIATRIQUES		95
I)	Identification et suivi des animaux gériatriques	95
A.	Comment reconnaître un animal gériatrique ?	95
1.	<i>Age de l'animal</i>	95
2.	<i>Modifications physiques</i>	95
3.	<i>Modifications du comportement</i>	96
4.	<i>Modifications biologiques</i>	96
B.	Le bilan senior	97
1.	<i>Prise en charge particulière de certains individus</i>	97
2.	<i>Qui est concerné par ce bilan de santé ?</i>	98
3.	<i>Examens réalisés</i>	99
C.	Médecine préventive et condition physique	101
1.	<i>Vaccination</i>	101
2.	<i>Traitements anti-parasitaires</i>	101
3.	<i>Alimentation et obésité</i>	102
	i. L'alimentation et son impact sur la santé	102
	ii. Obésité	102
	iii. Suivi du poids/ de l'état corporel	103
4.	<i>Activité physique</i>	103
5.	<i>Soins dentaires et entretien des pieds</i>	103
II)	Réflexion sur l'hospice et les soins palliatifs	104
A.	Définitions et principes	104
B.	Est-ce applicable en parc zoologique ?	105
1.	<i>Points communs</i>	105
2.	<i>Limites</i>	106
III)	Traitements	107
A.	Le traitement médical	107
B.	L'observance thérapeutique	108
C.	Quelle place donner à la chirurgie ?	109
D.	Les médecines complémentaires	109
E.	Focus sur l'analgésie	110
1.	<i>Morphiniques</i>	111
2.	<i>Anti-inflammatoires non stéroïdiens</i>	111
3.	<i>Tramadol</i>	112
4.	<i>Gabapentine</i>	112

F. Les chondroprotecteurs	112
IV) Adaptation des méthodes d'élevage	113
A. Modifications de l'environnement	113
1. <i>Le confort</i>	113
2. <i>L'accessibilité et la sécurité</i>	114
3. <i>L'enclos et les températures</i>	115
B. La nutrition	116
1. <i>Considérations générales sur l'alimentation</i>	116
2. <i>Forme de l'aliment</i>	116
3. <i>Accès à l'eau et à la nourriture</i>	117
4. <i>Acides gras essentiels polyinsaturés</i>	117
5. <i>Alimentation de type « rénale »</i>	117
C. Les relations avec les congénères et l'isolement.....	118
D. Les conséquences pour le soigneur.....	119
E. Les entraînements médicaux et les enrichissements.....	119
1. <i>Définition et principes de l'entraînement médical</i>	119
2. <i>Intérêt des entraînements médicaux pour la gestion des animaux gériatriques</i>	120
3. <i>Enrichissements</i>	121
V) Euthanasie et décès d'un animal âgé	124
A. Définition	124
B. La prise de décision	124
1. <i>Point clé : le bien-être</i>	125
2. <i>Autres paramètres</i>	126
3. <i>Personnes impliquées dans la prise de décision</i>	128
4. <i>Grilles d'évaluation de la qualité de vie</i>	128
C. La méthode appropriée	129
D. Et après ?.....	131
1. <i>Autopsie</i>	131
2. <i>Travail de deuil</i>	131
VI) L'information du public.....	132
A. Les panneaux explicatifs	132
B. La communication externe	132
1. <i>Animaux concernés</i>	133
2. <i>Sur l'animal âgé</i>	133
3. <i>Sur le décès</i>	133
4. <i>Les idées véhiculées</i>	134
CONCLUSION	137
BIBLIOGRAPHIE.....	139
ANNEXES.....	147

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Graphique comparant la survie et les paramètres de sénescence des animaux en captivité (en marron) et dans la nature (en vert) basé sur l'exemple de la lionne (<i>Panthera leo</i>). D'après Tidière et. al 2016 [35].....	27
Figure 2 : Graphiques présentant une comparaison de la longévité en milieu naturel et en zoo pour les Primates mâles (graphique du haut) et des Carnivores mâles (graphique du bas). Les lignes pleines correspondent à une augmentation de la longévité en captivité tandis que les lignes pointillées indiquent une longévité plus importante en milieu naturel. D'après Tidière et. al 2016 [35]	27
Figure 3 : Les changements physiologiques chez les animaux gériatriques pouvant avoir un impact sur l'anesthésie. \searrow signifie « diminution » et \nearrow signifie « augmentation » [48], [49]	36
Figure 4 : Positionnement d'un gorille gériatrique adapté pour soutenir les membres. D'après Murphy, 2012 [51].....	38
Figure 5 : Athérosclérose sévère des grosses artères chez un cacatoès à huppe jaune de 25 ans (<i>Cacatua galerita</i>). D'après Reavill, 2010 [14]	41
Figure 6 : Maladie parodontale avec attrition dentaire chez une girafe du Nord (<i>Giraffa camelopardalis</i>) de 26 ans, Radiographie de profil à gauche et autopsie à droite. D'après Vogelnest and Talbot, 2019 [171].....	43
Figure 7 : Lésions de néphrite tubulo-interstitielle marquée observées chez un tigre (<i>Panthera tigris</i>) mort à la suite d'une maladie rénale chronique. D'après Newkirk et al, 2011 [66]	44
Figure 8 : A gauche, déformation de la carapace et hyperkératose chez une tortue de Floride gériatrique (<i>Trachemys scripta elegans</i>). A droite, déformation des doigts et épines dorsales tombantes chez un iguane vert de 20 ans (<i>Iguana iguana</i>). D'après Raiti, 2019 [36]	47
Figure 9 : A gauche, cataracte bilatérale chez un serpent des blés (<i>Pantherophis guttatus</i>) de 17 ans. D'après P. Raiti, 2019 [36]. A droite, cataracte chez un galago âgé [58].....	48
Figure 10 : A : Iguane vert de 22 ans, radiographie caudocrâniale du coude droit révélant une maladie dégénérative chronique articulaire. D'après Patnaik, 2019 [36].	51
Figure 11 : Radiographie de profil de la colonne vertébrale d'un tigre de Sibérie de 16 ans présentant une faiblesse des postérieurs et un atrophie musculaire. Multiples minéralisations des disques intervertébraux en T12–13, L1–L2, L2–L3 et L4–L5 (flèches noires). Le disque minéralisé en L3–L4 fait protrusion dans le canal vertébral (flèche large) [86].....	52
Figure 12 : Tableau associant les cinq libertés et les cinq provisions	57
Figure 13: Modèle des cinq domaines de Mellor et Beausoleil 2015. D'après la WAZA [107]	58
Figure 14 : Histogramme représentant les signes cliniques observés chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (10 rangs), d'après les réponses de l'enquête.....	78
Figure 15 : Histogramme représentant les signes cliniques observés chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (5 rangs), d'après les réponses de l'enquête.....	79
Figure 16: Histogramme représentant les lésions identifiées à l'autopsie chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (6 rangs), d'après les réponses de l'enquête.....	84
Figure 17: Changement physiques et comportementaux couramment décrits chez les Mammifères sauvages vieillissants. Traduit d'après Krebs et al., 2018 [54].....	97
Figure 18 : Traitement antalgique recommandé selon le palier de la douleur [49]	111
Figure 19 : Matelas extérieur conçu pour un Tigre de Sibérie (<i>Panthera tigris</i>) de 13 ans [Source personnelle].....	114
Figure 20 : Résumé de la prise en charge multimodale dans les soins de fin de vie des animaux : objectifs et interventions à effectuer. Traduit et adapté d'après Bishop et al., 2016 [139].....	123

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Schéma des étapes de la douleur et de l'analgésie. Traduit d'après Whiteside, 2014 [49]...	147
Annexe 2 : Questionnaire envoyé aux membres de l'AFVPZ	148
Annexe 3 : L'UICN et la liste rouge des espèces menacées [137]	160
Annexe 4 : Cas cliniques issus des réponses au questionnaire	161
Annexe 5 : Index de note d'état corporel chez les éléphants d'Asie, traduit en français, d'après Morfeld, 2016 [145].....	166
Annexe 6 : Grille d'évaluation de la qualité de vie des animaux de zoo gériatrique d'après Föllmi [57]	167
Annexe 7: Grille de qualité de vie chez les animaux de zoo âgés [171]	170
Annexe 8 : Algorithme d'évaluation et de gestion de la mobilité chez les ours souffrant d'arthrose au Centre de soins des ours de Chine. Traduit d'après Bacon, 2012 [55].....	173

INTRODUCTION

Les zoos ont cinq missions : la conservation, la recherche, la sensibilisation, l'éducation et le divertissement. Depuis la fin de XX^{ème} siècle et le début du XXI^{ème} siècle, l'accent est mis sur la conservation et le bien-être des animaux. Cette évolution a permis d'améliorer les soins portés aux animaux en captivité : connaissances en biologie et en médecine zoologique, détection des maladies, traitements, équipements à disposition...). En conséquence, leur espérance de vie et leur longévité maximale ont augmenté. C'est souvent une fierté pour les zoos de présenter des individus âgés car cela peut refléter les bons soins qui leur sont apportés. Mais le vieillissement des animaux n'est pas sans conséquences.

La prise en charge des animaux âgés en parcs zoologiques progresse en partie en s'appuyant sur la médecine gériatrique des animaux de compagnie qui est en expansion. Certains parallèles peuvent être faits entre la médecine zoologique et celle des animaux domestiques : concepts généraux, maladies liées à la vieillesse, traitements à mettre en place...

Dans ce travail, nous ne nous intéresserons qu'aux Vertébrés présentés en parcs zoologiques : Mammifères, Reptiles, Oiseaux, Amphibiens et Poissons. L'objectif est de faire un état des lieux sur la prise en charge des animaux gériatriques dans ces institutions en France. Nous traitons tout d'abord du vieillissement afin de comprendre ce phénomène mais aussi de ses conséquences sur les animaux grâce à une étude bibliographique. La deuxième partie se consacre à l'analyse d'un questionnaire évaluant les pratiques des vétérinaires de parcs zoologiques en rapport avec les animaux âgés. La dernière partie apporte des conseils pour gérer les cas d'animaux gériatriques.

PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette première partie va définir la gériatrie chez l'animal en parc zoologique et la nécessité de sa prise en charge particulière. Nous avons examiné le vieillissement et ses conséquences sur l'organisme. Afin de traiter la problématique de la gestion des vieux animaux en parc zoologique dans son ensemble, nous avons décidé de parler des maladies fréquemment rencontrées chez les animaux sauvages captifs mais aussi du bien-être animal. Cette étude s'appuie fortement sur la gériatrie des animaux de compagnie. La littérature spécialisée en médecine zoologique nous a également servi, notamment en ce qui concerne les maladies de certains taxons et les notions spécifiques liées à leur maintien en captivité.

I) Qu'est-ce que la gériatrie ?

A. Le vieillissement et la sénescence

1. Définitions

Le vieillissement est un processus biologique irréversible et complexe entraînant une perte progressive des capacités de l'organisme à maintenir son homéostasie, c'est-à-dire à s'adapter aux agressions internes (i.e. les maladies) ou externes (i.e. les facteurs environnementaux). En conséquence, l'organisme est plus vulnérable aux défaillances organiques. C'est une évolution commune à tout être vivant et non une maladie. Dans certains cas, le vieillissement entraîne la mort, même si celle-ci est plus fréquemment consécutive à une maladie qu'à la vieillesse elle-même [1].

Deux notions sont liées au vieillissement [2]:

- La sénescence (du latin « senescens, -entis, de senescere » vieillir) correspond aux modifications naturelles subies par un organisme vieillissant. L'étude de ce vieillissement physiologique est la gérontologie (du grec « gerôn » vieillard, et « logos » science).
- La sénilité est définie comme l'apparition d'affections liées à l'âge, s'exprimant par des signes cliniques. La gériatrie (du grec « gerôn » vieillard, et « iatreia » traitement) est la discipline consacrée à ce vieillissement pathologique.

La distinction entre ces deux notions étant parfois difficile à faire, leurs études ont tendance à être regroupées sous le terme de « gériatrie ».

2. Seuil gériatrique

Il existe plusieurs manières de définir l'âge d'un individu [3]:

- L'âge chronologique correspond au temps que l'animal a vécu depuis sa naissance,
- L'âge physiologique, ou âge biologique, est lié aux fonctions internes de l'animal. Il est donc influencé par de nombreux facteurs tels que la génétique, l'alimentation, l'exercice, le stress, ...
- L'âge démographique est déterminé à partir de la survie relative d'une population donnée.

Le vieillissement n'est pas mesurable scientifiquement. Il évolue progressivement et insidieusement. De plus, il est propre à chaque espèce et s'exprime différemment d'un individu à un

autre au sein d'une même espèce. Ainsi, il est difficile de définir une limite précise à partir de laquelle un animal est considéré comme gériatrique.

L'*American Animal Hospital Association* (AAHA) considère qu'un animal est senior lorsqu'il lui reste moins de 25% de l'espérance de vie de son espèce/race. L'âge gériatrique apparaît bien plus tard, lorsque l'individu a atteint son espérance de vie [4]. Pour le chat, il est considéré comme gériatrique à partir de 11 ans, alors que pour un chien, c'est à partir de 6-9 ans selon sa taille [1]. En ce qui concerne les équidés, il n'y a pas de consensus mais plusieurs auteurs estiment qu'un cheval est âgé à partir de 15-20 ans et gériatrique à partir de 30 ans [3,5].

La longévité (du latin « *longaevitas*, -atis ») possède deux définitions : elle signifie à la fois « longue durée de la vie » et « durée de la vie ». C'est cette dernière définition que nous utiliserons dans ce travail. La durée de vie maximale correspond à l'âge maximum ou record qui a été observé dans une espèce. Très peu d'individus atteignent cet âge c'est pourquoi cette donnée fournit peu d'information sur le vieillissement d'une espèce car c'est un critère moins représentatif. L'espérance de vie correspond à la médiane de la durée de vie d'une population (espèce). Ce paramètre est obtenu après une étude statistique sur un grand nombre d'individus : 50% des individus d'une population meurent avant d'atteindre cet âge et 50% vivent plus longtemps. C'est le paramètre le plus intéressant lorsque nous étudions une espèce [2,6].

Définir une limite pour l'âge « gériatrique » est plus compliqué pour la faune sauvage captive car il y a moins de connaissances et d'études sur ces espèces. Nous pouvons nous baser sur les informations de l'espèce en captivité afin d'avoir un référentiel proche des conditions dans lesquelles se trouvent les animaux. Il est également possible de s'appuyer sur celles des animaux non captifs avec cependant un biais important compte tenu de leur mode de vie très différent. En effet, les animaux meurent généralement prématurément dans la nature. Parfois, les données précises et fiables manquent, surtout pour les Poissons, les Reptiles et les Amphibiens, ce qui rend l'estimation difficile. Quelques ressources disponibles seront évoquées dans la partie B. En se basant sur les animaux domestiques, nous pouvons donc considérer qu'un animal sauvage captif est « gériatrique » lorsqu'il a atteint 75% de son espérance de vie en captivité ou dans son milieu naturel [7]. Les deux peuvent donner des seuils très différents. Néanmoins, il ne faut pas oublier que la vitesse de vieillissement est propre à chaque individu. Ainsi, d'autres paramètres que l'âge d'un individu peuvent être pris en compte comme les modifications physiques et/ou biologiques, le changement de comportement, etc...

3. *Les théories du vieillissement biologique*

i. Théories évolutives

Certains spécialistes de l'évolution ont émis l'hypothèse que le vieillissement évolue comme une conséquence de la sélection naturelle. Medawar a émis la théorie de l'accumulation des mutations avec l'âge (1952). D'après lui, les animaux âgés, et donc ayant accumulé de nombreuses mutations, auraient des capacités de reproduction altérées afin d'éviter la transmission de gènes délétères. Selon la théorie de la pléiotropie antagoniste de Williams (1957), les gènes déterminants des caractères multiples qui ont un effet positif à un âge jeune et favorisent la fécondité ont des effets négatifs chez les individus vieillissants. C'est pour cette raison qu'ils sont favorisés par la sélection naturelle. Dans

sa théorie du soma jetable (1977), Kirkwood avance quant à lui qu'il est plus avantageux, en terme d'évolution, d'investir de l'énergie dans une croissance rapide et dans la reproduction plutôt que pour l'entretien de l'organisme (réparations des dommages à l'ADN et aux cellules) [8,10–12].

ii. Théories du vieillissement programmé

Ces théories partent du principe que des facteurs intrinsèques jouent le rôle d'horloge biologique. L'hypothèse d'un contrôle hormonal part du constat que la concentration de certaines hormones diminuent au cours de la vie. Il pourrait exister un contrôle au niveau du cerveau permettant de programmer le déclin de ces hormones et le vieillissement hormonal (axe GH-IGF-1). D'autres théories avancent que le vieillissement serait inscrit à l'avance dans le génome de la cellule, dès la fécondation. Ces gènes seraient activés ou inactivés en fonction de l'âge de l'individu. Certaines hypothèses postulent que le système immunitaire serait programmé à décliner au cours du temps. Cela entraînerait une plus grande vulnérabilité aux maladies infectieuses et en conséquence le vieillissement et la mort de l'individu [12,13].

D'après la limite de Hayflick (1965), une cellule normale serait programmée pour se multiplier un nombre fini de fois. En approchant cette limite, elle entrerait en sénescence. Les télomères joueraient un rôle important dans ce phénomène. Ce sont des séquences d'ADN répétitives non codantes, situées aux extrémités des chromosomes. Ils ont pour principale fonction d'éviter la dégradation et la fusion des chromosomes entre eux. A chaque réplication cellulaire, la longueur des télomères diminue. Lorsque ces télomères sont devenus trop courts, les chromosomes deviennent instables. La cellule interprète cela comme une corruption d'ADN et arrête de se diviser puis meurt. Ainsi, après un certain nombre de divisions, la cellule entre en phase dite de sénescence répllicative. Le raccourcissement des télomères est plus important chez les Mammifères ayant une durée de vie courte. Cette observation a également été faite chez les Oiseaux. Une étude réalisée sur les érythrocytes de cinq espèces d'oiseaux a montré que la longueur des télomères variait selon la longévité. D'autres études ont également mis en évidence ce phénomène alors que d'autres n'ont pas trouvé de relation entre la taille des télomères et la longévité des oiseaux [14]. La télomérase est une ADN-polymérase ARN-dépendante qui, lors de la réplication de l'ADN chez les eucaryotes, permet de conserver la longueur du chromosome en ajoutant un télomère. Cette enzyme est absente de la plupart des cellules somatiques, sauf les cellules germinales et les cellules souches de la moelle osseuse et ses dérivées. Elle est présente dans la plupart des tumeurs malignes, ce qui suggère que l'élongation des télomères est impliquée dans les réplifications anarchiques et la croissance tumorale. La diminution de son expression chez les individus âgés serait un mécanisme protecteur contre les néoplasies [12,13,15–17].

iii. Théories de l'accumulation d'erreurs et de déchets

D'après Weismann, l'usure naturelle des cellules au cours du temps s'accompagnerait de l'accumulation de dommages conduisant au déclin des fonctions organiques et au vieillissement de l'organisme (« *wear and tear theory* », 1882) [7,13]. Cependant, cette théorie ne prend pas en compte les capacités des réparations des cellules et elle n'explique pas à elle seule le phénomène de vieillissement. Une autre hypothèse postule que la formation de liaisons intra- et intermoléculaires entre les molécules, notamment les protéines, altère leur fonctionnement. En conséquence, il y aurait une perte de fonction des protéines, mais également des erreurs de réplication de l'ADN (« *cross*

linking theory » de Bjorksten, 1942). Le vieillissement pourrait aussi résulter de l'altération de l'ADN tout au long de la vie par des facteurs internes et externes. Les processus de réparation ne seraient pas suffisants et l'accumulation des mutations entraînerait une altération des cellules, aboutissant à une sénescence cellulaire (« *somatic mutation theory* ») [12,13].

L'une des théories les plus populaires pour expliquer le vieillissement est la théorie du stress oxydatif (« *oxidative stress theory* »). Elle s'appuie sur la théorie des radicaux libres émise par Harman en 1956 : les radicaux libres produits lors de la respiration aérobie entraînent des dommages cellulaires conduisant au vieillissement et à la mort (« *free radicals theory* »). Les radicaux libres sont des molécules chimiques possédant un ou plusieurs électrons libres, ce qui les rend instables et donc très réactives (ex : radical hydroxyle OH, ion superoxyde O_2^- et peroxyde d'hydrogène H_2O_2). Ils ont des fonctions biologiques, telles que la signalisation cellulaire et il existe des mécanismes de défense : les antioxydants (ex : glutathion, vitamines E et C, superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, ...). Le stress oxydatif correspond à un déséquilibre entre la production de radicaux libres et les capacités antioxydantes d'une cellule ou de l'organisme. Ils entraînent alors des mutations géniques de l'ADN ainsi que la dénaturation des protéines et des lipides par oxydation. Les fonctions cellulaires sont alors endommagées et le cycle cellulaire s'arrête. Les mitochondries sont les organites les plus exposées au stress oxydatif car ce sont les principaux sites de production de radicaux libres [11–13,18,19].

En s'appuyant sur la théorie du stress oxydatif, Rubner a mis en évidence une corrélation positive entre l'augmentation de l'espérance de vie et la taille de l'animal et donc de son métabolisme. Plus un animal est petit, plus son métabolisme est élevé. Il est estimé que lorsque la taille double, la durée de vie maximale augmente de 16%. Un métabolisme élevé entraîne une production plus importante de radicaux libres. Ainsi, sa théorie du taux de vie (« *rate of living theory* ») estime que les organismes qui ont un métabolisme basal élevé, et donc produisant plus de radicaux libres, ont une durée de vie plus courte. Il existe des preuves appuyant cette théorie mais aussi des contre-exemples, comme les oiseaux et les chauves-souris. C'est également le cas du rat-taube nu qui a un métabolisme basal faible pour sa taille mais qui n'explique pas à lui seul sa si grande longévité. Ainsi, cette théorie expliquerait partiellement les différences d'espérance de vie entre les mammifères, mais pas les différences observées entre les Mammifères et les Oiseaux et entre les Vertébrés endothermes et ectothermes [13].

Une des hypothèses suppose que c'est la composition des membranes cellulaires plus que la taille de l'animal en elle-même qui est déterminante pour l'espérance de vie d'un animal. Les acides gras polyinsaturés sont beaucoup plus sensibles à la peroxydation que les autres lipides. Les petits Mammifères possèdent des membranes contenant plus d'acides gras polyinsaturés que les Mammifères de plus grande taille. Ainsi, chez les Mammifères ayant une grande longévité, le faible nombre d'acide gras insaturés s'accompagne d'une moindre sensibilité à la peroxydation des lipides. C'est également le cas pour les Oiseaux [20].

La sénescence est donc un phénomène complexe et ses mécanismes n'ont pas encore été complètement élucidés. En réalité, il semble que le vieillissement ont une origine multifactorielle : phénomènes génétiques et non génétiques. Néanmoins, l'environnement et les affections que l'animal

a eu au cours de sa vie influent également sur le vieillissement. Par exemple, la diminution progressive de la taille des télomères à chaque division cellulaire peut être amplifiée par leur altération due au stress oxydant. L'environnement (produits chimiques, rayonnements, alimentation, ...) peut entraîner des mutations génétiques et augmenter le stress oxydatif. Le vieillissement fait l'objet de nombreuses études chez les animaux, notamment afin de comprendre les mécanismes généraux du vieillissement pour les appliquer à l'Homme. Les études ayant pour objet les animaux avec une espérance de vie élevée sont notamment intéressantes dans le but de trouver des solutions pour ralentir ce phénomène chez l'espèce humaine.

4. Caractéristiques de la sénescence chez les Vertébrés

La sénescence se traduit par une augmentation du taux de mortalité parallèlement à l'augmentation de l'âge [21,22]. Malgré ce qui a longtemps été pensé, les animaux avec une longévité très grande n'échappent pas au vieillissement. Ce processus a lieu chez tous les animaux, même le requin du Groenland (*Somniosus microcephalus*) qui peut vivre jusqu'à presque 400 ans et un mollusque bivalve (*Arctica islandica*) qui peut atteindre 500 ans [23]. L'immortalité n'existe pas ni dans le sous-embranchement des Vertébrés, ni dans le Règne Animal auquel il appartient.

i. Les différents types de sénescence

Bien qu'étant un phénomène commun à tous les Vertébrés, la sénescence peut évoluer à des vitesses différentes.

- La sénescence rapide, correspond à la mort rapide après la maturité sexuelle et le premier accouplement. Elle est rencontrée chez quelques petits reptiles (ex : *Trachylepis striata*), le saumon du Pacifique (*Oncorhynchus keta*), les Lamproies et les Anguilliformes. Les killis (*Notobranchius furzeri*), petits poissons vivant au maximum 13 jours, entrent dans cette catégorie. Il semble que la sénescence rapide s'observe également chez les très petits marsupiaux de la famille des Dasyuridés [23].
- La sénescence graduelle concerne la majorité des Vertébrés. C'est le cas de presque tous les Mammifères et Oiseaux, la plupart des Sauriens, les Ophidiens de petite taille, les Amphibiens à faible espérance de vie et de nombreux Téléostéens (ex : le guppy *Poecilia reticulata*)
- La sénescence lente voire négligeable, se retrouve chez les espèces ayant une croissance continue et une longue espérance de vie, tels que les Crocodiliens, les Sphénodons et les Chéloniens. Elle s'observe également chez les Urodèles et certains Téléostéens (ex : le genre *Acipenser* (esturgeons), des poissons plats et les poissons rochers) et une grande partie des Chondrichtyens (ex : *Somniosus microcephalus*). Il semblerait que cela soit aussi le cas du rat taupe nu (*Heterocephalus glaber*). Ce dernier vit jusqu'à 28 ans, soit cinq fois plus longtemps que les rongeurs de même taille [23].

Ainsi, les Mammifères et les Oiseaux présentent quasiment exclusivement une sénescence graduelle. La sénescence rapide se rencontre chez les Poissons et les petits Reptiles ayant une très courte durée de vie. A l'opposé, il existe un phénomène de sénescence très lent chez certaines espèces de Reptiles, d'Amphibiens et de Poissons.

ii. Pistes expliquant la dichotomie entre courte et longue durée de vie

Les Oiseaux possèdent un métabolisme 1,5 à 2,5 fois plus élevé que celui d'un Mammifère de même poids, des dépenses énergétiques plus élevées (jusqu'à 10 fois), une température corporelle plus grande que celles des Mammifères et une glycémie élevée. Bien que ces caractéristiques biochimiques soient potentiellement délétères pour l'organisme, les Oiseaux font partie des animaux avec la plus faible vitesse de sénescence. En effet, ces derniers ont une longévité maximale trois fois supérieure à celles des Mammifères de même poids. Ceci amène à supposer qu'il existe chez eux des mécanismes de résistance à la sénescence permettant de ralentir ce phénomène [17]. Une étude réalisée par Orburn en 2001 montre que les espèces d'Oiseaux ayant une plus grande longévité possèdent des mécanismes d'adaptation spécifiques, permettant de diminuer les effets délétères du stress oxydatif. D'un côté, ces espèces produiraient moins de radicaux libres par quantité d'oxygène consommé. D'un autre côté, leurs défenses anti-oxydantes seraient plus efficaces. Des phénomènes de réparation de l'ADN ou une plus grande résistance de l'ADN à ces dommages pourraient également être impliqués [24]. Une autre piste implique les télomérases. La diminution de son expression chez les individus âgés serait un mécanisme protecteur contre les néoplasies. Cependant, chez quatre espèces d'Oiseaux vivant longtemps, comme la pétrel tempête (*Oceanodroma leucorhoa*), l'activité des télomérases est maintenue tout au long de leur vie [25].

Chez les Vertébrés, une grande espérance de vie est associée à une moindre sensibilité au stress oxydatif mais également à un taux de raccourcissement des télomères plus faible [16].

L'origine de la durée de vie élevée des espèces à sénescence lente n'a pas encore été totalement expliquée. Les scientifiques ne savent pas si cela est dû à une moins grande vulnérabilité à la prédation, une prolifération et un remplacement cellulaire continu au cours de la vie ou à des mécanismes de réparation des dommages moléculaires.

iii. Le paradoxe de Peto

Puisque les cancers proviennent de mutations successives au cours des divisions cellulaires, il est effectivement logique de penser que plus la masse cellulaire est importante, plus le risque d'apparition de cellules tumorales, donc de cancers, y est élevé. Ainsi, nous pouvons nous attendre à ce que plus un animal est grand et vit longtemps, plus il risque de développer un cancer. Peto a cependant observé que le risque de développer un cancer n'augmente pas avec la taille chez les Mammifères (années 1970). Par exemple, l'incidence des cancers chez l'Homme est bien plus élevée que chez les baleines et éléphants, en dépit du fait que ces derniers ont beaucoup plus de cellules. A l'heure actuelle, aucune hypothèse ne permet d'expliquer pleinement ce phénomène. Il semblerait que les Vertébrés de grande taille possèdent des gènes permettant de lutter contre le cancer [26].

iv. Les modifications liées à la sénescence : points communs et différences entre les Vertébrés

Tous les Vertébrés présentent des modifications cellulaires et biologiques lorsque les animaux vieillissent. L'augmentation de la stabilité du collagène par réticulation, la diminution du métabolisme et l'accumulation d'enzymes défectueuses sont des caractéristiques communes aux Vertébrés. Même chez les animaux à croissance continue, il y a un ralentissement de la croissance avec l'âge, quelle que soit la longévité de l'espèce. Chez les Amphibiens et les Poissons, les capacités de régénération ralentissent mais sont toujours présentes. Une accumulation de pigments et

notamment de lipofuscine a été observée chez tous les Vertébrés, sauf chez les Reptiles. Chez les Amphibiens, une accumulation de mélanine est également visible. Nous observons une diminution de la réponse anti-oxydative en cas de stress chez les Reptiles mais pas chez les Amphibiens.

La vitesse de vieillissement est influencée par la température (effet bénéfique du froid) et l'alimentation (restriction calorique bénéfique), mais également la photopériode et les rayons ultraviolets (effet néfaste). Il existe cependant peu de données scientifiques à ce sujet. Les Reptiles, les Poissons et les Amphibiens sont plus sensibles à ces paramètres [27–30].

B. La longévité des animaux sauvages

1. Généralités

Chez les Mammifères, l'espérance de vie est généralement proportionnellement corrélée à la taille : un grand animal aura une plus longue durée de vie qu'un petit animal. Cette relation est également vérifiée pour la plupart des autres Vertébrés même si cela n'est pas constant [20]. Plusieurs études ont montré une relation entre l'âge à la maturité sexuelle et l'espérance de vie et/ou la longévité chez les Vertébrés terrestres. Les espèces ayant une courte longévité présentent une maturité précoce [31]. Par ailleurs, il y aurait une corrélation positive entre le vol, un faible taux de mortalité et la longévité chez les Vertébrés endothermes. Ainsi, les Oiseaux et les chauves-souris vivraient plus longtemps que les animaux non volant de même format, grâce à l'avantage que représente le vol face à la prédation [17].

L'espérance de vie des Oiseaux est plus importante que celles des Mammifères de même poids [17]. Cela serait également vrai pour les Amphibiens. Dans ce taxon, les Urodèles ont une plus grande espérance de vie que les Anoures. Chez les Reptiles, les tortues terrestres et aquatiques possèdent des espérances de vie très longues, parmi les plus longues des Vertébrés. La longévité maximale de la tortue géante des Seychelles (*Aldabrachelys gigantea*) est de 152 ans en captivité. Pour les éléphants d'Afrique et d'Asie (*Loxodonta africana* et *Elephas maximus*) les animaux en captivité et en milieu sauvage n'ont pas dépassé 80 ans.

Des informations sur la longévité maximale et l'espérance de vie des animaux sauvages sont disponibles dans divers supports. Le logiciel de gestion international Species360 fournit aux professionnels la distribution actuelle des âges par espèces et selon le sexe. Des informations peuvent également être apportées par le Studbook d'espèces. L'Association des Zoos et des Aquariums nord-américains (AZA) répertorie les durées de vie moyennes de nombreuses espèces [disponible sur <https://www.aza.org/species-survival-statistics>][6]. Le site internet « *AnAge, The Animal Ageing and Longevity Database* » fournit de nombreuses données biologiques sur les espèces, notamment leur longévité maximale [disponible sur <http://genomics.senescence.info/species/>][32]. Beaucoup d'ouvrages présentent la longévité des espèces en captivité ou en milieu naturel. Par exemple, le « *Life Spans of Mammals, Birds, Amphibians, Reptiles, and Fish* » rédigé par J.R Carey et Judge D.S, indique les longévités pour de nombreuses espèces [disponible en version web sur <https://www.demogr.mpg.de/cgi-bin/longevityrecords/entry.plx>] [33]. Ces deux derniers sites se basent sur des informations collectées dans des publications scientifiques mais n'indiquent que des longévités maximales. Les données de ces deux sources ne sont pas toujours identiques. Ainsi, le

second donne généralement des informations plus anciennes. Les données en milieu sauvage sont plus difficiles à obtenir car il faut suivre l'animal de sa naissance à sa mort, ce qui est compliqué, surtout pour les espèces qui vivent longtemps.

La longévité est parfois utilisée comme un marqueur du bien-être et des bonnes conditions de détention de l'animal, au même titre que la fécondité.

2. *Animaux sauvages non captifs*

Pendant longtemps, les auteurs ont supposé qu'en milieu naturel, la mortalité extrinsèque, c'est-à-dire non liée à l'âge, était si importante que peu d'animaux survivaient assez longtemps pour être confrontés aux effets délétères du vieillissement. Ce dernier était alors surtout rencontré chez les animaux en haut de la chaîne alimentaire, soit ceux pas ou peu soumis à la prédation et à la famine, comme les carnivores et les éléphants. Cette idée a été réfutée par plusieurs auteurs ayant montré une augmentation de la mortalité liée à l'âge chez les Oiseaux et les Mammifères à l'état sauvage. Elle a été interprétée comme l'expression du déclin des fonctions consécutivement à la sénescence. Cette mortalité élevée chez les animaux âgés peut être causée par des facteurs intrinsèques, correspondant aux maladies débilitantes et aux mortalités aiguës mais également à la plus grande vulnérabilité aux facteurs extrinsèques auxquels sont soumis les animaux de tout âge. Les individus âgés sont par exemple moins efficaces lors de la chasse et plus prompts à être prédatés. La proportion de chacun de ces phénomènes dépend de l'espèce, de son lieu de vie et de sa place dans la chaîne alimentaire [22,23,34].

3. *Vie sauvage versus Captivité*

Les Mammifères en zoos vivent plus longtemps que leurs homologues sauvages, et ce quel que soit le sexe. Une étude de Tidière comparant la survie des animaux captifs avec celle d'animaux non captifs a mis en évidence que l'augmentation de la longévité était visible chez 84% des espèces étudiées. L'augmentation de l'espérance de vie des Mammifères est plus marquée pour les espèces ayant une courte durée de vie dans la nature, ce qui correspond à ceux ayant également un taux de reproduction élevé et une mortalité élevée (i.e. les espèces avec un rythme de vie rapide). Cet effet est moins marqué chez les espèces dites à « rythme de vie lent », c'est-à-dire celles avec une plus grande longévité, un taux de reproduction plus bas et une mortalité plus faible dans la nature. D'autres paramètres de la sénescence semblent influencés par la vie en captivité. En effet, la sénescence débute plus tardivement chez les animaux vivants en captivité, surtout pour les espèces dont l'âge de début de sénescence est jeune. La vitesse de sénescence est également plus basse chez ces animaux, comparés à ceux vivant en milieu sauvage [35]. Ces différences sont illustrées dans la

Figure 1.

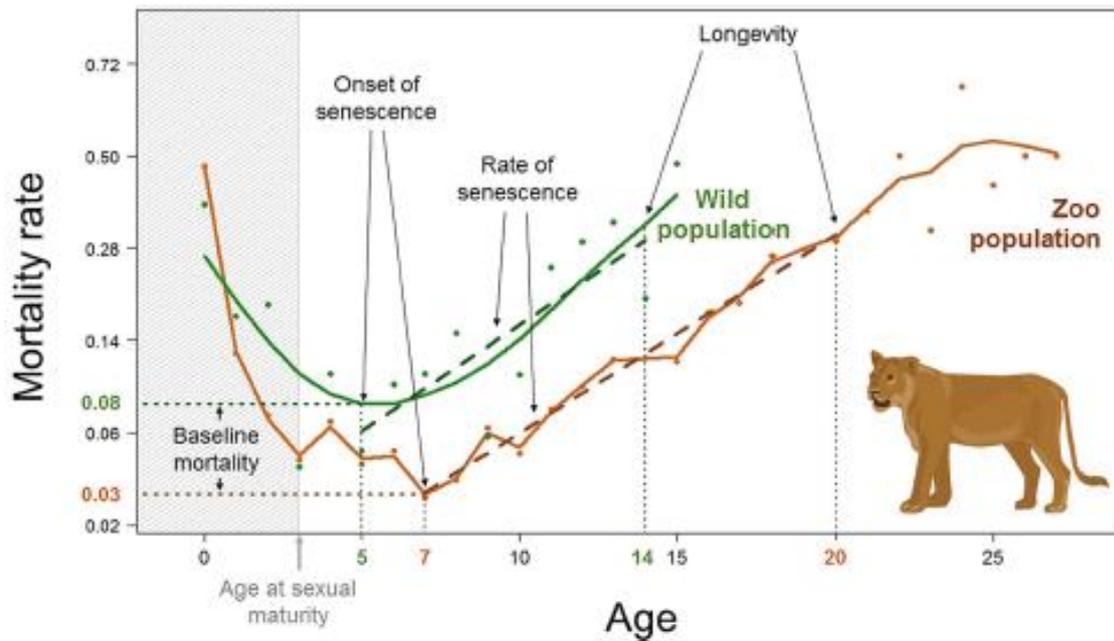
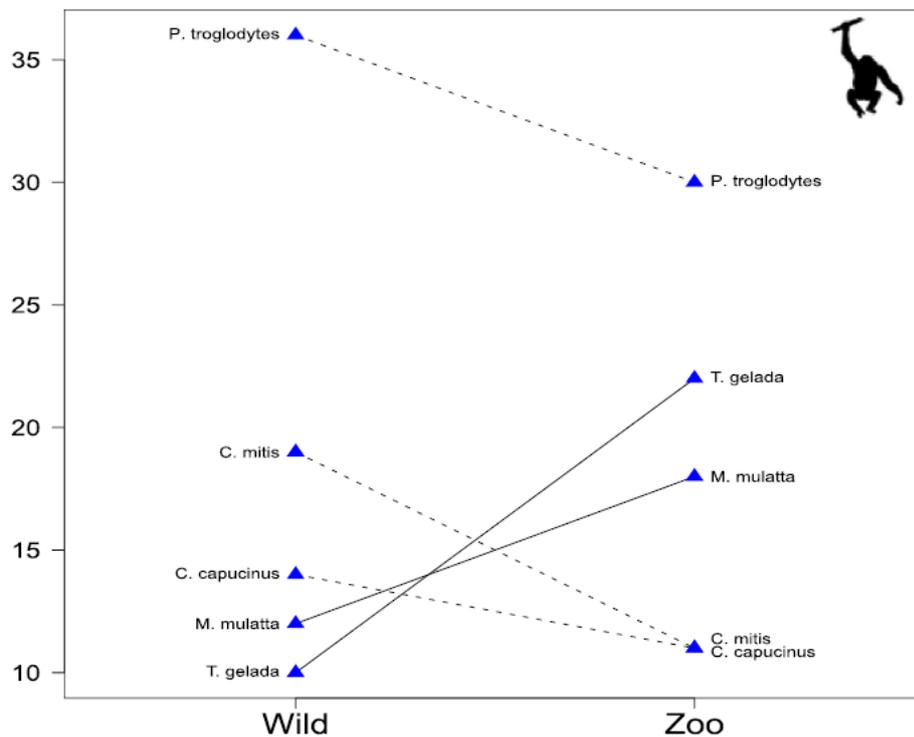


Figure 1 : Graphique comparant la survie et les paramètres de sénescence des animaux en captivité (en marron) et dans la nature (en vert) basé sur l'exemple de la lionne (*Panthera leo*). D'après Tidière et. al 2016 [35]

Par exemple, dans cette même étude, tous les Carnivores étudiés vivent plus longtemps en captivité qu'en milieu sauvage. Les chimpanzés (*Pan troglodytes*), mâles et femelles, vivent quant à eux plus longtemps dans leur milieu naturel. Un extrait des résultats pour les Primates et les Carnivores est présenté sur la Figure 2 : Graphiques présentant une comparaison de la longévité en milieu naturel et en zoo pour les Primates mâles (graphique du haut) et des Carnivores mâles (graphique du bas). Les lignes pleines correspondent à une augmentation de la longévité en captivité tandis que les lignes pointillées indiquent une longévité plus importante en milieu naturel. D'après Tidière et. al 2016 [35]. D'autres études ont mis en évidence des espèces de Mammifères présentant une longévité plus faible en captivité. Parmi elles, se trouvent les éléphants d'Afrique et d'Asie (*Loxodonta africana* et *Elephas maximus*), le chevreuil (*Capreolus capreolus*), l'élan (*Alces alces*), l'orque (*Orcinus orca*) et le morse (*Odobenus rosmarus*). Dans la plupart des cas, cette baisse de longévité s'explique par des conditions de détention non adaptées, comme une alimentation non adaptée ou un manque de place dans les installations. Chez les herbivores, c'est particulièrement le cas des espèces folivores [34–37].

Longevity according to environmental condition for Primates species (in years)



Longevity according to environmental condition for Carnivora species (in years)

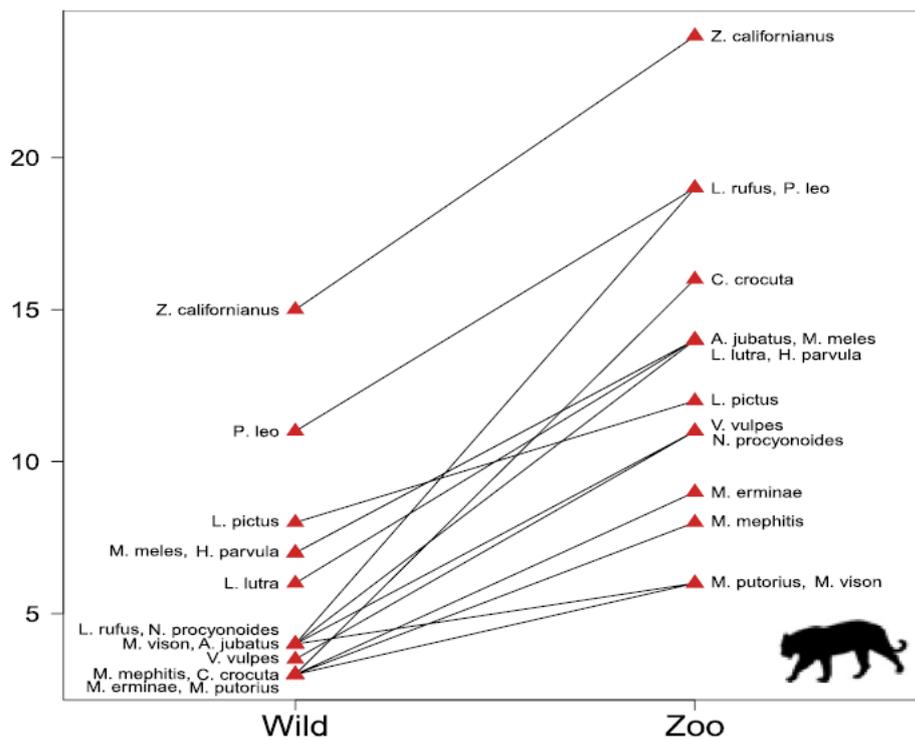


Figure 2 : Graphiques présentant une comparaison de la longévité en milieu naturel et en zoo pour les Primates mâles (graphique du haut) et des Carnivores mâles (graphique du bas). Les lignes pleines correspondent à une augmentation de la longévité en captivité tandis que les lignes pointillées indiquent une longévité plus importante en milieu naturel. D'après Tidière et. al 2016 [39]

Ce phénomène est également observé chez les Oiseaux, notamment les rapaces, qui vivent plus longtemps en captivité qu'en milieu sauvage. Chez les Reptiles, nous notons aussi une espérance de vie plus longue chez les animaux vivant en captivité. Nous pouvons émettre l'hypothèse que ce phénomène est également vrai pour les Amphibiens et les Poissons. Cependant, ces espèces étant très

sensibles aux conditions de détention, la captivité peut avoir un effet négatif sur leur espérance de vie quand les paramètres environnementaux ne sont pas adaptés [36].

L'impact bénéfique de la captivité sur l'espérance de vie s'explique par une moindre pression environnementale. En effet, les animaux vivent dans un milieu sécurisé, sans prédation ni de compétition avec les congénères, un apport constant de nourriture et d'eau ainsi qu'un abri. Les animaux captifs, contrairement aux animaux vivant en milieu naturel, bénéficient de soins vétérinaires prophylactiques et/ou thérapeutiques. L'incidence des maladies et leur mortalité sont donc inférieures. Comme nous l'avons vu précédemment pour certaines espèces, un environnement inadapte peut cependant avoir un impact négatif sur la longévité en captivité.

4. *Population captive vieillissante*

Actuellement, l'espérance de vie de la plupart des animaux en parc zoologique ne cesse d'augmenter grâce à l'accumulation des connaissances sur les animaux sauvages. En conséquence, les animaux bénéficient d'enclos plus adaptés à leur mode de vie mais surtout d'une alimentation plus proche de celle qu'ils auraient en milieu sauvage. Ainsi, les besoins vitaux des animaux sont satisfaits de façon adéquate. De plus, la prise en charge médicale des animaux par les vétérinaires est de plus en plus poussée et efficace. Cela tient au fait que de plus en plus de zoos ont des vétérinaires travaillant exclusivement au sein de leur structure mais aussi que ces vétérinaires sont de mieux en mieux formés à la médecine zoologique. En parallèle, les parcs zoologiques se dotent d'équipements performants et parfois même de nouvelles installations dédiées à la pratique vétérinaire. Cette autonomie permet aux équipes d'effectuer des suivis plus réguliers et plus complets des animaux. Par conséquent les affections sont diagnostiquées plus précocement. Les vétérinaires bénéficient également des progrès faits chez les animaux domestiques, tant d'un point de vue diagnostique que thérapeutique. L'augmentation des retours d'expériences par des confrères grâce au développement des réseaux dans la profession permettent également une meilleure gestion des animaux.

Les animaux âgés en captivité sont donc de plus en plus nombreux et d'âge de plus en plus avancé. En conséquence, les équipes animalières sont confrontées à de nouveaux défis.

C. Les conséquences du vieillissement

Le vieillissement entraîne des modifications sur tous les organes. Elles ne sont pas pathologiques mais elles diminuent la capacité de réponse au stress et ralentissent les mécanismes de guérison [38].

1. *Vieillesse physiologique des organes*

i. Le vieillissement respiratoire

Les modifications du système respiratoire liées à l'âge sont caractérisées par :

- Une fibrose pulmonaire
- Des échanges alvéolaires diminués

- Une perte d'extensibilité du thorax à cause des calcifications costales chez les Mammifères et d'une atrophie des muscles respiratoires
- Une commande nerveuse respiratoire moins sensible
- Une diminution de l'élasticité et une plus grande résistance des voies aériennes à l'inspiration
- Une réduction de l'activité muco-ciliaire, une diminution des sécrétions et une augmentation de leur viscosité

Chez les Psittacidés comme chez les Mammifères, il y a donc une dégradation des capacités maximales respiratoires et des mécanismes de défense au niveau de cet appareil. Chez les autres taxons, ces modifications liées à l'âge n'ont pas été clairement mises en évidence [1,5,14].

ii. Le vieillissement cardio-vasculaire

Les principales modifications au niveau cardiaque sont une fibrose myocardique et valvulaire, une nécrose myocardique, des infiltrations graisseuses, une accumulation de lipofuscine dans les myocytes et une perte de compliance du myocarde. La rigidité vasculaire augmente, notamment par la présence d'athérosclérose, l'augmentation de l'épaisseur de l'intima, la fragmentation de l'élastine, l'enrichissement en collagène, la hyalinose et l'amyloïdose. Il y a également une diminution du nombre de récepteurs adrénérgiques au niveau du cœur et une diminution de la sensibilité globale de ces récepteurs. Ces modifications sont rencontrées chez les Mammifères, les Psittacidés et les Rapaces [39]. Une accumulation progressive de lipofuscine dans le cytoplasme des myocytes cardiaques s'observe chez les Oiseaux [14]. Chez les Reptiles, nous observons surtout une athérosclérose et minéralisation dystrophique du myocarde [36].

Tout cela se traduit par [5,14] :

- Une altération de la fonction diastolique de remplissage
- Une diminution du volume d'éjection systolique
- Une baisse du débit cardiaque à l'effort
- Une baisse de la fréquence cardiaque maximale et de la consommation maximale en oxygène lors de l'exercice
- Une dégénérescence valvulaire chez de nombreuses espèces (Carnivores, Psittacidés, Equidés, ...)
- Une diminution du flux sanguin vers les organes autres que le cœur et le cerveau.

Les modifications physiologiques sont généralement minimales hors cardiopathies et ont peu d'impact clinique sur l'animal au repos. Seules les situations de stress (effort, chaleur, anesthésie, ...) peuvent présenter un risque pour l'animal âgé [1].

iii. Le vieillissement du système digestif

Les modifications des différents segments du tube digestif et de ses glandes annexes sont :

- Cavité buccale : tartre, hyperplasie gingivale, gingivite, parodontite, caries, déchaussement et chute de dents, irrégularité de la table dentaire chez les herbivores, par usure normale ou anormale cours du temps et la diminution du flux salivaire protecteur avec le vieillissement
- Œsophage : diminution du tonus
- Estomac : baisse de la production d'acide chlorhydrique, fragilité de la muqueuse

- Intestins : hypokinésie, renouvellement épithélial ralenti et raccourcissement des villosités, ralentissement de la motricité colique favorisant la constipation
- Foie : diminution du nombre d'hépatocytes, fibrose périlobulaire, baisse de production d'enzymes hépatiques et baisse de la production biliaire
- Pancréas : ralentissement des sécrétions enzymatiques pancréatiques

Ces modifications ont pour conséquence une diminution de la digestion et de l'absorption, la plus affectée étant la digestion lipidique [1,5].

iv. Le vieillissement urinaire

Chez l'animal âgé, nous observons [1,5]:

- Une diminution du nombre de néphrons
- Le développement d'une fibrose interstitielle et d'une glomérulosclérose
- Une baisse du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire, consécutif aux changements cardiovasculaires
- Une baisse de la réponse à l'hormone anti-diurétique
- Une incompétence sphinctérienne d'autant plus marquée si elle est associée à une infection ou une maladie à l'origine de polyuro-polydipsie.

En conséquence, l'animal âgé tolère moins les hypovolémies, les hémorragies et les désordres électrolytiques et acido-basiques.

v. Le vieillissement neurologique

Le système nerveux subit lui aussi des modifications lors du vieillissement :

- Une atrophie cérébrale globale
- Un amincissement de l'ensemble des méninges (fibrose, calcification)
- Un ralentissement des réflexes et une réponse aux stimuli réduite
- Une hypoxie cérébrale chronique en raison de la rigidité vasculaire (fibrose, dépôts) et d'une vasoconstriction
- Une diminution progressive de la population neuronale, du nombre et de la longueur des dendrites et du nombre de synapses
- Une baisse des performances sensorielles (goût, audition, olfaction)
- Des perturbations des neurotransmetteurs et une altération de la vitesse de conduction de l'information
- Un dépôt de substance amyloïde et de lipofuscines
- Une accumulation extracellulaire de protéines β -A4 sous forme de plaques séniles dans le milieu interstitiel : plus elles sont nombreuses, plus les performances cognitives se détériorent.

En conséquence, ces modifications peuvent être à l'origine de troubles de la mémoire, d'un changement de caractère, d'une lenteur à l'exécution des demandes, d'une irritabilité et une moins bonne adaptabilité. Progressivement, ces altérations peuvent conduire à des troubles du sommeil, des vocalisations, de la désorientation et la perte des liens sociaux [1].

vi. Le vieillissement musculo-squelettique

De nombreuses modifications des tissus musculaires et osseux sont présentes chez l'animal âgé [1,5] :

- Une diminution de la densité osseuse et un amincissement des corticales diaphysaires suite à la baisse de l'activité et du nombre des ostéoblastes (ostéoporose favorisée)
- Une prédisposition à l'arthrose lors d'instabilité articulaire préalable ou de laxité musculo-tendineuse liée à l'âge
- Une perte de l'élasticité de la plaque osseuse sous-chondrale
- Une fragilité cartilagineuse par diminution de l'activité et la dégénérescence des chondrocytes
- Un épaissement du liquide synovial causé par la baisse de la concentration en mucopolysaccharides et en chondroïtine sulfate
- Une spondylose et calcification des jonctions chondro-costales
- Une fonte musculaire, une fibrose musculaire et une diminution de la réponse à l'ATP
- Une perte de l'élasticité tendineuse et une laxité ligamentaire
- Une réduction du transport en oxygène et une diminution de la capacité à utiliser certains substrats, principalement les acides aminés, pour la production d'énergie
- Une augmentation de la masse grasseuse

Des modifications similaires sont visibles chez les Reptiles. En effet, une fonte musculaire est notée chez les Squamates et quelques Ophidiens vieillissants. Chez les Squamates, une dégénérescence osseuse et articulaire est également observée. Ce phénomène est plus marqué au niveau du squelette axial chez les iguanes et les Ophidiens [36]. Des dégénérescences musculaires et articulaires sont également rapportées chez les Oiseaux : elles ont été mises en évidence chez les Psittacidés [14]. Ces altérations entraînent une baisse des capacités locomotrices chez l'animal âgé.

vii. Le vieillissement oculaire

Les modifications des yeux et de leurs annexes chez l'animal âgé sont [1]:

- Une hyperviscosité lacrymale
- Une sclérose nucléaire du cristallin par augmentation du volume et densification du noyau
- Une atrophie de l'iris et du muscle ciliaire, pouvant entraîner un ralentissement des réflexes photomoteurs
- Une altération des cellules épithéliales rendant la cornée plus fragile

L'atrophie de l'iris est un changement fréquemment associé au vieillissement chez l'Homme, le chien, le chat mais également les Psittacidés [14]. Elle se traduit par une pupille avec des contours irréguliers, des éléments d'iris envahissant la pupille et parfois un changement de couleurs de l'iris chez les Psittacidés. La sclérose nucléaire est également une modification observée chez les individus âgés. Contrairement à la cataracte sénile, elle n'est pas responsable de cécité.

Nous nous sommes focalisés ici uniquement sur la vue car c'est le sens qui a été le plus décrit dans la bibliographie. Par ailleurs, le goût, l'odorat et l'ouïe sont plus difficiles à évaluer mais semblent également altérées chez certains individus. L'atrophie de la muqueuse nasale et l'involution

du tissu nerveux diminuent les capacités à sentir des odeurs. Nous n'avons aucune information sur l'évolution du toucher avec le vieillissement [1].

viii. Le vieillissement cutané

Les principales altérations de la peau observées chez l'animal âgé sont [1] :

- Une diminution des pigments mélaniques, entraînant l'apparition de poils blancs (ex : loutres et chimpanzés) [37,40]
- Une atrophie folliculaire et une raréfaction pileaire
- Des desquamations plus importantes
- Un pelage séborrhéique, terne et cassant
- Un épaissement cutané (hyperkératose) et des callosités en regard des points de pression
- Une hyperplasie des glandes épitrichiales et sébacées, avec développement potentiel de kystes, adénomes et tumeurs cutanés
- Une perte d'élasticité et de la résistance de la peau par remplacement des fibres élastiques par de la pseudo élastine et du calcium, par la diminution de la cellularité du derme et par l'altération des fibres d'élastine et de collagène
- Un retard de cicatrisation

Le nombre de cellules et les processus de renouvellement cellulaire sont moins importants dans les différentes couches de la peau. Nous notons une perturbation des fonctions de barrière mais également une réduction des capacités de réponse du système immunitaire local. Chez les Reptiles, ces lésions sont moins visibles macroscopiquement. Il y a cependant une diminution dans la formation des mues [36]. Chez les Oiseaux, le plumage apparaît moins beau : plumes abîmées, couleur terne... De plus, la peau de la face et des pieds semble plus fine. Des taches pigmentées s'observent aussi sur la peau de la face. Ces modifications ont été mises en évidence chez des aras de plus de 40 ans [14].

ix. Le vieillissement de la fonction reproductrice

Le vieillissement peut se traduire par une baisse de la fertilité et de la fécondité chez les individus âgés. En effet, nous pouvons constater que les portées sont plus petites, l'éclosabilité des œufs est moins bonne, la viabilité des petits est plus faible, l'intervalle entre les naissances est plus grand (i.e. chez les rhinocéros), les cycles ovulatoires deviennent irréguliers voire s'arrêtent (i.e. chez les éléphants et les rhinocéros) et les avortements sont plus fréquents (i.e. chez le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) de plus de 25 ans)... [14,40–42]. La spermatogenèse est également ralentie : spermatozoïdes en plus faible quantité, moins vigoureux ou avec plus d'anomalies, ... Les problèmes locomoteurs peuvent également avoir un impact sur les capacités du mâle pour s'accoupler aux femelles. Par ailleurs, les sécrétions hormonales changent également, ce qui pourrait entraîner une modification du comportement sexuel.

Certains Mammifères, comme les Mysticètes sont capables de se reproduire jusqu'à leur mort. Néanmoins, la quasi-totalité des femelles Mammifères, terrestres et marines, arrêtent de se reproduire à partir d'un certain âge. L'utilisation du terme ménopause est cependant controversée, même chez les grands singes dont la physiologie est plus proche de celle de l'Homme. La ménopause est l'épuisement naturel du capital folliculaire ovarien accompagné de modifications hormonales (œstrogènes, progestérone, FSH et LH surtout) et physiques. La différence entre l'Homme et les

autres animaux tient notamment au fait que la période post-reproductive est courte chez les animaux alors que chez les femmes elle représente environ 50% de sa durée de vie [43]. Par exemple, le tigre de Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) ne se reproduit plus après 17 ans pour le mâle et 15 ans pour la femelle. Dans cette espèce, la longévité maximale est estimée à 22 ans pour les mâles et 23 ans pour les femelles ce qui représente une vie post-reproductrice d'environ 6 ans [44]. Chez les guépards, l'arrêt de la reproduction a lieu plus précocement, soit à 11-12 ans pour une longévité maximale de 20,5 ans en captivité [32].

Les Psittacidés et les Rapaces présentent une baisse des fonctions de reproduction [14,39]. Chez les Reptiles et les Amphibiens, il n'y a pas de preuve du déclin de la fonction de reproduction. Il semble ne pas être identique entre les différentes espèces. Par exemple, au sein d'un même ordre, il a été mis en évidence une diminution de la production d'œufs chez les vieux animaux, alors que des auteurs rapportent une ovogenèse continue jusqu'à un âge avancé dans certaines espèces. Ce même constat est fait chez les Amphibiens [27,29]. La capacité de reproduction des Poissons femelles des espèces à vie courte est diminuée. Ce phénomène n'a pas été observé chez les poissons à sénescence lente. La diminution de la reproduction liée à l'âge n'est pas systématique chez les Téléostéens [30].

x. Le vieillissement du système immunitaire

L'immunosénescence a lieu à plusieurs niveaux de la réponse immunitaire. Nous notons [1] :

- Une involution des nœuds lymphatiques, des plaques de Peyer, des amygdales et de la rate (atrophie sénile)
- Une diminution de la capacité des lymphocytes T à proliférer en présence d'un antigène ou d'un mitogène
- Une diminution de la capacité des lymphocytes B à se multiplier en l'absence de stimulation antigénique répétée
- Une production d'anticorps moins importante lors de la réponse primaire mais avec une réponse secondaire inchangée

L'immunité cellulaire, en particulier les lymphocytes T, est plus impactée par le vieillissement que l'immunité humorale. Ainsi, chez les Mammifères âgés, il y a un affaiblissement des défenses immunitaires qui est aggravé par toute pathologie chronique. L'individu est alors plus sensible aux maladies infectieuses et aux cancers. Une baisse de l'immunocompétence est également observée chez les Oiseaux, les Reptiles, les Amphibiens et les Poissons. Chez ces derniers, les réponses immunes (innée et acquise) diminuent, surtout l'activité des lymphocytes T [14,36,45].

xi. Autres modifications physiologiques

Les conséquences hématologiques du vieillissement sont de faible intensité. Chez les Mammifères, nous notons une raréfaction de la moelle osseuse hématopoïétique, remplacée par de la moelle jaune riche en graisse. Sa régénération est également ralentie [1].

Il y a une baisse des capacités de thermorégulation chez ces animaux, notamment une plus grande sensibilité au froid. La cicatrisation (osseuses, cutanée, ...) est aussi plus lente et moins bonne.

Ces changements liés au vieillissement apparaissent progressivement mais à un rythme différent en fonction des individus. Même si moins d'études ont été réalisées sur les Oiseaux, les Amphibiens, les Reptiles et les Poissons, de nombreuses modifications communes avec les Mammifères ont été mises en évidence. Le vieillissement a donc un impact sur le fonctionnement des organes. Le vétérinaire doit donc tenir compte de l'avancement de l'âge des animaux et de ses maladies potentielles lorsqu'il met en place un traitement médical et qu'il réalise une anesthésie [38].

2. *Conséquences pratiques du vieillissement*

i. Pharmacocinétique et pharmacodynamie des médicaments

La biodisponibilité des molécules administrées par voie intramusculaire peut être diminuée à cause de la fonte musculaire. L'absorption cutanée est elle aussi ralentie. De plus, la modification du pH gastrique peut modifier la vitesse de dissolution des médicaments donnés par voie orale.

L'augmentation de la proportion de graisse entraîne une diminution du volume de distribution des molécules hydrophiles alors que celui des molécules lipophiles est augmenté. De plus, le temps de transport du principe actif vers son lieu d'action est augmenté car le débit sanguin de nombreux tissus et le volume extracellulaire sont diminués. Le risque de rencontrer des effets indésirables est donc plus important.

L'élimination des substances actives est elle aussi impactée par le vieillissement. En effet, la diminution de la perfusion des organes filtreurs (foie et reins) ainsi que leur altération augmentent la demi-vie de certains médicaments et diminuent leur métabolisation. Le fonctionnement rénal est diminué même en l'absence de maladie rénale car le nombre de néphrons est plus faible. Les molécules néphrotoxiques (ex : Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens et certains antibiotiques) et/ou hépatotoxiques sont à éviter.

Par conséquent, le praticien doit diminuer les doses ou le rythme d'administration (effets moins prévisibles), préférer les molécules ayant un index thérapeutique élevé et dont le mécanisme d'élimination est préservé. Le poids des animaux sauvages n'est souvent pas connu, ce qui oblige le vétérinaire à faire une estimation, pouvant conduire à un surdosage de certains médicaments. Il essaiera d'atteindre la dose minimale efficace et de privilégier les monothérapies. Un suivi régulier de l'état clinique, des marqueurs rénaux et des enzymes hépatiques est fortement recommandé. Peu d'études ont été faites sur l'usage des médicaments chez les Reptiles, les Amphibiens et les Poissons âgés. Nous pouvons émettre l'hypothèse que le vieillissement a des conséquences similaires chez ces animaux. Ainsi, les mêmes précautions doivent être prises.

ii. Anesthésie de l'animal gériatrique

Comme pour toutes les anesthésies, le vétérinaire veillera à faire la balance bénéfices/risques de l'intervention. Avec les animaux âgés, qu'ils soient domestiques ou sauvages, le risque anesthésique est plus grand. En effet, chez les chiens et les chats, une étude a montré que le risque de mortalité au cours d'une anesthésie était plus important chez les individus âgés, indépendamment de leur état de santé. Il serait multiplié par sept chez les animaux de plus de 12 ans. Le même constat a été fait chez les chevaux âgés. Ce risque de mortalité augmente en cas de maladie, de stress, de

malnutrition et de manque d'exercice, comme chez les individus plus jeunes [46–48]. Le risque de myopathie de capture serait plus élevé chez ces animaux. La myopathie de capture est une maladie musculaire associée à un exercice musculaire excessif et soutenu ainsi qu'un stress intense et prolongé lors de la capture ou la contention d'un animal. Elle se caractérise par une dégénérescence et une nécrose des muscles cardiaques et striés squelettiques. Le seul signe clinique observé est généralement la mort de l'animal [49].

Pour les animaux sauvages captifs, il est difficile d'effectuer un bilan pré-anesthésique pour évaluer les paramètres biochimiques et hématologiques ou effectuer une échocardiographie. De plus, le poids de l'animal n'est la plupart du temps pas connu exactement si la contention physique est impossible ou que l'animal n'a pas été entraîné à la pesée.

La plupart des systèmes vieillissant sont moins efficaces. Les modifications physiologiques chez les animaux âgés avec leur effet sur l'anesthésie sont présentées dans la *Figure 3*, ci-dessous.

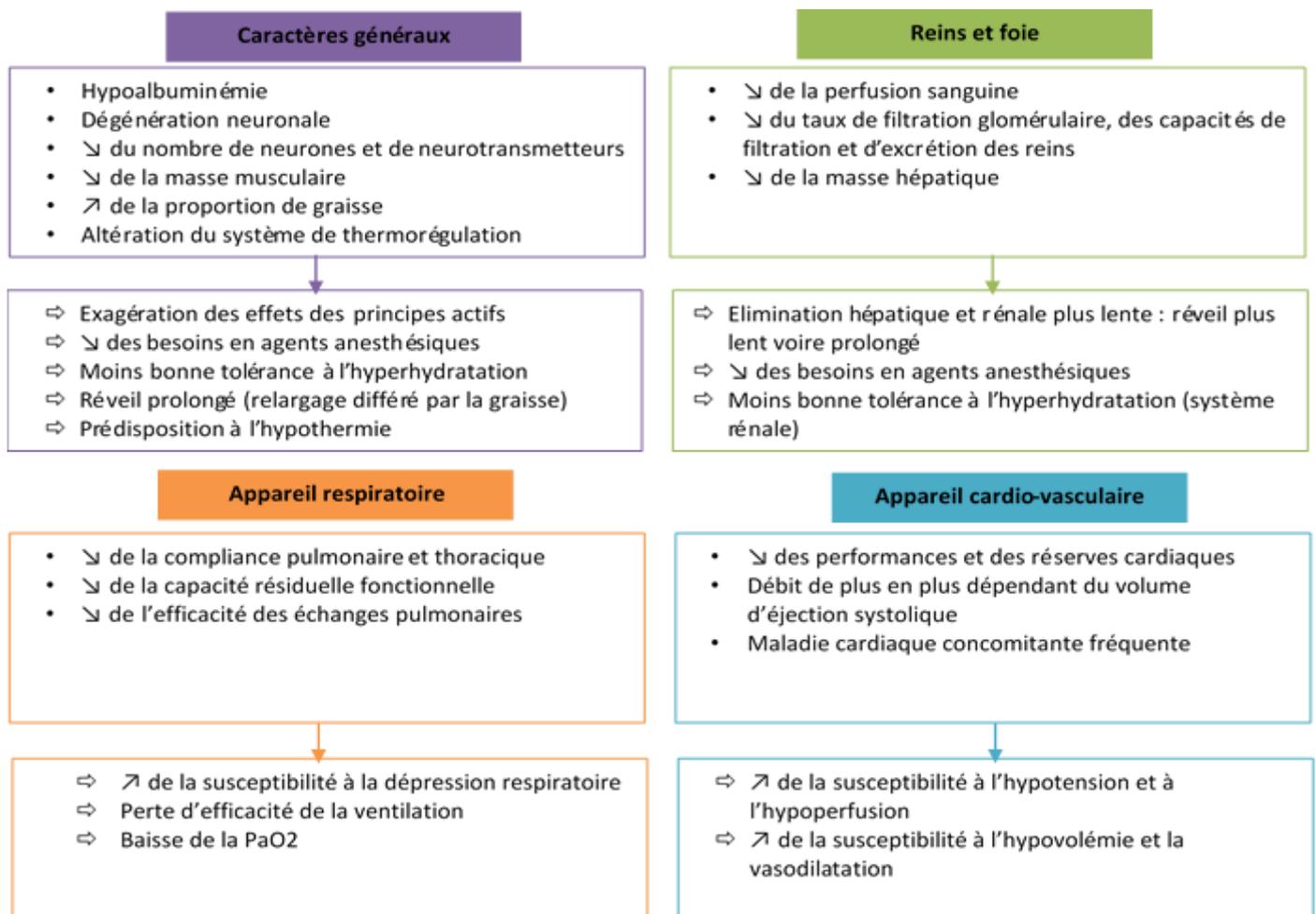


Figure 3 : Les changements physiologiques chez les animaux gériatriques pouvant avoir un impact sur l'anesthésie. ↘ signifie « diminution » et ↗ signifie « augmentation » [48], [49]

Par conséquent, les doses des agents anesthésiques doivent être diminuées. Dans cette optique, le praticien privilégiera l'administration à effet et l'anesthésie balancée. Il choisira des molécules à courte durée d'action et réversibles pour ne pas retarder inutilement le réveil. Ces considérations

générales sont valables dans tous les taxons. Les animaux gériatriques sont plus sensibles aux effets dépresseurs des anesthésiques. Ainsi, les molécules ayant un fort effet dépresseur sur le système cardio-respiratoire, tel que les alpha 2 agonistes, doivent donc être utilisées avec précaution. De plus, ces animaux sont plus à risque de faire de l'hypothermie et de l'hypoxie [46–48]. Un réveil prolongé est observé chez les Mammifères mais il a également été mis en évidence chez les vieux Poissons anesthésiés avec de la benzocaïne [49].

Afin de prévenir les accidents per-anesthésiques, le monitoring devra être plus important qu'avec un jeune ou un adulte. En effet, il faudra veiller à détecter précocement les conséquences cardio-vasculaires et respiratoires de l'anesthésie. La pression artérielle systémique devra notamment être surveillée car ces animaux sont plus susceptibles de faire de l'hypotension. Chez les espèces fréquemment atteintes de cardiomyopathies, comme les Primates, une hypertension est généralement observée [49]. Il est conseillé d'avoir un abord veineux ou intra-osseux afin de pouvoir administrer des fluides. Il faut cependant veiller à éviter l'hyperhydratation car les animaux âgés y sont plus sensibles. Il est également préconisé de réaliser une intubation endotrachéale car ces animaux auront souvent besoin d'être ventilés. Ces précautions, mises en place pour les Mammifères, les Oiseaux mais aussi les Reptiles, permettent d'être très réactif chez des animaux décompensant plus facilement. La fonction cardiaque pourra être soutenue avec des inotropes ou des chronotropes positifs si besoin.

L'utilisation de kétamine semble assez sécurisée car elle provoque peu d'effets respiratoires et peut améliorer la fonction cardio-vasculaire par stimulation du système nerveux sympathique. Cependant elle a une élimination rénale ou hépatique ce qui peut augmenter sa demi-vie en cas d'atteinte de ces organes. Son utilisation doit être discutée en cas de maladie rénale connue ou suspectée. Il semble que l'acépromazine à faible dose permette d'apporter une bonne tranquillisation tout en limitant la vasodilatation périphérique secondaire. L'étomidate peut être utilisé, même en cas d'affection cardiaque. Il n'y a pas de contre-indication à utiliser le propofol chez les animaux âgés, même si sa durée d'élimination est plus élevée chez eux. Les benzodiazépines, malgré leur effet sédatif, et les morphiniques peuvent être employés chez les animaux gériatriques. Il est déconseillé d'utiliser les alpha 2 agonistes, comme la médétomidine et la dexmédétomidine, chez les vieux Pinnipèdes même s'ils sont réversibles. En effet, ils ont d'importants effets dépresseurs sur le système cardio-respiratoire : bradycardie, vasoconstriction périphérique (modification de la pression artérielle systémique), modification de la contractilité du myocarde [40]. Il en est de même chez les Canidés et les Félidés âgés, surtout s'ils ont un problème cardiaque. L'emploi de l'association kétamine-midazolam-butorphanol est recommandé car elle est sécurisée chez les félins âgés. L'association médétomidine-butorphanol-midazolam semble néanmoins assez sécurisée chez les félins en cas d'atteinte rénale ou hépatique [49]. Le ZOLETIL ND (tilétamine-zolazépam), souvent plébiscité par les vétérinaires en faune sauvage, peut être utilisé pour l'anesthésie des animaux âgés. Il possède une grande marge de sécurité et induit peu d'effet cardiorespiratoire. L'entretien de l'anesthésie peut se faire par inhalation d'un agent volatil ou une anesthésie fixe [49].

Il ne faut pas négliger le confort de l'animal durant l'anesthésie car beaucoup d'animaux âgés présentent des douleurs ou des raideurs ostéoarticulaires. Le vétérinaire devra donc veiller à prendre des précautions pour positionner l'animal et le manipuler en douceur. Un exemple de positionnement pour soutenir les membres chez un gorille (*Gorilla spp.*) est présenté sur la *Figure 4*. Une analgésie pourra être mise en place pour gérer la douleur induite par les manipulations. Il faudra éviter les chutes brutales et les stimulations trop importantes de l'appareil musculosquelettique, notamment

lors de la capture ou de téléanesthésie. Par exemple, il faudra éviter les agrès et constituer une litière épaisse avec de la paille. Des chutes lors de l'endormissement de l'animal peuvent en effet avoir des conséquences dramatiques chez ces animaux. Le vétérinaire devra prendre en compte l'amyotrophie et la possible fragilité osseuse (i.e. ostéoporose) lorsqu'il choisira son site d'injection, la pression administrée à la flèche mais aussi la longueur de son aiguille. Chez les animaux gériatriques, le réveil pourra être plus long. De plus, le relever pourra également être plus difficile à cause d'une faiblesse de l'arrière-main, des douleurs articulaires et l'amyotrophie. L'équipe lui fournira un sol non glissant et confortable. Un petit espace sans structures d'escalade serait également l'idéal. Un dispositif pourra également être mis en place afin d'aider l'animal à se mettre debout, en particulier pour les espèces de très grand format [50,51].



Figure 4 : Positionnement d'un gorille gériatrique adapté pour soutenir les membres. D'après Murphy, 2012 [51]

Nous disposons de peu d'informations sur l'anesthésie chez les animaux gériatriques hors Mammifères. Nous pouvons cependant supposer que le risque de mortalité augmente aussi avec l'âge dans les autres taxons. Il faudra alors adapter la dose des agents anesthésiques et faire une surveillance per-anesthésique plus marquée chez ces animaux aussi.

iii. Aménagements spécifiques

Lorsqu'un animal vieillit, il est important d'apporter des modifications dans son alimentation [1]:

- La composition de l'aliment doit être adaptée à son âge : la quantité de fibres, la quantité de lipides, l'apport énergétique, la quantité de protéines et les compléments minéraux et vitaminiques. La ration pourra aussi être adaptée aux maladies éventuelles.
- L'appétence de l'aliment doit être maximale car beaucoup d'animaux âgés peuvent devenir difficile à cause de la diminution de leur sens, surtout le goût et l'odorat. Ils sont également plus sélectifs et peuvent avoir un appétit plus faible.
- La forme de l'aliment doit être adaptée aux potentiels problèmes dentaires de l'animal.
- Un des points essentiels de l'alimentation de l'animal senior est le contrôle du poids. En effet, il faut éviter l'obésité mais aussi une perte de poids trop importante.

Il est également important d'adapter l'habitat de l'animal à ses capacités physiques :

- Faciliter ses déplacements et éviter les chutes.
- Garantir un accès facile à l'alimentation et l'eau.

- Augmenter le confort du lieu de couchage.
- Isoler les animaux si nécessaire.

Le vieillissement physiologique touche donc tous les organes à des degrés différents, ce qui a des conséquences sur l'utilisation des médicaments et notamment l'anesthésie. Cela nécessite également des aménagements de l'habitat et de l'alimentation. Ces adaptations seront développées et illustrées par des exemples dans la partie 3, IV. Par ailleurs, les animaux âgés sont plus susceptibles d'être atteints de maladies organiques et de tumeurs.

II) Les maladies fréquemment rencontrées

Vieillir n'est pas une maladie en soi mais l'augmentation de l'âge prédispose à certaines maladies. Certaines sont liées directement au vieillissement ou bien dues à une chronicité d'exposition, par exemple secondaires à un environnement inadapté ou à des maladies récurrentes. Ainsi, même si elles peuvent se rencontrer chez des individus plus jeunes, elles sont surtout observées chez les animaux âgés. De nombreuses maladies, telles que des processus infectieux, des lésions traumatiques et certaines affections métaboliques, peuvent se rencontrer à tout âge. Elles peuvent alors toucher des animaux âgés mais également des animaux jeunes ou adultes.

Par souci de synthèse, nous ne traiterons ici que les maladies les plus fréquentes chez l'animal âgé. L'exposé des maladies ne sera pas exhaustif mais se focalisera sur des grands syndromes dont la prise en charge spécifique (prévention, traitement, adaptation) pourra être discutée dans la partie 3. Dans le même objectif, nous ne présenterons qu'un nombre restreint d'espèces. Nous tenterons d'illustrer les maladies dans les différentes classes d'animaux. Néanmoins, certaines espèces sont peu représentées car la littérature est peu abondante, par exemple les espèces appartenant au super-ordre des Xénartres, les Amphibiens et les Poissons. Les études sur les Oiseaux, les Amphibiens et les Reptiles et les Poissons sont majoritairement tirées de la médecine des Nouveaux Animaux de Compagnie, non sur les animaux sauvages captifs. Les maladies, souvent liées aux conditions de maintenance et à l'alimentation, n'auront donc dans ce cas pas la même incidence que ce que nous pourrions trouver en zoo. Les maladies des Mammifères sont plus documentées, notamment chez les Primates où des applications sont possibles en médecine humaine. De nombreux articles rapportent des maladies observées sporadiquement chez des animaux gériatriques [51–54].

A. Les affections par appareil

1. Appareil respiratoire

Des signes respiratoires (tachypnée, bradypnée et dyspnée) peuvent témoigner d'une atteinte de l'appareil respiratoire, de la douleur ou d'une maladie autre. Les pneumonies et les maladies bronchiques chroniques sont plus courantes chez les félins âgés [44]. Chez les Psittacidés, il est possible d'observer une fibrose pulmonaire interstitielle chronique se traduisant par une intolérance à l'exercice. Les causes n'ont pas encore été identifiées [14].

2. *Appareil cardio-vasculaire*

Une cardiopathie est une anomalie anatomique et/ou fonctionnelle d'une partie de l'appareil circulatoire. L'âge est un facteur de risque d'atteinte de maladie cardiaque. L'insuffisance cardiaque intervient lorsque les mécanismes compensateurs sont dépassés et donc que le cœur est incapable d'éjecter et/ou recevoir un volume sanguin adapté. Généralement, c'est à ce moment-là que les signes cliniques apparaissent : fatigabilité, intolérance à l'effort, faiblesse intermittente, anorexie, syncope. Pour une insuffisance cardiaque congestive gauche, il est possible d'observer en plus de la toux, des signes d'œdème pulmonaire (tachypnée, polypnée ou dyspnée, bruits respiratoires augmentés ou râles crépitants). En cas d'insuffisance cardiaque congestive gauche, les signes sont : distension abdominale (ascite), œdèmes déclives, épanchements péricardiques et congestion des veines jugulaires. Chez les espèces sauvages, les maladies cardiovasculaires ne sont pas toujours détectées car il est souvent difficile d'effectuer des examens réguliers ou d'observer des signes cliniques. Elles sont cependant souvent responsables de décès lors des anesthésies et de mort soudaine.

L'athérosclérose est une maladie inflammatoire chronique et dégénérative qui consiste en une infiltration de nombreux éléments et notamment de lipides au niveau de la paroi des grosses artères. Une alimentation trop riche en graisse est un facteur de risque important du développement de ces lésions. C'est une des raisons pour lesquelles elle est observée chez les animaux en parcs zoologiques, même si elle existe également chez les animaux vivant en milieu naturel. L'athérosclérose touche surtout les animaux âgés. Elle peut entraîner une sténose plus ou moins importante de la lumière des vaisseaux, une ischémie, une thrombose, des hémorragies et des anévrismes [55].

Les maladies cardiovasculaires sont fréquentes chez les primates âgés, notamment les grands singes. Elles constituent d'ailleurs les causes de décès les plus fréquentes chez les individus adultes et gériatriques. L'augmentation de la prévalence avec l'âge a été mise en évidence dans toutes les espèces de grands singes. La fibrose myocardique semble impliquée dans la mort subite de ces animaux. La mort subite de plusieurs gorilles âgés (moyenne d'âge 31 ans) a été attribuée à une dissection aortique. L'hypertension artérielle pulmonaire, la cardiomyopathie, l'infarctus cérébral sont aussi souvent rapportés dans ces espèces. La prévalence de l'athérosclérose des artères coronaires diffère selon les auteurs. Quelques cas d'endocardiose valvulaire ou myocardique ont également été rapportés. Les affections et les lésions cardiaques sont apparemment plus rares chez les individus à l'état sauvage [37,56–58].

Il est courant d'observer des plaques d'athérosclérose au niveau de l'aorte au cours d'autopsies des hippopotames âgés. D'autres affections comme une cardiomyopathie dilatée, une dégénérescence valvulaire, une dégénération du myocarde ou une fibrose ont également été observées. Ces lésions sont présentes même en cas de régime pauvre en graisses et aucune conséquence clinique n'a été rapportée [59].

Il n'est pas rare non plus d'observer des lésions cardiaques lors d'autopsie d'ours âgés. Une étude américaine a d'ailleurs mis en évidence que plusieurs ours polaires âgés (moyenne d'âge 28 ans) étaient décédés suite à une cardiomyopathie [40]. Les Ursidés âgés peuvent présenter une cardiomyopathie hypertrophique ou dilatée, un anévrisme disséquant de l'aorte, des lésions d'endocardite, une myocardite et de l'athérosclérose à l'autopsie [60]. L'insuffisance cardiaque congestive, la cardiomyopathie hypertrophique et la fibrose valvulaire ou endocardique sont souvent

observées chez les pandas roux (*Ailurus fulgens*) âgés [61]. Les autres Carnivores sont également sujet aux maladies cardiaques. Il est fréquent de diagnostiquer une hypertension chez les pandas géants (*Ailuropoda melanoleuca*) de plus de 20 ans présentant un épistaxis, une léthargie et de l'inappétence [62].

Les Mammifères marins et les Cétacés gériatriques sont également touchés par les atteintes cardiaques. Chez les Pinnipèdes, il est par exemple fréquent de noter de l'athérosclérose au niveau du cœur et du cerveau, en particulier chez les morses. Elle est moins commune chez les Cétacés. La fibrose myocardique entraîne fréquemment le décès au cours d'une anesthésie chez l'otarie de Californie mâle (*Zalophus californianus*). L'endocardiose est couramment observée chez les Pinnipèdes et les loutres. L'endocardiose et les cardiomyopathies ont été décrites chez les lamantins et les dugongs.

Chez les Oiseaux, l'insuffisance cardiaque congestive droite est plus fréquente que la gauche. La plupart du temps les maladies cardiaques sont subcliniques et entraînent une mort subite. Il est aussi possible d'observer des signes non spécifiques d'atteinte cardiaque ainsi qu'une distension cœlomique, des œdèmes périphériques surtout au niveau des tarses et des doigts dans cette espèce, une hépatomégalie. L'hypertension pulmonaire est souvent associée. L'athérosclérose se localise principalement au niveau de l'aorte et du tronc brachiocéphalique chez les Oiseaux. Elle peut se rencontrer à tout âge mais elle est plus fréquente chez les individus gériatriques. En effet, la quasi-totalité des Psittacidés et rapaces atteints ont plus de dix ans, sauf les gris du Gabon (*Psittacus erithacus*) qui sont atteints plus précocement. L'athérosclérose est très fréquente, notamment chez les amazones, les aras, les cacatoès et les conures (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**5). D'autres espèces comme les manchots sont aussi concernés. L'obésité, les rations riches en lipides et la sédentarité sont des facteurs de risque majeur. Les signes cliniques observés sont ceux d'une maladie cardiaque, que nous avons évoquée dans le paragraphe précédent. L'athérosclérose peut avoir un impact sur le système hépato-biliaire, le système nerveux et musculosquelettique, suite notamment à une ischémie. L'animal peut alors présenter une parésie, une cécité et de l'ataxie [55]. Ainsi, les anomalies cardiaques les plus fréquemment rencontrées chez les rapaces et les Psittacidés âgés sont : l'athérosclérose, la maladie cardiaque droite et l'hypertension pulmonaire. Elles sont souvent associées. Les cardiomyopathies, les myocardites, l'endocardite et l'arythmie seraient également plus fréquentes dans cette catégorie d'âge [14,25,49,63].



Figure 5 : Athérosclérose sévère des grosses artères chez un cacatoès à huppe jaune de 25 ans (*Cacatua galerita*). D'après Reavill, 2010 [13]

Il est très difficile de mettre en évidence une atteinte cardiaque chez les Reptiles. En effet, les signes cliniques sont très subtils, progressifs et non spécifiques : anorexie, léthargie et atteinte neurologique. Le plus souvent, l'animal décède subitement, sans signe précurseur. L'athérosclérose et des minéralisations, vasculaires et myocardiques, sont couramment rencontrées chez les Squamates

et les Chéloniens gériatriques. Comme chez les Oiseaux, le diagnostic est rarement fait ante-mortem [36,64].

Chez les Poissons et les Amphibiens, la détection des maladies cardiaques est plus complexe. En conséquence, il existe moins de descriptions de ces maladies chez les individus âgés [36].

3. *Système digestif*

i. **La cavité buccale**

Les problèmes dentaires sont fréquents chez les animaux domestiques et sauvages. Ce sont principalement du tartre en grande quantité, une usure anormale, des fractures dentaires, une gingivite et une maladie parodontale conduisant à un déchaussement des dents. La plupart des espèces de Mammifères captifs semble touchée par une ou plusieurs de ces affections, quel que soit leur régime alimentaire : les Carnivores (ours [60], félins [44], loutres, panda roux [61], panda géant [62], pinnipèdes...), les ongulés herbivores (oryx, girafe, gnou noir, antilopes, bison d'Amérique, cervidés, grand koudou, gazelle à goitre, tapir, rhinocéros...), les singes (chimpanzé, lémur catta, orang-outan [37]...) mais aussi les odontocètes, c'est-à-dire les cétacés à dents [40,52] et les chauves-souris [53]. Un exemple d'atteinte dentaire chez une girafe est présenté sur la *Figure 6*.

Les affections dentaires peuvent provoquer de la douleur à cause de l'exposition de la pulpe dentaire ou de l'atteinte d'un nerf. Les signes évocateurs sont un refus de prendre les aliments, un appétit sélectif avec une préférence pour les aliments faciles à mâcher, des aliments qui tombent de la bouche, une hypersalivation, la mastication d'un seul côté, un gonflement ou une mauvaise odeur. A terme cela peut entraîner un amaigrissement de l'animal, une lyse osseuse (ostéomyélite) et des infections dentaires prédisposant aux endocardites et aux glomérulonéphrites par bactériémie [44].

Chez les Félidés, il est par exemple fréquent de trouver du tartre en grande quantité et des abcès en lien avec une maladie parodontale. Leurs homologues sauvages présentent plutôt une attrition dentaire et des fractures, liées à la chasse. Une alimentation inadaptée et un manque d'usure des dents favorisent ces anomalies [44].

L'usure de la table dentaire, anormale ou consécutive à l'âge avancé, peut conduire à une baisse d'état corporel chez ces animaux. En effet, cette condition peut mener à une réduction de la prise alimentaire mais aussi des problèmes de mastication entraînant une moins bonne assimilation des nutriments et une émaciation chez les ongulés herbivores. Ce phénomène est notamment observé chez les éléphants très âgés lorsque leur sixième et dernière paire de molaire tombe. Dans cette espèce, des anomalies d'usure et les fractures sont fréquentes. Elles peuvent empêcher la progression des molaires suivantes entraînant un entassement, un mauvais alignement et une malocclusion dentaire. En milieu naturel, peu d'animaux vivent assez longtemps pour dépérir à cause de l'état de leur dentition [40,41,61].

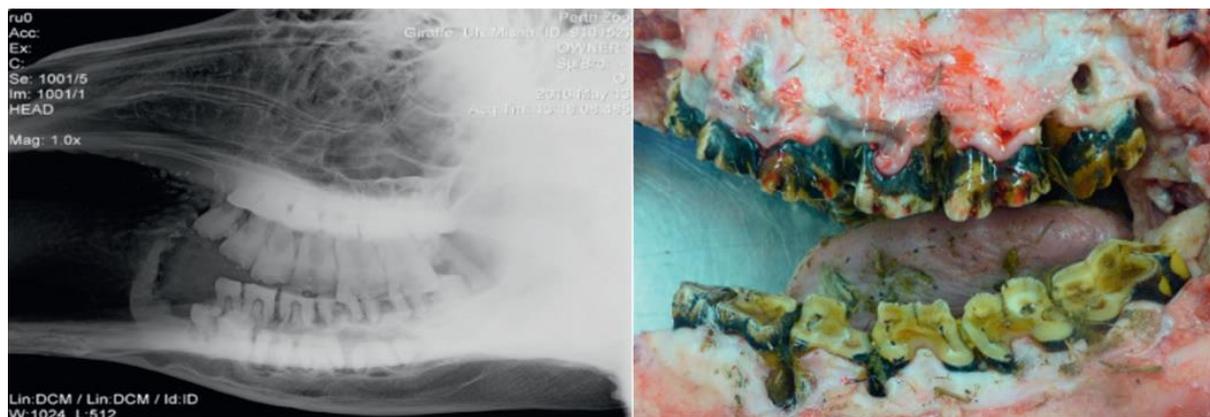


Figure 6 : Maladie parodontale avec attrition dentaire chez une girafe du Nord (*Giraffa camelopardalis*) de 26 ans, Radiographie de profil à gauche et autopsie à droite. D'après Vogelnest and Talbot, 2019 [171]

ii. Le tube digestif

Les animaux peuvent présenter des signes digestifs lorsqu'elles vieillissent. La diarrhée, les vomissements, la constipation et anorexie sont des signes non spécifiques qui peuvent être dus à une atteinte digestive ou à une toute autre maladie ayant un impact sur le transit.

Aucune maladie du tube digestif liée à l'âge n'a été décrite chez les Oiseaux en dehors des néoplasies [14,25,39,63].

Chez les vieux Reptiles, notamment les Sauriens, il est fréquent d'observer une constipation secondaire à une néphromégalie qui empêche l'évacuation des selles. Les Reptiles acrodontes, dont les Agamidés et Chaméléonidés font partie, présentent couramment une maladie parodontale lorsqu'ils sont âgés [36,64].

iii. Le foie

Les maladies hépatiques sont fréquemment rapportées chez les individus gériatriques. Des lésions principales observées à l'autopsie sont la stéatose, la fibrose voire la nécrose (lipidose) et les néoplasies. Des signes cliniques d'insuffisance hépatique ne sont pas toujours présents si l'atteinte n'est pas assez avancée. La léthargie, le manque d'appétit et les troubles digestifs sont des symptômes non spécifiques. Lorsque l'atteinte est avancée, nous pouvons observer un ictère voire des signes d'encéphalose hépatique (convulsions, perte d'équilibre...). Des causes sous-jacentes y sont souvent associées.

Il n'est pas rare de rencontrer une insuffisance hépatique chez les félins [44] ou d'autres espèces de Mammifères.

Les Psittacidés âgés sont très fréquemment atteints de lipidose hépatique, surtout le genre *Amazona*, les calopsittes (*Nymphicus hollandicus*), les aras et les perruches. Comme pour l'athérosclérose, l'obésité et une alimentation riche en graisses sont des facteurs favorisants. Les rapaces âgés sont également touchés par cette maladie. Chez les Oiseaux, une distension de l'abdomen, des difficultés respiratoires et un plumage de mauvaise qualité sont souvent notés [14,25,39,63].

Il est fréquent de trouver une lipidose ou une stéatose hépatique chez les Poissons d'aquarium, surtout s'ils sont âgés. L'étiologie n'est pas toujours identifiée mais cette maladie est souvent associée à une alimentation trop riche en graisses polyinsaturés ou en trop grande quantité. Elle peut agir comme un « tueur silencieux » [65].

4. Appareil urinaire

L'insuffisance rénale est la maladie la plus fréquente des chats domestiques vieillissant. Elle est également très fréquente chez le guépard (*Acinonyx jubatus*), lynx du Canada (*Lynx canadensis*), la panthère nébuleuse (*Neofelis nebulosa*), le puma (*Puma concolor*), le jaguar (*Panthera onca*), ocelots (*Leopardus pardalis*), la panthère (*Panthera pardus*), le lion (*Panthera leo*), la panthère des neiges (*Uncia uncia*) et le tigre (*Panthera tigris*). L'étude nécropsique et histologique de Newkirk et al. a révélé que 51% des individus présentaient une néphrite tubulo-interstitielle, comme présentée sur la *Figure* , et que cette dernière était corrélée positivement avec un âge avancé [66]. Une étude de Junginger et al. a quant à elle révélé des lésions rénales chez 87% des animaux étudiés, en particulier une glomérulonéphrite, une glomérulosclérose et de l'amyloïdose [67]. La maladie rénale est souvent impliquée dans le décès ou l'euthanasie de l'animal, comme cause primaire ou de co-morbidité. Les guépards sont particulièrement sensibles à l'insuffisance rénale et les animaux sont atteints plus précocement. La glomérulosclérose, l'amyloïdose AA et la fibrose interstitielle ont souvent été mises en évidence chez ces animaux. Plusieurs études ont évoqué le lien possible entre cette maladie et les gastrites dont souffrent couramment les guépards. La maladie rénale chronique évolue insidieusement et à bas bruit au début. Ses manifestations cliniques sont une polyuro-polydipsie, un amaigrissement, une perte d'appétit, un pelage en mauvais état, une dégradation de l'état général, voire la mort. D'autres symptômes comme des vomissements et des ulcères buccaux peuvent être observés. Des complications sont fréquentes : anémie, déshydratation, hypertension systémique, ... A long terme, le pronostic est toujours réservé [60,68].



Figure 7 : Lésions de néphrite tubulo-interstitielle marquée observées chez un tigre (*Panthera tigris*) mort à la suite d'une maladie rénale chronique. D'après Newkirk et al, 2011 [66]

Cette condition touche aussi particulièrement fréquemment les ours polaires en captivité (*Ursus maritimus*) [40]. Une étude a par ailleurs révélé que l'insuffisance rénale était la principale cause de décès chez les individus âgés aux Etats-Unis (en moyenne 24 ans dans une étude). Elle atteindrait 20% des ours polaires gériatriques dans les parcs zoologiques américains. Dans cette espèce, elle se traduit au stade terminal par une léthargie, une inappétence, une perte de poids, des

vomissements, une polyuro-polydipsie, une tachypnée et une ataxie [69]. Une anémie peut également être observée en cas d'insuffisance rénale, comme c'est le cas chez le panda géant [62].

Cette maladie touche également d'autres Mammifères gériatriques comme les pandas roux, les rhinocéros, les lycaons (*Lycaon pictus*) [70] et les primates. Chez les chimpanzés âgés, c'est même la deuxième cause de décès [37,56,58,61]. Des lésions de maladie rénale chronique (néphrite chronique tubulointerstitielle et fibrose) sont couramment découvertes lors de l'autopsie de paresseux et de tatous. Ces dernières jouent un rôle dans la cause du décès de l'animal. Comme chez d'autres espèces, la maladie n'avait pas forcément été diagnostiquée ante-mortem.

Chez les Oiseaux, les maladies rénales ne semblent pas être plus fréquentes lorsque les animaux vieillissent [14,25,39,63].

La maladie rénale chronique progressive est fréquente chez les Reptiles âgés. Chez les Sauriens, notamment les iguanes, il n'est pas rare d'observer une néphrose et un gonflement rénal à l'origine d'une constipation. Dans ces espèces, les animaux présentent une perte d'appétit, une baisse d'activité, une léthargie, une déshydratation et une émaciation lors de stade avancé [36,64].

5. Appareil reproducteur

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, les performances de reproduction diminuent progressivement chez les individus gériatriques. Les changements pathologiques de l'appareil reproducteur vont se rencontrer chez la plupart des femelles si leur vie est assez longue. Ils seront plus prononcés chez les femelles nullipares ou celles avec un long intervalle inter-naissance. Chez les primates, les maladies de l'appareil reproducteur femelle sont très fréquentes : polypes endométriaux, hyperplasie de l'endomètre, adénomyose et néoplasies utérines. L'hyperplasie kystique endométriale est également courante chez les éléphantés âgées et nullipares. Chez les félins non domestiques, la fréquence des adénomes, de l'hyperplasie kystique de l'endomètre, les minéralisations et les kystes ovariens augmente avec l'âge. L'utilisation de contraceptifs aux progestagènes joue un rôle dans l'apparition de ses affections [44]. Ils semblent également favoriser l'apparition d'hyperplasie kystique de l'endomètre chez les loups rouges et lycaons âgés.

Le risque de stase folliculaire, de rétention d'œufs et de dystocie, et en conséquence de péritonite, est plus grand chez les Reptiles et les Oiseaux âgés [14,36,64].

La littérature évoque moins souvent les maladies de l'appareil reproducteur mâle liées à l'âge. Chez les primates, il n'est pas rare d'observer une hyperplasie bénigne de la prostate. Ce phénomène n'est pas grave mais entraîne une augmentation de la taille de la prostate et une réduction du débit de l'urine. Elle a été bien décrite chez les chimpanzés et les Callitricidés mais ne semble pas toucher les autres espèces sauvages [37,58,71]. Des auteurs ont rapporté que l'infection ou l'impaction des organes génitaux mâles avaient tendance à être plus fréquentes chez les Reptiles âgés. Cela concerne les pores fémoraux, les pores périanaux et le sillon hémipénien chez les Sauriens, le sillon hémipénien et les hémipénis chez les Ophidiens. Chez ces derniers, l'atteinte des glandes cloacales (i.e. adénite) est également plus fréquente chez les animaux âgés [36,64].

6. *Maladies endocriniennes*

Le diabète sucré (ou diabète de type II) est une endocrinopathie fréquemment rencontrée chez les chats et les chiens âgés. Il reste cependant peu décrit chez les autres espèces domestiques (bovin, petit ruminants, porcs et chevaux) [72]. En parc zoologique, il semble que les espèces les plus couramment affectées sont les primates, notamment les chimpanzés et les orangs-outans âgés et obèses [37,50,56,58]. Les animaux présentent généralement une perte d'appétit ou une polyphagie, un amaigrissement, une inactivité et une polyuro-polydipsie. Les examens complémentaires mettent en évidence une hyperglycémie, une augmentation des fructosamines et une glucosurie. Il est très fréquent d'observer une amyloïdose des îlots pancréatiques chez les félins de plus de 10 ans. Même si ces lésions sont souvent associées à un diabète sucré, cette maladie n'est pas régulièrement diagnostiquée dans ces espèces [44]. Le diabète est rare chez les Oiseaux, même si des cas ont été décrits chez plusieurs espèces (Psittacidés, toucans...). Par exemple, un diabète de type II a été diagnostiqué chez un étourneau de Rothschild (*Leucopsar rothschildi*) de 17 ans présentant une polyphagie, une perte de poids et une incoordination. Une hyperglycémie, une hypoinsulinémie et une glucosurie avaient été mises en évidence [73].

A l'heure actuelle, aucun cas d'hyperthyroïdie n'a été rapporté chez les félins sauvages, même si c'est une maladie courante chez les chats domestiques gériatriques [44]. Quelques cas d'hyperthyroïdie ont été rapportés chez des Carnivores dont la martre pêcheuse. Des cas d'hypothyroïdie et d'hyperthyroïdie ont été rapportés chez des grands singes âgés.

Les maladies endocriniennes autres que les néoplasies sont peu rencontrées chez les Oiseaux âgés. Par exemple, des cas d'hyperplasie des îlots pancréatiques et d'hypertrophie des glandes thyroïdes chez des animaux ayant un manque chronique de calcium dans leur ration ont été décrits [14,25,63].

Chez les Reptiles aussi, les affections du système endocrinien sont peu décrites. Des auteurs ont observé une hypothyroïdie chez des Chéloniens et des Sauriens gériatriques. Des tremblements et des fasciculations chez les Reptiles gériatriques sont souvent associés à une hypocalcémie secondaire à une hyperparathyroïdisme d'origine rénale [36,64].

7. *Maladies de la peau et de ses annexes*

Des granulomes éosinophiliques oraux ont été rapportés chez plusieurs tigres âgés entre 8 et 16 ans. Les affections tégumentaires, comme les griffes incarnées, semblent plus fréquentes chez les jaguars entre 16-25 ans [74]. Les dermatites et leur surinfection sont courantes. C'est par exemple le cas des dermatites pyotraumatiques des plis chez les Pinnipèdes âgés [75]. Les animaux âgés ont souvent la peau sèche par manque de production de sébum. Cela devient problématique lorsque les animaux se grattent. En effet, le prurit a un impact négatif sur le bien-être car il induit de l'inconfort. Il peut également causer des lésions pouvant s'infecter.

Les anomalies de mue, les excroissances de bec chez les Chéloniens, les défauts de régénérescence des doigts et des griffes sont plus fréquents chez les Reptiles âgés. D'hyperkératose et une déformation des doigts peuvent également être notés (*Figure 8*) [36,64].



Figure 8 : A gauche, déformation de la carapace et hyperkératose chez une tortue de Floride gériatrique (*Trachemys scripta elegans*). A droite, déformation des doigts et épines dorsales tombantes chez un iguane vert de 20 ans (*Iguana iguana*). D'après Raiti, 2019 [36]

Il n'est pas rare d'observer des plaies voire des ulcères aux points de pression car les animaux passent beaucoup de temps couchés et qu'ils sont souvent émaciés avec une fonte musculaire importante. Ces lésions peuvent être douloureuses mais aussi s'infecter. Chez les Pinnipèdes, elles se localisent au tuber coxae [75].

Des dermatites peuvent également apparaître suite à des brûlures par l'urine chez les animaux en polyurie ou n'étant plus capables de se déplacer pour faire leurs besoins. Des dermatites périvulvaires ont par exemple été observées chez des femelles ours polaires atteintes de maladie rénale en stade terminal (polyuro-polydipsie et isosthénurie) [69].

8. Acuité visuelle

La baisse de l'acuité visuelle et la cécité sont des handicaps pouvant compromettre la survie des animaux sauvages dans la nature mais pas en captivité. En effet, ces derniers n'ont pas besoin de chercher leur nourriture, de trouver un abri, de se défendre contre des agresseurs ou de se déplacer sur de longue distance. Par ailleurs, la perte de vision est généralement progressive, ce qui permet à l'animal de s'habituer à son environnement. Il n'aura alors que peu de perte de repère, comme nous le constatons chez les carnivores domestiques. Par exemple, les ours aveugles s'adaptent apparemment très bien à cette condition [60]. Ils ont cependant plus de difficultés à localiser leur nourriture et sont plus susceptibles aux traumatismes. Cela semble également altérer les relations sociales entre les individus [76].

La cataracte est l'atteinte oculaire la plus fréquente chez les Vertébrés âgés. Elle est définie comme la perte de transparence du cristallin par opacification capsulaire, corticale ou nucléaire. Il existe plusieurs types de cataracte. Celle qui nous intéresse ici est la cataracte sénile qui touche les sujets âgés. L'âge moyen d'apparition serait de 9,4 ans chez les chiens, 12,7 ans chez les chats et 28,3 ans chez les chevaux et 65 ans chez l'Homme [77]. Elle est très fréquente chez le chien, avec la totalité des animaux de plus de 13,5 ans atteints mais plus rare chez les chats. Ce type de cataracte s'explique par l'épuisement en glutathion du cristallin et fait toujours suite à une sclérose sénile du cristallin. Elle évolue lentement sur plusieurs mois ou années et généralement la baisse d'acuité visuelle progressive entraîne une cécité après plusieurs années [77]. Dans la plupart des articles étudiés, la différence entre les cataractes acquises séniles et pathologiques d'origines diverses (traumatiques, métaboliques, secondaires à une uvéite...) n'est pas faite. Nous pouvons cependant supposer que la majorité des cataractes mentionnées sont des cataractes séniles au vu du thème des articles : les animaux gériatriques. L'âge est un facteur de risque d'apparition de cataracte mais de

nombreux facteurs comme l'alimentation, l'exposition aux rayons ultra-violet et les traumatismes/infections antérieures jouent un rôle dans son apparition.

La cataracte sénile est très fréquente chez les Mammifères âgés. Cette affection a par exemple été décrite chez les loutres, les éléphants [41,78], les ours et les primates. Les Pinnipèdes captifs sont particulièrement sensibles aux affections oculaires (maladie cornéenne, cataracte précoce et luxation du cristallin). Cela est dû à l'exposition aux rayons UV, qui est beaucoup moins forte en milieu sauvage. En effet, la couleur claire des plages reflète fortement les rayons sur les yeux des animaux. De plus, lorsqu'ils sont dans l'eau (bassin peu profond), ils sont amenés à lever les yeux vers de soleil, ce qu'ils font rarement dans la nature. Chez les Pinnipèdes, l'âge (>15 ans) fait partie des facteurs de risque d'apparition de cataracte et d'instabilité du cristallin. La prévalence augmente avec l'âge et elle est de 58% chez les individus entre 11 et 15 ans [40,79].

Elle touche aussi les Oiseaux. C'est même la première cause de cécité chez les vieux Psittacidés [14,25]. Elle a notamment été mise en évidence chez plusieurs aras de plus de 35 ans [80].

Cette maladie se rencontre également chez les Reptiles et quelques cas ont été mis en évidence chez les Amphibiens [36,64,81].

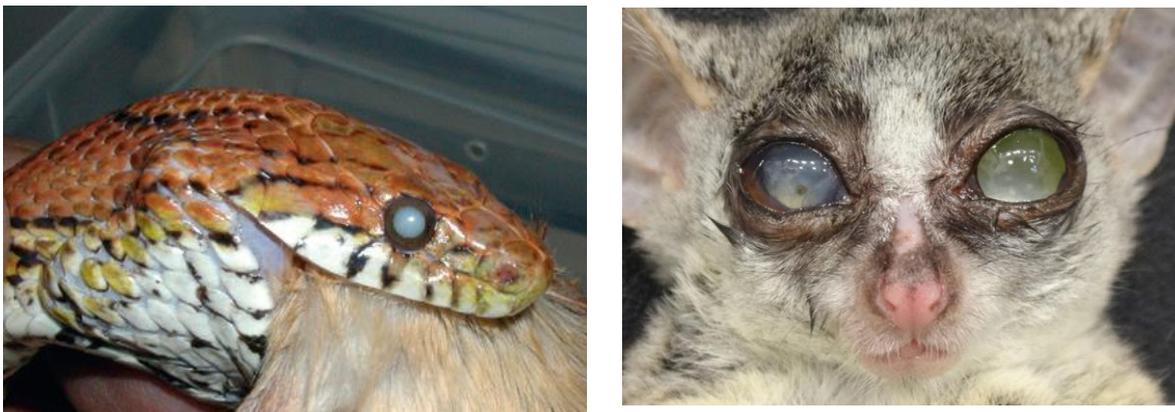


Figure 9 : A gauche, cataracte bilatérale chez un serpent des blés (*Pantherophis guttatus*) de 17 ans. D'après P. Raiti, 2019 [36].
A droite, cataracte chez un galago âgé [58]

Des anomalies rétiniennes peuvent s'observer chez les individus âgés, surtout à cause d'une hypertension (maladie cardiaque ou atteinte rénale sous-jacente) ou d'un diabète sucré. Par exemple, le cas d'un gorille de 34 ans présentant une cécité aigüe bilatérale a été décrit. Un détachement de la rétine et une hémorragie intraoculaire ont été diagnostiqués et mis en relation avec une hypertension [37]. Des herpétologistes ont mis en évidence une kératopathie lipidique, aussi appelée lipodose cornéenne, chez des individus âgés recevant une alimentation riche en graisses. Il s'agissait de dragon d'eau vert (*Physignathus cocincinus*), de basilic vert (*Basiliscus plumifrons*) et d'Anoures [36,64].

9. Déficits cognitifs

Les primates présentent des déficits cognitifs lorsqu'ils vieillissent. C'est la cognition sociale qui décline le plus mais des altérations de la mémoire et de l'apprentissage sont aussi notées. La maladie d'Alzheimer est une maladie neurodégénérative du tissu cérébral qui entraîne la perte progressive et irréversible des fonctions mentales. C'est la première cause de démence chez l'Homme, entraînant ainsi une dégradation de la mémoire, du raisonnement, du comportement et de

l'aptitude à réaliser les activités quotidiennes. C'est notamment pour cette raison que les déficits cognitifs sont très étudiés chez les primates, en particulier les grands singes (bonobos, chimpanzés, gorilles, orangs-outans). Chez diverses espèces de primates, des lésions similaires à celles observées chez les humains atteints de la maladie d'Alzheimer ont été observées : accumulation du peptide β -amyloïde qui provoque la formation des plaques amyloïdes (niveau extracellulaire) et accumulation de protéine Tau qui entraîne la formation de neurofibrilles (niveau intracellulaire). La présence de ces lésions n'est pas systématiquement corrélée à des déficits cognitifs. Des plaques séniles d'amyloïde ont également été observées chez les grands félins, les ours, les chameaux et les éléphants [82]. Les avis des scientifiques divergent : certains auteurs pensent que les primates, et même d'autres espèces, peuvent être atteints de la maladie d'Alzheimer alors que d'autres pensent que cette maladie est spécifique à l'Homme [37,83]. Les lésions et les troubles observés ne seraient en effet pas tout à fait identiques.

Des dysfonctionnements cognitifs et des changements de comportement sont très fréquemment observés chez les chats et chiens domestiques. Ils peuvent se manifester par de la désorientation spatiale et temporelle, de l'anxiété, une perturbation du cycle veille-sommeil, des modifications de l'activité et des interactions [1,4]. Ces anomalies et changements du comportement ont été observés chez des panthères des neiges (*Panthera uncia*) et des jaguars (*Panthera onca*) âgés. La leucoencéphalopathie est une maladie progressive avec dégénérescence et nécrose de la substance blanche du cortex qui affecte les guépards (*Acinonyx jubatus*) de plus de 10 ans.

Chez les rapaces, les capacités cognitives diminuent avec l'âge : modification du cycle sommeil/éveil, inattention pour l'environnement, baisse des interactions, diminution de la mémoire et un moins bon apprentissage. Des modifications chimiques et histologiques du système nerveux sont observées. L'hypoxie chronique due à l'athérosclérose amplifie le dysfonctionnement cognitif chez les individus âgés [39]. Même si des signes de démence ou de sénilité n'ont pas été mis en évidence par des études scientifiques chez les Psittacidés, nous pouvons supposer que les autres Oiseaux sont également concernés [25]. Chez les Reptiles, les Poissons et les Amphibiens, peu d'études ont été réalisées pour déterminer les modifications du système nerveux liées au vieillissement.

B. Les affections de l'appareil locomoteur

1. Arthrose

L'arthrose est une maladie dégénérative chronique des articulations synoviales. Elle est caractérisée par une dégénérescence du cartilage articulaire, des remaniements osseux (sclérose de l'os sous-chondral) avec atteinte des tissus péri-articulaires (i.e. inflammation de la membrane synoviale) ainsi que la formation d'ostéophytes et d'enthésophytes. Cette affection peut être liée à l'usure « normale » du cartilage avec l'âge (arthrose primaire) ou due à une pathologie articulaire sous-jacente, d'origine congénitale, traumatique, infectieuse, inflammatoire, nutritionnelle ou à médiation immune (arthrose secondaire). Ce n'est pas une maladie spécifique des animaux âgés mais son incidence est plus élevée chez eux. C'est même l'atteinte locomotrice la plus rencontrée chez ces animaux [84]. Elle se rencontre chez les Mammifères, les Reptiles et les Oiseaux. Lorsqu'elle devient symptomatique, elle entraîne des douleurs et une gêne mécanique à la locomotion. Cliniquement, elle peut se traduire par une boiterie, une raideur, des difficultés au lever ou au coucher de l'animal, une

réticence à effectuer certains mouvements (saut, escalade...) et une baisse d'activité. Les signes s'aggravent par temps froids. Un gonflement articulaire est parfois visible. Dans la plupart des espèces, il existe une relation proportionnelle entre le poids et son incidence [84].

Les primates, notamment ceux de grande taille, sont souvent atteints d'arthrose. Les principales localisations sont les genoux, les hanches, les coudes, les doigts et la colonne vertébrale. Cela entraîne une perte de mobilité qui est accentuée par l'excès d'embonpoint. Ces lésions ont été observées chez des orangs-outans, des chimpanzés et des gorilles d'âge avancé mais aussi des Prosimiens. La distribution de l'arthrose est différente chez les individus sauvages et en captivité. Le mode de déplacement des animaux et leur activité jouent alors un rôle prépondérant. Par exemple, la localisation principale est le coude en captivité alors qu'en milieu naturel, ce sont les genoux qui sont le plus touchés chez les primates de l'Ancien Monde. Pour les espèces du Nouveau Monde, ce sont les épaules qui sont les plus atteintes en captivité et les coudes et les genoux en milieu sauvage. L'arthrose entraîne une baisse d'activité, une boiterie, une augmentation du temps de repos-sommeil, moins d'escalade, des mouvements plus lents et de l'irritabilité [37,50,58].

L'arthrose est omniprésente chez les animaux gériatriques en captivité. Chez les Herbivores (Bovidés, Giraffidés, Hippopotamidés, Rhinocerotidés et Éléphantidés), les dégénérescences articulaires sont fréquentes et sont généralement un facteur déterminant dans la décision d'euthanasie pour les espèces de grand format [53]. Les signes cliniques peuvent parfois être subtiles [41]. De nombreux Carnivores (félins, panda géant, ours...) présentent des lésions d'arthrose et expriment des signes cliniques lorsqu'ils vieillissent [62]. La localisation dépend de l'espèce. Par exemple, elle se situe majoritairement au niveau de l'articulation coxofémorale, en région intervertébrale et lombosacrée chez l'élan (*Alces alces*). Chez le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), le genou est l'articulation la plus touchée. Les suidés souffrent d'arthrose plutôt au niveau des articulations distales. Cette maladie est très fréquemment diagnostiquée chez les grands félins et se localise principalement au niveau du coude et du genou. Les hanches et les tarses sont également touchés [44]. Il semble que 56% des Ursidés captifs présentent des signes cliniques à cause d'arthrose touchant les membres ou la colonne vertébrale [54,60,85]. Les animaux de plus petit format comme les loutres sont également atteints (squelette axial et appendiculaire). Les cétacés, malgré leur mode de vie aquatique, ne sont pas épargnés par l'arthrose et cela peut entraîner une réduction de la mobilité [40]. Les chauves-souris âgées présentent couramment des lésions au niveau de la hanche, le genou, les articulations interphalangiennes et métacarpophalangiennes.

Les Oiseaux âgés, de la plupart des taxons, sont fréquemment atteints d'arthrose en captivité. C'est une maladie plus rare chez les individus sauvages car ils ont une activité plus importante. L'arthrose se localise principalement au niveau du jarret (articulation tibiotarsienne/tarsométatarsienne), du grasset mais aussi au niveau de l'articulation coxo-fémorale. Chez les Oiseaux, notamment les Psittacidés et les Rapaces, il est fréquent d'observer une pododermatite associée. Le lien de causalité n'a pas encore été établi : la pododermatite est-elle la cause de l'arthrose ou le résultat de l'inactivité secondaire à cette dernière ? Les animaux peuvent alors présenter une boiterie, une dilatation articulaire, des mouvements incoordonnés, un port d'aile bas, une diminution d'activité et une inappétence [14,25,39,63].

Les Reptiles n'échappent pas à cette affection. En effet, les Squamates, notamment les iguanes verts (*Iguana iguana*), les dragons de Komodo (*Varanus komodoensis*) et les Ophidiens, souffrent fréquemment de spondylarthrose. Cela se traduit par une mobilité réduite, une scoliose, une cyphose et une paraparésie [36,64].

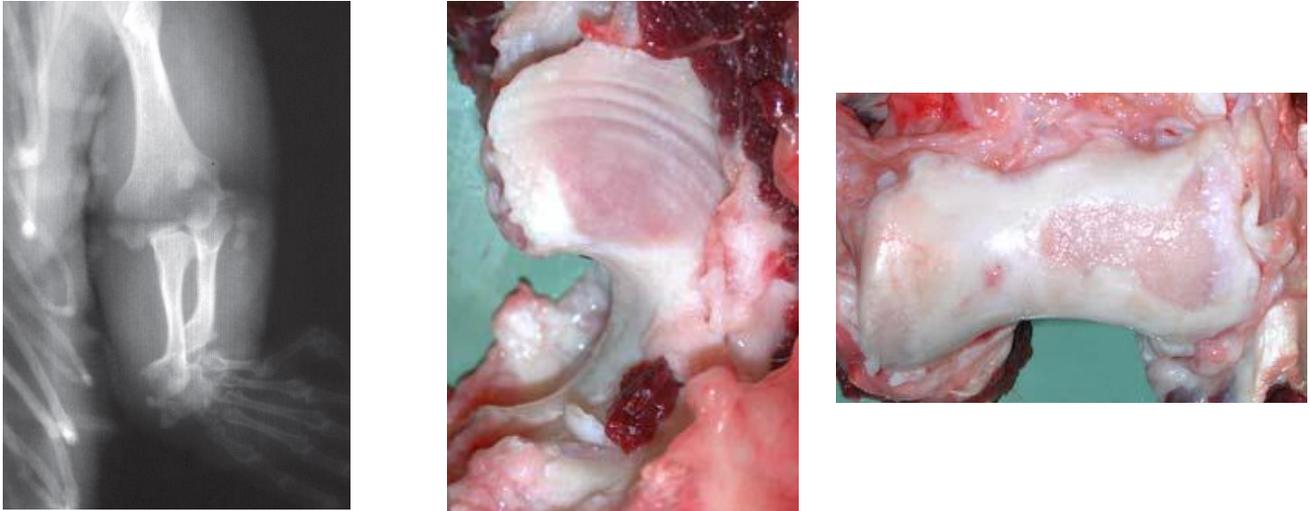


Figure 10 : A : Iguane vert de 22 ans, radiographie caudocrâniale du coude droit révélant une maladie dégénérative chronique articulaire. D'après Patnaik, 2019 [36].

B : Ours brun de 28 ans, nécropsie du coude 1) Arthrose avec perte du cartilage artulaire et présence d'une rainure sur la place sous chondrale du processus anconé 2) Arthrose avec une perte focale et extensive du cartilage artulaire de la face distale de l'humérus. D'après Föllmi, 2005 [57]

L'arthrose temporo-mandibulaire peut avoir un impact sur la prise alimentaire et la mastication à cause de la gêne qu'elle occasionne. Elle est peu décrite dans la littérature, par rapport à l'arthrose du squelette appendiculaire et du squelette axial. Même si elle semble moins fréquente, nous supposons que ces lésions sont sous-estimées. En effet, les signes cliniques peuvent être frustrés et donc ce type d'arthrose est difficile à identifier. De plus, les radiographies de cette région sont peu réalisées et les superpositions rendent l'interprétation difficile. Elle a par exemple été décrite chez des Pinnipèdes, des ours polaires, des loutres de mer (*Enhydra lutris*) [40].

2. Autres maladies

Comme chez les humains, l'ostéoporose serait une maladie fréquemment rencontrée chez les grands singes. Une diminution de la densité osseuse a en effet été mise en évidence sur des radiographies osseuses d'individus âgés. Ces altérations rendent l'os plus fragile et augmentent le risque de fracture. Des dégénérescences des disques intervertébraux sont aussi notées.

Les félins, grandes et petites espèces, présentent fréquemment des affections de la colonne vertébrale, notamment en région lombaire : une spondylose et une dégénérescence des disques intervertébraux (*Figure 11*). Les signes de la maladie se manifestent généralement à partir de 10-19 ans avec une baisse d'appétit, une moindre activité, une parésie intermittente et une ataxie. Cette maladie a été mise en évidence chez des lions, des tigres et des panthères [44,86]. Les pandas géants souffrent couramment de spondylose en région thoracolombaire. Elle conduit à une modification dans la position assise lorsque l'animal mange son bambou.

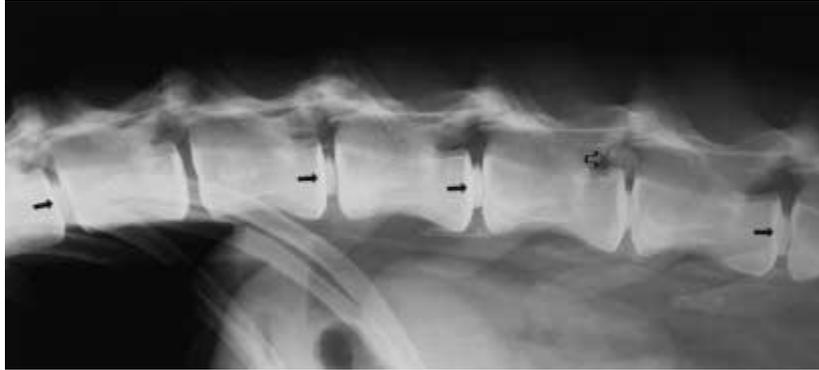


Figure 11 : Radiographie de profil de la colonne vertébrale d'un tigre de Sibérie de 16 ans présentant une faiblesse des postérieurs et une atrophie musculaire. Multiples minéralisations des disques intervertébraux en T12-13, L1-L2, L2-L3 et L4-L5 (flèches noires). Le disque minéralisé en L3-L4 fait protrusion dans le canal vertébral (flèche large) [86]

La goutte articulaire semble plus fréquente chez les vieux Psittacidés par rapport aux plus jeunes. C'est une maladie souvent aiguë et associée à une atteinte rénale sous-jacente. Elle est causée par une réduction de l'excrétion des urates ou par une augmentation de leur production. L'augmentation de la concentration d'acide urique plasmatique entraîne la formation de cristaux d'urate qui s'accumulent dans la capsule synoviale et les gaines tendineuses des articulations. Les signes cliniques sont un gonflement des pieds au niveau des articulations métatarsophalangiennes et interphalangiennes associé à des nodules blancs sous la peau. Les animaux présentent également des boiteries, une baisse d'activité, une réticence à marcher, à se percher et/ou à voler ainsi que de la douleur [14,25,63]. La goutte articulaire fait partie des maladies fréquemment rencontrées chez les Reptiles gériatriques [36].

L'ostéoporose est courante chez les Psittacidés âgés ayant reçu un régime alimentaire inadapté et un manque d'activité prolongé. Sa physiopathologie est liée à un apport important en phosphore associé à un déficit en calcium et en vitamine D3. Cette maladie se rencontre également fréquemment chez les femelles en reproduction active [14,25]. Les Callitrichidés peuvent présenter cette maladie en cas de déficit en calcium depuis une longue période.

C. Les néoplasies

1. Généralités

Une néoplasie ou tumeur, est une masse tissulaire néoformée, résultant d'un trouble irréversible de la multiplication et de la différenciation cellulaire, et qui a tendance à persister et à s'accroître constamment. Parmi les tumeurs, il est possible de distinguer : les tumeurs bénignes qui

se développent uniquement localement, généralement non récidivantes et de pronostic favorable après exérèse ; les tumeurs malignes (cancers) qui sont à l'origine de destruction locale et de métastases à distance. Le type de tumeur et leur localisation sont très dépendants de l'espèce. En parc zoologique, les tumeurs sont assez souvent diagnostiquées post-mortem.

L'âge est un facteur de risque important dans le développement des tumeurs à cause notamment de l'accumulation des dommages génétiques apparus au cours de la vie d'un animal, avec moins de réparation des lésions de l'ADN... Ainsi, l'incidence des tumeurs est plus élevée chez les individus âgés. Cela a été observé chez les Mammifères, les Oiseaux, les Reptiles, les Amphibiens et même les Poissons [87–91]. Une étude de Föllmi (2005) a montré qu'un animal avec des signes cliniques et dont l'âge est égal ou supérieur à 100% de l'espérance de vie de son espèce avait 33,3% de chance d'avoir une tumeur [54].

Des signes cliniques spécifiques dus au dysfonctionnement de l'organe atteint peuvent être observés mais c'est généralement l'amaigrissement qui est le signe d'appel. Il est très fréquent d'observer de l'apathie, des vomissements et ou de la fatigue [54]. D'autres signes cliniques généraux y sont souvent associés : une adénopathie, une hyperthermie sans présence d'infection concomitante et des saignements dus à l'action directe de la tumeur ou à son action sur la coagulation (épistaxis, hématomèse, méléna, hématurie) ainsi que des troubles digestifs. Il est également possible d'avoir des symptômes à cause de l'effet compressif de la masse. L'incidence des néoplasies pulmonaires, principalement les métastases, augmente chez les animaux âgés [92,93].

2. Exemples

Chez les primates, les tumeurs les plus souvent rencontrées sont localisées à l'intestin, le tégument, l'appareil reproducteur et le système hématopoïétique. La prévalence des cancers semble cependant plus faible chez les grands singes que chez les humains et les primates de l'Ancien Monde. Chez les Prosimiens, les tumeurs touchent principalement le foie mais peu l'appareil reproducteur contrairement à d'autres taxons. Chez les chimpanzés, il est par exemple très fréquent d'observer des fibromes ou des léiomyomes utérins chez les femelles non stérilisées. Les fibromes utérins sont des tumeurs bénignes qui entraînent peu de signes cliniques. Ils peuvent cependant entraîner une métrorragie, une incontinence urinaire et une occlusion intestinale [56]. Les néoplasies malignes de l'appareil reproducteur femelle sont plus fréquentes chez les gorilles. Les tumeurs lymphatiques sont plus fréquentes chez les orangs-outans et les gorilles que chez les chimpanzés. Les adénomes du système endocrinien (thyroïde, hypophyse, surrénales...) ont également été souvent rapportés [37,58].

Les tumeurs sont très fréquentes chez les félins gériatriques [44]. Chez les panthères de l'amour (*Panthera pardus orientalis*), c'est même la cause la plus fréquente de décès ou d'euthanasie avec la maladie rénale chronique [94]. Il apparaît d'après plusieurs études que les tumeurs de l'appareil reproducteur sont fréquemment observées chez les félins femelles. Les léiomyomes sont les plus fréquents et leur incidence augmente avec l'âge. Une contraception à l'acétate de mégestrol ne semble pas avoir d'impact sur son incidence. Ce traitement a cependant pour effet d'augmenter la fréquence des carcinomes utérins et des carcinomes-adénocarcinomes mammaires dans ces espèces. Ces tumeurs mammaires sont très agressives et métastasent rapidement aux nœuds lymphatiques drainants, aux poumons et au foie [95,96]. Le fibrosarcome est l'une des tumeurs malignes les plus

diagnostiquées. Les léiomyomes sont eux aussi courant chez les femelles âgées et peuvent prédisposer aux hydromètres et aux pyomètres. Des nombreuses autres tumeurs ont été mises en évidence comme des carcinomes biliaires, des adénocarcinomes thyroïdiens, des hémangiosarcomes (foie et rate), des lymphosarcomes, des carcinomes pancréatiques et des lymphomes spléniques. Le lion (*Panthera leo*) semble être particulièrement sensible aux lymphomes spléniques [97,98]. Les myéolipomes spléniques semblent fréquents chez les guépards. En cas d'hématurie, voire de dysurie, de strangurie ou de signes d'obstructions chez un chat pêcheur (*Prionailurus viverrinus*) âgé, il faut penser à un carcinome transitionnel vésical. L'espèce est en effet particulièrement touchée par cette tumeur et la moyenne d'âge au diagnostic est de 10 ans [99]. Les panthères nébuleuses (*Neofelis nebulosa*) sont souvent atteintes de phéochromocytomes tandis que chez les jaguars (*Panthera onca*), nous trouvons plus de carcinomes ovariens que dans les autres espèces [53].

Parmi les néoplasies identifiées chez les ours âgés, nous comptons, le carcinome rénal, l'adénocarcinome intestinal, les néoplasies hépatiques (carcinome et adénocarcinome hépatobiliaire, hépatome...) et l'adénocarcinome nasal [60]. Les tumeurs thyroïdiennes sont relativement courantes chez les ours polaires et peuvent se rencontrer chez les autres espèces d'ours. Comme chez les Ursidés, les tumeurs hépatiques sont courantes chez les fennecs (*Vulpes zerda*). Les tumeurs ont une prévalence particulièrement élevées chez les lycas gériatriques : tumeur des glandes apocriines sudoripares, tumeur mammaire, hémangiosarcome (surtout cardiaque), polypes endométriaux, adénocarcinome utérin, tumeur des cellules de la granulosa, tumeur utérine, cystédénome papillaire, adénome thyroïdien...[53,70,91].

Les femelles éléphants d'Asie et d'Afrique âgées de plus de 20 ans présentent souvent de léiomyomes utérins. Cette affection touche surtout les femelles nullipares, c'est-à-dire ayant eu plusieurs œstrus sans gestation. D'autres tumeurs ont également été rapportées [41]. Les autres Herbivores sont également touchés par les tumeurs, notamment lorsqu'ils vieillissent.

Une étude rétrospective des tumeurs chez le kangourou roux (*Macropus rufus*) rapporte que les tumeurs les plus fréquentes dans cette espèce sont le carcinome des cellules squameuses de la cavité orale et l'adénocarcinome des glandes mammaires. Les lymphosarcomes multicentriques des cellules T et les lipomes pyloriques sont également couramment observés [100].

Les carcinomes sont fréquents chez les Pinnipèdes âgés, surtout les carcinomes mammaires chez les otaries (Famille des Otariidés). Les otaries de Californie (*Zalophus californianus*) captives sont également couramment atteintes de lymphome et de carcinome laryngé des cellules squameuses, même si d'autres tumeurs sont rencontrées. Un hémangiosarcome de la rate a par exemple été diagnostiqué chez un individu de 30 ans. Les phoques (Famille des Phocidés) semblent moins sensibles aux néoplasies même si plusieurs cas ont été documentés : carcinomes des cellules squameuses de l'œsophage chez six phoques communs (*Phoca vitulina*) âgés, mélanome malin chez un phoque commun de 29 ans, léiomyomes utérins dont l'incidence atteint même 64% chez le phoque gris (*Halichoerus grypus grypus*) âgé. Chez des morses (*Odobenus rosmarus*) âgés, des tumeurs ont également été notées comme un carcinome des cellules basales de la peau et des néoplasies neuroendocrines [75]. De nombreux cas cliniques et des études prospectives ont mis en évidence des tumeurs chez des cétacés, sauvages et captifs. Les systèmes les plus atteints sont le tractus digestif, la peau (notamment chez le dauphin) et l'appareil reproducteur (surtout chez la baleine et le béluga, des espèces peu voire non présentes en parcs zoologiques) [40]. Chez les lamantins (*Trichechus spp.*),

peu de tumeurs autres que les papillomes bénins d'origine virale ont été rapportées : lymphome et tumeurs reproductrices (carcinome utérin, tumeur de la granulosa, léiomyome et tumeur des cellules interstitielles testiculaires).

Les néoplasies sont relativement rares chez certaines espèces comme le panda roux. Certains cas ont cependant été rapportés : tumeurs des cellules de la granulosa, hépatocarcinome, carcinome des cellules squameuses, carcinome thyroïdien, lymphome, leucémie myélogène, leucémie lymphoïde chronique [61].

De nombreuses tumeurs ont été diagnostiquées chez les Oiseaux, notamment ceux de compagnie. Elles sont plus fréquentes chez les individus âgés mais les localisations préférentielles et la prévalence dépendent de l'espèce. Les Psittaciformes sont souvent atteints alors que l'incidence est plus faible chez les Passeriformes. Chez les pélicans captifs (*Pelecanus spp.*), le carcinome des cellules squameuses et le chondrosarcome du bec semblent les plus fréquents. Chez les flamants (*Phoenicopterus spp.*) les tumeurs hépatocellulaires sont les plus souvent rapportées en captivité. Les tumeurs lymphoïdes multicentriques sont les néoplasies les plus décrites chez les autruches (*Struthio spp.*). Les xanthomes sont très fréquents chez les Psittacidés âgés (10 ans en moyenne) mais sont plus rares dans les autres familles. Ce ne sont pas de vraies tumeurs mais elles sont localement invasives. D'autres tumeurs sont fréquemment citées dans la littérature chez les Psittacidés : lipomes, lymphomes, fibrosarcomes (tissu sous-cutané de la face, dans la cavité orale, au niveau des os longs ou de la cavité abdominale), carcinomes et adénocarcinomes gastriques (jonction proventricule-ventricule), carcinomes des cellules squameuses (cavité orale, bec, œsophage, sinus infraorbitaire, partie distale des ailes, phalanges et glande uropygienne), lymphome, adénome pituitaire, sont fréquemment cités dans la littérature chez les Psittacidés, notamment le genre *Amazona* et chez les perruches. L'appareil reproducteur est assez souvent atteint par des tumeurs des cellules de la granulosa ou un adénocarcinome de l'oviducte [89]. Le carcinome des cellules squameuses du bec semble également relativement courant chez le calao bicorne (*Buceros bicornis*). D'après une étude rétrospective de cas réalisée par Forbes, les tumeurs les plus fréquemment rencontrées chez les rapaces sont les fibrosarcomes, les adénocarcinomes et les carcinomes des cellules squameuses. Une étude histologique portant sur les néoplasies des Galliformes du zoo de Taipei a quant à elle mis en évidence que la tumeur la plus fréquente dans cet ordre était le lymphosarcome [101]. Les mélanomes et les tumeurs primaires respiratoires sont quant à eux rares chez les Oiseaux [14,25,39,63].

Les tumeurs hématopoïétiques, surtout le lymphome, sont les plus fréquentes chez les Ophidiens. La cavité buccale est aussi couramment atteinte de carcinome des cellules squameuses. D'autres tumeurs comme le fibrosarcome, l'adénocarcinome intestinal, les tumeurs hépatobiliaires et l'adénocarcinome rénal sont également fréquemment rapportées. Chez les Chéloniens, la peau semble couramment atteinte mais de diverses tumeurs sont rapportées. Les néoplasies les plus communes chez les lézards se localisent au système hématopoïétique, au foie ou à la peau. Les tumeurs sont rarement observées chez les Crocodiliens. Chez les Reptiles, les symptômes apparaissent très lentement et les signes cliniques sont peu spécifiques. Comme dans la plupart des espèces, les tumeurs du tractus reproducteur femelle sont plus fréquentes que celles touchant les testicules [36,64,88].

Chez les Amphibiens, le tégument est l'organe le plus fréquemment touché, surtout par des papillomes épidermiques et des carcinomes des cellules squameuses. Des lymphomes sont également

souvent décrits. Les autres organes sont rarement atteints, mis à part le rein avec l'adénocarcinome rénal de Lucke chez la grenouille léopard (*Lithobates pipiens*) [87].

Plusieurs types de tumeurs ont été identifiés chez les Poissons mais leur incidence semble plus faible que chez les tétrapodes. Les élasmobranches sont quant à eux rarement atteints. Dans ces espèces aussi, le tégument est l'organe le plus touché par des tumeurs bénignes la plupart du temps : des papillomes. Des neurofibromes, des tumeurs des cellules pigmentées, des tumeurs hépatobiliaires et des fibromes sont aussi souvent décrits [102]. Les signes cliniques d'appel sont généralement une masse externe visible, une distension cœlomique ou une anomalie de la nage par compression de la vessie natatoire [87].

Pour conclure, l'arthrose est la maladie la plus fréquemment diagnostiquée chez les animaux sauvages captifs âgés dans de nombreuses espèces. D'autres maladies sont communes comme l'insuffisance rénale et l'insuffisance cardiaque. L'étude de Föllmi rapporte que tous les individus avec un âge égal ou supérieur à 100% de l'espérance de vie dans la nature sont atteints d'une de ces maladies [54]. Les néoplasies, les maladies bucco-dentaires et la cataracte pour ne citer qu'elles font aussi partie des pathologies fréquentes. L'obésité n'a pas été décrite dans cette partie. Elle peut cependant être considérée comme une maladie à cause de ses conséquences sur la santé de l'animal et son caractère inflammatoire. Elle est liée à un manque d'activité et une alimentation trop riche. C'est également un facteur prédisposant et aggravant de nombreuses maladies chez l'animal âgé comme le diabète et l'arthrose. Les animaux gériatriques présentent souvent plusieurs maladies concomitantes. Certains taxons semblent épargnés par certaines maladies. Les conditions de détention, l'alimentation et les maladies antérieures jouent un rôle dans l'apparition de ces maladies [52–54]. Un suivi régulier des animaux pourrait permettre de les détecter et un traitement palliatif pourrait être envisagé.

III) Le Bien-Etre animal

D'après le dictionnaire Larousse, le bien-être est un « état agréable résultant de la satisfaction des besoins du corps et du calme de l'esprit » [2]. Cette notion a pour objectif premier d'éviter aux animaux de souffrir mais elle demeure difficile à définir et relativement subjective. Depuis le XXème siècle, la préoccupation pour le bien-être animal ne cesse de prendre de l'ampleur. Il est devenu une attente importante de la société pour les animaux de production mais également pour les animaux des parcs zoologiques et des aquariums. Il est difficile d'en donner une définition claire et universelle. Objectivement, le bien-être est difficile à évaluer et reste assez anthropomorphique, surtout pour le grand public.

Les animaux sauvages captifs sont très dépendants de l'Homme pour l'environnement, la nourriture, la boisson et la création des groupes. Il est donc de la responsabilité des personnes en charge des animaux de veiller à leur bien-être.

A. Les notions liées au bien-être animal

1. *Five Freedoms et Five Provisions*

Les « cinq libertés » ou « five freedoms » en anglais sont des principes fondamentaux énoncés en 1992 pour définir le bien-être animal par le *Farm Animal Welfare Council* (FAWC, récemment renommé *Animal Welfare Committee*). Elles sont présentées dans la *Figure 12* [103]. Le Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) s'appuie sur les cinq libertés fondamentales pour définir le bien-être des animaux terrestres. Ce dernier désigne « l'état physique et mental d'un animal en relation avec les conditions dans lesquelles il vit et meurt » [104]. Ce modèle a cependant des limites. Tout d'abord, il est impossible que les animaux soient totalement « libres de » certains états ou expériences négatifs durant leur vie entière. La formule, « aussi libre que possible » serait alors plus appropriée. De plus, cet état n'est pas souhaitable car il ne permet pas aux animaux de mettre en œuvre des comportements d'évitement nécessaires à leur survie.

Le modèle des « cinq provisions » ou « five provisions » en anglais a pour vocation de compléter les « cinq libertés » dans le but de promouvoir le bien-être des animaux (FAWC 1993).

Ces concepts, initialement prévus pour les animaux de production, ont été généralisés à tous les animaux. La figure ci-dessous récapitule les cinq libertés et les provisions qui leur sont associées (*Figure*).

<i>Libertés</i>	<i>Provisions</i>
1. Absence de faim, de soif et de malnutrition	Accès à de l'eau fraîche et à une nourriture adéquate assurant la bonne santé et la vigueur des animaux
2. Absence de stress physique ou thermique	Environnement approprié comportant des abris et une aire de repos confortable.
3. Absence de douleur, de lésions et de maladie	Prévention ou diagnostic rapide et traitement.
4. Absence de peur ou de détresse	Conditions d'élevage et pratiques n'induisant pas de souffrances psychologiques
5. Possibilité pour l'animal d'exprimer les comportements normaux de son espèce	Espace suffisant, environnement approprié aux besoins des animaux, et contact avec d'autres congénères

Figure 12 : Tableau associant les cinq libertés et les cinq provisions

Les cinq libertés correspondent aux besoins essentiels des animaux, c'est-à-dire ceux qui permettent leur survie. Leur satisfaction ne correspond donc pas entièrement à un état de bien-être positif ou à l'épanouissement. Les « cinq libertés » et les « cinq provisions » qui leurs sont associées constitueraient alors un minimum à atteindre. Par ailleurs, ces notions ne font pas la

distinction entre les éléments physiques (i.e. la malnutrition, la maladie, les blessures...) et les éléments affectifs (i.e. la faim, la soif, la douleur, la peur...). Le modèle des « cinq domaines » prend en compte les sentiments de l'animal qui jouent un rôle important dans son bien-être [105,106].

2. Five Domains

Le modèle des cinq domaines a été mis au point par Mellor en 1994 et a beaucoup évolué depuis sa création. Il se base sur les cinq libertés mais ne se limite pas qu'à elles car ces dernières restent très restrictives. Ce modèle aide à la compréhension et l'évaluation du bien-être animal. Il prend en compte quatre domaines physiques/fonctionnels et développe l'état « mental » de l'animal. Les sentiments et sensations motivant les animaux à adopter des comportements considérés comme essentiels à leur survie sont généralement couverts par trois des domaines physiques/fonctionnels : la « nutrition », l'« environnement » et la « santé physique ». Le quatrième domaine dit du « comportement » fait référence à la perception qu'ont les animaux des conditions extérieures. La menace suscitant la peur, l'isolement conduisant à la solitude, la faible stimulation à l'ennui font partie des expériences négatives. Il existe également des expériences positives telles que la sécurité engendrant la confiance et le plaisir donnant lieu à un sentiment de récompense. Ces conditions donnent lieu à des expériences et des sentiments subjectifs, envisagés dans le cinquième domaine appelé « mental ». L'impact de toutes ces expériences est alors évalué comme représentant le statut de bien-être de l'animal. La *Figure 13* illustre le modèle des cinq domaines de Mellor et Beausoleil.

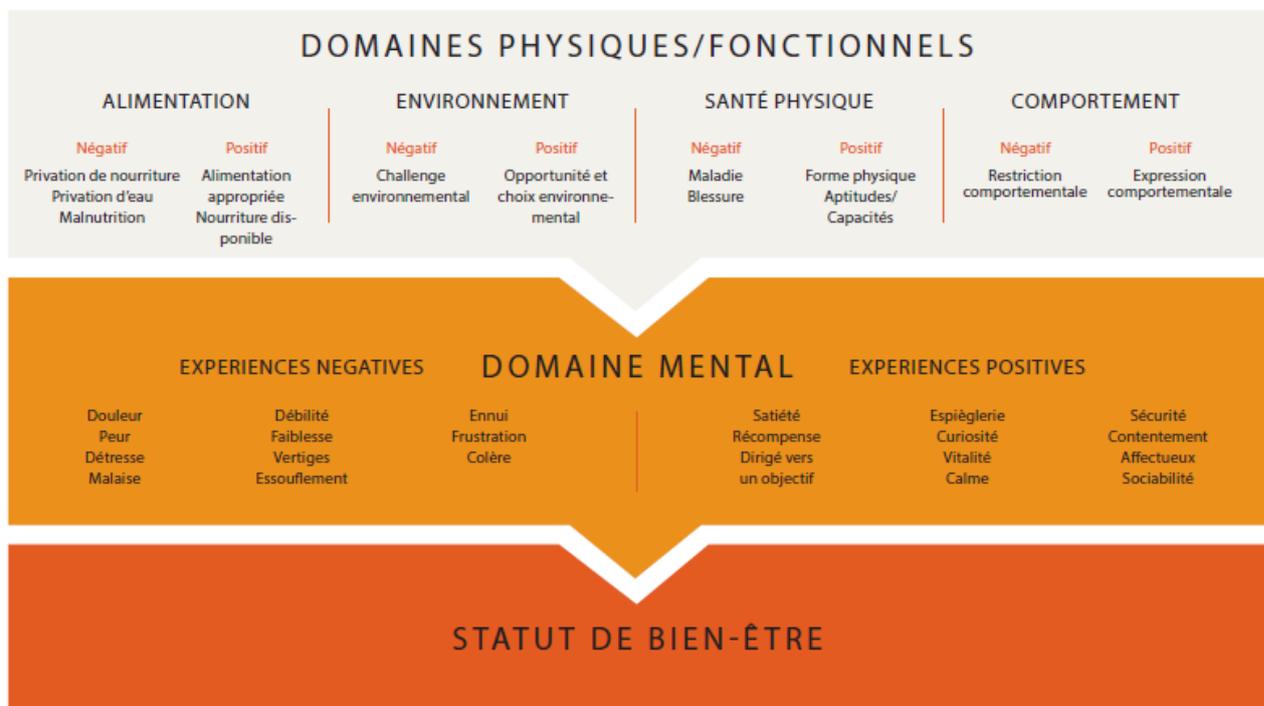


Figure 13: Modèle des cinq domaines de Mellor et Beausoleil 2015. D'après la WAZA [107]

Le modèle des cinq domaines fournit des exemples de conditions internes et externes donnant lieu à des expériences subjectives négatives (aversives) mais également des expériences positives (agréables). Il ne se concentre pas uniquement sur les expériences pouvant compromettre le bien-être mais également celles ayant un impact positif. En effet, il faut garder à l'esprit que l'absence de souffrance ne signifie pas que le bien-être soit satisfaisant. Cependant, ce modèle ne prend pas en

compte la composante temporelle du bien-être, ce qui a conduit à l'élaboration d'autres modèles [105–108].

3. *Quality of life et A Life worth living*

La notion de qualité de vie prend en compte le fait qu'un animal vit des expériences positives et négatives au cours de sa vie et correspond à la balance entre les deux. Le bien-être varie donc au cours du temps. « *A life worth living* » correspond au plaisir général à vivre, c'est-à-dire à « une vie qui vaut la peine d'être vécue » d'après le FAWC. Dans ce cas, la balance expériences négatives/positives est favorable [105].

Les sentiments, qu'ils soient désagréables ou plaisants, sont au cœur de la qualité de vie. Les sentiments désagréables peuvent avoir une origine physique, par exemple l'hypoxie, la soif, la faim, les nausées, le prurit, les températures extrêmes, la douleur, la toux, la constipation, les vertiges... Ils peuvent aussi avoir une origine émotionnelle comme la peur, l'anxiété, la solitude, le deuil, la frustration, l'ennui, l'anxiété de séparation, la dépression, la colère. Parmi les sources de plaisir pour l'animal, il y a : le jeu, les interactions sociales et la compagnie (pour les animaux sociaux), la stimulation mentale, la nourriture appétente, l'élevage de jeunes (principalement pour les mammifères femelles), l'activité sexuelle et le contrôle [109].

Il est essentiel de limiter les sensations désagréables qui contribuent proportionnellement plus à la qualité de vie que les sentiments plaisants mais il est également très important de promouvoir les expériences ayant un effet bénéfique sur le bien-être. Cela ne signifie pas qu'il faut éviter tout stress mais permettre un degré de stress que l'animal est capable de surmonter. En effet, lorsque l'animal peut répondre efficacement aux facteurs de stress, il en retire un sentiment de contrôle et de la satisfaction. L'animal ne peut vivre des expériences positives que lorsque ses besoins fondamentaux, c'est-à-dire liés à la survie, sont satisfaits. En effet, il ne cherchera pas à effectuer des activités « de luxe » tel que le jeu si son état de stress est trop important ou que sa santé est dégradée. De plus, l'environnement doit lui fournir des expériences et des choix gratifiants au fil du temps.

Ainsi, la qualité de vie d'un animal à un moment donné est située sur un continuum entre les extrêmes de très pauvres à très bons. A différents moments, son bien-être peut décliner ou s'améliorer. Pour atteindre un bon état de bien être, un individu a besoin d'une bonne santé mentale et physique, les deux étant interconnectés. Sa qualité de vie est satisfaisante lorsque la balance entre ses expériences positives et négatives est positive. Les objectifs de l'évaluation et de la gestion du bien-être sont de surveiller, détecter et corriger le mauvais état de santé quand il se produit, et de maintenir un bien-être et de préférence un très bon bien-être lorsque cela est possible [105,106,110].

B. Ses applications en parcs zoologiques

1. *Quelle est la place du bien-être animal en parcs zoologiques ?*

Le bien-être est à l'heure actuelle une des préoccupations majeures des parcs zoologiques modernes non seulement pour des questions d'éthique mais également en réponse à une demande sociétale [110–113].

i. Dans le monde

La *World Association of Zoos and Aquariums* (WAZA), l'organisation coordonnant la communauté mondiale des parcs zoologiques et des aquariums, s'engage durablement pour le bien-être animal. D'après le Code de l'éthique et du bien-être animal qu'elle a rédigé en 2003 et la Charte mondiale pour le bien-être animal en zoo et aquarium établie en 2015, la promotion du bien-être fait partie des missions de ses membres [114]. Les codes réglementés du bien-être doivent représenter un standard minimum à respecter et non un but ultime. L'objectif est en effet d'atteindre un haut niveau de bien-être. Cela implique également de fournir des environnements prenant en compte les besoins physiques et comportementaux des animaux, par exemple grâce à des enclos de taille suffisante, un abri, un apport de nourriture adapté etc. De la même façon, les zoos doivent prodiguer des soins vétérinaires aux animaux sous leur responsabilité. Les spectacles ne doivent pas compromettre le bien-être des animaux. Même dans le contexte de la conservation, le bien-être individuel ne doit pas être compromis. Lorsqu'un animal n'a pas une qualité de vie suffisante, il doit être euthanasié rapidement et sans souffrance. L'un des points importants est aussi l'acquisition et le partage des connaissances scientifiques dans ce domaine [107,111,113,115].

La WAZA recommande d'appliquer le modèle des cinq domaines. Les parcs zoologiques ne doivent pas uniquement satisfaire les besoins fondamentaux de survie (nourriture, logement, santé et sécurité) mais doivent aller plus loin. Ainsi, ils doivent diminuer les expériences négatives et promouvoir les expériences positives (confort, plaisir, intérêt et confiance) [111,114].

Il existe également des organisations régionales, comme l'EAZA (*European Association of Zoo and Aquaria*) et l'AZA (*American Zoos Association*), qui guident les parcs zoologiques pour maintenir le bien-être animal.

Au niveau interne, certains zoos américains, européens ou asiatiques, ont également créé des comités de bien-être animal. Ils sont composés de personnes internes et externes au parc, qui possèdent chacune des domaines de compétences différents. Ces comités ont pour but d'évaluer le bien-être des animaux présentés dans l'institution, d'effectuer des recherches scientifiques et de prodiguer des conseils dans ce domaine.

ii. En France

D'une manière générale, en France, les animaux sont qualifiés d'êtres doués de sensibilité depuis la modification du Code Civil en Février 2015, Art. 515-14 [116].

La détention d'animaux sauvages en captivité est aujourd'hui régie par le code de l'environnement, articles L. 413-1 à L. 413-5 et ses textes d'application. Parmi les objectifs de cette réglementation, l'un porte sur le bien-être animal. En effet, la réglementation doit s'assurer du bien-être des animaux dans les structures qui les accueillent et garantir des conditions d'hébergement de qualité adaptées aux caractéristiques biologiques des animaux et leur permettant de satisfaire leurs besoins physiologiques.

Le bien-être a donc une place cruciale dans les parcs zoologiques. En France, c'est une thématique qui gagne en importance et fait l'objet de nombreuses discussions au sein de l'AFVPZ (Association Francophone des Vétérinaires de Parcs Zoologiques). A l'heure actuelle, il n'y a pas encore de groupe de réflexion sur le bien-être animal et à notre connaissance, aucun établissement n'a constitué de comité interne de bien-être. Les parcs zoologiques français suivent les recommandations de l'EAZA et de la WAZA [111,115].

iii. Espèces concernées

La notion de bien-être animal a tout d'abord été définie pour les animaux de production. Elle a ensuite été appliquée aux animaux de laboratoire, aux animaux sauvages captifs, mais également aux animaux de compagnie.

Tous les animaux qui ont un cerveau ou des structures neuronales équivalentes semblent ressentir des émotions. Ils sont également capables de ressentir de la douleur. Le bien-être doit donc être une préoccupation pour toutes les espèces de Vertébrés. Les connaissances ne sont cependant pas au même niveau dans tous les taxons. En effet, de nombreuses recherches sur le bien-être ont été effectuées sur les Mammifères, notamment les primates et les éléphants. Peu d'entre elles portaient sur les Reptiles, les Amphibiens et les Poissons. Même si théoriquement le niveau d'exigence devrait être le même pour toutes les espèces et tous les individus, ce n'est pas le cas en pratique [104,117].

2. *Promouvoir le bien-être animal*

Pour garantir le bien-être d'un animal, il faut tout d'abord assurer son bien-être physique. Cela passe par exemple par ces principes de base :

- Nourriture et boisson de qualité et en quantité suffisante, adaptées aux besoins de l'espèce
- Absence de maladies (prophylaxie sanitaire et médicale, soins...)
- Environnement adapté à l'espèce dans sa conception (taille, mobilier, abris suffisants, interactions sociales...) mais également ses paramètres (température, humidité, vitesse de l'air, nature du sol, taux d'ammoniac, cycles nyctéméraux, luminosité ...)
- Absence de plaie ou de blessure pouvant induire un état de douleur chez l'animal.

L'évolution des concepts a entraîné une amélioration de la prise en charge du bien-être des animaux sauvages captifs.

i. Expériences négatives et expériences positives

Les facteurs de stress (stressors) peuvent être internes ou externes. Les influx sensoriels négatifs perturbent le fonctionnement interne de l'animal (i.e. dyspnée, faim, soif, douleur, nausée, vertiges, faiblesse, asthénie). L'environnement peut être une source de facteurs externes de stress. Les facteurs de stress sont des composants essentiels des mécanismes comportementaux permettant la survie. En effet, ils induisent un sentiment d'urgence chez l'animal ce qui le conduit à adopter un comportement adéquat. Ceux-ci comprennent la soif qui motive un animal à boire, la faim le motivant à manger (chasse et recherche de nourriture) et la douleur indiquant des choses à éviter. Une fois que le comportement a permis de répondre au problème, l'impact négatif diminue. Parfois, l'animal peut même ressentir de la satisfaction à court terme. Ainsi, les animaux sont programmés génétiquement à ressentir ces expériences négatives, sans lesquelles ils ne pourraient pas survivre. Ces expériences désagréables doivent rester dans des limites tolérables et doivent être surmontables par l'animal. L'augmentation de l'intensité des facteurs de stress ou leur persistance dans le temps entraîne différents états chez l'animal : inconfort, stress puis détresse. D'après de nombreux auteurs, le stress survient lorsque les stimuli internes ou externes dépassent les capacités adaptatives (physiologiques ou comportementales) d'un organisme. C'est donc une déviation de l'état stable où le corps fonctionne effectivement (homéostasie). Ce stress, par définition est alors du « mauvais stress ». Un animal soumis à un stress chronique pourra présenter un affaiblissement des défenses immunitaires [111].

Le mal-être peut être présent par exemple lorsque l'environnement est petit, confiné, menaçant ou stérile ou bien lorsque des animaux sociaux sont isolés. Il peut également être observé lorsque l'animal échoue à des challenges ou ne peut pas exercer des comportements naturels comme le vol ou la reproduction. Les sentiments qu'il éprouve dans ces conditions peuvent être de l'anxiété, de la peur, de la panique, de la frustration, de la colère, de l'impuissance, de la solitude, de l'ennui et de la dépression.

Comme nous l'avons vu précédemment, il est également important de promouvoir les expériences positives à travers des comportements stimulants : jeu, recherche de nourriture, exploration de l'environnement, nouveauté, relations sociales... Pour les animaux sauvages vivant en captivité, les outils mis en œuvre peuvent être inclus dans le terme « enrichissement ». Un enrichissement correspond à tous les moyens mis en place pour assurer un environnement approprié en stimulus, complexité et variabilité aux animaux captifs. Ils peuvent être mis en place pour toutes les espèces [113]. Ils ne se limitent pas à la distribution aléatoire d'aliment et prennent différentes formes : alimentaire, olfactif, auditif, structurel, cognitif, social... Un animal ressentira de la satisfaction s'il est confronté à des défis physiques ou cognitifs qu'il réussit à résoudre. En cas d'échec, il pourra cependant être frustré. L'animal doit également être capable d'avoir un contrôle sur son environnement et donc de faire des choix : choisir ce qu'il mange et quand, avec qui interagir, où il veut se reposer. Introduire une part d'imprédictibilité dans son quotidien a un impact positif sur le bien-être. Face à ces expériences positives, l'animal ressent du confort, du plaisir, de l'intérêt, de confiance et du contrôle.

Il ne faut pas négliger l'importance de la relation avec l'Homme. En effet, les soigneurs peuvent augmenter le bien-être animal à travers des interactions positives comme le nourrissage et

l'entraînement médical basé sur le renforcement positif. Les soigneurs ou les visiteurs peuvent également avoir un impact négatif sur le bien-être d'un animal présenté en zoo.

En conclusion, le bien-être est compromis si l'animal est incapable de donner une réponse biologique ou un comportement à une situation. Comme nous l'avons vu précédemment, quand les animaux subissent un niveau élevé d'inconfort, ils ne sont pas motivés à saisir les opportunités qui leur permettraient d'effectuer des comportements valorisants. Il est donc important de satisfaire les besoins fondamentaux des animaux et de limiter les expériences négatives afin de leur permettre de vivre des expériences positives pour leur bien-être. Les enrichissements ne doivent pas être mis en place uniquement lorsqu'un problème de bien-être est détecté [110,113].

ii. Bien-être des animaux malades

Les maladies et les blessures impactent la qualité de vie à cause de sentiments déplaisants qu'elles procurent (i.e. les nausées, la douleur, la fatigue, l'essoufflement, le prurit...) mais également car elles peuvent empêcher l'animal de s'alimenter et de boire correctement. Les besoins fondamentaux peuvent alors être fortement impactés négativement lors de maladie. Par ailleurs, elles peuvent empêcher l'animal de réaliser des expériences agréables. Parmi ces conditions, nous trouvons les paralysies, la cécité, l'insuffisance cardiaque congestive et la myélopathie dégénérative. Certaines maladies comme des petits lipomes ou une insuffisance cardiaque en début d'évolution n'impactent pas la qualité de vie [118].

Pour les animaux avec des problèmes de santé, le principal objectif est de restaurer leur qualité de vie en diminuant les sentiments désagréables liés à la maladie. Le vétérinaire peut utiliser des thérapeutiques adaptées à la maladie ou à défaut prescrire un traitement palliatif. Pour les animaux de compagnie, le contact avec l'humain (paroles, caresses) peut diminuer le sentiment de solitude, la peur et l'anxiété. Les traitements peuvent cependant avoir des effets négatifs sur la qualité de vie : la prise de médicaments par voie orale, la polyphagie et polydipsie secondaire à la prise de corticoïdes, la perte de vision en cas d'énucléation, l'aggravation d'une insuffisance rénale, le confinement en cas d'atteinte orthopédique etc... Certaines de ces expériences sont négatives à court terme mais ont pour objectif une amélioration à long terme du bien-être [118].

Dans le cas des animaux malades, il n'est pas facile de fixer la limite entre les expériences aversives à court terme et une éventuelle amélioration à long terme. L'euthanasie est à envisager lorsque les sensations désagréables surpassent les sensations agréables [113].

iii. Focus sur la douleur

La douleur est définie comme une « expérience sensorielle ou émotionnelle désagréable causée par une lésion tissulaire réelle ou potentielle » par l'*International Association for the Study of Pain*. Elle est à différencier de la nociception, c'est-à-dire le processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur suite à des stimulations nocives (Annexe 1) [49]. Contrairement à ce qui a longtemps été pensé, les Mammifères et les Oiseaux ne sont pas les seuls à être capables de ressentir de la douleur. En effet, la neuroanatomie (i.e. le système nerveux central et le système nerveux périphérique) est relativement semblable chez l'ensemble des Vertébrés. De nombreuses études démontrent que les Reptiles, les Amphibiens et les Poissons sont capables de

nociception et de ressentir la douleur, même si leur cortex est moins développé. En cas de doute, il faut considérer que ce qui engendre de la douleur chez un Mammifère, l'est aussi chez les autres taxons [49,119,120].

La douleur a un impact négatif sur le bien-être car elle entraîne une sensation désagréable, mais également car elle peut conduire à d'autres expériences négatives : la faim, la soif, les blessures suite à des conflits sociaux etc. Il ne faut pas non plus négliger ses conséquences émotionnelles immédiates ou à long terme. Il est donc indispensable de gérer la douleur pour le bien-être de l'animal grâce à la prévention et une prise en charge la plus précoce possible. Les vétérinaires et les soigneurs animaliers, doivent être à même de reconnaître les signes de douleur. La douleur aigüe est plus facile à identifier que la douleur chronique. Elle peut être évaluée à travers la température, le pouls et la respiration, mais ces paramètres sont souvent difficilement évaluables sur les animaux en parc zoologique. De plus, la majorité des animaux sauvages dissimulent les signes de douleur afin de se préserver. Dans la nature, cela permet par exemple aux animaux de ne pas être une cible pour les prédateurs, de conserver leur territoire et leur place dans la hiérarchie du groupe. Il faut donc se baser sur les changements minimes de leur comportement et leur apparence. Les signes de douleurs sont différents d'un taxon voire d'une espèce à l'autre. Il faut donc prendre en compte ces particularités. Son évaluation est d'autant plus difficile car le seuil de tolérance à la douleur et son expression varient d'un individu à l'autre. Il n'existe pas de grille de score de douleur comme pour les animaux domestiques. Ce n'est pas parce qu'un animal sauvage ne montre pas de signe de douleur que cette dernière n'est pas présente.

La douleur peut se traduire par un membre replié, une boiterie ou une position recroquevillée afin de soulager la zone douloureuse. De l'automutilation peut également être observée. L'animal peut s'isoler du groupe et/ou devenir plus agressif envers ses congénères et les soigneurs. Les animaux souffrant présentent généralement une baisse d'appétit et une apparence négligée. Un changement de la distance de fuite est un indicateur de la sévérité d'une blessure ou d'une maladie. Cela se traduit par une plus grande facilité à être approché ou attrapé par les soignants. Voici quelques signes observables pouvant témoigner de douleur et/ou de détresse dans certains taxons [49,121] :

- Les Mammifères sauvages présentent les mêmes signes que les animaux de compagnie, mais avec une expression plus subtile : tachypnée, bruxisme, tremblements, salivation, spasmes musculaires, changement de comportement, baisse de l'activité, altération du cycle éveil-sommeil, postures anormales, dysorexie... Un changement dans l'expression faciale peut être témoin de la douleur.
- Chez les primates non humains, un animal douloureux pourra être accroupi, recroquevillé sur lui-même et présenter un expression faciale triste ou exprimant la douleur. De plus, des bras autour du corps, des yeux vides et un dos vouté sont également des témoins de douleur. Son comportement pourra également changer : recherche de solitude, arrêt du toilettage, isolement de ses congénères. La diminution voire l'arrêt de la prise alimentaire et de boisson est un signe majeur de douleur. Lors de douleur abdominale intense, il est possible d'observer un grincement des dents, des tremblements et une agitation.
- Chez les Oiseaux, il est possible de noter un changement de tempérament (plus agressif ou passif), une agitation ou au contraire une léthargie. Un oiseau douloureux pourra également adopter une posture voussée ou refuser de tenir debout, de se percher ou de bouger.

- L'anorexie, la tachypnée, une boiterie, une réduction du lissage des plumes, voire du picage et des mâchonnements de la zone douloureuse sont également observés. Les vocalisations peuvent être présentes en cas de douleur aiguë.
- Les Reptiles souffrant de douleur aiguë exhiberont des contractions ou des tressautements musculaires, une respiration accélérée voire des mouvements aversifs. En cas de douleur chronique, nous noterons plutôt une anorexie, une léthargie et une perte de poids témoignant d'un mal-être. L'animal réagira plus fortement lors des manipulations. Un assombrissement de la couleur de sa peau, une boiterie et un comportement inhabituel peuvent être observés [122].
 - Il est difficile d'évaluer la douleur chez les Poissons et les Amphibiens. Même si aucun signe extérieur de douleur n'est visible, il faut considérer que ce qui fait souffrir les espèces des autres taxons le fait aussi pour les Poissons et les Amphibiens. Des signes de douleurs aiguës chez les Amphibiens peuvent être des mouvements musculaires, des yeux fermés, un changement de couleur, une respiration rapide et une immobilité. Une diminution de l'activité, une dysorexie, un changement de couleur, un comportement reclus, une posture anormale et une utilisation inhabituelle de l'espace sont également des signes de douleur. Chez les Poissons, nous observons une nage anormale, des sauts hors de l'eau, une augmentation des mouvements operculaires, un changement de couleur (pâle ou foncé) et ils se cachent. Dans ces deux taxons, une anorexie et une baisse d'activité peuvent être notées [121].

iv. Rôles du vétérinaire de parcs zoologiques

Le vétérinaire joue un rôle primordial dans le bien-être. Il est de sa responsabilité éthique de ne pas laisser souffrir un animal. D'après l'article R242-33 alinéa VIII du Code de Déontologie vétérinaire, le vétérinaire doit respecter les animaux. Ainsi, il veille au bien-être des animaux et s'abstient d'infliger toute souffrance à l'animal ou veille à atténuer toute douleur infligée lors du traitement. Ses décisions sont prises dans l'intérêt de l'animal ou de la recherche de la meilleure qualité de soins à apporter [123].

Tout d'abord, le vétérinaire est le garant du bien-être physique des animaux via le respect de leurs besoins physiologiques et leur bon état de santé : prise en charge de la douleur et traitement des maladies lorsque cela est possible. Il doit également s'assurer que l'alimentation et l'environnement proposés à l'animal correspondent à ceux de son espèce. Le vétérinaire doit mettre en œuvre des mesures favorisant les comportements désirables et limitant les comportements indésirables. Puis, il a un rôle de conseil et de formation des équipes de soigneurs. Il faut une bonne coopération entre l'équipe vétérinaire et l'équipe de soigneurs afin d'assurer un niveau de soin optimal aux animaux : détection des problèmes de santé mais aussi comportementaux. Il ne faut cependant pas oublier que les actes vétérinaires compromettent souvent le bien-être à court terme : contention, administration de traitements, examens invasifs...

Il est important d'évaluer le bien-être de l'animal afin de détecter les problèmes mais également d'apprécier l'efficacité des mesures mises en œuvre, comme les enrichissements.

3. L'évaluation du bien-être en parcs zoologiques

i. Principes

Lorsqu'il s'agit d'évaluer le bien-être d'un animal, il faut prendre en considération la perspective de plusieurs intervenants, notamment le vétérinaire et les soigneurs. L'un des principes fondamentaux de l'évaluation du bien-être est la nécessité de connaissances sur l'espèce mais aussi sur l'individu. Il faut s'appuyer sur l'*evidence-based medicine* et plus seulement sur le statu quo : ce qui a été mis en place et fonctionne est ce qui doit être fait. Cette approche va permettre d'avoir une évaluation plus précise du bien-être mais pas uniquement. En effet, elle permet de limiter les considérations anthropomorphiques, surtout pour le comportement.

Le bien-être est propre à chaque individu. Le poids de chaque expérience et ses réactions lui sont propres. Il est influencé par son espèce, sa génétique, son histoire et sa personnalité. Sa perception de l'environnement est différente lorsqu'il vieillit et ses réactions seront également différentes.

Il ne faut pas se focaliser sur un seul paramètre mais prendre en compte un ensemble d'indices témoignant de l'état de bien-être chez l'animal. Cette évaluation doit être répétable et répétée dans le temps. Auparavant, nous nous basions uniquement sur les ressources mises à disposition des animaux : nourriture, enrichissements, soins vétérinaires, abri et logement... Cette méthode est assez restrictive car elle correspond uniquement aux standards minimums et elle repose sur le postulat qu'à un environnement donné correspond une réponse prédictible de l'animal. De plus, elle ne tient pas compte du fait que la survie est différente de l'épanouissement. Actuellement, une approche centrée sur l'animal est utilisée : sa santé, son comportement et ses émotions. L'état mental d'un animal reste cependant compliqué à évaluer car il est très difficile de savoir ce que ressent réellement un animal et l'évaluation est très subjective. Même si les indicateurs basés sur l'animal sont les plus représentatifs, il faut aussi utiliser les indicateurs basés sur les ressources car ces deux méthodes sont complémentaires [110,111,115,124,125].

ii. Indicateurs physiologiques

Le bien-être peut être évalué à travers le fonctionnement des systèmes biologiques. Ainsi, une courte longévité, un manque de succès chez les reproducteurs adultes et une fréquence élevée de maladies (par exemple par déficience du système immunitaire) seraient les témoins d'une altération du bien-être. En revanche, un taux élevé de croissance et un développement correct chez les jeunes animaux reflèteraient un état de bien-être satisfaisant. Cette méthode part du principe que le bien-être psychologique découle du bien-être physique. Une limite de cette méthode serait de ne se préoccuper que de la santé physique des animaux et de délaisser ainsi l'aspect émotionnel du bien-être. En effet, il faut peu de temps à un animal pour ressentir une douleur et en souffrir alors qu'il en faut parfois davantage pour que sa santé soit affectée. Ces critères ne sont pas entièrement représentatifs du bien-être de l'animal. Par exemple, avoir une longue vie ne signifie pas avoir une belle vie [111,113,115,124,125].

iii. Indicateurs physiques et biologiques

L'apparence générale de l'animal peut être révélatrice d'un mauvais état de santé et donc d'une altération de son bien-être : une apparence non soignée, des blessures, une altération des mouvements et une faible note d'état corporel. La prise alimentaire, la prise de boisson et les comportements d'excrétions peuvent également être des indicateurs du bien-être animal. En cas de stress, il est possible de noter une augmentation de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire, de la température et/ou de la pression artérielle. La plupart de ces paramètres est cependant difficile à évaluer de façon non invasive et non stressante. En effet, toute capture peut induire du stress, et donc provoquer une augmentation de la fréquence cardiaque pouvant rendre difficile l'interprétation. De plus, elle induit elle-même une altération du bien-être, ce qui semble contre-productif. Grâce au développement des technologies, l'utilisation de méthodes télémétriques pourrait avoir un avenir dans ce domaine et être intéressantes [113,115,124,125].

La concentration de cortisol peut être utilisée comme indicateur de la fonction surrénalienne en réponse au stress. Le stress provoque l'activation d'un système mettant en jeu l'axe hypothalamo-hypophysaire-corticosurrénalien, ce qui conduit à l'augmentation des glucocorticoïdes dans le sang, l'urine, la salive et les fèces. Cette méthode a l'avantage d'être non invasive, sauf en cas de prélèvement sanguin. Son problème majeur est qu'elle est difficile à interpréter. En effet, outre le stress, la concentration des glucocorticoïdes varie avec d'autres nombreux facteurs : la saison, le moment de la journée, un repas, l'âge et le sexe, l'activité sexuelle etc. De plus, tous les facteurs de stress n'entraînent pas une augmentation [113,115,124,125].

iv. Comportement

L'observation du comportement pour l'évaluation du bien-être a l'avantage d'être non invasive, souvent non intrusive et peu coûteuse. Elle doit être réalisée par des personnes familières du comportement spécifique de l'espèce mais également celui de l'individu (son histoire et sa personnalité). Ainsi, elles pourront être capables de reconnaître des comportements anormaux et ceux témoignant d'un état de bien-être positif.

Une première approche consiste à comparer le comportement de l'animal à celui de ses homologues sauvages. Ainsi, la réalisation de comportements similaires à ceux observés dans la nature sera considérée comme témoin d'un bien-être positif. Cette méthode nécessite de bien connaître l'éthogramme de l'espèce, c'est-à-dire l'ensemble de ses comportements normaux, ce qui n'est pas toujours le cas. Une des limites principales correspond à la nature différente des comportements en captivité et en milieu naturel. En effet, il n'est pas envisageable de s'attendre à ce que les animaux captifs présentent l'éthogramme complet de l'espèce car ils vivent dans un environnement restreint et contrôlé. Il n'y a par exemple pas de comportement de chasseur ou de proie et au vu de la taille des enclos, la défense de territoire n'a pas la même importance. Il est plus pertinent de se focaliser sur certains comportements pertinents pour la problématique, c'est-à-dire le répertoire comportemental de l'animal [113,115,124–126].

La seconde approche porte sur l'observation de troubles du comportement. Ils correspondent à des comportements qui diffèrent dans leur expression, leur fréquence ou le contexte, de celui exprimé par la majorité des représentants de l'espèce et surtout des animaux vivant en milieu naturel. Les comportements anormaux qui nous intéressent ici ne sont pas liés à des troubles neurologiques

primaires mais se manifestent lorsque le bien-être de l'animal est compromis. Ils s'observent surtout lors d'inadéquation entre l'animal et son environnement (ennui, frustration, isolement, stress chronique...). La douleur est également susceptible de conduire à ces comportements. Ces comportements déviants, même s'ils sont surtout étudiés chez les Mammifères, ont aussi été mis en évidence chez les Oiseaux, les Reptiles et même quelques Poissons. Il en existe plusieurs types [113,115,124–126]:

- Les stéréotypies sont définies comme un comportement « répétitif, invariant et qui n'a aucun but ou fonction apparents » par Mason [127]. Elles correspondent à la réponse d'un animal à un stimulus anormal ou pour compenser un manque de stimulation. Ainsi, les stéréotypies sont observées lors d'altération du bien-être. Un exemple bien connu est le « pacing », souvent observé chez les Carnivores et l'enroulement de la langue chez les Girafidés. Néanmoins, il a été suggéré que la réalisation de ces comportements était nécessaire pour aider les animaux à gérer une situation inappropriée et entraînait la libération d'endorphines. Les stéréotypies peuvent également entraîner des blessures et une perte de poids à cause d'une activité incessante. Le lien entre stéréotypies et baisse du bien-être n'est donc pas totalement compris et leur observation ne doit pas être le seul critère comportemental indiquant du mal-être.
- Le comportement auto-redirigé est associé principalement à de la privation. L'auto-agrippement, l'auto-succion, le toilettage excessif et l'arrachement des plumes sont des comportements qui rentrent dans cette catégorie.
- Le comportement redirigé sur l'environnement : léchage de barreaux, toilettage excessif des congénères
- L'inactivité ou l'agressivité

Un observateur averti ne sera pas uniquement capable de détecter les comportements liés à un mal-être, mais également ceux relatifs à un état de bien-être positif. Ces derniers ne sont engagés que lorsque les besoins fondamentaux sont remplis car ils représentent un « luxe ». Le jeu, le comportement exploratoire (changement d'environnement, ou recherche active) et le comportement affiliatif apportent du plaisir et de la satisfaction. Un sommeil paisible et sans dérangement est également un facteur de bien-être positif. Le comportement d'anticipation (i.e. qui se produit en réponse à un signal signifiant l'arrivée d'une ressource), peut être indicateur de bien-être positif. En effet, il reflète l'appréciation d'une récompense et induit une activité dopaminergique. Néanmoins, ce comportement peut être extrême quand l'environnement est trop prévisible. L'animal passera alors une partie importante de sa journée à ça, au lieu de rechercher de nouvelles situations. Les vocalisations et le toilettage peuvent témoigner de bien-être positif ou négatif. L'interprétation des vocalisations reste délicate car les espèces animales présentent un grand répertoire vocal mais également car certains sons sont inaudibles par l'oreille humaine [111,113,115,126].

v. Tests de préférence et tests de motivation

Les tests de préférence sont des expériences au cours desquelles les animaux peuvent choisir parmi plusieurs ressources présentées simultanément. La probabilité de choisir une option ou l'autre des options est égale (distance, présentation...). Il ne faut faire varier qu'un paramètre à la fois et répéter l'expérience plusieurs fois afin d'être sûr que l'observation reflète bien les préférences de l'animal. Il semble que cela soit un moyen objectif de connaître les sentiments d'un animal et ses préférences concernant la nourriture, le substrat, une température, un lieu de couchage, un

enrichissement ou un partenaire social. L'animal a non seulement l'opportunité de faire des choix mais cela permet aussi aux équipes de lui fournir les ressources qu'il préfère.

Les tests de motivation vont plus loin. Ils cherchent à déterminer à quel point l'animal est motivé à choisir une option. En effet, il devra effectuer un effort (par exemple physique) afin d'atteindre une des ressources ou au contraire en éviter une autre.

Plusieurs limites sont cependant connues. En effet, certains animaux ont tendance à éviter les éléments nouveaux (néophobie) ou au contraire à les préférer, ce qui peut influencer ce test. Par ailleurs, les choix d'un animal sont propres à un individu, donc non généralisables à l'espèce, et dépendant de nombreux facteurs (moment de la journée, satiété...). De plus, les options proposées sont restreintes et ne reflètent pas toujours le choix optimal, mais plutôt un choix par défaut. Leurs choix ne correspondent pas forcément à ce qui est bénéfique pour eux à long terme [113,124,125].

vi. Grilles d'évaluation du bien-être

La WAZA recommande que le modèle des cinq domaines soit appliqué pour évaluer le bien-être des animaux en captivité. Pour une évaluation optimale, il faut ainsi prendre en compte plusieurs aspects qui ne sont pas indépendants les uns des autres : le comportement, l'état de santé et l'état affectif. Il ne faut pas rechercher uniquement les critères de détérioration du bien-être, mais également ceux témoignant de bien-être positif. Il est intéressant de faire un inventaire de l'environnement fourni. Afin de faire une appréciation quantitative plutôt que qualitative de la qualité de vie d'un animal, des grilles d'évaluation ont été développées. Parmi les exemples, se trouve la grille de zoo de Détroit qui prend en compte l'environnement fourni (habitat, complexité, enrichissement, choix) et les comportements observés [128]. Les grilles d'évaluation du bien-être (AWAG) utilisées initialement chez les primates en recherche sont adaptables aux animaux vivant en zoos (oiseaux, girafe, oryx et quelques grands félins). Elles prennent en compte la santé physique, le bien-être psychologique, le confort de l'environnement et les soins vétérinaires. L'estimation de la qualité de vie dépend des éléments qui ont un impact positif et ceux qui ont un impact négatif [129]. L'EAZA fournit des sources permettant aux parcs zoologiques de développer leurs propres outils. Ces évaluations ne sont pas spécifiques d'espèce [124,125].

Assurer un haut standard de bien-être pour les animaux en captivité est important pour des raisons législatives mais aussi éthiques. Il est donc du devoir des personnes en charge de ces animaux d'évaluer leur niveau de bien-être afin de mettre en œuvre des mesures correctives. Les méthodes les plus utilisées pour l'évaluation du bien-être sont les marqueurs biologiques, notamment le cortisol, des indicateurs physiques et l'observation du comportement qui prend en compte, entre autres, les interactions sociales, la résolution de problèmes, les comportements anormaux et l'incapacité à exprimer un comportement naturel. Néanmoins, il y a, à l'heure actuelle, peu d'éthologues dans les parcs zoologiques français. Les tests de préférence sont quant à eux moins utilisés. Des grilles d'évaluation du bien-être reprenant plusieurs de ces indicateurs pertinents pour l'individu peuvent être utilisées afin de détecter les anomalies et les améliorations à apporter [112].

IV) Les problèmes posés par la gériatrie en parc zoologique

A. Aspect médical

L'âge avancé n'est pas une maladie mais comme nous l'avons vu précédemment, les animaux âgés sont plus susceptibles d'être atteints d'insuffisances organiques, de tumeurs et d'arthrose. Ils sont également plus sensibles aux infections. Ces dernières peuvent compromettre la survie de l'animal car leur pronostic est souvent mauvais. La qualité des soins apportés aux animaux en captivité doit être similaire tout au long de la vie de l'animal mais le type de soins doit être ajusté. Les individus gériatriques doivent donc être suivis avec plus d'attention afin de garantir un état de santé correct. Cela nécessite des connaissances sur les maladies atteignant cette catégorie d'animaux mais également des observations minutieuses et des examens réguliers. L'objectif sera ainsi de détecter les maladies le plus précocement possible mais également de les traiter dans la mesure du possible. La gestion des animaux âgés reste très compliquée d'un point de vue éthique pour le vétérinaire : Dois-je traiter ? Est-ce de l'acharnement thérapeutique ? A l'inverse, il ne faut pas condamner trop rapidement un animal à cause de son âge avancé. Ces considérations ne sont pas uniquement liées à la prise en charge médicale et globale de l'animal. Elles sont fortement influencées par la notion de bien-être et de qualité de vie.

B. Liens avec le bien-être animal

Pour les animaux, comme pour l'Homme, une vie longue n'est pas synonyme de belle vie. En effet, rien ne garantit que l'existence des individus a été satisfaisante et reflétait un état de bien-être positif. De plus, à cette période de la vie, le bien-être risque d'être fortement altéré.

Les animaux malades vivent des expériences désagréables à cause de leur maladie comme nous l'avons vu précédemment. En effet, certaines affections couramment rencontrées engendrent des sensations désagréables d'origine physique comme la douleur, une faiblesse, des nausées d'origine digestive pure, rénale ou médicamenteuse, etc [111]. La douleur est généralement chronique, c'est-à-dire présente depuis plusieurs mois, comme c'est le cas avec l'arthrose, les autres inflammations chroniques et la douleur cancéreuse (envahissement des organes, compression ou envahissement des vaisseaux ou des nerfs). Elle est plus difficile à détecter et à traiter que les douleurs aiguës.

Ces conditions peuvent également détériorer le bien-être de l'animal s'il ne peut pas se déplacer ou se nourrir correctement secondairement à une atteinte dentaire ou de l'arthrose (mandibule ou appareil locomoteur). L'arthrose réduit leur mobilité ce qui entraîne une diminution de l'utilisation de l'espace et une moindre possibilité de choisir l'endroit où ils vont. Par ailleurs, les animaux malades ou simplement âgés vont être moins enclins à vivre des expériences positives comme le jeu ou l'exploration à cause de limitations physiques (douleur articulaire, faiblesse, cécité...). La diminution des capacités cognitives et sociales pourrait également entraîner des sentiments de frustration et de solitude. Les différents aspects du bien-être de l'animal sont donc impactés très négativement lorsqu'un animal vieillit et qu'il présente des pathologies liées à son âge [111].

Dans son approche de 24/7, Brando prend en considération le bien-être des animaux dans sa globalité, même en dehors des horaires d'ouverture du parc et de travail des employés (24h/24 et 7j/7). Elle tient aussi compte de l'âge de l'animal dans son évaluation du bien-être. En effet, les besoins des animaux diffèrent au cours de leur vie. Par exemple, pendant la phase de sénescence, il y a un déclin physique (mobilité réduite et douleur), un déclin cognitif, des modifications sociales et comportementales, et des besoins nutritifs différents [130]. Pour assurer le bien-être des animaux gériatriques, des adaptations doivent donc être mises en place et son évaluation doit prendre en compte ces différences.

Une planification à long terme doit garantir le bien-être et permettre de surveiller de manière appropriée les animaux tout au long de leur vie. Elle doit aussi prévoir des stratégies spécifiques pour les soins des vieux animaux. L'état de bien-être d'un animal âgé, s'il est compromis, devrait être régulièrement évalué afin de déterminer si l'euthanasie serait préférable à des soins vétérinaires continus. Cet aspect du bien-être est évoqué dans la charte mondiale pour le bien-être animal de la WAZA [107].

C. Fonctionnement de l'établissement

Les animaux gériatriques représentent une dépense importante pour les établissements. En effet, le coût du suivi médical de ces animaux est plus important car les soins médicaux augmentent généralement avec l'âge de l'animal : traitements mais aussi examens mis en œuvre (analyses, utilisation du matériel...). Les modifications de l'alimentation et de l'environnement représentent aussi une dépense supplémentaire.

Les soigneurs passent également plus de temps à s'occuper de ces animaux car ils nécessitent une attention particulière : nettoyage, nourrissage et administration de traitement. Les équipes vétérinaires consacrent elles aussi davantage de temps à ces animaux.

De plus, les animaux âgés peuvent être moins attractifs pour les visiteurs : ils sont moins « beaux » visuellement, dorment beaucoup plus et ne se reproduisent plus. Ils sont donc moins divertissants et attrayants pour le public. Les visiteurs apprécient généralement plus les animaux qui jouent et les bébés. L'augmentation du nombre d'animaux gériatriques présentés par les établissements est donc d'autant plus problématique.

D. Un vieil animal peut-il être considéré comme un surplus ?

Les surplus sont définis comme des animaux qui ne sont pas nécessaires dans un plan de conservation ou qui sont considérés comme en excès par une institution parce qu'il y a un manque de place ou qu'il ne sont pas désirés [131]. La source la plus connue est un trop grand nombre de naissances, par une reproduction incontrôlée ou de trop grandes portées par exemple. Ainsi, les capacités d'hébergement du parc sont dépassées. Les surplus peuvent également être des individus non reproducteurs (maladie ou arrêt voulu de la reproduction) ou post-reproducteurs. Les animaux gériatriques en phase post-reproductrice entrent dans cette catégorie. C'est aussi le cas des vieux animaux pour qui l'arrêt de la reproduction a été décidé à cause de la trop grande représentation de leur patrimoine génétique suite à de nombreuses années en tant que reproducteur [132,133].

La place étant limitée dans les parcs zoologiques, la présence de ces animaux peut poser un problème : ils occupent de l'espace pouvant être nécessaire à l'arrivée d'un nouvel individu. Ainsi, cela peut compromettre les programmes de conservation car il n'est alors pas possible d'utiliser cet espace pour des animaux génétiquement et démographiquement intéressants. L'entretien de ces animaux non désirés représente un coût pour l'établissement.

La question des surplus des animaux est très difficile à gérer de façon optimale et viable à long terme. Il existe plusieurs solutions pour les animaux âgés.

Il est possible de garder ces animaux dans des installations distinctes de l'exposition principale. Ils peuvent alors être ou non visibles par le public. La question de leur bien-être peut alors se poser. En effet, la vie dans un milieu non adapté, pauvre et sans congénère peut gravement altérer le bien-être d'un animal. Il est également possible de transférer ces animaux dans d'autres institutions agréées habituées à recevoir des animaux âgés mais dont les capacités d'accueil sont elles aussi limitées. Il est difficile de trouver des établissements capables et prêts à accueillir des animaux qui vont sûrement nécessiter des soins importants dans les années à venir. Ces alternatives à l'euthanasie de gestion, très controversée, semblent idéales mais ne sont pas souvent réalisables.

L'euthanasie de gestion, ou *culling* en anglais, consiste à euthanasier des animaux en bonne santé pour des raisons de gestion. Cette pratique est souvent très critiquée au sein de la communauté des parcs zoologiques, mais également par l'opinion publique. Euthanasier des animaux en bonne santé pour des raisons non médicales pose une question éthique et va à l'encontre des droits des animaux. L'un des principaux arguments en faveur de cette méthode est le bénéfice pour la conservation. En effet, cela va permettre de libérer de la place et ainsi permettre la reproduction des individus : « L'abattage d'un animal en surplus va permettre à un autre de vivre ». A l'échelle d'un programme de conservation, la vie d'un individu a moins de valeur que le maintien de la diversité génétique de la population entière. Par ailleurs, cette pratique serait bénéfique au bien-être des animaux « surplus » car cela les empêcherait de vivre dans des conditions non optimales lors de transfert dans des enclos ou des établissements non adaptés [131–133].

E. Animaux *off-exhibit* au public

Les animaux gériatriques, qu'ils soient malades ou non, peuvent présenter une apparence peu avenante pour les visiteurs. Les animaux peuvent être maigres voir cachectiques et décharnés. De plus, leur pelage ou leur plumage peut être terne, éparse et souillé. Des masses peuvent également être visibles sur leur corps et ils peuvent présenter des boiteries. Les visiteurs se sentent généralement mal à l'aise face à ce physique considéré comme maladif. S'ils n'ont pas connaissance de l'état de l'animal, ils l'interprètent souvent comme de la négligence voire de la maltraitance envers l'animal : il est considéré comme délaissé, mal entretenu et malheureux. Cela reflète parfois un état de bien-être compromis mais pas nécessairement. Les parcs zoologiques peuvent alors être rapidement critiqués par le grand public.

Afin d'éviter ce type de désagrément, les établissements peuvent retirer les animaux âgés de la présentation au public.

F. Animaux séparés du groupe et non présentés

Les vieux animaux en surplus ou ceux qui ne sont pas présentables au public peuvent être transférés dans des zones non visibles du public. Cette dernière mesure nécessite cependant la présence d'infrastructures adaptées pouvant accueillir les animaux. Idéalement, les établissements possèderaient plusieurs enclos situés dans les coulisses prêts à accueillir différents taxons. Ces enclos possèderaient un environnement adaptable et adapté à l'espèce. C'est cependant rarement le cas en raison du coût engendré pour la construction d'un tel espace, non utilisé pour d'autres animaux « présentables ». En conséquence, l'animal est confiné dans le bâtiment intérieur ou dans un petit enclos moins fourni que celui de présentation. C'est généralement le pré-parc ou un enclos « tampon » utilisé pour les quarantaines ou les animaux en transit. Ces espaces ne sont pas conçus de manière à correspondre aux besoins de l'espèce. En effet, ils ont pour vocation d'être utilisables pour une grande variété d'espèces au cours du temps. Le nombre d'infrastructures disponibles sur place est limité et limitant au vu du nombre croissant d'animaux âgés dans les parcs zoologiques. En outre, ces animaux auront moins d'interactions sociales avec l'Homme mais aussi avec leurs congénères du fait de leur isolement. Les individus d'espèces grégaires, comme par exemple le cobe de lechwe (*Kobus leche*), les équidés et les loups, ne vont pas supporter d'être isolés de leur groupe. Ces conditions de détention sub-optimales peuvent alors conduire à une baisse importante du bien-être de l'animal.

Que penser des refuges/maisons de retraite pour animaux âgés de zoos ? C'est une idée qui semble intéressante sur le papier mais qui n'est pas utilisable en routine. Plusieurs problèmes se posent : le nombre limité de places disponibles par rapport au nombre d'animaux âgés, l'inadaptation des enclos pour les animaux (taille, aménagement) et le problème de transfert des animaux. En effet, le transport ainsi que la découverte d'un nouvel enclos et d'un nouveau groupe représentent un stress important pour un animal âgé. Il est difficile pour ces animaux de se créer de nouveaux repères. De plus, la réalisation d'une anesthésie pour préparer le départ d'un animal n'est pas sans risque et le suivi de ces animaux représente un coût important. Il est donc plus réaliste d'envisager ces établissements comme lieux d'accueil pour les animaux de cirques et les animaux saisis pour mauvais traitements ou trafic. Par ailleurs, il en va de la responsabilité des parcs zoologiques de suivre les animaux et d'assurer leurs soins jusqu'à leur mort, pas uniquement lorsqu'ils sont jeunes ou adultes. Certains zoos étrangers ont donc décidé de créer des zones à l'intérieur du parc dédiées à l'accueil de ces animaux. Les animaux reçoivent tous les soins nécessaires par les équipes du parc, tout en étant dans un environnement plus calme et à l'écart du public. Avec cette solution, des problèmes de coût et de place vont tout de même probablement se poser.

PARTIE 2 : ETAT DES LIEUX SUR LA PRISE EN CHARGE DES ANIMAUX GERIATRIQUES DANS LES PARCS ZOOLOGIQUES FRANCOPHONES

Afin de faire le point sur la situation dans les parcs zoologiques francophones, nous avons mis au point une enquête pour les vétérinaires de zoos. Celle-ci sera présentée dans cette partie, accompagnée de ses résultats. Nous nous sommes aussi appuyés sur quelques cas cliniques partagés par les répondants pour étudier la prise en charge de certaines espèces.

I) Les objectifs de l'enquête

Nous avons décidé d'interroger les vétérinaires exerçant en parcs zoologiques à travers un questionnaire afin de faire un état des lieux de la gestion des animaux gériatriques dans les zoos de France et les autres pays francophones. Cette enquête permet d'analyser ce qui est réellement fait sur le terrain. En effet, les contraintes de l'exercice avec la faune sauvage captive ne permettent pas toujours de mettre en œuvre ce qu'il est théoriquement possible de faire. Nous pourrions ainsi apprécier ce qu'il est réaliste de mettre en place et ce qui n'est pas adaptable de la prise en charge des animaux domestiques.

L'objectif est de décrire la prise en charge dans sa totalité : de la description de l'animal gériatrique à l'examen nécropsique suivant son décès. Nous cherchons également à savoir si la prise en charge est similaire entre les établissements ou propre à chacun d'entre eux. De plus, les réponses des vétérinaires permettront d'enrichir les propositions de prise en charge présentées dans la partie 3.

II) L'élaboration et l'envoi du questionnaire

A. Plan du questionnaire

Le questionnaire est divisé en sept parties abordant des thèmes présentés dans un ordre chronologique : des changements observés chez l'animal âgé à son décès. Les réponses ne sont pas confidentielles mais le nom des zoos ayant répondu au questionnaire ne sera pas divulgué par souci d'anonymat.

Les différentes parties du questionnaire sont :

- La détection de l'animal gériatrique
- Les modifications zootechniques
- Le traitement médical
- L'euthanasie
- L'examen post-mortem
- Les références
- Votre opinion personnelle
- Partage d'un cas clinique

Les sujets traités se basent sur des recherches bibliographiques. Ces dernières concernent la gestion des animaux gériatriques en parc zoologique mais également les carnivores domestiques [4,54,134,135]. Le questionnaire envoyé aux vétérinaires est présenté en annexe (Annexe 2)

B. Association Francophone des Vétérinaires de Parcs Zoologiques

Cette association a été créée en 1995 et regroupait 237 membres français et francophones (Tunisie, Autriche, Suisse, ...) au 21/03/2019. Tous sont des vétérinaires travaillant ou ayant travaillé avec des animaux sauvages en captivité (vétérinaires salariés, praticiens libéraux travaillant avec un parc animalier, enseignants d'école vétérinaire...). L'association a pour vocation de permettre les échanges professionnels sur des données scientifiques, des cas cliniques, des fiches techniques sur la nutrition, des actes vétérinaires...[136]. C'est un échantillon représentatif des vétérinaires exerçant en parc zoologique. Il permet donc d'avoir une vision assez globale de la gestion médicale des animaux dans ces institutions et donc de la gestion des animaux gériatriques.

Le questionnaire a été diffusé par mail aux 237 membres de l'AFVPZ le 14 Mars 2019. Il est présenté sous la forme d'un formulaire à remplir sur un logiciel de traitement de texte classique de type Microsoft Word.

III) Résultats et interprétation

Le taux de réponse à notre enquête est de 6,33% (15/237). Nous allons donc faire une analyse descriptive des résultats. Seuls des vétérinaires travaillant exclusivement en parc zoologique ont répondu au questionnaire. Les vétérinaires pratiquant à la fois en clientèle et en zoo ainsi que les vétérinaires « itinérants » n'ont pas donné leur opinion.

A. Résultats du questionnaire

1. *Détection de l'animal gériatrique*

La première partie s'intéresse à la détection de l'animal gériatrique. Tout d'abord, nous avons cherché à savoir si la définition d'un animal gériatrique était la même pour la plupart des vétérinaires. La question consistait à classer quatre des cinq critères proposés en fonction de leur utilisation pour définir un animal gériatrique. Nous n'avons reçu que quatorze réponses à cette question, dont seulement dix sont exploitables jusqu'au 4^{ème} rang. En effet, pour les autres, le même chiffre a été utilisé pour plusieurs propositions, ce qui rend l'analyse difficile. Nous allons donc nous limiter à l'exploitation de ces résultats.

- Le principal critère utilisé pour considérer qu'un animal est gériatrique est le seuil de 75% de l'espérance de vie en captivité (6/10 en première position, 1/10 en deuxième position et 2/10 en quatrième position).

- Le deuxième critère utilisé sont les modifications physiques, c'est-à-dire visibles extérieurement sur l'animal (3/10 en première position, 5/10 en deuxième position, 1/10 en troisième position et 1/10 en quatrième position).
- Les modifications du comportement sont également des indicateurs importants (1/10 en première position, 4/10 en deuxième position, 5/10 en troisième position et 0/10 en quatrième position).
- Le seuil des 75% de l'espérance de vie en milieu sauvage et les modifications biologiques sont très peu utilisés. Ce sont plutôt des critères accessoires (respectivement 1/10 et 3/10 en troisième position puis 2/10 et 5/10 en quatrième position).
- Pour un des établissements, trois critères entrent en jeu avec autant d'importance : les modifications du comportement, les modifications physiques et lorsque l'animal atteint 75% de l'espérance de vie d'un individu en captivité.

Puis, nous nous sommes intéressés au dépistage des maladies liées à l'âge. Ces bilans sont communément proposés en médecine des carnivores domestiques et des équidés, mais également en médecine humaine. Les résultats montrent que treize des vétérinaires interrogés (13/15) réalisent un dépistage des maladies pouvant être liées à la gériatrie si aucune anesthésie générale n'est nécessaire. Ils sont huit (8/13) à l'effectuer même si une anesthésie générale est nécessaire. Un seul vétérinaire n'effectue aucun bilan gériatrique et un autre réalise un bilan gériatrique uniquement sous anesthésie générale. Ces examens sont effectués selon les signes cliniques par tous les vétérinaires et seulement trois réalisent un bilan gériatrique en routine (3/15). Les examens complémentaires réalisés sont :

- L'analyse sanguine biochimique et hématologique (14/15).
- La radiographie (10/15)
- L'échographie (10/15)
- L'échocardiographie (5/15)
- L'endoscopie, l'analyse d'urine, le scanner, des coproscopies plus régulières et une évaluation comportementale ont été évoqués

Nous avons également voulu savoir si les établissements accordaient plus d'attention à certains individus lorsqu'ils vieillissent. Ils sont dix (10/15) à estimer que c'est le cas. La liste proposée n'est pas exhaustive mais elle tente de mettre en avant plusieurs types de raisons et les différents taxons d'animaux rencontrés en zoo.

- Les raisons qui expliquent la différence de prise en charge sont : les connaissances sur les processus pathologiques dans cette espèce (9/10), l'importance de l'animal pour le parc, c'est-à-dire s'il est utilisé comme emblème ou pour la publicité (5/10), l'importance de son patrimoine génétique pour la conservation (5/10) et son attractivité auprès du public (3/10). Le statut UICN de l'animal est également un critère pris en compte (2/10). L'utilisation ou non d'un animal pour les spectacles n'est prise en considération que par peu de parcs zoologiques (1/10).
- Les individus sont considérés différemment en fonction de la catégorie d'animaux à laquelle ils appartiennent. Nous avons pris en compte le fait que la catégorie citée peut ne pas être présente dans la structure. Il ressort de cette étude que toutes les personnes interrogées accordent plus d'attention aux Mammifères marins et aux Carnivores. Plusieurs d'entre elles

portent plus d'attention aux grands Herbivores (6/7), aux grands singes, c'est-à-dire les bonobos, les chimpanzés, les gorilles et les orangs-outangs, (2/3) mais également aux autres primates (6/9). En ce qui concerne les Oiseaux, quatre vétérinaires (4/10) estiment qu'ils accordent plus d'attention à ces animaux alors que pour les Reptiles, il n'y a qu'un seul vétérinaire (1/6). Aucun vétérinaire n'accorde une importance particulière aux Poissons et aux Amphibiens présents dans sa collection (respectivement 0/4 et 0/3).

Finalement, il nous a semblé important de déterminer les signes cliniques observés le plus fréquemment chez les animaux vieillissants grâce à un classement. La question consistait à classer quinze signes cliniques de 1 à 10 en fonction de leur fréquence d'observation chez les animaux âgés. Seules huit réponses sont exploitables en totalité. En effet quatre personnes interrogées n'ont pas suivi la numérotation jusqu'à 10 et les autres ont utilisé le même chiffre pour plusieurs propositions. Le graphique ci-dessous récapitule les signes cliniques observés en fonction de leur fréquence, nommé ici rang (*Figure 15* : Histogramme représentant les signes cliniques observés chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (5 rangs), d'après les réponses de l'enquête⁴).

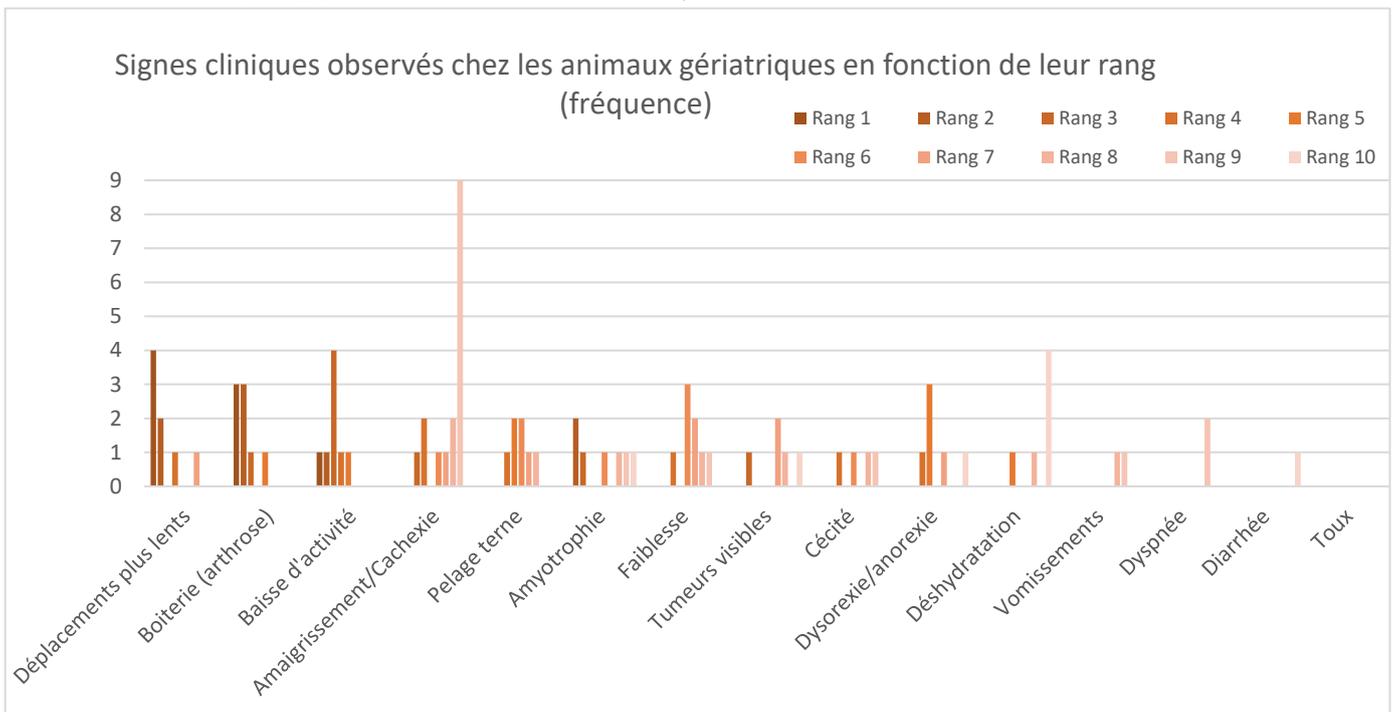


Figure 14 : Histogramme représentant les signes cliniques observés chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (10 rangs), d'après les réponses de l'enquête

Nous avons décidé de limiter le classement au cinquième rang afin d'avoir deux réponses supplémentaires, soit douze au total, et de clarifier l'exploitation des résultats. Les tendances sont les mêmes que celles du classement précédent. Le nouvel histogramme est présenté ci-dessous (*Figure 15* : Histogramme représentant les signes cliniques observés chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (5 rangs), d'après les réponses de l'enquête).

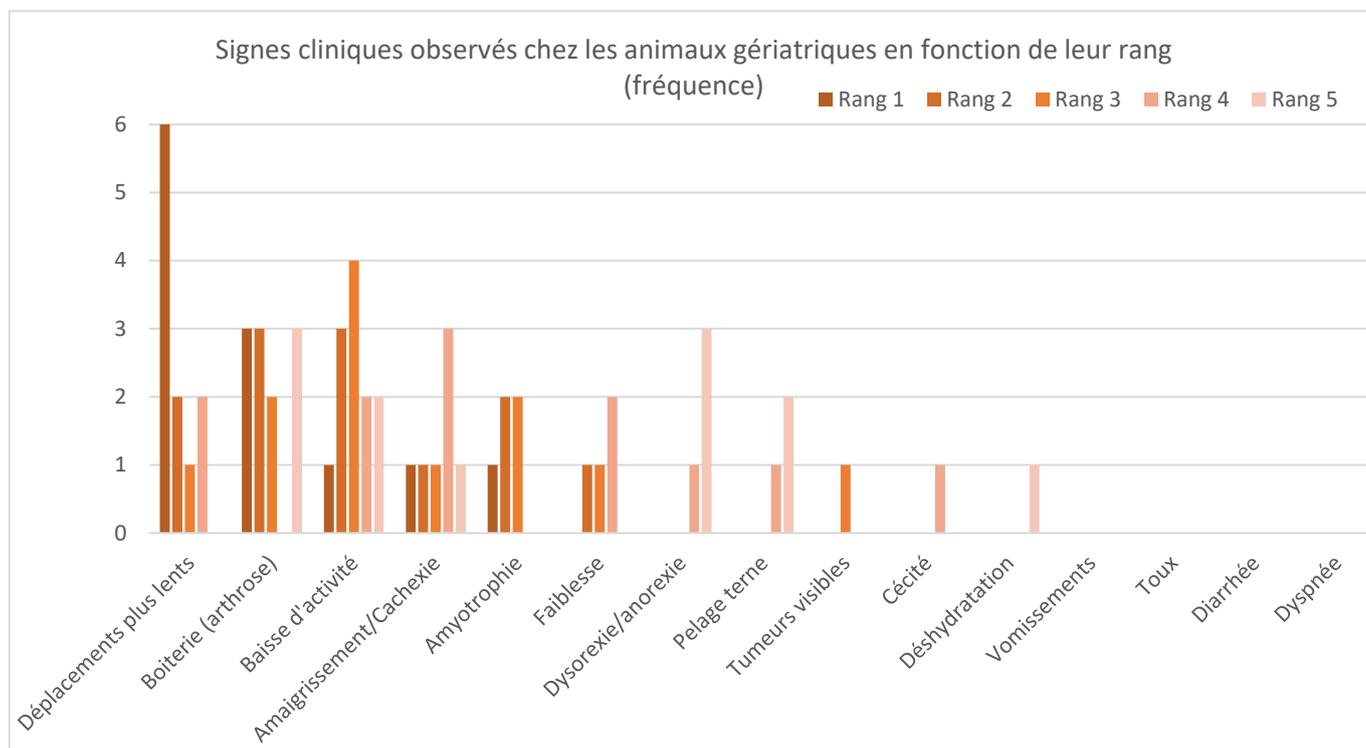


Figure 15 : Histogramme représentant les signes cliniques observés chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (5 rangs), d'après les réponses de l'enquête

Il en ressort que les signes cliniques les plus fréquemment observés sont :

- Des déplacements plus lents (6 au 1^{er} rang et 2 au 2^{ème} rang/10)
- Des boiteries secondaires à l'arthrose (3 au 1^{er} rang et 2 au 3^{ème} rang/10)
- Une baisse d'activité (1 au 1^{er} rang et 3 au 2^{ème} rang/10)
- Un amaigrissement/une cachexie (1 au 1^{er} rang et 1 au 2^{ème} rang/10)
- Une amyotrophie (1 au 1^{er} rang et 2 au 2^{ème} rang/10)

2. Modifications zootechniques

La deuxième partie traite des modifications zootechniques que les institutions peuvent être amenées à mettre en place afin d'améliorer le confort et le quotidien d'un animal gériatrique. Nous voulons déterminer à quelle fréquence ces changements sont réalisés. Cette dernière est très variable selon les parcs. Les modifications zootechniques sont réalisées fréquemment dans six des institutions (6/15), peu fréquemment dans cinq d'entre elles (5/15) et rarement dans trois d'entre elles (3/15). Elles ne sont jamais réalisées très fréquemment (0/15) et seulement un vétérinaire (1/15) estime toujours modifier l'environnement d'un animal gériatrique. Aucun vétérinaire n'estime ne jamais mettre en place d'aménagement (0/15).

Tout d'abord, l'équipe animalière peut être amenée à isoler l'animal du reste du groupe pour sa tranquillité. L'isolement peut alors être temporaire (11/15) ou permanent (6/15). Un animal peut également être isolé du reste du groupe parce qu'il reçoit des soins fréquents de façon temporaire (8/15) ou permanente (4/15). Cinq parcs zoologiques ont même déjà créé un nouveau groupe pour l'animal gériatrique (5/15). Les animaux âgés peuvent également être retirés de l'exposition au public pour diverses raisons. C'est le cas pour quatre institutions. Les animaux âgés présentés en spectacle

peuvent passer du groupe de présentation à un groupe seulement d'exposition (1/15). Deux établissements n'effectuent aucune des modifications d'interactions proposées.

Considérons les aménagements de l'environnement qui peuvent être mis en place, notamment pour faciliter l'accès à l'espace et de simplifier leur évolution dans l'enclos. Par exemple, les enrichissements fixes tels que les agrès et les rochers peuvent être changés (10/15), les marches peuvent être rendues plus accessibles ou supprimées (6/15) et le terrain peut être rendu plus praticable (5/15). De plus, les équipes peuvent faciliter l'accès à l'eau de boisson et à la nourriture (12/14), mais également au bassin (6/14). D'autres modifications ont pour objectif d'augmenter le confort du couchage (13/15). Par exemple, un vétérinaire a cité des tapis/matelas en caoutchouc faits sur mesure et des tablettes adaptées. Il est aussi possible d'ajouter un abri à l'extérieur (9/15) et moduler la température à laquelle est soumis l'animal (8/15). Les équipes peuvent également ajouter des aires de refuge permettant l'isolement par rapport aux congénères (4/15). Il peut aussi chercher à s'isoler du public (4/15). Certains établissements ont déjà diminué la taille de la zone extérieure (4/15) ou intérieure (3/15). Cependant, l'augmentation de la taille du parc extérieur et de la loge n'a jamais été réalisée. Tous les parcs zoologiques ont déjà réalisé au moins un de ces aménagements. En moyenne, plus de cinq des aménagements cités dans le questionnaire (de 1 à 10/14) sont mis en place.

Les gestes quotidiens et le fonctionnement du soigneur peuvent être modifiés lorsqu'il travaille avec un animal âgé. Un des vétérinaires n'a pas répondu à cette question. L'adaptation qui a été la plus mise en avant est l'accès au bâtiment intérieur pendant la journée (13/14). L'accès à l'enclos extérieur pendant la nuit est lui un peu moins employé (9/14). De nombreux zoos changent la ration (12/14) et/ou distribuent la nourriture à l'écart des congénères. Le changement de ration comprend sa composition et sa présentation. Comme l'a évoqué un vétérinaire, la nourriture peut être cuite pour un animal ayant les dents abîmées. Les enrichissements doivent être conservés mais peuvent être rendus plus accessibles pour l'animal âgé (11/14). Dix institutions (10/14) conservent le rituel quotidien afin de fournir un cadre rassurant à l'animal et ne pas le perturber. Ils sont seulement la moitié (6/12) à estimer que l'entraînement médical est adapté pour un animal âgé. D'autres changements ont également été cités, comme l'adaptation des heures et des fréquences de nourrissage et le nettoyage aux besoins de l'animal. En moyenne, les parcs réalisent plus de cinq des aménagements cités (de 3 à 6/6).

Pour finir, les vétérinaires estiment qu'ils ont tous déjà effectué des modifications zootechniques pour les animaux âgés. Ils sont quatre (4/15) à ne pas pouvoir évaluer la proportion de cas pour lesquels les adaptations mises en place ont rempli leurs objectifs. Cinq vétérinaires (5/15) estiment que celles-ci ont été efficaces à 61-80% et quatre (4/15) pensent que cela est plutôt dans 41-60% des cas. Seulement deux d'entre eux (2/15) pensent que ces adaptations ont rempli leurs objectifs dans 81-100% des cas. Aucun ne pense que celles-ci ont été peu utiles voire inutiles (de 0 à 40%).

3. Traitement médical

Dans cette partie, nous nous sommes concentrés sur les traitements médicaux mis en place chez l'animal âgé. Lorsque que nous interrogeons les vétérinaires, tous affirment que le principal objectif des traitements médicaux mis en place chez un animal gériatrique est d'améliorer son confort. Un seul d'entre eux estime qu'allonger la durée de vie de l'animal est aussi importante qu'améliorer son confort.

Un traitement analgésique est mis systématiquement en place chez les animaux présentant des signes d'arthrose par six des vétérinaires (6/15). Nous avons donc demandé aux vétérinaires s'ils réalisaient un bilan biochimique rénal avant sa mise en place. Ils sont cinq (5/15) à l'effectuer si la prise de sang est possible sans anesthésie ou sédation et quatre (4/15) seulement pour des pathologies nécessitant un traitement long (i.e. supérieur à une semaine). Deux des vétérinaires (2/15) effectuent un bilan rénal systématiquement, même si une anesthésie ou une sédation est nécessaire. Trois autres (3/15) effectuent parfois ce bilan : cela dépend des cas et si une prise de sang a été réalisée sous anesthésie lors de l'examen général ayant motivé la mise en place du traitement. Le troisième effectue ce bilan quasi-systématiquement sauf si le risque anesthésique présente une balance défavorable. Cela a par exemple été le cas chez une girafe et une vieille lionne qui n'avaient jamais été anesthésiées. Une seule institution n'effectue aucun bilan biochimique rénal (1/15).

Il arrive que les vétérinaires doivent renoncer à traiter un animal alors que le cas aurait théoriquement pu être géré médicalement. Sept vétérinaires (7/15) estiment qu'ils y ont déjà été confrontés et cela représente 30% des cas. Les trois nombres obtenus à cette question sont très disparates : 70%, 20% deux fois et 10%. Le coût du traitement n'a jamais été la cause du renoncement au traitement. Les raisons peuvent être son inappétence (3/7), l'impossibilité d'isoler l'animal (2/7) et le fait que l'animal soit anorexique (2/7). Dans plus de la moitié des cas (5/7) ce sont d'autres raisons qui sont mises en avant. Les vétérinaires se posent en effet la question de la balance bénéfice/risque de la mise en place d'un traitement. En effet, un fléchage quotidien (évoqué trois fois) est une procédure très lourde qui peut être traumatisante pour l'animal. De plus, les effets secondaires des traitements peuvent être importants. Par exemple, un vétérinaire a été confronté à une diarrhée hémorragique chez un chien des buissons (*Speothos venaticus*) traité avec du robénacoxib (ONSIOR ND) pour son arthrose. La considération éthique entre également en jeu : « Est-ce que toute pathologie liée à la vieillesse doit être traitée ? ». Ainsi, outre la faisabilité pratique, le vétérinaire doit réfléchir aux bénéfices que le traitement peut apporter à l'animal. Ce dernier va-t-il vraiment permettre d'améliorer son bien-être ?

Presque tous les vétérinaires (12/15) ont déjà mis en place un traitement palliatif et cela représente d'après eux en moyenne 39,4% des cas (de 1 à 100%). Ce traitement est mis en place en attente d'une euthanasie ou décision d'euthanasie (12/12) ou en attendant la mort naturelle d'un animal atteint d'une défaillance organique (4/12), d'une maladie non diagnostiquée précisément (4/12) ou d'une néoplasie (3/12). Huit vétérinaires utilisent ces traitements uniquement dans l'attente d'une euthanasie et non dans l'attente de la mort naturelle d'un animal. Les soins palliatifs reposent la plupart du temps sur l'emploi de médicaments antalgiques et non spécifiques. Les AINS sont les plus utilisés (12/12), suivi par les morphiniques (8/12) et les corticoïdes (6/12). Deux vétérinaires (2/12) utilisent d'autres traitements tels que la gabapentine, le tramadol et les chondroprotecteurs. Ils peuvent aussi inclure une hospitalisation (4/12) et une alimentation assistée (4/12).

Nous nous sommes intéressés à l'utilisation des médecines complémentaires chez les animaux gériatriques. La moitié des vétérinaires (7/15) n'utilisent jamais ce type de médecine et cinq (5/15) les utilisent quel que soit l'âge de l'animal. Parmi les trois vétérinaires (3/15) qui les utilisent uniquement chez les animaux âgés, tous les trois les utilisent en tant que traitement palliatif : deux avec de l'homéopathie et un avec de la phytothérapie. Un seul utilise également l'homéopathie en tant que traitement curatif. Seuls deux vétérinaires (2/15) emploient des méthodes physiques. Cela

peut par exemple consister à effectuer des mobilisations au cours d'une anesthésie générale lorsque l'occasion se présente.

Les traitements mis en place ne sont pas toujours efficaces. Beaucoup de vétérinaires n'arrivent pas à évaluer l'efficacité du traitement mis en place (3/12 de « ne sait pas »). Seulement un (1/12) estime que ces derniers ont rempli leurs objectifs dans 81-100% des cas et ils sont quatre (4/12) à penser que cela représente 61-80% des cas. Trois vétérinaires (3/12) pensent que les traitements sont à 41-60% efficaces et un seul (1/12) évalue l'efficacité à 21-40% des cas. Aucun d'eux n'estime que les traitements mis en place ont été très peu efficaces ou inefficaces (0/12 la proposition « 0-20% »).

Les entraînements médicaux peuvent avoir un impact sur le suivi médical des animaux. Douze des vétérinaires interrogés (12/15) pratiquent les entraînements médicaux dans leurs institutions. Parmi eux, sept (7/12) estiment qu'ils n'ont pas assez de recul depuis leur mise en place pour dire s'ils ont permis un meilleur suivi des animaux âgés. Ils sont cinq (5/12) à penser que les entraînements médicaux mis en place leur permettent d'avoir un meilleur suivi pour le dépistage des maladies et le traitement des animaux âgés. Aucun d'entre eux n'affirme que ces entraînements ne sont pas efficaces (0/12).

4. *Euthanasie*

Les principaux motifs d'euthanasie rapportés sont des douleurs persistantes malgré un traitement antalgique une anorexie (14/15 chacune). Les signes cliniques également mis en avant sont l'amaigrissement/la cachexie (11/15), la dyspnée (10/15) et les troubles digestifs chroniques ne rétrocedant pas aux traitements (7/14). D'autres facteurs entrent également en jeu tels que l'arrêt des interactions avec les congénères (7/15), le rejet ou les agressions par les congénères (7/15), et l'isolement volontaire de l'animal (5/14). L'arrêt des interactions avec les soigneurs peut aussi être pris en compte (3/15). Si l'animal n'est pas présentable au public (2/15) ou qu'il manque de place dans les installations (2/15), cela peut motiver une prise de décision de fin de vie. D'après un des vétérinaires, l'euthanasie de régulation n'est réalisée que pour un faible nombre d'espèces et ne concerne pas uniquement les animaux âgés. Le fait qu'un animal soit trop âgé pour se reproduire ou qu'il présente peu d'intérêt au niveau génétique n'entre pas fréquemment en compte lors d'euthanasie (1/15). L'attente d'un nouvel individu pour la reproduction n'est jamais un motif d'euthanasie pour un animal âgé. Pour trois vétérinaires, d'autres critères entrent en jeu, comme des troubles neurologiques dégénératifs et des défaillances comportementales incompatibles avec la survie. Par exemple, le cas d'un animal lapant à côté de sa gamelle d'eau ou incapable de mâcher la viande a été rapporté. D'autres motifs ont été cités par un vétérinaire : la cécité, la perte d'activité, le manque d'intérêt pour l'environnement, des maladies qui se dégradent malgré un traitement ou une impossibilité de traitement. Un seul vétérinaire a précisé que la prise de décision est à chaque fois multifactorielle. Nous avons demandé aux vétérinaires d'indiquer les trois motifs principaux d'euthanasie. Il en ressort que les plus fréquents sont :

- Une douleur persistante (13/13)
- Une anorexie (8/13)
- Un amaigrissement ou une cachexie (5/13)
- Des troubles digestifs chroniques (4/13)

- Un arrêt des interactions avec ses congénères (3/13)
- L'isolement de l'animal (3/13)
- Une dyspnée (2/13)
- L'agression ou le rejet par ses congénères (2/13)
- Un animal non présentable au public (1/13)

D'après les vétérinaires, 51% de décès est attribuable à une mort naturelle chez ces animaux.

La proportion d'euthanasie réalisée sans qu'un diagnostic n'ait été posé est de 16%. Pour la plupart des vétérinaires (13/15), cela représente moins de 50% des cas et cinq d'entre eux estiment même que ce n'est jamais le cas. Elle atteint 70% pour un seul vétérinaire.

La décision d'euthanasier un animal n'est jamais prise par une seule personne :

- Le vétérinaire (15/15)
- Les soigneurs (13/15)
- Le capacitaire (10/15)
- Le curateur (7/15)
- Le coordinateur (4/15)

5. *Examen post-mortem*

La cinquième partie aborde l'examen post-mortem. Dans la majorité des cas rencontrés par les vétérinaires, les découvertes d'autopsie d'un animal âgé correspondaient avec les hypothèses diagnostiques (15/15). Cependant, dans la plupart des cas (10/15), elles étaient plus importantes que celles attendues avec la présentation clinique. Dans les autres cas, les lésions étaient concordantes avec le tableau clinique observé (5/15).

Treize vétérinaires (13/15) estiment avoir déjà reconsidéré leur gestion du cas après les découvertes d'autopsie. Le principal constat est que l'euthanasie aurait pu être effectuée plus précocement (12/13). Ils sont six (6/12) à estimer qu'un traitement palliatif aurait pu être mis en place et cinq (5/13) à penser qu'un traitement thérapeutique aurait pu être entrepris. Seul un vétérinaire (1/13) a déjà rencontré des lésions suggérant que l'euthanasie aurait pu être différée. Cette remise en question arrive cependant majoritairement rarement (11/15). Seul un cinquième des vétérinaires (3/15) pense que cela se produit fréquemment. Les autres (2/15) n'ont jamais été confrontés à cette situation, comme nous l'avons vu précédemment,

Dans la première partie de l'exposé, nous évoquions la difficulté de déterminer l'âge à partir duquel estimer qu'un animal est gériatrique. Un certain nombre de vétérinaires (8/15) ont déjà observé des lésions organiques liées à la sénescence alors qu'ils ne considéraient pas l'animal comme gériatrique.

Nous avons cherché à savoir quelles lésions étaient effectivement retrouvées à l'autopsie des animaux âgés, qu'il soit décédé de mort naturelle ou par euthanasie. Dans cette question, les vétérinaires devaient classer sept lésions, dont la catégorie autre, de 1 à 7 en fonction de leur implication dans le décès de l'animal. Seulement trois vétérinaires ont classé les sept lésions et sept

en ont classé six. Les autres personnes n'ont pas répondu du tout ou alors seulement partiellement et avec une numérotation non exploitable. Nous avons choisi d'utiliser les dix réponses allant au moins jusqu'au 6^{ème} rang. Un seul des vétérinaires a indiqué que la plupart des atteintes étaient multiorganiques. La *Figure 13*, présente ces lésions en fonction de la fréquence de leur découverte chez les animaux gériatriques.

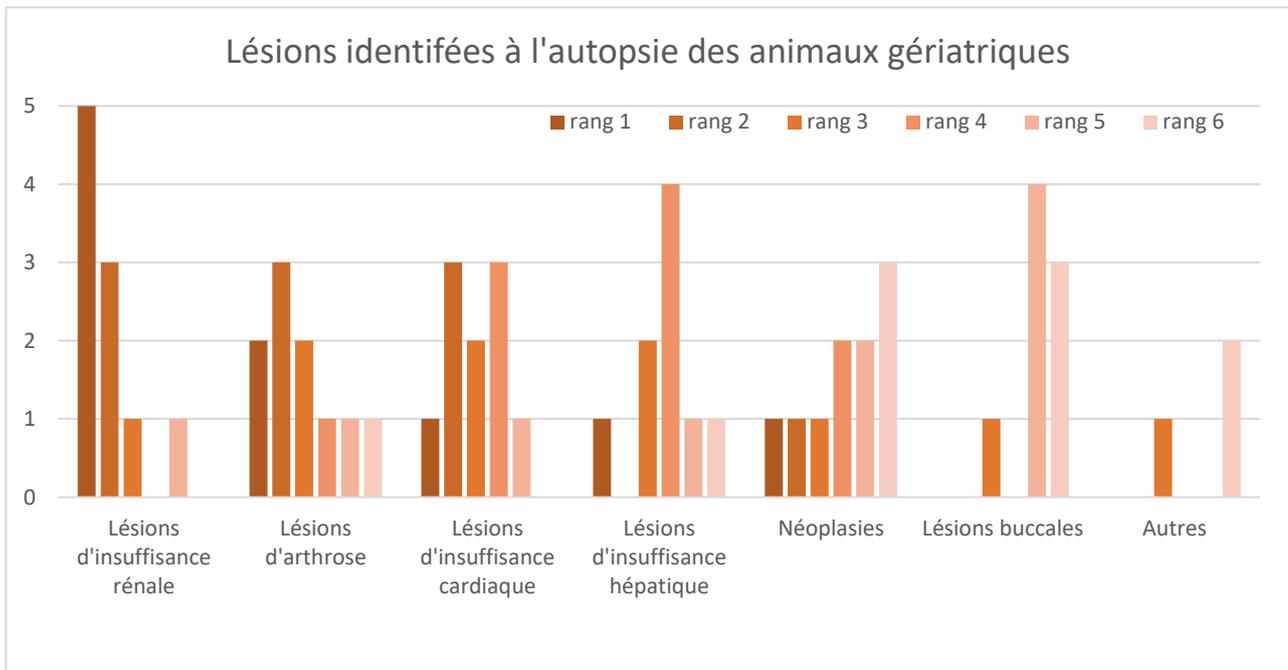


Figure 13: Histogramme représentant les lésions identifiées à l'autopsie chez les animaux gériatriques classés en fonction de leur fréquence (6 rangs), d'après les réponses de l'enquête

Les principales lésions observées à l'autopsie sont :

- Lésions d'insuffisance rénale
- Lésions d'arthrose
- Lésions d'insuffisance cardiaque
- Lésions d'insuffisance hépatique
- Néoplasies,
- Lésions buccales
- Autres : lésions neurologiques non infectieuses non néoplasiques et lésions pulmonaires.

6. Références

Les vétérinaires peuvent s'appuyer sur des références pour la mise en place de traitements palliatifs et les modifications d'environnement. Une seule personne interrogée (1/14) n'utilise pas de référence. Les vétérinaires s'appuient principalement sur leur expérience personnelle (14/15) mais aussi sur des conseils de confrères (10/15). Ils peuvent également se baser sur des articles scientifiques (8/15) comme par exemples ceux mis à disposition par *l'International Association for Aquatic Animal Medicine* et les différents chapitres du « *Zoo and Wildlife medicine* » (Fowler). Des recommandations, provenant par exemple d'autres parcs, des curateurs ou de l'EAZA sont utilisées par trois d'entre eux (3/15). Un suivi individuel de l'évolution de l'animal peut également être utilisé (1/15).

Tous les vétérinaires de parc zoologique s'appuient sur leur expérience personnelle pour prendre une décision d'euthanasie (15/15). Sept d'entre eux (7/15) prennent également conseils auprès de confrères et quatre (4/15) utilisent des articles scientifiques. Seulement un vétérinaire (1/15) se base sur des recommandations pour avoir des critères de prise de décision. Des grilles d'évaluation et des questionnaires internes sont utilisés par moins de la moitié des institutions (6/15). Dans un des parcs zoologiques, l'euthanasie n'est pratiquée que lors d'un stade très avancé de détérioration de l'état général. Un des vétérinaires utilise deux articles sur lesquels nous nous sommes également appuyés pour la rédaction de ce travail : « *Managing Aged Animals in Zoos to Promote Positive Welfare : A Review and Future Directions* » (Krebs, 2018) et « *A scoring system to evaluate physical condition and quality of life in geriatric zoo mammals* » (Föllmi, 2007).

7. *Opinion personnelle des vétérinaires*

Cette partie a pour objectif de laisser le vétérinaire donner son avis sur l'utilité de recommandations pour la gestion des animaux gériatriques. Nous avons demandé aux vétérinaires s'ils pensaient que des recommandations seraient utiles pour la prise en charge des animaux gériatriques par exemple pour les aménagements zootechniques et la prise de décision d'euthanasie. Un grand nombre d'entre eux (10/15) estiment que des recommandations externes à l'institution seraient utiles. Ils sont sept (7/15) à penser qu'une conduite interne serait nécessaire. Trois vétérinaires (3/15) estiment que seules des recommandations internes au parc devraient être mises en place. Trois d'entre eux (3/15) pensent que des recommandations seraient inutiles car ils se sentent en mesure de prendre ces décisions et que cela relève du bon sens. De plus, la mise en place de recommandations serait compliquée car chaque cas est unique.

Plusieurs propositions ont été faites par les vétérinaires interrogés. Il en ressort qu'un système d'évaluation adapté à l'animal gériatrique serait très utile pour avoir un suivi individuel de l'animal dans le temps. Il pourrait prendre la forme d'une grille d'évaluation propre à l'espèce. D'après les réponses aux précédentes questions, il semble qu'au moins cinq parcs utilisent déjà un système similaire.

L'un des zoos s'appuie sur des grilles d'évaluation de bien-être fournies par l'Animal Welfare Group de l'EAZA ainsi que celles mises au point pour la fin de vie des chiens, des chats, des primates de laboratoire et des humains. Le chapitre *Quality-of-Life Assessment and End-of-Life Planning for Geriatric Zoo Animals* du « *Zoo and Wildlife Medicine Current Therapy* » (Fowler volume 9) peut également être utilisé.

Le coût des examens complémentaires et des traitements est un frein pour seulement trois des institutions interrogées (3/15). Pour deux d'entre elles (2/3), c'est une limitation plus importante qu'avec les animaux plus jeunes.

8. *Cas cliniques*

Cette dernière partie, optionnelle, permet au vétérinaire de partager un cas clinique s'il le souhaite. Elle comprend une description de l'animal (espèce, sexe, âge), des signes cliniques observés et des étapes diagnostiques. Le traitement médical mis en place est décrit et son efficacité est évaluée. Les aménagements zootechniques réalisés (environnement, alimentation, gestion du groupe) font

également partie de la description du cas. La présentation se termine avec la cause de la mort et les lésions observées à l'autopsie. Quatre vétérinaires nous ont transmis un cas clinique auquel ils ont été confrontés. Ils sont utilisés dans la partie « conseil ». Ils concernent tous des Mammifères (panthère de perse, lama, girafe, lémur à ventre roux), ce qui reflète l'intérêt plus marqué pour ce taxon. Leur espérance de vie était pour tous dépassée et les animaux présentaient tous des signes locomoteurs évocateurs d'arthrose. Ces cas illustrent bien la prise en charge des animaux gériatriques : traitement médical, avec ou sans modifications de l'environnement, examens complémentaires réalisés ou non... Une étude de trois de ces cas cliniques est faite dans les annexes (Annexe 4). L'exploitation est anonyme : l'identification des animaux ainsi que les parcs zoologiques où ils ont vécu ne seront pas mentionnés.

B. Interprétation des résultats

1. Détection de l'animal gériatrique

Le critère le plus utilisé pour définir si un animal est gériatrique est le seuil de 75% de l'espérance de vie d'un individu en captivité. Les modifications physiques et le changement de comportement sont également des critères entrant fortement en jeu.

D'après les résultats, la majorité des vétérinaires réalisent un bilan gériatrique pour dépister des maladies, non pas en routine mais en fonction des signes cliniques. Les vétérinaires effectuent ce bilan prioritairement sans anesthésie générale mais la plupart d'entre eux l'effectuent même si celle-ci est nécessaire. Les examens complémentaires les plus réalisés sont les plus basiques. Les analyses sanguines biochimiques et hématologiques sont presque toujours réalisées. La biochimie sanguine (urée, créatinine, acide urique, glucose, PAL, ALAT, ASAT, protéines totales, albumine selon l'espèce) permet d'avoir une vue d'ensemble sur la fonction de différents organes dont le foie et les reins, souvent atteints chez les animaux âgés. La numération formule sanguine (hématocrite, comptage hématies, leucocytes, plaquettes et monocytes) permet de déceler d'éventuels troubles comme par exemple une anémie, une infection, une inflammation, une immunodéficience. La radiographie est fréquemment utilisée chez ces animaux âgés. Elle permet d'observer le squelette et les articulations mais aussi d'apprécier la taille du cœur et l'opacité des poumons. L'échographie est un outil intéressant pour dépister une anomalie de conformation des différents organes, comme des masses, une hypertrophie... Les examens mis en place dépendent des signes cliniques de l'animal et potentiellement de l'équipement à disposition du vétérinaire.

Certains individus font l'objet de plus d'attention lorsqu'ils vieillissent. Les espèces pour lesquelles il y a plus de connaissances sur les processus pathologiques liés à l'âge sont plus surveillées. Dans une moindre mesure, l'image de « mascotte » et l'intérêt du patrimoine génétique de l'individu pour la conservation entrent également en jeu. Les vétérinaires surveillent plus étroitement les Mammifères vieillissants, notamment les Mammifères aquatiques et les Carnivores. En revanche, les autres taxons, surtout les Poissons et les Amphibiens, ne font l'objet d'aucune attention particulière. Ici, nous n'avons pas évalué l'importance de l'espèce dans l'attention portée aux animaux mais vu les résultats, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'équipe soignante accorde plus d'importance à certaines espèces qu'à d'autres, même au sein d'un même Ordre. D'autres critères en lien avec la conservation et la gestion de la collection sont pris en compte, comme le statut

UICN de l'animal. Il correspond au classement de l'espèce car l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et constitue un indicateur du danger d'extinction [137] (Annexe 3).

Les symptômes peuvent être observés par le vétérinaire mais également par es soigneurs et peuvent témoigner d'une affection sous-jacente. Les signes cliniques choisis sont fréquemment rencontrés chez les Carnivores domestiques et les chevaux seniors. Ils ont également déjà été observés chez de vieux animaux en parc zoologique. Les signes locomoteurs, comme des déplacements plus lents et une boiterie associée à l'arthrose, sont couramment observés chez les animaux gériatriques. Un amaigrissement et une baisse d'activité sont également fréquents. Ce sont toutefois des symptômes non spécifiques, dont les causes potentielles sont multiples. Les principaux symptômes sont donc liés à l'appareil locomoteur. Nous avons fait la distinction entre les déplacements plus lents et les boiteries liées à l'arthrose car bien que ces deux symptômes soient souvent associés, l'arthrose ne provoque pas systématiquement une boiterie. Par exemple, des dorsalgies peuvent causer des déplacements plus lents, des difficultés au relever mais pas forcément de boiterie. Les atteintes musculaires et neurologiques peuvent également être à l'origine de ces troubles.

D'autres signes cliniques sont non spécifiques et sont assez souvent rencontrés chez les animaux gériatriques. Parmi eux, nous trouvons d'abord la baisse d'activité et la faiblesse. Elles peuvent être la conséquence de troubles locomoteurs mais également de toute autre atteinte organique ou infectieuse marquée. L'amaigrissement puis le stade plus avancé de cachexie peuvent être dus à un défaut d'apport alimentaire ou un défaut d'assimilation à cause d'une maladie sous-jacente (atteinte digestive, endocrinienne, rénale, hépatique etc...). La dysorexie et l'anorexie sont d'autres symptômes non spécifiques pouvant s'expliquer par de nombreuses affections. L'altération du pelage est rencontrée avec une fréquence un peu moins élevée. Elle peut être consécutive à une dégradation de l'état général et un arrêt du toilettage ou être due au vieillissement cutané.

Des masses visibles, une cécité et une déshydratation sont relativement peu rencontrées chez les animaux gériatriques. Ces signes cliniques ne sont pas toujours faciles à objectiver sans un examen rapproché de l'animal. En effet, les masses cutanées ne sont pas toujours visibles si elles sont de petite taille ou masquées par les poils ou plumes de l'animal. L'absence de masse externe n'exclut pas la présence de tumeurs internes. De la même façon, l'état d'hydratation d'un animal n'est pas évaluable à distance, à moins d'une déshydratation extrême. C'est un symptôme général et non spécifique. Il peut cependant avoir une valeur pronostique importante et doit être pris en charge. Les animaux qui perdent la vue progressivement peuvent ne pas être détectés car ils ont eu le temps de s'habituer à cette perte de vision. Par ailleurs, une opacification du cristallin peut être liée à une cataracte sénile débutante et donc ne signifie pas forcément une cécité. Les signes digestifs (diarrhée, vomissements) et les signes respiratoires (toux, dyspnée) n'ont pas du tout été mis en avant par les vétérinaires interrogés. Les troubles digestifs peuvent correspondre à une atteinte digestive pure, à des effets secondaires de traitement mais aussi être consécutifs à l'atteinte d'autres organes.

Les animaux sauvages ont tendance à dissimuler leurs symptômes et l'expression clinique diffère entre les espèces mais également en fonction du caractère de chaque individu. Ainsi, certains signes cliniques peuvent être frustrés et difficiles à observer. De plus, ils ne reflètent pas forcément

l'état du fonctionnement interne de l'animal. Les signes cliniques observés dépendent des maladies dont souffrent les animaux et donc aussi de leur espèce.

2. *Modifications zootechniques*

De nombreux aménagements peuvent être réalisés afin de faciliter le quotidien de l'animal gériatrique. Ils sont mis en place peu fréquemment ou fréquemment et sont efficaces à 61-80% dans la plupart des cas. Les modifications zootechniques ne sont pas réalisées à chaque fois, cela dépend des besoins de l'animal et des observations qui sont faites. La coopération entre vétérinaires, soigneurs et services techniques est essentielle.

Il peut être nécessaire d'isoler un animal gériatrique de son groupe pour sa tranquillité. En effet, il peut être trop sollicité par les jeunes individus ou au contraire subir les agressions de ses congénères. Un animal peut également être isolé du reste du groupe parce qu'il reçoit des soins fréquents ou être nourri individuellement. Les animaux âgés peuvent être retirés de l'exposition au public pour leur tranquillité ou car leur état physique les rend non présentables.

Certains changements nécessitent peu de matériel et sont très simples à mettre en place alors que d'autres demandent plus de réflexion et de technicité. Par ailleurs, les aménagements ne sont pas tous réalisables en pratique (manque de place, terrain etc...) et le coût pourrait représenter un frein.

Des aménagements de l'environnement sont nécessaires pour les animaux gériatriques, notamment ceux qui ont difficultés locomotrices et peuvent être douloureux. Il est possible d'adapter le mobilier afin de faciliter l'accès à l'espace et de simplifier leur évolution dans l'enclos : changement des enrichissements fixes, les dénivelés, les marches, accès à l'eau et la nourriture, rampe pour sortir les marches ... La modification du terrain pour le rendre plus praticable est un aménagement plus difficile à réaliser car cela implique les fondations de l'enclos et il est moins facile à modifier en fonction des besoins. La baignade pourrait être considérée comme de la balnéothérapie permettant aux animaux arthrosiques de soulager certaines douleurs locomotrices. C'est un aménagement peu souvent réalisé. Tout d'abord parce que beaucoup d'animaux n'apprécient pas spécialement l'eau, mais aussi car créer des bassins n'est pas toujours faisable. D'autres modifications ont pour objectif d'augmenter le confort de l'animal et passent principalement par l'augmentation du confort du couchage (paille, tapis, matelas en caoutchouc...) Il est nécessaire d'ajouter des abris extérieurs pour protéger l'animal des aléas du climat, comme la pluie, le vent et le soleil et moduler la température à laquelle il est soumis. En effet, les animaux âgés sont plus vulnérables au climat et aux températures extrêmes. Les équipes peuvent également ajouter des aires de refuge permettant l'isolement par rapport aux congénères si l'animal recherche du calme ou est attaqué mais aussi à l'abri du regard des visiteurs. Il est aussi possible de modifier la taille des enclos (extérieur ou loge). Généralement c'est une diminution de la taille car une augmentation est délicate à réaliser de façon pratique.

Les soigneurs doivent adapter leur rythme de travail, notamment garder une routine de travail afin de fournir un cadre rassurant à l'animal et ne pas le perturber. Il est aussi intéressant de laisser l'accès au bâtiment intérieur pendant la journée ou éventuellement donner accès à l'enclos extérieur pendant la nuit. Cela peut être par exemple pour ne pas être visible du public, profiter des températures plus clémentes en été ou profiter de l'enclos extérieur sans ses congénères.

L'alimentation est également un aspect essentiel de la gestion de l'animal âgé. La majorité des établissements change la composition de la ration et son mode de distribution. Il faut parfois envisager de nourrir l'animal à l'écart de ses congénères lors de la prise d'un traitement mais également s'assurer que ce dernier s'alimente correctement (quantification de la prise alimentaire, concurrence pour la nourriture). Le changement de ration comprend sa composition mais également sa présentation afin qu'elle soit plus appétente ou plus facile à mâcher (petits morceaux, bouillie ou purée...), surtout pour les animaux ayant des problèmes dentaires.

Il est nécessaire de continuer à proposer des enrichissements aux animaux âgés mais il faut veiller à ce qu'ils soient accessibles. Les entraînements médicaux doivent être poursuivis et adaptés aux capacités physiques et cognitives de l'animal. En effet, des douleurs locomotrices peuvent l'empêcher de réaliser certains exercices et une diminution des capacités cognitives peut rendre l'apprentissage plus compliqué. Cela peut passer par des sessions plus courtes et moins complexes.

Les principaux changements réalisés pour un animal âgé interviennent à différents niveaux (mobilier, bâtiments, actes du quotidien, interactions avec les congénères, etc). Ils sont assez simples à mettre en œuvre et demandent assez peu d'investissements en temps et en argent :

- L'augmentation du confort du lieu de couchage
- L'accès facilité à l'eau de boisson et à la nourriture
- La distribution de nourriture à l'écart des congénères
- L'isolement temporaire de l'animal pour sa tranquillité ou l'administration régulière de traitements
- L'ajout d'abri dans l'enclos extérieur
- L'accès au bâtiment intérieur durant la journée
- L'accès facilité aux enrichissements
- L'adaptation du mobilier et de l'enclos pour faciliter l'évolution de l'animal
- La mise en place/conservation d'un rituel quotidien

3. Traitement médical

Dans cette partie, nous nous sommes concentrés sur les traitements médicaux mis en place chez l'animal âgé. D'après les vétérinaires interrogés, le principal objectif d'un traitement médical est d'améliorer le confort de l'animal, plus que d'allonger sa durée de vie. Même si ces objectifs ne sont pas antagonistes, la prise en charge médicale va grandement dépendre de l'objectif principal que vise le vétérinaire.

Dans le contexte du bien-être animal, le vétérinaire cherche avant tout à ce que l'animal ne souffre pas et à limiter sa douleur. Les traitements antalgiques prennent donc une place importante dans la prise en charge médicale des animaux gériatriques. Ils peuvent faire partie de la prise en charge de l'arthrose, une affection fréquemment rencontrée chez les animaux âgés. Les animaux peuvent montrer des signes cliniques marqués ou au contraire masquer leur douleur. Même si elle n'est pas visible, cette dernière a un impact sur le confort de l'animal mais également sur son quotidien (déplacement, coucher, prise alimentaire...). Moins de la moitié des vétérinaires met en place un traitement analgésique systématiquement chez les animaux âgés présentant des signes d'arthrose.

L'arthrose et d'autres maladies peuvent nécessiter la prise de médicaments anti-inflammatoires. Comme nous l'avons vu dans la première partie, les AINS peuvent avoir des effets secondaires et altérer la fonction rénale chez les individus âgés et les insuffisants rénaux. Pour la plupart des vétérinaires, une évaluation des paramètres rénaux (urémie et créatinémie) est faite avant la mise en place d'un traitement AINS si la prise de sang est possible sans anesthésie ou sédation et/ou seulement pour les traitements supérieurs à une semaine.

Il est assez fréquent que l'équipe soignante doive renoncer à traiter un animal. Cela représenterait 30% des cas. Les trois nombres obtenus à cette question sont très disparates : 70%, 20% deux fois et 10%. Il est donc assez difficile de conclure avec un taux de réponse si faible. La plupart du temps, ce n'est pas un problème d'administration du traitement. Pour les traitements donnés par voie orale dans la nourriture, l'animal peut ne pas prendre son traitement lorsque ce dernier n'est pas appétent ou que l'animal est anorexique. Si un individu n'est pas isolable, les soigneurs ne peuvent pas s'assurer de la prise du traitement par celui-ci. Pour l'administration par d'autres voies, il n'est pas toujours aisé d'administrer le traitement si la contention est compliquée ou stressante. Le coût n'est pas non plus une raison évoquée par les vétérinaires, même si celui-ci peut être élevé, en particulier pour les animaux de grand format. C'est généralement à cause d'une balance bénéfice/risque défavorable ou une considération éthique. L'administration de traitement par fléchage est une raison évoquée plusieurs fois par les vétérinaires.

Le vétérinaire peut décider de traiter un animal non pas dans le but de le guérir mais d'améliorer son confort (i.e. un traitement palliatif). C'est le cas par exemple si la maladie n'est pas diagnostiquée ou si elle est incurable. Un traitement palliatif est généralement basé sur l'administration d'AINS, de morphiniques ou de corticoïdes. Il est souvent mis en place dans l'attente d'une euthanasie ou d'une décision d'euthanasie. Cela représente moins de 40% des cas. Cette fréquence repose sur sept réponses très diverses : pour certains vétérinaires le recours aux traitements palliatifs est très rare (fréquence de 1 ou 5%), alors que pour un autre c'est systématique (fréquence de 100%). La place des soins palliatifs dans la fin de vie est donc très différente selon les vétérinaires.

Les médecines complémentaires sont de plus en plus utilisées en médecine vétérinaire pour compléter ou remplacer un traitement allopathique. Les médecines complémentaires ne sont quant à elles pas plus utilisées chez les animaux âgés (homéopathie et phytothérapie). D'autres méthodes alternatives telles que des mobilisations, de la physiothérapie et de la balnéothérapie pourraient être utilisées afin de réduire des douleurs locomotrices des animaux âgés. Ce n'est pas la cas en pratique.

L'efficacité des traitements mis en place, quels qu'ils soient, est très disparate. La plupart des vétérinaires estiment qu'ils ont rempli leurs objectifs dans 61-80% des cas. Pour les onze parcs zoologiques qui pratiquent des entraînements médicaux, la moitié n'a pas assez de recul pour juger de leur impact sur le suivi des animaux âgés.

4. *Euthanasie*

Il n'est pas facile de prendre la décision d'euthanasier un animal, qu'il soit jeune, adulte ou âgé. La décision dépend de plusieurs paramètres. Le motif principal pouvant motiver une prise de décision d'euthanasie est une douleur persistante malgré un traitement antalgique ou une anorexie. L'amaigrissement voire la cachexie sont également des facteurs déterminants. D'autres signes

cliniques entrent généralement en jeu (dyspnée, troubles digestifs, arrêt des interactions, agressions, isolement...) et c'est souvent l'accumulation de ces derniers qui prime. Peu de vétérinaires interrogés euthanasient des animaux âgés pour des raisons de gestion (manque de place dans les installations, individu non présentable ou non reproducteur). L'euthanasie des animaux gériatriques à cause de conflits avec les congénères n'est envisagée que lorsqu'il n'y a aucune possibilité d'isolement, pour les Carnivores vivant en meute par exemple.

Comme les animaux de tous âges, les animaux gériatriques peuvent décéder de mort naturelle ou suite à une euthanasie. Les vétérinaires interrogés estiment que la moitié des décès des animaux âgés est secondaire à une euthanasie. Peu d'entre elles sont réalisées sans diagnostic préalable. Les résultats variant de 0 à 90% pour cette question, nous pouvons nous demander si la disparité des réponses est due à une gestion différente de la fin de vie entre les zoos ou si la question a été mal formulée.

La prise de décision inclut les vétérinaires, les soigneurs, le capitaine et le curateur de l'espèce. Le vétérinaire est en charge de la santé de l'animal et il apporte les connaissances scientifiques sur le volet médical du cas. C'est également lui qui effectue l'acte d'euthanasie. Son avis est toujours pris en compte. Les soigneurs s'occupant de l'animal sont ceux qui le côtoient au quotidien (nourrissage, entretien de l'enclos) et donc ceux susceptibles de faire le plus d'observations sur les signes cliniques et les changements observés chez l'animal. Le capitaine, c'est-à-dire la personne possédant les certificats de capacités obligatoires pour la présentation au public d'espèces non domestiques en parc zoologique. Le curateur est celui qui gère la collection du parc. Il décide quelles espèces présenter, lesquelles faire cohabiter, quels animaux faire reproduire et il gère les transferts d'animaux. Son avis a moins de poids. L'avis du coordinateur de l'espèce en cas de programme de conservation est peu pris en compte. Ce dernier gère l'ensemble de la population : recensement des animaux, gestion du studbook, gestion de la reproduction pour éviter la consanguinité et favoriser la diversité génétique, les échanges d'animaux. Généralement, plusieurs rôles peuvent être occupés par une même personne. Par exemple, un vétérinaire peut être curateur mais également coordinateur d'une espèce ou le capitaine [138].

5. *Examens post-mortem*

L'examen post-mortem doit être réalisé sur chaque animal décédé au sein du parc zoologique. Les découvertes faites pendant cet examen permettent d'affiner le diagnostic grâce aux lésions observées mais également aux prélèvements réalisés et analysés (bactériologie, histologie...). Les découvertes faites à l'autopsie de l'animal concordent généralement avec les hypothèses diagnostiques émises par le vétérinaire, même si la majorité d'entre elles sont plus graves que celles attendues avec les signes cliniques.

La moitié des vétérinaires affirme également avoir observé des lésions organiques compatibles avec la sénescence alors que l'animal n'était pas considéré comme gériatrique. Rétrospectivement, avec les éléments découverts à l'autopsie, les vétérinaires ont remarqué qu'ils auraient dû euthanasier l'animal plus précocement dans plusieurs cas. En effet, les lésions montrent un stade avancé de la maladie et laissent supposer un inconfort important pour l'animal. Une autre remise en cause assez fréquente est la possibilité de mettre en place un traitement palliatif.

La liste de lésions proposée n'était pas exhaustive mais elle tentait de prendre en compte les principaux organes touchés par le vieillissement. Elles correspondaient aux lésions rencontrées fréquemment chez les animaux domestiques gériatriques. Les lésions observées ne correspondent pas complètement aux signes cliniques les plus fréquemment observés chez les vieux animaux. Les insuffisances organiques évoluent insidieusement et la plupart des animaux sauvages captifs dissimulent leurs signes cliniques. Les symptômes sont également peu spécifiques. Ainsi, lorsque des signes cliniques apparaissent, la maladie est généralement très avancée et la mort survient dans un délai court. Nous pouvons supposer que la plupart des animaux présentent plusieurs lésions concomitantes ayant pu contribuer au décès de l'animal. Les principales lésions rencontrées sont des lésions compatibles avec une insuffisance rénale. Cela ne correspond pas aux signes cliniques les plus fréquemment observés chez les animaux gériatriques. La polyuro-polidypsie, l'un des signes majeurs, n'était pas proposée dans le questionnaire. La déshydratation était rarement rencontrée. L'amaigrissement et l'anorexie sont non spécifiques mais pourraient être liés à une insuffisance rénale. Les lésions d'arthrose sont fréquemment rencontrées, ce qui concorde avec les troubles locomoteurs observés chez les vieux animaux. L'examen minutieux de toutes les articulations est cependant long et complexe à réaliser, surtout au niveau vertébral. Les lésions peu marquées peuvent également être difficiles à identifier. Réaliser des clichés radiographiques peut être une méthode complémentaire et alternative avant de commencer l'autopsie. Cela peut permettre d'identifier les lésions d'arthrose plus facilement et les zones à explorer en priorité. En ce qui concerne les lésions compatibles avec une insuffisance cardiaque, nous pouvons penser qu'elles peuvent se traduire cliniquement par une fatigabilité générale. Les signes cliniques plus spécifiques rencontrés lors de décompensation n'étaient pas proposés dans le questionnaire ou peu observés par les vétérinaires. Les lésions compatibles avec une insuffisance hépatique et les néoplasies sont assez couramment observées chez les animaux âgés lors de l'examen post-mortem. Selon les vétérinaires interrogés, il est moins courant d'observer des lésions buccales et dentaires. Les lésions rencontrées sont : le tartre, le déchaussement dentaire, une usure dentaire extrême, la chute de dents et une gingivite. Elles peuvent engendrer une douleur lors de la prise alimentaire. Cela peut même entraîner une cachexie.

6. *Références*

Que ce soit pour mettre en place des traitements, faire des modifications zootechniques ou prendre une décision d'euthanasie, les vétérinaires de parcs zoologiques s'appuient principalement sur leur expérience personnelle, mais aussi sur les conseils de confrères. Des articles scientifiques sont surtout utilisés pour le choix de traitements et les adaptations de l'environnement.

7. *Opinion personnelle des vétérinaires*

Actuellement, très peu de recommandations officielles et fondées sur des études scientifiques, sont disponibles pour aider à la prise en charge des animaux gériatriques en zoos. Il serait donc intéressant d'avoir plus de bibliographie ou de retours d'expérience pour des aménagements ayant bien fonctionné. De plus, les publications sont encore trop limitées dans ce domaine y compris sur les traitements dits "palliatifs" pour les animaux arthrosiques notamment.

Plusieurs parcs utilisent des grilles ou des questionnaires internes pour évaluer l'état de l'animal et savoir à quel moment prendre une décision d'euthanasie. Ces outils factuels permettent de suivre objectivement l'évolution de l'animal (traitement, comportement, signes cliniques etc...). Ils doivent impliquer les soigneurs, le vétérinaire et le curateur. La moitié des vétérinaires pensent que ces outils sont à développer. La majorité des vétérinaires pensent qu'il serait également utile d'avoir des recommandations externes à l'institution. Des recommandations universelles ne seraient pas assez utiles car la gestion d'un cas dépend de chaque animal, des soigneurs, des visiteurs, du parc/de l'environnement. Si de telles recommandations standardisées devaient être mises au point, elles devraient être spécifiques à l'espèce. En effet, les comportements sont propres à chaque espèce et les critères utilisés pour les animaux domestiques ne sont pas forcément applicables pour la faune sauvage. Dans cette enquête, un très petit nombre d'établissements estime que le coût des examens complémentaires et des traitements est un frein plus important pour la prise en charge des animaux gériatriques par rapport aux animaux plus jeunes. Le coût du traitement n'a jamais été la cause du renoncement au traitement.

IV) Discussion

Tout d'abord, étant donné le peu de réponses que nous avons obtenu, le questionnaire est peu représentatif de la gestion des animaux gériatriques dans les parcs zoologiques francophones. En conséquence, l'exploitation a dû se limiter à une analyse descriptive des résultats bruts. Le calcul de pourcentage ou le recours à une analyse statistique n'étaient donc pas pertinents. Notre enquête permet néanmoins Les vétérinaires qui ont répondu travaillent actuellement en parc zoologique. Lorsqu'il n'y a pas de vétérinaire sur place, la gestion des cas peut être différente. Il aurait donc été intéressant d'avoir leur vision du sujet.

Les maladies dont souffrent les animaux sont souvent dépendantes de l'espèce, même si certaines sont communes. En conséquence, les signes cliniques et les lésions observés sont souvent liés à l'espèce. Ainsi, les réponses à certaines questions peuvent être influencées par les espèces présentes dans l'institution. Les résultats obtenus sont cependant concordants avec les affections et les symptômes fréquemment présents dans les publications.

Par ailleurs, nous pensons que plusieurs questions ont été mal comprises, comme la question 19, où peu de personnes ont répondu. La disparité entre les réponses peut être due à une gestion très différente en fonction des établissements mais également à une mauvaise compréhension de la question. Pour pouvoir trancher, il aurait fallu que nous contactions tous les répondants. Cela n'aurait pas été possible car certains ont indiqué ne pas vouloir être contactés.

L'exploitation des classements, des questions 1 et 4 notamment, a été rendu difficile par des classements parfois anarchiques : tous les chiffres ne sont pas utilisés ou certains plusieurs fois pour des propositions différentes. Cela signifie que d'après les vétérinaires, elles ont la même importance ou sont regroupables. Une méthode pour palier à ce problème aurait été d'obliger les répondants à choisir une seule proposition par chiffre par un blocage des choix. D'autres questions n'ont été que partiellement complétées. Il aurait été judicieux de ne donner l'accès aux questions suivantes que

lorsqu'il y a une réponse à toutes les questions précédentes. Cela aurait été possible uniquement sur un autre support.

Peu de vétérinaires nous ont transmis des cas auxquels ils ont été confrontés. Ils sont plus ou moins complets et auraient mérité des précisions afin de comprendre complètement la démarche des vétérinaires, notamment pour préciser la prise de décision d'euthanasie.

Nous n'avons pas pris en compte l'espèce des animaux pour les signes cliniques, les lésions mais aussi les aménagements. Ces éléments dépendent fortement de l'espèce mais nous avons choisi de ne pas demander de précision aux vétérinaires afin d'avoir une vision globale.

Pour finir, certaines questions importantes auraient dû être abordées dans cette enquête. Il aurait été intéressant de savoir si les équipes soignantes accordaient plus d'attention aux vieux animaux qu'aux animaux plus jeunes à travers l'observation du comportement, des examens médicaux ou l'observation plus attentive des animaux par les soigneurs... De plus, nous n'avons pas demandé aux vétérinaires s'ils estimaient que leur prise en charge avait été efficace. Nous aurions également pu poser une question afin d'estimer la proportion d'animaux gériatriques présente dans les parcs zoologiques. Malheureusement l'enquête n'aborde pas le sujet du traitement chirurgical. Ce dernier peut avoir un but curatif ou palliatif.

Nous nous sommes adressés à des parcs zoologiques et non à des aquariums, ce qui implique une approche différente dans la prise en charge des Poissons. Dans ces établissements, les poissons sont généralement des ostéichthyens (ou poissons osseux) même si de petites raies (chondrichthyens ou poissons cartilagineux), peuvent aussi être présentés. Ces animaux sont la plupart du temps des espèces « secondaires », présentés dans des bassins en mixité avec d'autres espèces. Ainsi, nous pouvons nous demander si le défaut de prise en charge gériatrique est dû au manque de connaissances sur leur vieillissement ou au manque d'intérêt qui leur est porté.

PARTIE 3 : CONSEILS POUR LA PRISE EN CHARGE GLOBALE DES ANIMAUX GERIATRIQUES

A l'heure actuelle, il n'existe que peu de recommandations sur la gestion des animaux gériatriques pour les zoos français ou étrangers. Seulement quelques paragraphes sont dédiés à la médecine préventive et à la prise en charge des maladies chez ces animaux dans les recommandations par espèces de l'EAZA (Callitrichidés, orang-outan, plusieurs espèces de rhinocéros, panda roux, pinnipèdes, guépard etc.). Cette partie a pour vocation d'apporter des éléments pour aider à la gestion des animaux sauvages âgés, en fin de vie ou non, dans les parcs zoologiques. Les éléments présentés se basent sur la littérature disponible sur le sujet (publications scientifiques, sites web des zoos...), les réponses des vétérinaires au questionnaire analysé précédemment ainsi que notre réflexion personnelle. Nous ne prétendons pas apporter des solutions miracles ni remettre en cause les compétences des vétérinaires exerçant en parc zoologique à prendre en charge ces animaux. Certaines idées peuvent cependant amener le vétérinaire à réfléchir sur ses méthodes et lui permettre d'avoir une vision globale afin d'améliorer sa prise en charge [52,60,139,140].

I) Identification et suivi des animaux gériatriques

A. Comment reconnaître un animal gériatrique ?

1. Age de l'animal

Comme nous l'avons vu dans la première partie, c'est généralement l'âge qui permet de déterminer si l'animal fait partie de la catégorie « gériatrique ». Il est connu pour la plupart des individus grâce à l'identification et au répertoire des individus dans des systèmes de gestion. Un animal est considéré gériatrique lorsqu'il a atteint 75% de l'espérance de vie de son espèce en captivité. D'après notre enquête, c'est le principal critère utilisé. Il existe cependant une variabilité inter-individuelle importante.

2. Modifications physiques

Les modifications physiques jouent également un rôle important pour reconnaître un animal gériatrique d'après notre enquête. Ces modifications sont variables en fonction des espèces mais aussi des individus. Une perte de poids progressive peut être physiologique chez les animaux âgés mais elle peut aussi être secondaire à une maladie sous-jacente. Des modifications de la silhouette peuvent également être visibles comme le dos creusé, et l'amyotrophie... L'amyotrophie est souvent observée chez ces animaux car leur activité est généralement réduite. Des troubles locomoteurs évocateurs de dégénérescence articulaire sont également des moyens de reconnaître un animal âgé. A l'inverse, certains taxons sont en surpoids. Chez les Mammifères il est possible d'observer un grisonnement voire une raréfaction des poils chez certaines espèces. Le déclin physiologique de production de

sébum peut entraîner une peau sèche. L'aspect du pelage est ainsi souvent « négligé » chez les animaux âgés. Chez la loutre, un grisonnement de la face, de la tête et du cou est souvent observé [40]. Ce phénomène se localise plutôt sur la tête, les épaules et le dos chez les femelles chimpanzés [37]. Il a également été observé chez des félins. Chez tous les Vertébrés, les signes d'un âge très avancé sont une baisse d'appétit, une perte de poids et une cachexie. Ce sont également des signes d'appel de maladies.

3. *Modifications du comportement*

Par ailleurs, des modifications du comportement peuvent témoigner du vieillissement de l'animal. C'est souvent une baisse d'activité et une modification du cycle du sommeil : tendance à dormir pendant la journée, sur de petites périodes ou à être éveillé la nuit. Les animaux semblent désorientés, c'est-à-dire qu'ils ne reconnaissent pas leur enclos, leurs congénères et les soigneurs. Leurs réflexes peuvent également être diminués. Les interactions sociales peuvent elles aussi être modifiées : changement de la position sociale dans le groupe, diminution des interactions, agressivité... Les animaux gériatriques peuvent également présenter des comportements répétitifs, témoignant d'une altération cognitive, d'une maladie ou d'un environnement inadapté. La plupart de ces modifications peuvent être dues au vieillissement de l'animal ou à de la douleur.

4. *Modifications biologiques*

Les modifications biologiques sont rarement utilisées. En effet, il est nécessaire de faire une prise de sang pour les évaluer. C'est donc un acte assez invasif. De plus, les modifications hématologiques et biochimiques liées uniquement à l'âge sont peu documentées. Elles reflètent généralement plus une défaillance organique. Par exemple, il est possible d'observer une augmentation des enzymes hépatiques et/ou rénales chez les animaux âgés. Ce sont des modifications pathologiques et non physiologiques. Même si les maladies qui y sont associées sont plus fréquentes chez les animaux âgés, elles ne signifient pas que l'animal est gériatrique.

Certains individus vieillissent plus précocement que d'autres. Il est donc intéressant de prendre un compte plusieurs critères en plus de l'âge de l'animal et de les confronter. Deux conduites sont possibles : faire un recensement prospectif de tous les animaux gériatriques de la collection ou regarder l'âge de l'animal s'il présente des signes de vieillissement et/ou des symptômes. Contrairement à la plupart des Mammifères, les Reptiles, les Amphibiens et les Poissons montrent peu de signes de vieillissement, sinon ils sont très subtils jusqu'à leur mort. Des modifications sont répertoriées pour des Mammifères de différents taxons dans la *Figure 17*. Cette liste n'est cependant pas exhaustive.

Modifications liées à l'âge	Espèces concernées
Changement de la condition corporelle	Chimpanzé (<i>Pan troglodytes</i>), jaguar (<i>Panthera onca</i>), léopard (<i>Panthera pardus</i>), lion d'Afrique (<i>Panthera leo</i>), macaque crabier (<i>Macaca fascicularis</i>), macaque rhésus (<i>Macaca mulatta</i>), panthère des neiges (<i>Panthera uncia</i>), saïmiri commun (<i>Saimiri sciureus</i>), tigre (<i>Panthera tigris</i>)
Changement de la peau ou du pelage	Jaguar, macaque rhésus
Changement dans le cycle du sommeil	Glouton (<i>Gulo gulo</i>)
Changement dans les interactions avec les soigneurs et les autres animaux	Atèle de Geoffroy (<i>Ateles geoffroyi spp.</i>), bœuf musqué (<i>Ovibos moschatus</i>), chameau de bactriane (<i>Camelus bactrianus</i>), éléphant d'Afrique (<i>Loxodonta africana</i>), girafe (<i>Giraffa camelopardalis tippelskirchi</i>), glouton, gorille (<i>Gorilla gorilla</i>), grand koudou (<i>Tragelaphus strepsiceros</i>), grivet (<i>Chlorocebus aethiops</i>), hippotrague noir (<i>Hippotragus niger</i>), jaguar, lagotriche commun (<i>Lagothrix lagotricha</i>), léopard, lion d'Afrique, loup (<i>Canis lupus</i>), macaque crabier, okapi (<i>Okapia johnstoni</i>), panthère des neiges, rhinocéros indien (<i>Rhinoceros unicornis</i>), rhinocéros noir (<i>Diceros bicornis</i>), tapir terrestre (<i>Tapirus terrestris</i>), tigre, zèbre de Champan (<i>Equus quagga chapmani</i>), zèbre de Grévy (<i>Equus grevyi</i>)
Déclin dans l'activité global	Atèle de Geoffroy, bœuf musqué, chameau de bractriane, éléphant d'Afrique, girafe, grand koudou, hippotrague noir, jaguar, léopard, lion d'Afrique, loup, macaque à queue de lion (<i>Macaca silenus</i>), macaque crabier, macaque maure (<i>Macaca maura</i>), lagotriche commun, macaque rhésus, okapi, ours à lunettes (<i>Tremarctos ornatus</i>), ours brun (<i>Ursus arctos</i>), ours malais (<i>Helarctos malayanus</i>), ours polaire (<i>Ursus maritimus</i>), panthère des neiges, rhinocéros indien, rhinocéros noir, semnopithèque à coiffe (<i>Trachypithecus cristatus</i>), tapir terrestre, tigre, zèbre de Chapman, zèbre de Grévy
Changement dans le comportement de toilette ou de baignade	Jaguar, ours brun, ours malais, ours à lunettes
Diminution de l'appétit	Atèle de Goeffroy, bœuf musqué, chameau de bractriane, éléphant d'Afrique, girafe, jaguar (<i>Panthera onca</i>), lagotriche commun, léopard, lion d'Afrique, loup, macaque crabier, okapi, panthère des neiges, rhinocéros indien, rhinocéros noir, singe vert (<i>Chlorocebus sabaues</i>), tapir terrestre, tigre, zèbre de Chapman, zèbre de Grévy

Figure 17 : Changement physiques et comportementaux couramment décrits chez les Mammifères sauvages vieillissants. Traduit d'après Krebs et al., 2018 [52]

B. Le bilan senior

1. Prise en charge particulière de certains individus

Certaines espèces sont plus suivies que d'autres. C'est le cas notamment des Mammifères Marins, des Carnivores, des grands Herbivores et des primates, surtout les grands singes. Les animaux qui ne sont pas gérés individuellement mais en tant que groupe comme les Amphibiens, quelques Reptiles et les grands groupes d'Oiseaux sont généralement peu suivis. Les connaissances liées à l'espèce et ses maladies sont des facteurs influençant la prise en charge. Des individus fragiles et des espèces connues pour être très sensibles aux maladies sont également plus suivis que d'autres. C'est par exemple le cas des guépards.

Les animaux importants pour l'institution peuvent être plus suivis médicalement : emblème, affiches publicitaires, célébrité auprès du public, sujet d'un reportage, utilisation pour les spectacles, animal parrainé... En effet, ces animaux jouent un rôle dans la communication auprès du public et la

publicité du parc. Leur bon état de santé et leur survie influencent donc l'image et l'attractivité de l'établissement. De plus, les animaux âgés encore aptes à se reproduire et engendrer des naissances sont intéressants.

La conservation des espèces étant l'un des rôles piliers des zoos, nous supposons que les équipes animalières accordent plus d'attention aux espèces menacées lorsqu'elles vieillissent. Le caractère menacé ou non d'une espèce est répertorié sur la liste rouge de l'UICN. Ainsi, les espèces « en danger critique », « en danger » et « vulnérables » sont considérées comme menacées d'extinction et représentent un enjeu important pour la conservation (Annexe 3). Les individus ayant un patrimoine génétique peu représenté sont les plus intéressants à suivre car ce sont eux qui permettent réellement la préservation à long terme. Ainsi, nous voyons que les animaux menacés d'extinction qui sont encore capables de se reproduire et dont la conservation est un enjeu important reçoivent plus d'attention.

2. *Qui est concerné par ce bilan de santé ?*

Le bilan senior/gériatrique est particulièrement intéressant pour les animaux lorsqu'ils vieillissent. En effet, comme nous l'avons vu dans la première partie, l'animal entre dans une période critique. Il est donc intéressant de réaliser un dépistage des maladies pouvant être liées au vieillissement. Le principal obstacle est la nécessité d'anesthésier les animaux pour les examiner et effectuer des examens complémentaires [4,51]. Nous pouvons nous interroger sur l'intérêt de réaliser un tel examen en routine compte tenu du risque anesthésique non négligeable pour leur âge, les problèmes de réintroduction de l'animal dans son groupe après la procédure et le coût. Il n'est pas envisageable d'effectuer de bilan de santé chez les mégavertébrés non entraînés car l'anesthésie est trop risquée. Il est cependant facile à réaliser chez les Reptiles et chez les Oiseaux dont la taille permet une contention physique et est également envisageable pour les Mammifères entraînés.

Généralement, le dépistage de maladies liées à l'âge n'est effectué que si l'animal présente des signes cliniques indiquant la présence probable d'une maladie. Nous ne sommes donc plus à proprement parler dans le cadre d'un bilan de santé mais dans une démarche diagnostique. Si les examens de santé sont réalisés uniquement lorsque des signes cliniques apparaissent, le traitement peut être mis en place trop tard. En effet, les animaux sauvages dissimulent leurs signes cliniques ; c'est ce qui s'appelle la réponse de préservation. Ainsi, lorsque les signes cliniques sont remarqués, la maladie est déjà bien avancée. De plus, il a été mis en évidence lors d'autopsies que des signes dégénératifs étaient présents avant les signes cliniques. Il est également souvent rapporté que les lésions sont plus importantes que les signes cliniques observés. Ce n'est donc pas forcément sur eux que nous devons nous baser. L'avantage d'effectuer un bilan gériatrique systématiquement et de le répéter régulièrement est de détecter précocement une maladie. Une prise en charge précoce, même avant l'apparition de signes cliniques, peut en effet permettre de ralentir l'évolution de la maladie et ses conséquences [52,111].

Même si ces bilans sont particulièrement importants chez les animaux non suivis régulièrement, ils présentent aussi un intérêt pour les animaux qui ont eu des bilans de santé tout au long de leur vie. Dans ce cas, les analyses seront plus exhaustives que d'ordinaire. Il est également conseillé de réaliser ces bilans plus fréquemment chez les animaux âgés : tous les ans au lieu de tous

les deux ans voire tous les six mois par exemple. Cela dépend des maladies diagnostiquées et de leur suivi.

3. Examens réalisés

Les bilans de santé de base comportent un examen clinique complet de tous les appareils, une pesée et une analyse sanguine pour les paramètres biochimiques et hématologiques. Ils permettent d'avoir une vue d'ensemble sur l'état de santé de l'animal : fonctionnement des organes (foie, reins...), anémie, infection, inflammation, immunodépression... Il est intéressant d'avoir des valeurs de comparaison pour le même animal, obtenues lorsque l'animal était sain et plus jeune. Chez les animaux âgés, il faut faire une exploration plus complète, s'appuyant sur les maladies fréquentes de l'espèce ou d'éventuels signes cliniques. Une attention particulière sera portée à l'examen des griffes, des sabots et des onglons car ces derniers s'usent généralement moins bien ce qui peut entraîner une croissance anormale [4,51].

La fonction cardiaque peut être évaluée par une auscultation cardiaque minutieuse pour rechercher un souffle ou une tachycardie. Il est également intéressant d'apprécier la structure et le fonctionnement du cœur grâce à une échocardiographie. Ainsi, nous pouvons détecter une maladie cardiaque avant qu'elle n'atteigne le stade d'insuffisance cardiaque clinique. Des radiographies thoraciques peuvent donner des informations sur la fonction cardiaque (silhouette cardiaque, œdème pulmonaire...) et les capacités respiratoires de l'animal (fibrose, pneumonie, métastases...). L'examen clinique doit comprendre une auscultation des champs pulmonaires.

Un examen dentaire doit être effectué afin de détecter toute anomalie et pouvoir la traiter rapidement sous anesthésie si possible (détartrage, extraction dentaire...).

L'insuffisance rénale étant une affection très fréquente chez les animaux âgés, il est nécessaire d'évaluer la fonction rénale précocement et régulièrement. Cette évaluation est recommandée dans toutes les espèces. Elle est particulièrement importante chez les félins, les ours polaires, les primates. Le principal examen à réaliser est une prise de sang pour évaluer les valeurs d'urée et de créatinine, qui si elles augmentent, témoignent une atteinte rénale (70% des néphrons non fonctionnels). Une échographie de l'appareil urinaire peut également donner des informations utiles [142].

Une analyse d'urine peut y être associée pour évaluer entre autres la capacité du rein à concentrer les urines (densité urinaire), la fuite de protéines (protéinurie) et la présence de lithiases. D'autres paramètres comme la présence de glucose dans l'urine peuvent être intéressants pour détecter certaines maladies.

Il est intéressant de rechercher des signes d'arthrose. Cela passe par un examen visuel et un examen orthopédique. Ce dernier permet d'évaluer les os et les articulations de toutes les articulations par des manipulations pour détecter une raideur, une diminution de l'amplitude, une douleur ou autres anomalies. L'examen orthopédique est néanmoins plus difficile à interpréter sur un animal anesthésié. Par ailleurs, le format de certains animaux ne permet pas de le réaliser. La radiographie est l'examen de choix pour détecter les lésions d'arthrose, en cas de boiterie ou non. C'est donc un examen intéressant pour les animaux âgés [50,143]. Par exemple, il est conseillé d'inclure des radiographies

des hanches chez les animaux âgés dans les recommandations concernant les orangs-outans. Néanmoins, il n'est pas toujours techniquement possible de réaliser des clichés à cause du format de l'animal : positionnement impossible ou tissus trop épais ne laissant pas correctement passer les rayons. De plus, même si la radiographie est un outil très important dans ces affections, il ne faut pas oublier que ce n'est pas une radiographie que nous traitons, mais l'animal. Ainsi, un animal avec des lésions radiographiques sévères peut ne présenter que peu de signes cliniques. Au contraire, un animal avec peu de lésions radiographiques peut présenter une boiterie de haut grade. Föllmi a d'ailleurs montré qu'il n'y avait pas de corrélation entre le degré d'arthrose sur les images et le degré de boiterie chez les ours [54].

L'échographie est un outil qui peut être utilisé en routine pour contrôler l'appareil reproducteur des femelles sensibles aux tumeurs utérines (i.e. les félins, les primates, les éléphants, les pinnipèdes). Elle pourrait également être utilisée pour rechercher des masses pouvant correspondre à des tumeurs. Il est cependant peu réaliste de rechercher systématiquement une tumeur sans signe clinique évocateur ni suspicion de localisation. D'autres examens d'imagerie sont plus pertinents en fonction des signes cliniques : une endoscopie, une échographie digestive, urogénitale, un scanner (détection de tumeur notamment). La plupart des méthodes d'imagerie sont utilisables chez les Mammifères, mais également chez les autres Vertébrés.

Il nous paraît intéressant d'effectuer un examen ophtalmologique afin de déterminer la présence ou non d'une cataracte. Il pourra alors être envisagé de la traiter chirurgicalement ou seulement d'adapter l'environnement de l'animal à ce handicap.

Il n'y a à l'heure actuelle que des retours sporadiques sur des dysendocrinies des animaux sauvages gériatriques, à part pour le diabète sucré. Il nous semble donc judicieux d'effectuer des analyses uniquement si les signes cliniques orientent le clinicien dans cette voie.

L'évaluation comportementale peut être un outil intéressant. Il est surtout utile de comparer le comportement de l'individu lorsqu'il est sain et lorsqu'il est malade afin de pouvoir évaluer sa qualité de vie.

Des analyses de selles plus régulières permettent d'avoir un meilleur contrôle des parasitoses internes.

Nous pensons qu'un bilan gériatrique et un suivi régulier doivent être entrepris systématiquement dès que cela est possible. Les entraînements médicaux jouent ici un rôle primordial car ils permettent de limiter les contentions physiques et les anesthésies. Si le risque anesthésique est jugé raisonnable, le bilan de santé doit être effectué. Il doit comprendre a minima un examen clinique, une biochimie sanguine, une numération formule sanguine et des radiographies. L'équipement à disposition des vétérinaires et leurs moyens financiers sont des facteurs limitants. Le bilan senior peut être l'occasion pour les vétérinaires de faire le point avec les soigneurs et de les alerter sur les signes à surveiller chez les animaux âgés : baisse d'activité, anorexie, polyuro-polydipsie, faiblesse, boiterie, difficultés respiratoires, changements traduisant une douleur/inconfort, modification de la consistance et de la quantité de selles... [4,51]

C. Médecine préventive et condition physique

La médecine préventive consiste en la mise en place d'un plan de santé suivi tout au long de la vie de l'animal afin de limiter au maximum les risques de maladies graves. C'est l'un des rôles du vétérinaire en parc zoologique. Elle comprend des examens de santé réguliers, la vaccination, le contrôle des parasites internes et externes, la nutrition, la mise en quarantaine des animaux, la réalisation systématique d'autopsie, la lutte contre les nuisibles et la conception des enclos et de bâtiments [113]. Nous nous focaliserons ici sur des aspects ayant une importance majeure chez les animaux gériatriques.

1. Vaccination

Des protocoles vaccinaux peuvent être mis en place dans les parcs zoologiques, même si leur efficacité n'a pas été prouvée dans toutes les espèces. En effet, les vaccins ont été élaborés pour les espèces domestiques (i.e. chiens, chats, bovins, chevaux...) et peuvent ainsi ne pas induire la réponse immunitaire souhaitée.

L'augmentation de la prévalence des maladies infectieuses et des cancers chez les animaux âgés est indicatrice d'une altération du système immunitaire. De plus, toute maladie chronique accentue l'affaiblissement des défenses immunitaires. Les animaux âgés présentent donc une susceptibilité importante vis-à-vis des agents pathogènes spécifiques. Chez les carnivores domestiques, il est conseillé de continuer à vacciner les animaux jusqu'à la fin de leur vie. Un protocole plus strict peut être mis en place à cause d'une plus faible réponse vaccinale. Seuls les animaux en mauvais état général, immunodéficients (par exemple atteints d'un cancer généralisé...) ou sous thérapie immunosuppressive ne peuvent pas être vaccinés car leur système immunitaire n'est pas opérationnel. Il n'est pas recommandé de commencer ou recommencer à vacciner un animal âgé. Il faut donc effectuer une vaccination régulière tout au long de sa vie. Certains auteurs préconisent de privilégier des vaccins inertes aux vaccins vivants pour limiter le risque de réversion. Ils recouvreraient ainsi leur pouvoir pathogène et pourraient provoquer la maladie contre laquelle ils sont censés protéger les animaux [1].

La question peut se poser pour les animaux sauvages gériatriques lorsque la vaccination n'est pas rendue obligatoire par la législation. Il faut en effet faire la balance bénéfice/risque pour les animaux âgés :

- L'utilisation du vaccin est-il sans risque pour cet individu ?
- Le risque épidémiologique justifie-t-il d'imposer un stress à l'animal lié à l'administration du vaccin ?

2. Traitements anti-parasitaires

Le contrôle des parasites digestifs doit s'appuyer sur des coproscopies régulières et des traitements ciblés. Il permet de limiter les conséquences délétères des infestations massives tout en limitant l'apparition de résistances des parasites.

Des traitements contre les parasites externes peuvent être appliqués sur les animaux de manière préventive si cela est possible chez les espèces sensibles.

Tout comme la vaccination, il est nécessaire de continuer les traitements anti-parasitaires chez les animaux âgés car ces animaux sont plus sensibles aux infections bactériennes, fongiques mais aussi aux parasitoses [52].

3. *Alimentation et obésité*

i. L'alimentation et son impact sur la santé

L'alimentation est un aspect très important, voire essentiel, de la gestion des animaux. Elle joue sur le poids de l'animal mais aussi sur sa santé : sensibilité aux infections, désordres organiques, performances de reproduction... La composition de la ration mais aussi la quantité de nourriture doivent donc être adaptées tout au long de la vie de l'animal. Elles doivent être révisées en fonction de son poids et de sa note d'état corporel mais aussi de son état de santé [52]. Les récompenses utilisées pour les entraînements médicaux et les enrichissements doivent être prises en compte dans la ration journalière de l'animal et ne pas entraîner une prise de poids trop importante.

Elle joue également fortement sur l'usure des dents, notamment chez les Herbivores. Si l'alimentation a été inadaptée tout au long de la vie de l'animal, les problèmes dentaires pourront être plus sévères et se manifester plus précocement. Il est donc important de donner un aliment adapté au régime alimentaire de l'animal (i.e. fourrage de bonne qualité, taille des brins adaptée, rongement d'os possible, ...). Un contrôle et un entretien réguliers des dents permettent eux aussi d'assurer une bonne hygiène dentaire et préviennent l'apparition de ces troubles.

ii. Obésité

L'obésité est une affection caractérisée par une accumulation excessive de triglycérides dans le tissu adipeux. C'est le résultat d'un apport énergétique excessif comparé aux besoins de l'organisme. L'alimentation, la sédentarité, l'âge et le sexe sont des facteurs de risque. L'obésité est de plus en plus fréquente chez les animaux en parc zoologique, surtout les individus âgés. La cachexie est généralement un stade plus tardif. Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, la nourriture n'est pas toujours totalement adaptée à l'animal et à son activité : aliment trop riche ou en quantité trop importante, partage non équitable d'une ration collective chez les animaux vivant en groupe... De plus, les animaux sauvages captifs sont beaucoup moins actifs qu'en milieu naturel car il n'y a pas de chasse, moins de déplacements (migration, recherche de partenaire sexuel et de nourriture, etc) mais également pas de variation saisonnière systématique des apports alimentaires et des besoins... Ce constat est particulièrement vrai pour les animaux âgés car ils ont tendance à plus se reposer et moins se déplacer. Les lésions de dégénérescence articulaires peuvent être une cause mais aussi une conséquence de ce manque d'activité. L'obésité, le manque d'activité et l'arthrose forment alors un cercle vicieux en s'aggravant mutuellement [144].

De nombreuses pathologies sont aggravées ou déclenchées par le surpoids dans presque toutes les espèces. Nous pouvons citer par exemple l'arthrose, les maladies cardiovasculaires et certaines endocrinopathies (par exemple le diabète sucré). Il est donc important d'éviter que les animaux soient obèses et de s'assurer qu'ils maintiennent un poids idéal [113,145].

iii. Suivi du poids/ de l'état corporel

Des pesées régulières, en volontaire ou lors d'examens de santé, doivent être effectuées afin d'avoir un suivi du poids. Une variation brutale ou importante du poids de l'animal peut alerter sur son état de santé. Cela peut être le premier voire le seul signe clinique témoignant d'une affection. Par ailleurs, le suivi du poids de l'animal et sa comparaison aux normes de l'espèce permettent d'estimer son état d'embonpoint.

La note d'état corporel est un moyen efficace et pratique d'évaluer l'état d'embonpoint d'un animal. Elle a l'avantage de pouvoir s'effectuer à distance, par évaluation de certaines zones qui diffèrent en fonction des espèces. La palpation peut également donner des informations. Il existe de nombreuses grilles pour évaluer le score corporel propre à une espèce pour les Mammifères. Elles peuvent servir de référence aux vétérinaires. Le score corporel est généralement noté de 1 à 5 ou de 1 à 9. Un état idéal est estimé à 3/5 ou 5/9. En dessous de cette note, l'animal est considéré comme maigre alors qu'une note de 5/5 ou 9/9 correspond à un état d'embonpoint extrême. Un exemple pour les éléphants d'Afrique est présenté en annexe (Annexe 5). Chez les Oiseaux, l'importance de la musculature du bréchet donne une indication sur l'état corporel de l'animal. Par exemple, si le bréchet n'est pas ou peu palpable, l'oiseau est plus proche d'un score de 5/5 alors que s'il est proéminent, il sera plus à un score de 1/5 [55]. L'état corporel des Ophidiens est déterminé à partir de l'observation de la musculature vertébrale et dorsale de la queue. Chez les Sauriens, il faut s'intéresser à la musculature vertébrale, dorsale de la queue, du bassin et dorso-latérale de la région scapulaire. Chez les Chéloniens, l'état corporel est à déterminer par l'observation du développement de la musculature caudale dorsale et de la base des membres [36]. Cette évaluation est beaucoup plus compliquée pour les Amphibiens et les Poissons.

Il faut cependant garder en tête que les animaux âgés ont tendance à être physiologiquement moins musclés et donc avoir une note d'état corporel plus faible [146].

4. *Activité physique*

L'activité physique est un paramètre important de la gestion du poids. Conserver une certaine activité physique chez l'animal âgé permet de conserver la masse musculaire et lutter contre la dégénérescence et l'inflammation du cartilage [52].

Afin de maintenir l'activité de l'animal, il est nécessaire de lui fournir un environnement adapté (taille, relief, agrès, ...) mais aussi de lui présenter des activités l'incitant à se dépenser. La réalisation d'enrichissements, en dispersant de la nourriture dans l'enclos et en augmentant l'exploration de l'environnement, est l'un de ces moyens.

5. *Soins dentaires et entretien des pieds*

Avoir un suivi de l'état des dents et des soins réguliers, sous anesthésie ou non, permet de réduire les anomalies lorsque les animaux vieillissent [147].

Il a été démontré que certains facteurs environnementaux augmentaient l'usure des articulations avec l'âge, notamment chez les animaux lourds. C'est par exemple le cas des substrats

inappropriés et durs, le manque d'exercice et le mauvais entretien des pieds. Afin de réduire le risque d'apparition d'arthrose il est donc conseillé d'avoir un sol meuble adapté à l'espèce hébergée et d'effectuer un parage régulier si la pousse des onglons/sabots est excessive. Cela permet de limiter les contraintes articulaires et les déformations osseuses.

II) Réflexion sur l'hospice et les soins palliatifs

A. Définitions et principes

L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) définit les soins palliatifs comme des soins visant à améliorer la qualité de vie des patients et de leur famille, face aux conséquences d'une maladie potentiellement mortelle. Ils passent par la prévention et le soulagement de la souffrance (douleur ou autres problèmes physiques) tout en prenant en considération les problèmes psychologiques et spirituels qui lui sont liés. Ils ne hâtent ni ne retardent le décès. Les soins palliatifs sont mis en place quel que soit l'âge du patient et un traitement curatif peut leur être associé [148].

En médecine vétérinaire, comme en médecine humaine, le terme « soins d'hospice » correspond aux soins vétérinaires apportés après le diagnostic d'une atteinte pouvant causer la mort dans un délai très court (quelques mois voire quelques semaines). Le confort de l'animal et sa qualité de vie sont au centre de cette prise en charge. Les soins palliatifs font parties des soins d'hospice. La distinction entre les deux n'est cependant pas définie clairement et certains utilisent le terme hospice pour parler des soins palliatifs chez les animaux âgés [4]. Nous utiliserons ici le terme « soins de fin de vie » pour parler des soins apportés aux animaux âgés qui sont proches de la mort, à cause d'une maladie ou de la vieillesse. Ces notions sont utilisées que la maladie soit incurable ou que le propriétaire ait refusé le traitement pour des raisons financières ou autres. Parmi les conditions justifiant la mise en place de soins de fin de vie nous trouvons : le diagnostic d'une maladie en phase terminale, une maladie chronique évolutive (par exemple, insuffisance rénale en stade terminal, arthrose débilante, insuffisance cardiaque congestive), une maladie évolutive non-diagnostiquée, une invalidité chronique (par exemple, maladie neurologique, hernie discale), un animal en stade gériatrique très avancé [139,149].

Les soins de fin de vie apportés aux animaux de compagnie s'inspirent largement de ce qui est proposé en médecine humaine. L'objectif n'est pas de guérir le patient mais d'assurer et maximiser son confort jusqu'au décès. Néanmoins, il existe plusieurs différences entre les soins de fin de vie pour l'Homme et pour les animaux de compagnie. La principale tient au fait que ce n'est pas l'individu malade, l'animal dans notre cas, qui prend les décisions mais son propriétaire. L'autre différence majeure est la possibilité d'euthanasie chez les animaux alors que cette dernière n'est pas une fin possible dans la plupart des pays. La qualité de vie de l'animal jusqu'à sa mort naturelle ou son euthanasie est au centre des préoccupations des soins de fin de vie. Cela prend en compte bien plus que la gestion de la douleur. En effet, les conditions causant de l'inconfort doivent être aussi corrigées afin de garantir une qualité de vie satisfaisante à l'animal. Un autre aspect important est le soutien psychologique et spirituel apporté à l'animal mais également à sa famille. La famille et

l'animal peuvent passer du temps ensemble avant le décès et la famille peut se préparer au décès imminent de son animal de compagnie (mort naturelle ou euthanasie). Les soins de fin de vie comprennent une aide pour la famille pour faire le deuil de son compagnon [4,139,149].

Cette discipline est en pleine expansion chez les animaux de compagnie. L'AVMA a même établi des lignes de conduite pour les soins d'hospice et les soins palliatifs des animaux de compagnie. Ainsi, ces deux concepts impliquent de mettre en place un plan de soins personnalisés adaptés à l'animal : sa maladie, sa personnalité mais également à sa famille. Outre les soins médicaux, il faudra s'assurer que l'animal ait un accès facile à la nourriture, à l'eau et la litière. L'environnement devra être stable, salubre et fournir un lieu de couchage confortable et propre. L'animal devra également être stimulé mentalement. Les cliniques proposant ce type de services doivent être disponibles 24h/24 et 7j/7, proposer des consultations à domicile et être en mesure de conseiller et d'encadrer les propriétaires. Les soins peuvent être réalisés à la maison, ce qui a l'avantage de laisser du temps avec la famille, d'apporter du confort et d'être moins anxiogène. Ils peuvent également être effectués lors d'une hospitalisation à la clinique. La qualité de vie de l'animal, sera évaluée régulièrement en prenant en compte son attitude, sa réponse aux sollicitations ainsi que ses interactions avec son environnement et l'Homme. Les mesures correctrices pourront alors être mises en place et cela orientera la prise de décision d'arrêt des soins [150].

B. Est-ce applicable en parc zoologique ?

D'après Jessup, les principes de base de l'accompagnement de la fin de vie des animaux de compagnie peuvent s'appliquer aux animaux sauvages en captivité [135]. Même si leur prise en charge ne porte pas clairement le nom de « soins palliatifs » ou « soins d'hospice », elle s'en approche. Il existe cependant certaines limites à leur application.

1. *Points communs*

Le bien-être de l'animal doit être au centre des préoccupations. Ainsi, la douleur et les sensations physiques désagréables doivent être prises en charge tout en minimisant l'anxiété et le stress le plus possible. La relation avec les humains est un aspect qui peut aussi être transposé en parc zoologique même si les liens entre l'Homme et les animaux sauvages ne sont pas identiques à ceux des animaux de compagnie. De la même façon, il est possible d'intervenir sur les relations qu'entretient l'animal avec ses congénères. Les soins de fin de vie dans ces institutions peuvent également prendre en compte le soutien et l'assistance dans la préparation du décès de l'animal gériatrique [135].

Le vétérinaire a ici aussi un rôle central dans la prise en charge des animaux : il traite les symptômes, assure le bien-être des animaux et dispense des conseils aux équipes animalières. Les soigneurs animaliers jouent un rôle important pour garantir le bien-être des animaux. En effet, à l'instar des propriétaires d'animaux de compagnie, ils peuvent détecter les anomalies pouvant témoigner une altération de la qualité de vie. Comme ils sont quotidiennement au contact des animaux et qu'ils connaissent les habitudes de chaque individu, ils sont en première ligne pour faire des observations sur l'état de santé des animaux et leur comportement.

Les traitements administrés aux animaux et les adaptations de l'environnement de l'animal ont pour objectif d'optimiser le bien-être à différents niveaux. Pour l'animal sauvage, cela peut cependant représenter un stress important et au contraire avoir un impact négatif sur son bien-être [135].

Des grilles de fin de vie sont de plus en plus mises en place dans les institutions afin de suivre l'évolution de l'état de santé de l'animal gériatrique et sa qualité de vie. Elles permettent également d'aider à la prise de décision lorsqu'une euthanasie est envisagée [135]. Elles seront étudiées dans la partie suivante.

2. *Limites*

Tout d'abord, il est souvent plus difficile de réaliser des soins sur les animaux de zoos et de leur administrer des traitements. Si les traitements sont pris volontairement ou dans la nourriture, cela pose moins de problèmes. Si cela n'est pas possible, des manipulations répétées entraînent un stress important pour l'animal [135]. La consistance de la nourriture peut être adaptée pour que l'animal puisse s'alimenter mais l'alimentation assistée est moins réalisable. Les soins de plaies au niveau des points de pression ne sont pas non plus faciles à effectuer chez les animaux sauvages.

De la même façon, les « petits » gestes quotidiens qui doivent être réalisés chez les animaux domestiques ne sont pas réalisables pour la majorité des espèces. Les animaux en fin de vie peuvent ne plus pouvoir se lever pour effectuer leurs besoins. Il n'est pas possible de nettoyer les animaux et leur lieu couchage tous les jours si les contacts directs avec l'animal ne sont pas possibles ou si son gabarit ne le permet pas. De la même façon, il n'est pas envisageable d'effectuer des changements de décubitus fréquents ou de leur faire des massages pour éviter l'ankylose et les escarres.

Par ailleurs, l'hospitalisation en clinique pour mettre en place des soins plus poussés est généralement impossible. En effet, les infrastructures ne sont pas forcément adaptées et cela entraînerait un stress trop important pour les animaux. Ainsi, même si une prise en charge poussée et optimale est théoriquement possible, elle n'est pas toujours souhaitable pour le bien-être de l'animal. Les animaux sont donc généralement laissés dans leur environnement habituel, avec ou sans congénères, avec un suivi très régulier par les vétérinaires et les soigneurs. Des traitements non invasifs peuvent y être associés. Il n'existe pas encore de référence pour les soins de fin de vie des animaux sauvages en parcs zoologiques. Les vétérinaires s'appuient donc généralement sur leur expérience et les conseils de confrères pour gérer ces cas.

En conclusion, il est possible d'accompagner les animaux sauvages captifs en fin de vie avec des soins de type palliatifs et/ou hospice. Certains symptômes peuvent être réduits si la prise des traitements (analgésiques, anti-nauséux...) peut se faire volontairement et sans stress. Dans notre contexte, l'hospitalisation n'est généralement pas souhaitable pour le bien-être de l'animal. Des modifications environnementales peuvent cependant être réalisées. La prise en charge doit être personnalisée pour chaque individu [135]. Des points éthiques importants restent encore à éclaircir : est-ce justifié de différer la mort d'un animal condamné ? quelles limites devons-nous fixer ? L'euthanasie pour raison médicale est une fin qui peut être envisagée. Il reste à savoir à partir de quel

stade de dégradation de l'état général de l'animal et de ses facultés elle doit entrer en jeu. Quelles que soient les modalités mises en place, la qualité de vie de l'animal doit être l'objectif clé et prévaloir sur sa durée de vie.

III) Traitements

L'objectif principal des traitements mis en place est d'augmenter le confort de l'animal et plus globalement sa qualité de vie : gérer la douleur, les symptômes mais également la perte de fonction. Certains traitements peuvent néanmoins être curatifs. Allonger la durée de vie de l'animal n'est qu'un objectif secondaire. C'est un avis partagé par la plupart des vétérinaires de parcs zoologiques. Il faut peser les intérêts possibles apportés par le traitement et ses conséquences négatives. Le vétérinaire doit donc réfléchir aux réels bénéfices, même si un traitement est techniquement réalisable. Les traitements prennent différentes formes : traitement médical, prise en charge chirurgicale, gestion des plaies et soins locaux...

A. Le traitement médical

La plupart des maladies gériatriques systémiques sont progressives et non curables. Les traitements n'ont donc pas pour vocation de guérir l'animal mais de ralentir son évolution et lutter contre ses conséquences cliniques. En cas d'effets secondaires indésirables il faut stopper son administration si nécessaire ou traiter les symptômes. Par ailleurs, il existe peu d'études pharmacologiques chez les espèces sauvages pour la plupart des médicaments. Les posologies et l'efficacité des traitements ne sont généralement pas connues. Les différences entre les espèces, même au sein d'un même taxon, rendent les parallèles difficiles. Après la mise en place d'un traitement, une évaluation de son efficacité est essentielle [52].

Les vétérinaires mettent fréquemment en place un traitement palliatif afin d'améliorer le confort de l'animal. Ce traitement est mis en place en attente d'une euthanasie ou de la mort naturelle d'un animal. Les soins palliatifs reposent la plupart du temps sur l'emploi de médicaments antalgiques et non spécifiques, en particulier les AINS, les morphiniques et les corticoïdes. D'autres traitements symptomatiques peuvent être ajoutés : un anti-nauséux, un anti-vomitif, un anti-diarrhéique, un antitussif, un laxatif.. Ils peuvent aussi être mis en place pour réduire les effets indésirables de certains médicaments. Les maladies systémiques peuvent également être traitées [52].

La maladie rénale chronique est une affection progressive irréversible. Il est cependant possible de mettre en place un traitement médical pour ralentir son évolution en cas de protéinurie ou d'hypertension. Certains chimpanzés ont été traités par une combinaison de furosémide, d'énalapril, d'atorvastatine (régulateur du métabolisme lipidique), et d'acide acétylsalicylique [56]. Chez les félins exotiques, il est possible d'utiliser de l'énalapril ou du bédézépril et du propranolol en cas d'hypertension. En cas d'urémie, d'autres molécules comme le métoprolol, le sucralfate, les inhibiteurs de pompe à protons (par exemple l'oméprazole) ou des antihistaminiques H2 (famotidine ou ranitidine) peuvent être utilisés [69,142]. Des compléments en potassium peuvent également être ajoutés en cas d'hypokaliémie. Dans cette maladie, il est intéressant de limiter l'apport en phosphore afin de limiter l'hyperphosphorémie qui est délétère en cas d'insuffisance rénale. Contrairement aux

carnivores domestiques qui peuvent manger des aliments industriels pauvres en phosphore, il est compliqué de diminuer la teneur en phosphore des aliments en parc zoologique. Il est cependant possible d'ajouter des chélateurs de phosphore comme l'hydroxyde d'aluminium, le carbonate d'aluminium et le carbonate de lanthanum. Certains animaux déshydratés peuvent nécessiter l'administration régulière de fluides cristalloïdes isotoniques par voie intraveineuse ou sous-cutanée, sous anesthésie ou en volontaire [142].

De la même façon, un traitement peut être mis en place pour soutenir la fonction cardiaque lorsque des anomalies sont diagnostiquées : un inotrope positif (pimobendane), des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (énalapril, bénazépril) et des diurétiques en cas d'œdème pulmonaire (furosémide). Ces molécules ont par exemple été utilisées chez des Oiseaux et des Mammifères (par exemple les ours), même s'il existe peu d'informations pharmacologiques. Les chimpanzés présentant une hypertension répondent bien à un traitement avec de l'énalapril ou de l'amlodipine [56].

Des traitements spécifiques pour les maladies endocriniennes sont possibles mais les posologies ne sont pas toujours déterminées et des échecs sont rapportés : injections d'insuline en cas de diabète sucré, hormone thyroïdienne de synthèse en cas d'hypothyroïdie (lévothyroxine), antithyroïdien en cas d'hyperthyroïdie (méthimazole ou carbimazole), trilostane ou sélégiline pour les syndromes de Cushing ou des minéralo-ou glucocorticoïdes en cas de maladie d'Addison (prednisolone, acétate ou pivalate de désoxycorticostérone, acétate de fludrocortisone) [56,101].

En cas de maladies hépatiques, il est fréquent d'utiliser des hépatoprotecteurs, même si leur efficacité n'a pas été totalement prouvée scientifiquement. Chez les Oiseaux, les vétérinaires donnent de la colchicine pour prévenir la fibrose et de l'acide ursodeoxycholique pour faciliter l'excrétion biliaire.

L'utilisation d'anxiolytiques ou de médicaments sédatifs dans le cadre de soins de fin de vie peut quant à elle susciter des interrogations. En effet, ils peuvent masquer les troubles comportementaux liés au mal-être de l'animal. Le bien-être de l'animal n'est quant à lui pas du tout amélioré.

B. L'observance thérapeutique

L'observance correspond à la façon dont un patient suit, ou ne suit pas, les prescriptions médicales et coopère à son traitement. Une bonne observance est donc essentielle pour assurer l'efficacité du traitement. Les traitements mis en place sont à donner quotidiennement, voire plusieurs fois par jour, et généralement à vie. Il est souvent difficile de les administrer, ce qui constitue la principale cause d'échec ou de renoncement au traitement. Les traitements donnés par voie orale sont généralement cachés dans de la nourriture que l'animal apprécie ou qu'il reçoit peu fréquemment. Cela nécessite qu'ils soient donnés individuellement à la main ou d'isoler l'animal pour le nourrissage. L'inappétence du médicament et l'anorexie sont d'autres facteurs limitants à leur administration. Lorsque la spécialité n'est pas disponible oralement ou que l'administration par voie orale n'est pas possible, le vétérinaire doit recourir aux injections. Elles nécessitent une contention

physique ou des injections à distance qui peuvent être stressantes pour l'animal. Les entraînements médicaux peuvent faciliter l'administration des différents traitements [52].

C. Quelle place donner à la chirurgie ?

Certaines maladies nécessitent une prise en charge chirurgicale. Cette dernière nécessite cependant une anesthésie générale qui présente un risque important pour l'animal. Des questions éthiques se posent car la chirurgie impose un stress à l'animal, des médicaments et des soins, voire une hospitalisation. Le risque anesthésique est également plus élevé chez ces animaux âgés. D'un autre côté, il ne faut pas condamner un animal nécessitant une chirurgie parce qu'il est âgé. Avec ces animaux, le vétérinaire doit d'autant plus faire la balance bénéfices/risques des interventions et réfléchir si elle va réellement améliorer la qualité de vie de l'animal et allonger sa durée de vie.

Parmi les affections nécessitant une intervention chirurgicale, nous trouvons les problèmes dentaires : détartrages, extractions, comblement des fistules oro-nasales et dévitalisation, limages... La plupart du temps, les soins dentaires sont curatifs et permettent d'améliorer considérablement le confort de l'animal et la reprise de l'alimentation [147].

Les exérèses tumorales peuvent être diagnostiques, curatives ou palliatives. Ces interventions peuvent être invasives, surtout si elles nécessitent une laparotomie ou une exérèse cutanée large. Selon ces éléments, chez les animaux (très) âgés ou atteints d'autres maladies chroniques, il semble préférable de n'opérer que les tumeurs compromettant la survie à court terme de l'animal ou celles entraînant un inconfort important : douleur, signes cliniques ne s'améliorant pas avec un traitement ou limitant les mouvements par leur taille. D'autres tumeurs à l'origine d'endocrinopathies peuvent nécessiter une exérèse comme une surrenalectomie en cas de maladie de Cushing ou une thyroïdectomie chez les animaux hyperthyroïdiens. Les traitements adjuvants, la chimiothérapie et la radiothérapie, sont peu utilisables en médecine zoologique car leurs conditions de mise en œuvre sont compliquées (anesthésie, gestion des déchets de soins, coût...).

La cataracte est une affection fréquente chez les animaux âgés. Une correction chirurgicale peut la traiter et permettre à l'animal de voir à nouveau. Elle est à envisager si l'animal n'arrive pas à s'adapter à sa cécité. Si la qualité de vie de l'animal n'est pas altérée et qu'il arrive à vivre avec ce handicap, il n'est pas nécessaire de pratiquer cette intervention. Avant de la réaliser, il faut effectuer un électrorétinogramme pour s'assurer du bon fonctionnement de la rétine. La technique de phacoémulsification est la méthode de référence actuellement. Elle consiste à détruire le cristallin à l'aide de vibrations, à l'aspirer puis à le remplacer ou non par un cristallin artificiel. Cette intervention a déjà été réalisée avec succès chez des primates, des éléphants, des ours, mais aussi des Reptiles (varan et tortue caouanne par exemple) et des Oiseaux (manchots et rapaces par exemple) [76,78,151,152].

D. Les médecines complémentaires

Les médecines complémentaires sont de plus en plus utilisées par les vétérinaires et la médecine zoologique ne fait pas exception. Elles peuvent être utilisées seules ou en complément de traitements traditionnels. Ces techniques semblent avoir peu d'effets secondaires mais il existe à

l'heure actuelle peu d'études scientifiques sur leur utilisation en médecine vétérinaire, et encore moins avec les animaux exotiques [153].

Certains vétérinaires utilisent ces méthodes uniquement chez les animaux âgés, notamment la phytothérapie, l'homéopathie et la gemmothérapie. Le chardon marie, *Silybum marianum*, est par exemple utilisé pour prévenir les insuffisances ou les calculs biliaires et favoriser la régénération hépatique. Des mélanges peuvent également stimuler le système immunitaire, soutenir les fonctions de l'organismes, réduire l'inflammation... [153,154].

D'autres méthodes peuvent être utilisées comme l'ostéopathie, l'acupuncture, la physiothérapie, le laser basse fréquence... Pour réduire les douleurs locomotrices, des mobilisations, des massages ou de la balnéothérapie peuvent être utilisés pour éviter l'ankylose et la fonte musculaire [155,156]. Certaines de ces méthodes ont déjà été utilisées ponctuellement chez des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères chez des individus arthrosiques [36,63]. La plupart des techniques physiques nécessitent cependant un accès rapproché à l'animal et des manipulations répétées. Elles ne sont donc utilisables que chez certaines espèces ou des animaux bien entraînés. La thérapie laser ou thérapie par photobiomodulation est une technique non invasive qui permet de réduire l'inflammation et la douleur, et de favoriser la cicatrisation. Elle a par exemple été utilisée avec succès pour traiter des pododermatites chez des Oiseaux ainsi que de l'arthrose chez des primates gériatriques et de la spondylose chez un boa rosé (*Lichanura trivirgata*) gériatrique. Ce traitement n'est pas toujours efficace et il nécessite un investissement financier (matériel) et du temps (séances régulières). Il semble cependant intéressant de l'ajouter aux traitements de l'arthrose chez les animaux sauvages et d'envisager ces méthodes dans la prise en charge des animaux [157].

E. Focus sur l'analgésie

Les traitements antalgiques prennent une place importante dans la prise en charge médicale des animaux gériatriques. Les animaux peuvent montrer des signes cliniques marqués ou au contraire masquer leur douleur. Comme nous l'avons vu précédemment, la douleur est difficile à reconnaître et à évaluer chez les animaux sauvages. Même si elle n'est pas visible, elle impacte très négativement le confort de l'animal et doit être prise en charge. Chez les animaux gériatriques, nous pensons souvent aux douleurs liées à l'arthrose et un traitement analgésique est souvent mis en place dès l'apparition des premiers signes. Il ne faut pas négliger les autres maladies entraînant de la douleur, comme la douleur cancéreuse et les problèmes dentaires. Lorsque cela est possible il faut traiter directement la cause de la douleur. Il est conseillé de combiner plusieurs approches thérapeutiques ou techniques non pharmacologiques afin d'agir sur différentes voies de la nociception via une analgésie multimodale (Annexe 1) et d'adapter sa prise en charge en fonction du niveau de douleur (*Figure 14* : Traitement antalgique recommandé selon le palier de la douleur [49]). Il existe encore peu d'études pharmacocinétiques et pharmacodynamiques pour évaluer l'efficacité des molécules et leur posologie [48,49,52].

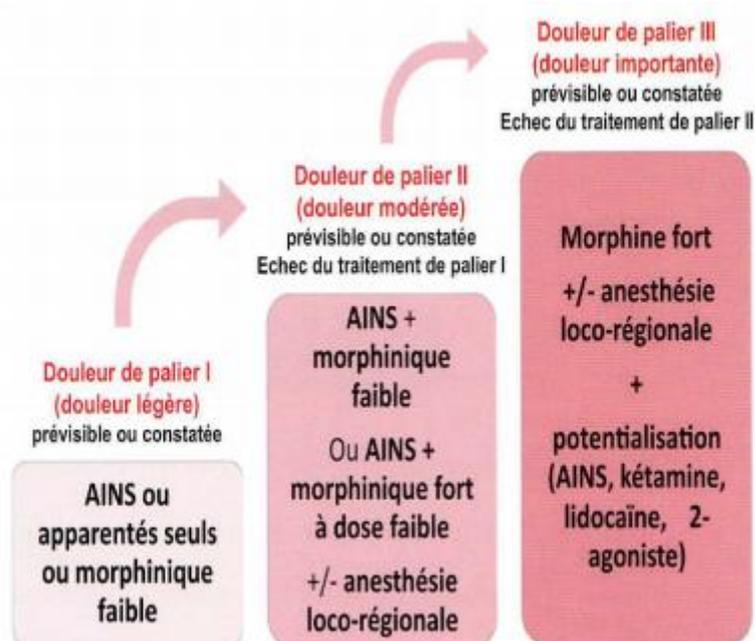


Figure 14 : Traitement antalgique recommandé selon le palier de la douleur [49]

1. Morphiniques

Les morphiniques sont des molécules qui présentent une analogie structurale à la morphine (opiacé naturel) et agissant sur les récepteurs μ (mu), δ (delta) et κ (kappa) -. Leur puissance et leur efficacité varient selon leurs affinités avec les récepteurs. Ils sont classés en quatre groupes : les agonistes totaux (morphine, méthadone, fentanyl et ses dérivés...), les agonistes-antagonistes (butorphanol et nalbuphine), les agonistes partiels (buprénorphine) et les antagonistes (naloxone et naltrexone). Les effets indésirables observés sont : une sédation ou une excitation selon l'espèce, une dépression respiratoire, des nausées et des vomissements (avec la morphine notamment) [48]. Leur utilisation chronique peut prédisposer à un iléus, une constipation, une colique ou un tympanisme ruminal. Leur principale voie d'administration est la voie parentérale, mise à part la buprénorphine qui peut être absorbée par voie transmuqueuse et le fentanyl qui peut être utilisé en patch transdermique. L'utilisation de ce dernier est cependant difficile car il nécessite que l'animal garde le dispositif et ne l'ingère pas. Les morphiniques sont en général peu utilisés pour les douleurs chroniques car des injections sont nécessaires et leur durée d'action est relativement courte, notamment chez les Mammifères [49].

2. Anti-inflammatoires non stéroïdiens

Les AINS possèdent des effets antipyrétiques, anti-inflammatoires et analgésiques. Ils ont une action analgésique grâce à leur capacité à inhiber les cyclooxygénases (COX) et sont efficaces pour les douleurs légères à modérées [48]. Les AINS sont donc utilisés pour les douleurs chroniques, notamment arthrosiques, chez les animaux sauvages (félins, reptiles...) [158]. Leur utilisation à long terme doit cependant se faire avec précaution à cause de leur impact sur la fonction rénale. Ce sont des molécules pratiques (galénique adaptée), peu chères, efficaces, non stupéfiantes et ayant une plus longue durée d'action que les opioïdes. Afin d'éviter d'aggraver ou d'induire des lésions rénales, il est conseillé de réaliser un bilan biochimique rénal avant sa mise en place et de contrôler l'urémie et la créatinémie régulièrement lorsqu'un traitement long est mis en place. Il est également conseillé d'ajouter des protecteurs gastriques pour réduire de risque d'ulcères gastriques secondaires. Des

effets secondaires digestifs ont déjà été rapportés (selles molles, diarrhée et inconfort gastrointestinal) chez des Mégavertébrés et d'autres espèces [159]. Il faut tenter de les utiliser par cure et d'atteindre une dose efficace la plus faible possible. L'ajout d'autres molécules analgésiques permet de diminuer la dose d'anti-inflammatoire et donc de réduire les effets secondaires [49].

Le méloxicam est fréquemment utilisé chez les Reptiles, les Oiseaux, les Félinés et les Canidés. La phénylbutazone et la flunixin méglumine sont plus utilisées chez les grandes espèces comme les Eléphantidés, les Camélidés, les Rhinocéros, les Girafidés, les Pinnipèdes, les Hippopotamidés ... Leur efficacité est généralement bonne à moyenne [159]. Chez les primates, les AINS humains (ibuprofène, naproxène) ou vétérinaires (carprofène, meloxicam, celecoxib) constituent le traitement de première intention, malgré leurs effets secondaires gastrointestinaux et rénaux [50]. Le meloxicam et le piroxicam sont efficaces chez les félins arthrosiques, sans effet secondaire même à long terme [49]. L'utilisation d'aspirine a été rapportée chez un lion et un tigre arthrosiques (10 mg/kg PO q72h) à long terme (respectivement 4 mois et plus de 12 mois) sans effets secondaires notables. D'autres AINS comme le carprofène, l'ibuprofène et le kétoprofène peuvent être utilisés. Il est cependant déconseillé d'utiliser de l'ibuprofène chez les Carnivores [158]. L'utilisation de diclofénac chez les Oiseaux n'est pas recommandée à cause de sa néphrotoxicité et son hépatotoxicité pouvant entraîner la mort de l'animal. La flunixin méglumine n'est pas non plus recommandée chez ces animaux [49].

3. *Tramadol*

Le tramadol est un opioïde non morphinique à action centrale. C'est un agoniste faible des récepteurs μ et il agit de manière complémentaire comme inhibiteur de la recapture de noradrénaline et de la libération de sérotonine [48]. Il a l'avantage de pouvoir être administré par voie orale ou parentérale et d'avoir peu d'effets indésirables, même à long terme. Le tramadol peut être utilisé seul ou associé aux AINS [160]. Son utilisation a été rapportée chez les grands félins [158], le gorille des plaines de l'ouest [50], les ours, le binturong, les pinnipèdes et le grand dauphin [40]. Chez les girafes, une étude a montré des effets variables à la dose de 0,48-3 mg/kg deux fois par jour [159]. Une sédation légère a été observée chez les félins et les girafes. Il est également efficace chez les Chéloniens, les Crocodiliens et les Squamates mais aussi de nombreuses espèces d'Oiseaux [49,160].

4. *Gabapentine*

La gabapentine est un dérivé structurel de l'acide γ -aminobutyrique (ou GABA) dont le mécanisme d'action n'est pas totalement élucidé. Elle est utilisée pour les douleurs neuropathiques et les maladies chroniques comme l'arthrose et la douleur cancéreuse. La gabapentine a une action synergique avec les AINS et le tramadol [48,49]. Son utilisation a par exemple été rapportée chez des ours arthrosiques [60] et des primates [50]. Son efficacité est variable selon la dose administrée chez les girafes et les hippopotames [143,159].

F. Les chondroprotecteurs

Lors d'arthrose, il est fréquent d'associer des chondroprotecteurs aux traitements anti-douleur. Ces substances jouent un rôle protecteur pour les cartilages articulaires grâce à l'inhibition de sa dégradation, la synthèse de liquide synovial et la diminution de l'inflammation de la membrane

synoviale. Les plus utilisées sont la glucosamine et la chondroïtine sulfate, qui sont naturellement présentes dans les tissus conjonctifs et cartilagineux. Bien que leur efficacité n'ait pas été prouvée scientifiquement, certains parcs zoologiques les utilisent par cures ou en continu sous forme de compléments alimentaires pour plusieurs espèces (par exemple, le panda roux [61], les éléphants et les ours [60]). Il est aussi théoriquement possible de réaliser des injections de chondroprotecteurs. L'utilisation de glucosamine et de chondroïtine chez des girafes et de hippopotames a montré une efficacité variable mais plutôt faible [143,159]. Leurs effets chez les primates n'ont pas non plus été objectivés [50,51].

De nombreuses pathologies nécessitent une prise en charge multimodale, associant un traitement médical, une adaptation de l'alimentation et du milieu. L'exemple le plus parlant est l'arthrose, pour laquelle il est conseillé d'allier traitement analgésique (généralement tramadol et/ou AINS et/ou gabapentine) et des compléments alimentaires. Un exemple chez les ours est présenté en annexe (Annexe 8). Il est nécessaire d'y associer des méthodes non médicales : exercice physique modéré, lutte contre l'obésité ainsi qu'un environnement plus confortable et adapté [49,60,141].

IV) Adaptation des méthodes d'élevage

La plupart des modifications des méthodes d'élevage mises en place pour s'adapter aux besoins de l'animal vieillissant découlent du bon sens et de l'observation de l'animal dans son enclos : comportements, difficultés rencontrées et ses habitudes. Même si elles peuvent sembler basiques, elles ne doivent pas être négligées car elles jouent un rôle important pour le bien-être de l'animal, parfois même plus que les traitements mis en place. Elles peuvent être à effectuer pendant une période de temps assez longue, c'est-à-dire jusqu'à la fin de la vie de l'animal [1].

A. Modifications de l'environnement

1. Le confort

Le confort est un aspect essentiel pour plusieurs raisons : les animaux passent plus de temps à dormir, ils ont souvent des douleurs articulaires ou musculaires (changement de position pour dormir, zone facile d'accès, coucher/relever facile) mais aussi présentent un risque d'escarres... L'augmentation du confort du lieu de couchage de l'animal vieillissant est l'une des modifications les plus fréquemment mise en place surtout car elle est techniquement facile à effectuer. Par exemple, il est possible de mettre de la paille, des écorces ou des copeaux de bois sur le sol ou le couchage, d'utiliser des tapis ou des matelas en caoutchouc faits sur mesure voire un matelas anti-escarre. Par ailleurs, ils présentent un intérêt pour réduire les raideurs arthrosiques. Les tablettes peuvent également être agrandies pour permettre à l'animal de se reposer dans une position plus confortable. Un tapis chauffant ou un chauffage au sol peuvent aussi être utilisés. Ils permettent d'augmenter la température à l'intérieur de la loge, notamment lorsque les températures sont basses. D'autres lieux de couchage peuvent être ajoutés ce qui permettra à l'animal de choisir l'endroit où se reposer en

fonction de ses envies et des températures : à l'intérieur ou à l'extérieur, à l'ombre ou au soleil etc. Il faudra s'assurer qu'au moins certaines de ces zones se trouvent dans un endroit calme, à l'abri du public et des congénères [36,52,134].



Figure 19 : Matelas extérieur conçu pour un tigre de Sibérie (*Panthera tigris altaica*) de 13 ans. Source personnelle

2. L'accessibilité et la sécurité

L'accessibilité des différents équipements présents dans l'enclos est également un aspect crucial, en particulier pour les individus ayant des difficultés locomotrices et/ou une diminution de l'acuité visuelle. C'est essentiel pour l'accès à la nourriture, à l'eau de boisson et au lieu de couchage mais pas uniquement. En effet, il faut également veiller à ce que l'animal puisse évoluer dans la majeure partie de son espace et atteindre les éléments de l'environnement tels que les agrès, les rochers, les arbres et les bassins. Il est assez simple de supprimer les dénivelés pour l'accès aux loges et aux cabanes. Dans les terrariums, il faut s'assurer que les Reptiles aient facilement accès à la source d'UVB, aux points chauds mais aussi à leurs baignoires. Les animaux âgés sont fragiles et moins agiles. Pour les espèces terrestres, il est donc également intéressant de remplacer les pentes abruptes par des escaliers avec des marches larges. Pour les animaux arboricoles, il est intéressant de faire en sorte que les cordages et les branchages soient plus solides, d'ajouter les ponts pour limiter les sauts, ajouter des plateformes et des échelles, abaisser la hauteur des tablettes voire d'ajouter des rampes à tenir... Ces modifications facilitent les déplacements des individus âgés et permettent également de réduire le risque de chute, pouvant être plus dommageable chez ces individus [36,52,134]. Nous y pensons plus fréquemment pour les primates mais elles peuvent aussi être mises en place pour d'autres espèces comme les lézards arboricoles [161], les petits félins, ... En ce qui concerne les espèces semi-aquatiques, il faut penser à mettre des plans inclinés ou des escaliers pour permettre aux animaux de sortir de leur bassin. Ces rampes pour accéder à la plage sont également intéressantes pour les tortues semi-aquatiques [36]. Pour les Oiseaux, des perchoirs de diamètre et de texture variés permettent de réduire le risque de pododermatite. De plus, il est possible d'ajouter les ponts entre les perchoirs et les nids pour les individus ayant des difficultés à voler ou sauter par exemple.

Il ne faut cependant pas aller dans l'excès inverse et retirer tous les éléments difficiles d'accès ou en hauteur. En effet, appauvrir trop le milieu pourrait avoir un impact négatif sur le bien-être de l'individu et de ses congénères. Pour les espèces aquatiques strictes, Cétacés et Poissons, il n'est pas possible d'apporter beaucoup de modifications au milieu pour simplifier leur quotidien. En ce qui concerne les Amphibiens, les possibilités sont également très limitées.

Pour les animaux ayant des difficultés locomotrices, les substrats durs tel que le béton sont à éviter. Il est conseillé d'avoir des sols plus mous tels que la terre ou le sable pour éviter d'aggraver les boiteries même si cela peut ne pas être assez abrasif pour user les onglons/sabots. Le sol devra être sec et non glissant afin de réduire le risque de chute et faciliter le relever, notamment chez les Ongulés. Par ailleurs, de la paille ou du sable pourront être disposés sur le sol de la loge. Ces matériaux jouent également un rôle d'isolant entre le sol frais et l'animal qui pourrait entraîner de l'inconfort [52,134].

3. *L'enclos et les températures*

Les animaux âgés sont plus sensibles aux températures extrêmes. La température intérieure peut être augmentée l'hiver grâce à du chauffage ou plus fraîche l'été (ventilation ou climatisation). Une température plus élevée semble également réduire un peu les douleurs liées à l'arthrose. Sous nos climats, il est fréquent de ne pas donner accès au parc extérieur à certaines espèces lorsque les températures sont trop basses. Pour les Reptiles âgés, il est intéressant d'augmenter légèrement les températures (point chaud et point froid). Le taux d'humidité peut être augmenté avec plus de vaporisation [36].

Des abris doivent être disponibles pour protéger les animaux des phénomènes météorologiques comme la pluie, le vent mais aussi le soleil. Afin de garantir la tranquillité des animaux âgés qui recherchent généralement plus le calme, des zones de refuge, isolées des congénères et du public doivent être aménagées.

Il est souvent nécessaire de privilégier uniquement la sortie en extérieur dans la journée afin que les animaux soient visibles pour les visiteurs. Pour le bien-être des animaux sauvages captifs, il est cependant recommandé de leur laisser le choix d'accès entre le bâtiment intérieur et l'enclos extérieur. Pour le confort de ces animaux plus sensibles, l'accès au bâtiment intérieur peut être autorisé dans la journée. A l'inverse, en fonction de l'espèce, il est possible de donner libre accès à l'enclos extérieur la nuit pour les individus âgés. Ainsi, ils peuvent profiter des températures moins chaudes l'été, d'un environnement sans visiteur voire sans congénère. Cela peut être réalisé pour les individus âgés n'ayant pas accès à l'extérieur la journée (séparation des congénères, non présentable au public...). Dans ce cas, il peut aussi être intéressant d'augmenter la taille des bâtiments intérieurs, en donnant à l'animal un accès à plusieurs loges par exemple. Cependant, il est parfois nécessaire de diminuer la taille de l'enclos de l'animal lorsqu'il est désorienté dans un espace devenu trop grand ou si certaines zones sont devenues dangereuses pour lui. Néanmoins, si de nombreux changements sont apportés dans l'enclos ou que l'individu est placé dans un nouvel enclos plus adapté (terrain moins escarpé, confort optimal), cela peut induire un stress non négligeable et une perte de repère, surtout si l'individu est atteint de cécité.

Dans la première partie, nous évoquons les inconvénients du déplacement de l'animal dans un enclos dédié, parfois hors du groupe et non visible du public. Ils sont principalement liés au bien-être de l'animal (place, équipement adapté, absence de congénères) mais il faut également y ajouter les difficultés d'adaptation à un nouvel environnement. De la même façon, si de nombreux changements sont apportés dans l'enclos, cela peut induire un stress non négligeable et une perte de repère, surtout si l'individu est atteint de cécité. La majorité des modifications décrites sont faciles à mettre en place mais elles nécessitent de la réflexion, du matériel, de l'argent et de la main d'œuvre.

Il est intéressant de penser aux vieux jours d'un animal lors de la construction d'un nouvel enclos. Généralement, le concepteur prend en compte les équipements nécessaires pour l'isolement d'un individu ou en cas de naissance. Il pourrait être intéressant d'anticiper les adaptations à prévoir lorsqu'un animal vieillit afin de ne pas être limité lorsqu'elles deviennent nécessaires.

B. La nutrition

1. *Considérations générales sur l'alimentation*

Les besoins des animaux changent lorsqu'ils vieillissent. Les besoins énergétiques tendent à être plus faibles chez les animaux âgés car ils ont un niveau d'activité plus faible et leur métabolisme est réduit. Un apport protéique adapté permet de maintenir la masse musculaire et le fonctionnement du système immunitaire. Les fibres contribuent à la motricité intestinale. Les lipides apportent des acides gras essentiels et jouent un rôle important dans l'appétence de l'aliment. Il est conseillé de diminuer leur quantité globale tout en privilégiant les lipides hautement digestibles et les acides gras essentiels. L'aliment doit être appétent car beaucoup d'animaux âgés peuvent devenir difficiles à cause de la diminution du goût et de l'odorat. Ils peuvent également plus sélectifs et avoir un appétit plus faible. Par ailleurs, certaines espèces, comme les lézards et les tortues terrestres, ont des besoins plus élevés en minéraux et vitamines. L'apport de phosphore et de sodium doit cependant être limité dans la plupart des espèces pour protéger respectivement les fonctions rénale et cardiaque [1,38,139].

Comme nous l'avons évoqué précédemment, il est important de contrôler le poids de l'animal âgé : éviter qu'il n'en perde trop ou à l'inverse faire en sorte qu'il maigrisse en diminuant la quantité et/ou les apports énergétiques. Conserver un poids de forme est un point essentiel pour les animaux arthrosiques, que ce soient chez les Mammifères, les Oiseaux ou les Reptiles.

Pour les animaux ayant tendance à moins boire ou ceux ayant une maladie rénale, il est possible d'augmenter l'apport en eau en distribuant des végétaux riches en eau (ex : concombre, courgettes, pastèque etc), en ajoutant de l'eau dans la ration ou en utilisant des jus de viande.

Certains aliments ou suppléments sont spécialement formulés pour les animaux gériatriques par le fabricant d'aliments industriels pour animaux sauvages captifs. Par exemple, celui pour les grands félins contient des fibres, des minéraux et des antioxydants. Ainsi, il module le pH urinaire et réduit la charge rénale [162].

Le changement alimentaire peut être mis en place dès que l'animal atteint 75% de son espérance de vie ou alors uniquement lorsque les maladies sont diagnostiquées. A un moment donné, l'animal peut refuser de s'alimenter seul par incapacité physique (douleur, problème dentaire) ou manque d'appétit. Des molécules orexigènes comme la mirtazapine peuvent être administrées pour relancer l'appétit et la prise alimentaire. Il est également techniquement possible de poser des sondes nasogastriques ou d'œsophagostomie pour continuer à alimenter les animaux débilisés. Dans ces cas de figure, nous pouvons nous interroger sur la justification éthique de ces méthodes : est-il moral de forcer à animal à se nourrir alors que celui-ci en est à un stade où il ne désire plus s'alimenter ?

2. *Forme de l'aliment*

Les animaux âgés sont souvent confrontés à une perte de dents, une usure anormale de la table dentaire, une douleur dentaire ou parodontale, voire de l'arthrose mandibulaire ayant un impact sur

la mastication. Il faut donc leur fournir des aliments faciles à mâcher. Pour les herbivores, il est donc conseillé de diminuer la taille des fibres ou alors de broyer les granulés. Les fruits et les légumes doivent être coupés en morceaux, râpés, cuits, voire réduits en purée. Il en est de même pour la viande chez les carnivores. Pour les serpents, la taille de la proie doit être réduite. Pour ces derniers, il peut être intéressant de fournir de plus petits repas plus fréquemment [36]. L'aliment peut également être ramolli si nécessaire [61].

L'appétence de la ration peut être augmentée en chauffant légèrement l'aliment, pour les Carnivores surtout, car cela fait ressortir les saveurs de l'aliment. Il peut aussi être nécessaire de fournir des proies mortes plutôt que vivantes aux Reptiles car certains individus ne sont plus assez réactifs pour chasser et pour éviter les blessures [139].

3. Accès à l'eau et à la nourriture

Il est important de s'assurer que les animaux accèdent facilement à l'eau et la nourriture. Tout d'abord, les deux doivent être disposées dans des lieux facilement accessibles et proches, surtout si les animaux ont des difficultés à se déplacer [1]. De plus, les zones de distribution de nourriture (hors enrichissement) ne doivent pas changer sinon l'animal peut avoir des difficultés à retrouver l'endroit.

Par ailleurs, lorsque la nourriture n'est pas distribuée individuellement, il faut veiller à ce que les individus âgés puissent manger à leur faim. Ces animaux sont en effet plus lents pour manger et ont tendance à être dominés par leurs congénères selon l'espèce. Dans ce cas de figure et lorsque l'animal a un régime spécial ou un traitement donné avec l'aliment, il faudra envisager de distribuer la nourriture à l'écart des congénères [38].

4. Acides gras essentiels polyinsaturés

Les Acides Gras Polyinsaturés (oméga 3 et 6) peuvent être ajoutés à l'aliment car ils jouent un rôle anti-inflammatoire et protecteur pour de nombreux organes, comme les reins, le cœur et les articulations. Ils sont particulièrement utilisés pour les animaux souffrant d'arthrose. Les acides gras oméga 3 semblent aussi avoir un effet positif sur la réponse immunitaire. Les plus intéressants sont l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA). Ces acides gras peuvent se trouver dans des compléments alimentaires donnés par voie orale ou alors dans des huiles de poissons versées sur la nourriture [1,38,139].

5. Alimentation de type « rénale »

Chez les carnivores domestiques, l'alimentation joue un rôle important dans les premiers stades de maladie rénale chronique. Cela consiste à diminuer le taux de protéines tout en évitant la malnutrition et la fonte musculaire en fournissant des protéines de qualité. De plus, le taux de phosphore doit être le plus faible possible. La mise en place d'une alimentation de type « rénale » semble également bénéfique chez les félins sauvages captifs et les ours polaires. Cependant, ces modifications sont peu réalisables car la majorité des animaux se nourrissent avec de la viande, non avec des croquettes. Pour réduire l'apport de phosphore, il est possible d'ajouter des chélateurs de phosphore. Les suppléments en acides gras oméga 3 et oméga 6 semblent également jouer un rôle important dans cette maladie. Certaines institutions ajoutent aussi de la graisse animale comme le saindoux et le lard dans leur ration [60,142,163].

C. Les relations avec les congénères et l'isolement

Lorsqu'un animal vieillit, ses relations avec ses congénères peuvent changer à cause du changement de sa position dans la hiérarchie, sa moindre réactivité face aux agressions, sa faiblesse ou sa recherche de tranquillité. Il faut alors envisager de séparer un individu gériatrique de son groupe lorsqu'il est la cible d'agressions engendrant du stress et des blessures ou simplement s'il est trop sollicité par les individus plus jeunes. Parfois, c'est l'individu âgé qui se montre agressif envers ses congénères car il devient moins tolérant envers les autres et cherche le calme. Il est aussi à noter que les conflits peuvent devenir plus fréquents entre les animaux d'espèces différentes dans des enclos en mixité.

Dans certains cas, il est nécessaire d'isoler temporairement ou de façon permanente l'animal de son groupe. Ce cas de figure concerne les Mammifères, les Oiseaux mais aussi les Reptiles. Deux conduites peuvent alors être adoptées : créer un nouveau groupe ou isoler l'animal pour qu'il soit tout seul. Il est possible d'isoler l'animal âgé attaqué ou bien de retirer l'agresseur si ce dernier perturbe l'ensemble du groupe. Pour les espèces solitaires, cela pose généralement peu de difficultés que l'animal se retrouve seul, même s'il a été habitué à vivre au sein d'un groupe. L'isolement d'un individu peut gravement altérer son bien-être lorsqu'il s'agit d'une espèce sociale. Avec ces animaux, il sera donc préférable, dans la mesure du possible, de constituer un sous-groupe avec uniquement des individus âgés ou alors un nouveau groupe basé sur l'affinité des individus ou leur caractère. Lorsque l'isolement est nécessaire, il est possible de séparer les animaux physiquement, tout en maintenant un contact visuel, olfactif et auditif, en les laissant dans des espaces proches pour diminuer le stress.

D'autres raisons peuvent amener les équipes à séparer, temporairement ou non, un animal de son groupe, notamment la réalisation de soins réguliers, l'administration de médicaments, le nourrissage ou la mise au repos.

Isoler un animal ou créer un nouveau groupe nécessite de la place dans les installations. La plupart du temps, ces individus sont installés dans les loges intérieures avec ou non accès à l'extérieur en alternance avec les autres individus, en pré-parc ou dans les installations de « quarantaine » ou « d'hospitalisation ». Il est rare de pouvoir fournir un nouvel enclos à cet individu ou ce nouveau groupe. Comme nous l'avons évoqué dans la première partie, ces environnements sont généralement peu stimulants et non adaptés à l'espèce ce qui entraîne une altération du bien-être des individus. Lorsqu'il est nécessaire d'isoler un animal, il faut donc bien faire la balance entre les bénéfices que cela lui apporte et l'impact négatif que cet isolement aura sur son bien-être, mais aussi sur l'ensemble du groupe. Pour certaines espèces, comme les loups et les lycaons, il n'est pas éthiquement acceptable d'isoler durablement un animal de son groupe. Il est donc conseillé de privilégier au maximum les isolements temporaires, même si les réintroductions dans le groupe sont parfois compliquées.

Comme les animaux âgés sont moins tolérants aux changements et aux nouveaux arrivants, il est parfois préférable d'éviter l'introduction de nouveaux individus. Cela n'est pas forcément réalisable en pratique lorsque des transferts d'animaux sont prévus ou que le groupe est en train d'évoluer.

D. Les conséquences pour le soigneur

Le rôle des soigneurs travaillant avec les animaux âgés ne se limite pas à l'administration de traitements. En effet, ils doivent observer attentivement l'animal et remonter les informations relatives à son comportement et ses symptômes aux vétérinaires. Ils doivent également adapter leur façon de travailler.

Avec les animaux âgés, le soigneur doit être flexible et patient. En effet, ses tâches quotidiennes et leur réalisation sont dictées par la volonté de l'animal et son cycle de sommeil. Par exemple, il devra s'adapter aux heures où l'animal ne dort pas pour le nourrissage, le nettoyage des infrastructures et les entraînements médicaux. Il devra aussi prendre en compte l'endroit où l'animal se sent le plus confortable (intérieur ou extérieur). Il est nécessaire de s'adapter à ses handicaps comme être patient lorsque l'animal est lent à se déplacer. Il faudra aussi veiller à ne pas le surprendre s'il est aveugle ou sourd. Il semble que garder les mêmes horaires et la même routine permet de ne pas perturber l'animal et de lui offrir un cadre rassurant. Ces adaptations sont déjà mises en place par la majorité des établissements interrogés.

Le comportement des animaux envers leurs soigneurs peut changer. Un animal proche de l'Homme ou calme en sa présence peut se détourner de lui et éviter son contact. Des animaux peuvent même devenir plus agressifs qu'à leur habitude. A l'inverse, certains individus peuvent devenir plus proche de l'Homme en vieillissant et chercher le contact. Ses préférences envers certains soigneurs peuvent aussi s'accroître. Il est conseillé de répondre aux attentes de l'animal soit étant présent avec lui ou en gardant ses distances dans la mesure du possible. Ainsi c'est l'animal qui choisit quand il veut entrer en interaction avec le soigneur. Il ne faut pas forcer l'animal mais essayer de maintenir une relation positive. Ces individus ayant tendance à moins tolérer les nouveaux venus, il est recommandé d'éviter le travail rapproché avec de nouvelles équipes.

Les animaux utilisés pour les spectacles peuvent ne plus pouvoir participer aux représentations pour des raisons médicales comme la fatigue, des affections locomotrices, la perte des sens ou bien tout simplement à cause d'un manque d'envie de leur part. Il pourra alors être judicieux de les mettre à la retraite, c'est-à-dire qu'ils seront toujours présents sur le parc, visibles ou non du public, mais sans participer aux spectacles. Dans ce cas, il faut veiller à ne pas délaisser complètement l'animal et à lui permettre d'interagir avec les soigneurs. En effet, ces animaux ont l'habitude d'être en contact avec l'Homme, d'être sollicités et encouragés. La grande majorité des animaux appréciant ces moments, il est donc important de continuer de les solliciter afin qu'ils gardent le moral.

L'entraînement médical est un moment privilégié entre le soigneur et l'animal. Il a un rôle important pour le suivi médical des animaux mais aussi pour leur bien-être car les animaux y prennent généralement plaisir.

E. Les entraînements médicaux et les enrichissements

1. Définition et principes de l'entraînement médical

L'entraînement médical, ou *medical training* en anglais, consiste en un ensemble d'apprentissages dans le but particulier de pouvoir examiner et soigner un animal. Il se base sur le conditionnement opérant et le renforcement positif. Il est de plus en plus pratiqué en parcs

zoologiques français. Parmi les quinze vétérinaires interrogés, ils sont douze à en effectuer dans leur institution [164].

Il est théoriquement possible d'effectuer des entraînements médicaux sur toutes les espèces, mêmes celles classées comme dangereuses (par exemple les félins et les éléphants). Parmi les espèces les plus entraînées en parcs zoologiques, nous trouvons : les éléphants, les rhinocéros, les otaries, les dauphins, les pandas géants et les grands singes. Les entraînements médicaux sont surtout réalisés chez les Mammifères, même s'ils sont également réalisables chez les Oiseaux et les Reptiles.

Il est important que les animaux soient entraînés fréquemment pour que l'animal n'oublie pas l'exercice et qu'il soit prêt le jour où le vétérinaire a besoin d'intervenir.

En fonction de la dangerosité des animaux et leurs capacités physiques et intellectuelles, l'apprentissage ne va pas s'effectuer dans les mêmes conditions. Certains animaux n'ont pas la capacité d'apprendre des exercices compliqués. De plus, les exercices sont à adapter aux pathologies fréquentes observées chez les différentes espèces. Par exemple, les otaries sont sensibles au niveau des yeux, il est donc intéressant de leur apprendre à se laisser examiner l'œil et à accepter l'application des collyres. Chez les pachydermes, il faut leur apprendre à donner les pieds et à accepter le parage.

2. *Intérêt des entraînements médicaux pour la gestion des animaux gériatriques*

L'intérêt du *medical training* est donc de pouvoir effectuer des examens, une pesée et des soins sans stress. Le simple fait d'être habitué à être approché et manipulé par les équipes animalières est un grand avantage. Le recours à la contention physique ou chimique n'est donc plus obligatoire pour ces animaux [164].

Il est donc possible de réaliser un examen clinique complet avec observation à distance mais aussi de demander à l'animal de montrer des parties moins accessibles comme les pieds, les nageoires, la cavité buccale... De même, les animaux entraînés se laissent toucher pour l'examen rapproché et l'auscultation cardiorespiratoire. Un animal entraîné est aussi habitué à subir divers examens complémentaires comme une prise de sang, une radiographie, une échographie et même une biopsie cutanée. L'entraînement médical est très intéressant pour les suivis de reproduction mais aussi la détection et le suivi des maladies. L'autre aspect important est la possibilité de réaliser une grande partie des soins en volontaire : nettoyage de plaie, pose d'un pansement, administration de médicaments, injection etc...

La majorité des vétérinaires estiment qu'ils n'ont pas assez de recul pour dire si les entraînements médicaux permettent d'avoir un meilleur suivi des animaux âgés. Nous pensons que le bénéfice à long terme de ces exercices est important, notamment pour les animaux gériatriques. Ils garantissent effectivement d'avoir un suivi régulier de l'état de santé de l'animal tout au long de sa vie. Le vétérinaire et les soigneurs peuvent ainsi surveiller l'évolution d'un animal au jour le jour. De plus, ils permettent de détecter plus facilement et plus précocement les maladies. Le fait que les animaux soient entraînés à se laisser examiner confère au vétérinaire une plus grande possibilité d'intervention quand ils sont malades. Si l'animal n'est pas entraîné, le vétérinaire ne prend pas

forcément le risque de l'endormir pour effectuer des analyses. C'est particulièrement vrai pour les animaux âgés pour qui le risque anesthésique est plus élevé. L'administration de traitements et la réalisation de soins, fréquents chez les animaux gériatriques, est également plus simple. Par exemple, un entraînement rend possible l'injection quotidienne d'insuline chez des individus diabétiques.

Les entraînements médicaux doivent être maintenus chez les animaux âgés. En effet, ces derniers requièrent souvent un suivi régulier. La répétition des exercices permet aux animaux de ne pas les oublier et de ne pas perdre leurs repères si des examens sont nécessaires. Par ailleurs, l'entraînement médical fait partie des rituels quotidiens et peut être considéré comme un enrichissement. Il contribue au bien-être de l'animal et à sa stimulation intellectuelle. Les exercices doivent néanmoins être adaptés aux aptitudes de l'animal âgé. La séance peut être raccourcie car les capacités de concentration des animaux peuvent être réduites. Dans la même optique, la difficulté des exercices doit prendre en compte les limitations physiques de l'animal (la douleur, la raideur articulaire, la cécité...) mais aussi ses déficits cognitifs (mémoire altérée, apprentissage moins facile, compréhension de la situation...). Limiter le nombre d'intervenants peut également être une bonne idée. Les exercices demandés permettent de stimuler les animaux intellectuellement mais il faut veiller à éviter que les animaux soient frustrés s'ils ne réussissent pas à répondre à une demande.

Cependant, c'est un apprentissage long et la confiance qui s'installe entre le soigneur et l'animal met du temps à se mettre en place. L'entraînement médical nécessite un investissement important de la part des soigneurs, notamment en temps. C'est un travail qu'il faut effectuer le plus tôt possible et le maintenir tout au long de la vie de l'animal. En effet, il ne faut pas attendre que l'animal soit malade ou qu'il vieillisse et donc qu'il ait besoin de soins pour commencer la désensibilisation. Il ne faut pas oublier que les animaux âgés ont plus de difficulté à apprendre de nouvelles choses. Les animaux sont des êtres vivants et restent donc imprévisibles surtout lorsqu'ils sont malades et quand ils ont mal.

3. *Enrichissements*

Les enrichissements ont pour objectif premier de promouvoir le bien-être des animaux en évitant les comportements indésirables au profit de comportements naturels. Plusieurs types existent : physique (objets, aménagement de l'espace, jouets...), social, olfactif, auditif ou alimentaire (mode de distribution, cachette, nature...). Ils ne doivent pas être arrêtés lorsque l'animal vieillit, au contraire, car c'est une période pendant laquelle la qualité de vie de l'animal menace d'être altérée [113]. De plus, la stimulation permet de ralentir le vieillissement cérébral.

Cependant, comme pour les entraînements médicaux, il est nécessaire de les adapter aux capacités physiques et cognitives de l'animal. Ainsi, il est important de s'assurer que l'enrichissement alimentaire soit facilement accessible. Par exemple, l'animal ne doit pas avoir à escalader ou se mettre debout sur ses pattes postérieures, surtout s'il souffre d'arthrose. Pour les animaux ayant des sens diminués, il faut utiliser des stimuli intéressant les sens encore valides. Par exemple, si un animal perd l'odorat, des enrichissements visuels comme des balles ou des miroirs pourront être utilisés. A l'inverse, pour les Carnivores voyant moins bien, des chemins olfactifs avec des épices, des selles ou des poils d'herbivores pourront être installés dans l'enclos. Les enrichissements cognitifs ne devront pas être trop complexes afin que l'animal ne soit pas frustré s'il ne réussit pas. C'est par exemple le

cas des enrichissements nécessitant des outils pour les primates. Les animaux âgés peuvent ne pas y avoir accès : soit parce que les individus plus jeunes sont plus rapides soit car leur place dans la hiérarchie ne leur permet pas. Il faudra donc s'assurer qu'ils y aient accès.

La *Figure 20* résume les principaux aspects à prendre en compte lors de la gestion des animaux gériatriques et leurs soins de fin de vie.

SOINS PHYSIQUES

Gestion de la douleur	<p>Anticiper, prévenir, contrôler et évaluer régulièrement la douleur chronique et aiguë : fournir une analgésie multimodale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Outils pharmacologiques • Modifications environnementales • Changement nutritionnel • Manipulations douces
Gestion des signes cliniques	<p>Examiner le patient pour diagnostiquer et traiter les signes cliniques : dyspnée et signes respiratoires, signes gastro-intestinaux, dysfonctionnement cognitif, anxiété, prurit, intégrité de la peau, santé dentaire</p>
Hygiène	<p>Maintenir un environnement propre (urine et fèces) et accès aux sites d'élimination</p>
Nutrition	<p>Evaluer les besoins nutritifs et la condition corporelle, surveiller les changements des habitudes alimentaires, maintenir une alimentation équilibrée, assurer une prise alimentaire suffisante, favoriser l'hydratation</p>
Mobilité	<p>Fournir un substrat non glissant, des lieux de couchages variés, un accès aux divers éléments de l'enclos, des exercices de mobilisations et une activité modérée</p>
Sécurité	<p>Limiter l'accès aux endroits dangereux, éviter les chutes, protéger des agressions et des traumatismes auto-induits</p>
Besoins environnementaux	<p>Fournir un couchage confortable, un espace suffisant et du calme, contrôler les températures, l'humidité et protéger des conditions climatiques</p>

BIEN-ETRE SOCIAL

Interaction avec les congénères	<p>Permettre d'entretenir les relations dans le groupe social</p>
Interaction avec les soigneurs et les visiteurs	<p>Maintenir les activités avec les soigneurs dans la limite des capacités de l'animal (entraînement médical, spectacle) mais laisser la possibilité de s'isoler des soigneurs et du public</p>
Isolement	<p>Eviter au maximum l'isolement pour les espèces sociales</p>

BIEN-ETRE EMOTIONNEL

Stimulation mentale	<p>Fournir un environnement enrichissant et des opportunités</p>
Préserver la dignité	<p>Contrôler l'hygiène des animaux et de l'environnement (incontinence)</p>
Réduire le stress	<p>Minimiser l'exposition au stress et les changements de routine, limiter les manipulations stressantes, les introductions de nouveaux individus et les changements d'environnement</p>
Maintenir les activités	<p>Maintenir les entraînements médicaux et les enrichissements physiques et cognitifs</p>

Figure 20 : Résumé de la prise en charge multimodale dans les soins de fin de vie des animaux : objectifs et interventions à effectuer. Traduit et adapté d'après Bishop et al., 2016 [139]

V) Euthanasie et décès d'un animal âgé

L'euthanasie est un acte couramment réalisé pour les animaux sauvages en captivité. Elle obéit aux mêmes principes que pour les animaux domestiques [49,150,165–169].

A. Définition

Le mot euthanasie vient du grec « eu » et « thanatos » qui signifient mort douce. C'est donc l'action de causer humainement la mort d'un individu.

L'euthanasie fait l'objet de nombreux débats philosophiques, éthiques, moraux et religieux. Ainsi, elle est interdite pour l'Homme dans la plupart des pays européens, comme la France [170]. Elle est légale et largement acceptée pour les animaux, notamment les animaux de compagnie. D'après l'AVMA, c'est de la « responsabilité » du vétérinaire « en tant que professionnel et être humain de [s'] assurer que si la vie d'un animal doit être écourtée, cela soit fait avec un haut degré de respect et en s'assurant de la mort et aussi non douloureuse et sans détresse possible ». Le vétérinaire est le garant du bien-être animal et l'euthanasie est un moyen d'abrèger les souffrances d'un individu. Afin de guider les vétérinaires pour que l'euthanasie soit effectuée de manière éclairée et en accord avec le bien-être de l'animal, l'AVMA a rédigé des recommandations mises à jour régulièrement (dernière mise à jour le 17/01/2020).

Comme dans les autres espèces, l'euthanasie des animaux sauvages captifs doit entraîner la mort de manière douce et apaisée, sans stress ou douleur. La perte de conscience doit être rapide et suivie d'un arrêt cardiorespiratoire et de la perte des fonctions cérébrales.

La définition de l'euthanasie est bien délimitée mais la prise de décision n'est pas aussi simple. De nombreux paramètres entrent en jeu.

B. La prise de décision

L'euthanasie est l'une des décisions les plus difficiles qu'un vétérinaire ait à prendre, quel que soit l'âge de l'animal. La plupart du temps la mort naturelle ne survient qu'après une longue et lente dégradation de l'état. Par ailleurs, un animal retrouvé mort le matin a pu agoniser longtemps pendant la nuit. Afin d'éviter que l'animal ne souffre, il faut envisager l'euthanasie. Le vétérinaire a souvent peur de la réaliser trop tôt ou au contraire trop tard. Les lésions nécropsiques notées chez les animaux gériatriques sont souvent plus importantes que ce à quoi le vétérinaire s'attendait avec les signes cliniques observés. Les lésions sont rarement moins importantes et laissent rarement supposer qu'un traitement aurait pu être mis en place. Ainsi, les vétérinaires de parcs zoologiques n'ont généralement pas tendance à « hâter » le décès d'un animal mais plutôt à intervenir un peu tardivement.

L'euthanasie est fréquemment utilisée en parcs zoologiques car les possibilités de traitements médicaux et chirurgicaux sont souvent limitées. D'après notre enquête, cela représenterait 51% des causes de décès chez les animaux âgés. C'est donc une option qu'il faut envisager lorsque des soins de fin de vie sont mis en place. Elle est parfois considérée comme la suite logique de cette prise en charge. Evoquer cette option en amont permet d'avoir un suivi dans le temps de l'évolution de

l'animal mais aussi de préparer les équipes. Des questions se posent quand même : Faut-il lui laisser une chance d'aller mieux ? Est-ce la meilleure solution pour lui ? Quel est le bon moment pour le laisser partir ?

Lorsque l'animal agonise ou décompense (douleur insurmontable, dyspnée sévère, etc), la décision est plus simple à prendre. C'est aussi le cas lors d'accidents graves, comme une fracture vertébrale. En effet, dans ces cas il est nécessaire d'agir rapidement afin d'abrégier les souffrances de l'animal car aucun traitement n'est possible. Ce n'est généralement pas dans ce cas de figure que se trouvent les animaux gériatriques. L'évolution des maladies et le déclin de l'état général de l'animal sont le plus souvent progressifs. Il faut alors examiner plusieurs facteurs afin de décider de l'avenir de l'animal.

1. Point clé : le bien-être

Le bien-être de l'animal peut être fortement dégradé chez les animaux âgés. C'est le paramètre le plus important à prendre en compte pour décider quand effectuer l'euthanasie.

Il est nécessaire d'évaluer la possibilité pour l'animal de satisfaire ses besoins primaires comme manger et boire, faire ses besoins et se déplacer. Les signes physiques et clinicopathologiques témoignant d'une maladie sont également à noter. Ces animaux sont généralement malades et il est donc intéressant de voir comment les prises en charge impactent le bien-être de l'animal. Les traitements, s'ils sont efficaces, peuvent améliorer sa qualité de vie. A l'inverse, certaines prises en charge peuvent affecter négativement sa qualité de vie, même si elles sont efficaces ou nécessaires pour traiter la maladie. C'est par exemple le cas des hospitalisations qui sont stressantes, d'une chirurgie douloureuse, des effets secondaires des traitements et de la réalisation répétée d'interventions. Contrairement à l'Homme, les animaux ne sont pas capables de comprendre les bénéfices à long terme d'une souffrance ou d'une baisse de bien-être passagère. Ce que nous pouvons considérer comme un mal nécessaire afin d'aller mieux peut être considéré comme un motif d'euthanasie [54,165,171]. Il faut veiller à ne pas faire d'anthropomorphisme lorsque nous envisageons le bien-être de l'animal.

C'est le comportement de l'individu qui donne les informations les plus intéressantes pour évaluer sa qualité de vie, que l'animal âgé soit malade ou pas. Il doit être comparé à son comportement habituel. Ce ne sont pas uniquement les comportements anormaux qu'il faut repérer (ex : stéréotypies, toilettage excessif ou picage) mais surtout l'absence de comportement témoignant d'un intérêt pour son environnement. Les signes d'alerte sont : un arrêt des interactions avec ses congénères (jeu, toilettage), un isolement, un arrêt des interactions avec les soigneurs, un manque d'intérêt pour la nourriture et les enrichissements.

Finalement, l'euthanasie doit être privilégiée si la qualité de vie de l'animal n'est pas satisfaisante. C'est également la position de la WAZA [114]. L'euthanasie permet alors de libérer l'animal de ses souffrances physiques mais aussi psychologiques. Il faut veiller à ce que certaines conditions ne fassent pas passer le bien-être en second plan. Par exemple, il n'est pas éthique de garder en vie un individu dont le bien-être n'est pas satisfaisant uniquement parce que les équipes veulent passer du temps avec lui, que c'est le dernier individu de son espèce présent dans l'établissement ou parce qu'il est attrayant pour les visiteurs. Les vétérinaires peuvent être tentés de

pousser les analyses et les traitements afin d'avoir une certitude sur le diagnostic et la réponse au traitement. D'un côté, cela peut être bénéfique pour de futures prises en charge alors que d'un autre côté cela peut être perçu comme de l'acharnement thérapeutique. Ainsi, les sentiments et la curiosité scientifique ne doivent pas être privilégiés au détriment du bien-être. Dans certains cas, le bien-être du groupe va être plus important que celui de l'individu. Il peut être décidé de maintenir en vie l'animal un peu plus longtemps afin de maintenir la stabilité d'un groupe ou éviter qu'un individu se retrouve seul. A l'inverse, l'euthanasie d'un animal peut être « hâtée » car il a un comportement délétère pour les autres animaux de son groupe.

2. *Autres paramètres*

Il est nécessaire de reprendre tout l'historique de l'animal afin de faire un état des lieux complet de sa situation. Il peut être utile de faire un point sur la maladie : examen clinique, examens complémentaires déjà effectués et leurs résultats, diagnostic, pronostic et traitements mis en place... [54,165,171]

* L'âge : La décision peut sembler moins délicate à prendre lorsque l'animal est âgé. En effet, nous avons généralement tendance à penser que la mort est moins grave lorsqu'elle touche un individu âgé, humain ou animal. Nous nous raccrochons à l'idée que l'individu a vécu une longue et belle vie. Même si l'âge avancé d'un animal doit être pris en compte lorsqu'une euthanasie est envisagée, il ne faut à l'inverse pas condamner un animal uniquement parce qu'il est vieux. Plus que l'âge en lui-même, c'est surtout la forte probabilité d'avoir plusieurs maladies concomitamment ou d'en développer d'autres qu'il faut prendre en compte.

* Les signes cliniques et maladies : Il faut faire attention à ne pas condamner l'animal uniquement parce qu'il est atteint d'une maladie incurable. Ce sont surtout ses symptômes qui doivent être pris en compte. En effet, ils peuvent avoir un impact négatif sur le bien-être mais ils permettent de suivre l'évolution clinique d'une maladie dans le temps. La persistance de douleur malgré un traitement antalgique est le critère principal. L'appétit de l'animal, dysorexie ou anorexie, sont des facteurs très importants, autant que l'amaigrissement et la cachexie. Parmi les autres signes cliniques à prendre en compte, nous trouvons la boiterie, les difficultés à se lever, le niveau d'activité, l'intolérance à l'effort, la toux, la dyspnée, les vomissements, la diarrhée, la constipation, les troubles neurologiques, les lésions cutanées, la cécité etc. L'euthanasie d'un ruminant ou d'un équidé qui est incapable de se lever peut être justifiée car elle témoigne qu'une altération très marquée de l'état général. La qualité du pelage ou du plumage ne sont pas des critères pour l'euthanasie. Ils peuvent cependant refléter l'altération de l'état de santé de l'animal (une coloration anormale, poil terne, piqué, sec ou éparse).

* La réponse au traitement : L'efficacité des traitements mis en place est un point qu'il est important de prendre en compte. En effet, si aucun traitement ne permet de réduire les symptômes, cela va peser favorablement pour l'euthanasie. C'est le même raisonnement si le traitement est difficile voire impossible à administrer ou qu'il n'est pas toléré par l'animal à cause d'effets indésirables. Parmi les effets indésirables courants, il y a les vomissements, les nausées lors de chimiothérapie, la polyphagie, la diarrhée, la sédation ou la somnolence. Les différents traitements

entrepris et leur efficacité doivent être listés afin de permettre au vétérinaire de faire le point et voir les solutions thérapeutiques qui lui restent.

* Les relations avec le groupe : Les relations de l'individu avec le groupe sont des critères à prendre en compte. Un rejet, des conflits voire des agressions sévères avec les congénères peuvent être observés. En cas d'espace en mixité, ce sont les autres espèces qui peuvent devenir problématiques pour l'animal âgé. Dans ce cas, l'euthanasie peut être envisagée s'il n'y a aucune possibilité d'isolement de l'animal : espèces vivant strictement en groupe ou pas d'endroit disponible. Lorsqu'un animal meurt, cela peut avoir un impact sur le reste du groupe. Tout d'abord, cela peut modifier la dynamique et la hiérarchie au sein du groupe : création de tensions, perte d'un membre meneur, déstructuration du groupe... En effet, certains animaux, même lorsqu'ils sont âgés, occupent une place importante dans le groupe, comme l'éducation des jeunes. Pour les animaux sociaux, la disparition d'un congénère ou de leur partenaire peut entraîner un manque voire de la dépression. C'est surtout le cas quand un animal reste seul. Dans ces cas particuliers, il peut être choisi de différer l'euthanasie de son congénère.

* Les critères de gestion : Certains critères n'ont rien à voir avec l'animal et sa santé mais ont une importance pour le fonctionnement de l'établissement. Ils ne sont pas déterminants dans la prise de décision mais, en fonction des institutions, ils peuvent jouer un rôle plus ou moins important. Si des euthanasies de gestion sont pratiquées, par exemple dans le cadre des surplus, ce n'est pas spécifique des animaux âgés. C'est aussi le cas si le parc est en attente d'un nouvel individu, si l'animal ne se reproduit plus, s'il n'y a pas d'endroit adéquat pour isoler l'animal ou le retirer de la présentation ou si l'institution prévoit d'arrêter la présentation de l'espèce, etc.

* Les critères de conservation : Ces critères peuvent faire peser la balance en défaveur de l'euthanasie d'une espèce menacée. En effet, le classement UICN de l'espèce ainsi que l'importance génétique de l'individu peuvent influencer une décision d'euthanasie, même si l'animal ne se reproduit plus activement à ce stade-là. A l'inverse, l'individu en question peut occuper une place dans un enclos alors qu'un individu intéressant génétiquement pourrait être transféré pour se reproduire.

* L'importance de l'animal pour l'établissement : Comme pour le suivi médical des animaux, l'importance de l'animal pour le parc peut influencer la décision d'euthanasie. En effet, cela peut inciter les équipes à essayer de prolonger au maximum la vie des animaux mis en avant par l'établissement. Les animaux utilisés pour les spectacles, lorsqu'ils y participent encore, peuvent également rentrer dans ce cadre car leur décès pourrait bouleverser le spectacle.

* Le coût : Les dépenses sont plus élevées lors de la prise en charge des animaux gériatriques. Néanmoins, ce n'est pas un facteur limitant d'après les vétérinaires interrogés. Le coût n'est donc pas un point capital dans la décision d'euthanasie.

Lorsque la question se pose d'euthanasier un animal, plusieurs paramètres sont pris en compte : son bien-être, son statut médical et des facteurs propres à l'institution (gestion, coût, importance). Le bien-être doit constituer le point central mais les autres paramètres sont aussi à prendre en compte, notamment si l'altération de la qualité de vie n'est pas majeure. Le poids de chacun dépend des institutions. La prise de décision peut sembler plus facile pour un animal âgé. En réalité comme l'animal a généralement passé beaucoup de temps dans l'institution, l'aspect

émotionnel et l'importance de l'animal pour l'établissement jouent un rôle non négligeable. Lors d'une anesthésie générale, il peut être décidé de ne pas réveiller l'animal si les résultats révèlent un pronostic très sombre à court terme. Il peut également être choisi de ne pas tenter de réanimer un animal âgé lorsqu'il fait un arrêt cardio-respiratoire lors d'une anesthésie.

3. *Personnes impliquées dans la prise de décision*

La décision d'euthanasier un animal n'est pas prise par une seule personne. Lorsque plusieurs vétérinaires travaillent sur le parc, ils partagent leurs avis pour prendre une décision ensemble. Il arrive que les vétérinaires aient un avis différent sur la question, même après discussion : dans ce cas, c'est l'avis du vétérinaire ayant suivi le cas qui prédomine ou bien c'est le vétérinaire « en chef » qui tranche.

Le vétérinaire inclut généralement les soigneurs s'occupant de l'animal dans la réflexion car ce sont eux qui côtoient l'animal quotidiennement et qui ont pu le voir évoluer/se dégrader. Leurs opinions peuvent également diverger et leur avis reste consultatif.

D'après nos observations et les réponses au questionnaire, le capitaine, le curateur voire le coordinateur de l'espèce sont souvent consultés dans les cas complexes. C'est cependant au vétérinaire que revient la décision finale car c'est lui qui effectue l'euthanasie et qui en est responsable.

4. *Grilles d'évaluation de la qualité de vie*

Le vétérinaire se sent généralement apte à prendre la décision d'euthanasie à la lumière de son expérience. Selon la complexité du cas, il nous semble cependant intéressant d'avoir des recommandations et des grilles sur lesquelles s'appuyer. Ces grilles permettent d'avoir une vision globale et objective grâce à son système de notation. Lorsque l'évaluation est effectuée par la même personne, il est possible d'avoir un suivi dans le temps et de déterminer le moment adéquat pour euthanasier l'animal. Cette évaluation permet d'inclure les soigneurs dans le processus de réflexion et de tenir au courant les membres de l'équipe de l'évolution. La fréquence de réévaluation de la qualité de vie dépend de l'état de santé de l'animal, des observations quotidiennes des soigneurs et du résultat de la précédente évaluation. Elles doivent être plus fréquentes lorsque la situation est préoccupante. L'euthanasie est recommandée quand le score traduit une altération de la qualité de vie trop importante [54,165,171].

La plupart des grilles sont composées des items ci-dessous :

- Description de l'animal : espèce, âge, sexe et identification
- Comparaison de l'âge à l'espérance de vie en captivité et/ou en milieu naturel
- Maladies diagnostiquées et leur sévérité
- Réponse aux traitements
- Prise de nourriture et de boisson
- Signes cliniques et note d'état corporel : notés en fonction de leur sévérité et leur fréquence, ceux qui ont plus d'impact sur le bien-être ont une pondération plus importante
- Relations sociales : place dans la hiérarchie, interactions

- Comportements : intérêt pour l'environnement, la nourriture, les enrichissements, entraînements, comportements habituels, comportements spécifiques...
- Estimation subjective de la douleur, du bien-être et de l'inconfort
- Critères autres : intérêt reproducteur (potentiel génétique), capacité, manque de place dans les installations, attente d'un nouvel individu, statut UICN, importance pour l'organisation du groupe...

Actuellement, la grille sur laquelle se basent la plupart des établissements et celle mise au point par Föllmi en 2005 (Annexe 6). Cette dernière comporte une partie « radiographies » facultative en rapport avec des lésions de dégénérescence articulaire. Elle est généralement peu utilisée en pratique car les lésions radiographiques ne reflètent pas complètement l'impact clinique. Une évaluation similaire est proposée dans l'ouvrage « *Zoo and wild animal medicine: current therapy* » (Fowler, volume 9) (Annexe 7). Ces deux grilles ont une forme et une présentation différentes mais aboutissent toutes deux à un score guidant le vétérinaire sur la conduite à tenir (traitement ou euthanasie). Les items proposés sont également comparables.

Il est intéressant de mettre ces outils en place dès que l'animal est repéré comme gériatrique. Il est ainsi possible d'avoir un suivi à long terme. Les soigneurs sont plus attentifs aux changements qui surviennent chez ces animaux et la prise en charge est alors optimisée. Les grilles présentées sont des exemples sur lesquels il est possible de s'appuyer. Chaque cas est cependant unique. Il faut donc adapter la grille pour la baser sur l'individu et son caractère mais aussi les spécificités propres à son espèce. Le poids des critères annexes dépend fortement de l'institution et de la politique qu'elle mène.

Le vétérinaire est amené à se demander quel est le meilleur moment pour euthanasier un animal. Doit-on attendre que l'animal soit en détresse ou grabataire ? Il est vrai qu'il est plus aisé de mettre fin à la vie d'un animal lorsqu'il est au plus mal que lorsque son état général paraît convenable. Mais si nous plaçons le bien-être de l'animal en priorité, nous nous rendons compte que cette situation n'est pas souhaitable pour lui. Quand l'issue n'est pas favorable, il est donc préférable de hâter la fin de vie de l'animal. Même si cela signifie que la vie de l'animal sera un peu plus courte, il faut garder en tête que c'est la qualité de sa vie qui compte, non pas sa durée. Il vaut mieux le laisser partir après une bonne journée que d'attendre son déclin.

Même si ces évaluations sont très intéressantes, elles ont l'inconvénient de souvent aboutir à une décision d'euthanasie. Il est donc important d'évaluer le bien-être de l'animal à différents stades de sa vie et lorsqu'il n'est atteint d'aucune maladie. Ainsi, l'utilisation « en routine » des grilles est moins décourageante pour les équipes et les résultats pour les animaux en fin de vie peuvent être comparés aux résultats antérieurs propres à l'animal.

C. La méthode appropriée

L'euthanasie doit être réalisée par un vétérinaire. En effet, c'est lui qui possède les compétences nécessaires pour réaliser cet acte avec le moins de douleur et de souffrance possibles. Cet acte doit toujours être réalisé dans la dignité et le respect de l'animal.

Une fois la décision prise, il est conseillé, lorsque cela est possible, d'en informer toutes les équipes en amont afin qu'elles soient préparées. Ce n'est pas toujours possible à mettre en place si la décision est prise lors d'une anesthésie ou dans un moment critique. C'est une des raisons pour lesquelles il est intéressant de mettre en place une grille de suivi et des critères d'euthanasie en amont. En effet, de cette façon les équipes savent que l'euthanasie est une éventualité et que la mort de l'animal est proche. Elles ont ainsi la possibilité de dire au revoir à l'animal et de partager un moment avec lui une dernière fois si elles le désirent. Les soigneurs peuvent vouloir être présents et assister aux derniers instants de l'animal dont ils ont pris soin pendant longtemps. Cela leur permet de commencer leur deuil. Contrairement aux animaux domestiques, la présence de personnes familières n'a a priori pas d'effet apaisant. Les soigneurs sont habitués à la procédure mais il peut être intéressant de leur rappeler le protocole et les possibles réactions indésirables comme le relâchement des sphincters entraînant une émission d'urine ou une défécation, les vocalisations, la respiration agonique, la dysphorie et les spasmes musculaires. Cette possibilité est à la discrétion du vétérinaire et elle dépend des habitudes de l'institution.

La méthode choisie dépend de l'espèce (sa taille, son poids et son comportement) mais également des installations. Elle doit assurer une mort rapide, sans souffrance et sans stress. La sécurité du vétérinaire et du personnel est un aspect à prendre en compte. Avec ces espèces, il n'est pas possible d'éliminer totalement la réaction de stress. Une contention physique ou chimique est en effet souvent nécessaire, ce qui engendre forcément du stress pour l'animal. Il est recommandé d'anesthésier les animaux dans un premier temps car cela permet de les approcher, d'avoir un accès veineux mais aussi de réduire le stress. L'environnement joue également un rôle important. Il est possible de diminuer le stress en plaçant l'animal dans un endroit familier, confortable, avec une faible luminosité, sans bruit. Cela rassure certaines espèces d'avoir un contact (visuel, olfactif ou auditif) avec les congénères. A l'inverse, cela peut avoir un effet délétère sur les autres animaux. Une fois l'animal anesthésié, l'acte létal peut ensuite avoir lieu, sur place ou dans le local vétérinaire.

Nous présentons ci-dessous brièvement les principales méthodes d'euthanasie recommandées par l'AVMA (2020) et citées par l'ouvrage de référence sur les anesthésies des espèces sauvages « *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia* » [49,150].

Les méthodes chimiques utilisant une surdose d'agents anesthésiques sont les méthodes de premier choix pour la majorité des espèces.

- Le pentobarbital est un anesthésique barbiturique, qui peut être utilisé chez toutes les espèces mais surtout chez les Mammifères, les Oiseaux et Reptiles. L'injection intraveineuse est à privilégier car c'est la voie la plus rapide et la plus efficace. Il est néanmoins possible de réaliser une injection par voie intracardiaque, intra-péritonéale/intra-coelomique, intra-rénale voire intrahépatique. Comme ces dernières sont plus douloureuses, une sédation forte est recommandée. L'opérateur doit être compétent pour réussir son injection et le délai d'action peut également être plus long : mort possible en 30 secondes par voie intraveineuse et 30 minutes en intra-péritonéale. Chez les Amphibiens et les Poissons, le pentobarbital est utilisable en seconde intention par injection parentérale.
- Le T61 ND (embutramide, mebozonium iodide et tétracaine hydrochloride) est utilisable chez toutes les espèces. Le voie intra-veineuse est obligatoire.
- La méthanesulfonate de tricaine (MS222) ou la benzocaïne utilisées à cinq ou dix fois la dose anesthésique par balnéation est la principale méthode pour les Poissons et les Amphibiens. Il

est nécessaire de laisser les animaux dans le bain pendant plus de 10 minutes après l'arrêt des mouvements respiratoires.

Chez certaines espèces de Mammifères, des méthodes physiques sont largement acceptées. Elles doivent cependant être réalisées correctement et avec dextérité afin d'assurer l'absence de douleur et la mort immédiate :

- Le pistolet à tige perforante (type « matador ») peut être utilisé pour les ongulés. Une bonne contention ou une anesthésie sont nécessaires.
- Pour les ongulés de taille moyenne et les Mégavertébrés il est possible de tirer une balle dans la tête ou la nuque si la contention n'est pas possible et que les animaux ne sont pas accessibles.

Le vétérinaire doit s'assurer que l'animal est bien décédé avant de prendre des dispositions avec le corps. Pour les Reptiles, Amphibiens et Poissons il est fortement recommandé d'ajouter une méthode physique, comme la décapitation et la décérébration, aux précédentes afin de s'assurer que l'animal est bien décédé. En effet, pour ces espèces il est difficile d'attester du décès de l'animal car le cœur continue à battre longtemps après la mort et l'absence de mouvement ou de réflexe ne permet pas de conclure. Dans les autres espèces, il est possible de vérifier que l'animal est mort par l'absence de mouvement respiratoire, l'absence de battement cardiaque et de pouls, l'absence de réflexes cornéens et l'absence de réflexe de retrait. Le corps de l'animal doit ensuite être traité avec respect et décence.

D. Et après ?

1. Autopsie

Une autopsie est pratiquée systématiquement après le décès d'un animal en parc zoologique, quelle qu'en soit la cause. D'un point de vue scientifique, elle permet d'avoir un diagnostic et d'avoir un retour sur la prise en charge de l'animal. Le vétérinaire peut ainsi améliorer sa prise en charge pour les animaux de la même espèce : maladies à rechercher, gravité des lésions non soupçonnées... Des analyses complémentaires (histologie, cytologie, culture bactérienne, fongique ou virale) sont parfois nécessaires. Malheureusement, l'autopsie ne permet pas toujours d'expliquer le décès ou les symptômes de l'animal.

2. Travail de deuil

La mort d'un animal signifie inévitablement la fin de sa vie, qu'elle soit de décès naturel ou après une euthanasie. C'est une période difficile pour les équipes animalières même si les personnes sont expérimentées et qu'elles ont déjà vécu cela plusieurs fois. Les soigneurs sont généralement les plus impactées émotionnellement à cause de la relation particulière qui les unissait à l'individu. Le vétérinaire, même s'il est fréquemment confronté à la mort, peut être touché par le décès d'un animal et éprouver de la tristesse : cela dépend de la personnalité de l'individu, la complexité du cas ou la durée de sa prise en charge, ... Il peut également se sentir responsable et ressentir de la culpabilité, notamment en cas d'euthanasie car c'est lui qui prend la décision et réalise l'acte final. L'euthanasie a une incidence émotionnelle forte, en particulier lorsque les décès s'accumulent.

Dans ces situations, il est donc nécessaire que les équipes se soutiennent et soient disponibles pour discuter afin d'éviter la dépression. Le deuil sera moins difficile à vivre s'il est possible de partager ses émotions avec les autres. Il faut se rappeler que les décisions sont prises dans l'intérêt de l'animal et que c'est son bien-être qui est le point le plus important. Généralement, lorsque tout ce qu'il était possible de faire a été tenté, le décès de l'animal est perçu comme un soulagement : l'animal ne souffre plus.

Il faut également continuer à s'occuper des individus restants. Certaines espèces semblent ressentir des émotions similaires au deuil, notamment les éléphants et les primates. Un individu se retrouvant seul peut se sentir seul ou s'ennuyer. Les équipes devront donc essayer de palier à ce manque et envisager l'arrivée d'un nouvel individu.

VI) L'information du public

A. Les panneaux explicatifs

La communication à l'intérieur du parc est très appréciée. Elle permet au visiteur d'apprendre des informations sur les espèces grâce aux panneaux explicatifs mais aussi de connaître l'histoire des individus présentés

Il est intéressant d'informer les visiteurs sur ce qu'ils voient, notamment sur l'état de santé de l'animal. Par exemple, un individu peut boiter car il s'agit d'un vieil animal qui présente de l'arthrose. Un autre individu peut sembler en mauvais état car il est maigre avec un pelage abîmé à cause de maladies sous-jacentes ou de son âge très avancé. Ces renseignements peuvent également servir à indiquer que l'individu est seul car il ne s'entend plus avec ses congénères ou bien informer qu'il n'est pas visible car il préfère être à l'intérieur. De cette façon, les visiteurs se rendent compte que la santé de l'animal est suivie par les équipes. Cela permet également d'éviter les critiques sur l'état des animaux, les suspicions de maltraitance ou d'absence de prise en compte du bien-être. Au moment du décès de l'animal, l'annonce est également mieux comprise.

B. La communication externe

La communication est devenue un outil majeur pour les parcs zoologiques car elle permet de faire de la pédagogie, de la publicité, d'apporter des informations et de fidéliser les visiteurs. C'est pour cette raison que les établissements sont de plus en plus présents sur les réseaux sociaux. Apporter des informations régulières sur les animaux permet de garder un lien avec le public et de le tenir informé des événements du zoo. Le public se sent ainsi intégré dans la vie du zoo et partage ses émotions. Il suit avec intérêt le quotidien des animaux, notamment si l'animal fait partie d'un programme de parrainage ou qu'il est utilisé comme emblème par l'institution (spectacle, affiches, reportages, ...). Ces outils peuvent aussi jouer un rôle dans l'éducation du public et la sensibilisation à la conservation. Des articles de presse diffusent des informations, notamment pour les annonces importantes, au niveau local, national et parfois international.

1. Animaux concernés

Là encore, certaines espèces sont plus représentées que les autres. Les articles/publications parlent presque exclusivement des Mammifères, notamment des grands singes, des éléphants, des ours, des grands félins et des girafes. Nous en avons trouvé quelques-uns concernant les tortues car leur longévité peut être impressionnante. Aucune communication n'est faite au sujet des Amphibiens et des Poissons. Ces observations correspondent aux réponses de l'enquête. Les animaux les plus attractifs sont mis en lumière.

2. Sur l'animal âgé

Certains établissements ont l'habitude de parler de leurs animaux âgés en fêtant leur anniversaire. Ils mettent également en avant les individus avec un âge record et les « doyen(ne)s » de leur espèce, au niveau national ou plus.

Cela peut être un moyen subtil de faire comprendre que l'animal vieillit. Les expressions « âgé », « âge honorable », « âge avancé », « papi » ou « mamie » peuvent être utilisées pour appuyer cette idée. Le public peut ainsi comprendre que l'âge de l'animal avançant, il peut souffrir de diverses maladies voire même décéder prochainement. L'état de santé d'un animal et les soins mis en place peuvent éventuellement être partagés. Le public est donc moins surpris s'il apprend le décès de cet individu. L'un des effets indésirables de ces pratiques est que le public peut avoir de nombreuses questions auxquelles il n'est pas facile de répondre : la maladie, les traitements, l'évolution... Une autre conséquence est qu'en cas de décès, le public souhaite en être informé.

3. Sur le décès

Il est facile de parler des événements heureux comme les naissances, les arrivées mais aussi les réussites thérapeutiques tandis que la mort d'un animal est un sujet difficile à aborder. Certains parcs zoologiques préfèrent ne pas en parler car ils estiment que ce sujet est tabou : il est trop triste ou il ne concerne pas le public. Nous pensons qu'il ne faut pas considérer le décès d'un animal comme un échec et l'euthanasie comme un acte honteux. Cela fait partie de la vie et en parler permet au contraire de mettre en valeur le travail des équipes et de raconter l'histoire de l'animal.

Par ailleurs, communiquer autour du décès d'un animal peut faire partie du travail de deuil. Un texte nécrologique accompagné d'une photo de l'animal permet de reconnaître l'animal comme un individu à part entière dont le décès touche tout le monde. De cette façon, les équipes se sentent soutenues. Les messages de « condoléances » qu'elles reçoivent peuvent également jouer un rôle favorable.

D'après nos observations personnelles, plusieurs parcs zoologiques français communiquent régulièrement sur le décès de leurs animaux emblématiques. Cette information est très appréciée par le public. Le contexte de la mort est souvent expliqué, quel qu'il soit : mort naturelle, suite à une euthanasie et même au cours d'une intervention vétérinaire. Le choix du vocabulaire est capital car il permet d'adoucir la mauvaise nouvelle. Les expressions « s'est éteint », « nous a quitté », « laisser partir », « aider à partir » sont souvent employées. Nous avons constaté que beaucoup de visiteurs et d'internautes s'intéressaient à l'histoire d'un animal et appréciaient d'avoir un suivi sur son évolution.

La grande majorité des commentaires sont bienveillants : le public exprime sa tristesse et sa compassion pour les équipes.

4. *Les idées véhiculées*

Les communiqués doivent rappeler l'espérance de vie de l'espèce en captivité et/ou dans la nature. C'est une information importante à délivrer car cela remet la situation dans le contexte pour le grand public qui est novice dans ce domaine.

Il est important de mettre en avant ce qui est mis en place par les équipes (diagnostic, traitements, adaptations, ...) pour montrer que les animaux sont bien suivis. Il est également intéressant d'expliquer les raisons qui conduisent à choisir l'euthanasie, notamment la qualité de vie de l'animal. Cela laisse moins de chance aux détracteurs et aux médisants de critiquer et d'affirmer qu'il y a dissimulation.

De plus, c'est un moyen de revenir sur l'histoire de l'animal : son arrivée, son caractère, sa descendance, des anecdotes, son importance pour l'établissement... Ces articles/publications s'accompagnent généralement d'une photo. Lorsque l'individu vient de décéder, ces nécrologies sont une manière de lui rendre un dernier hommage.

Dans les articles de presse, des informations sur la conservation de l'espèce sont souvent délivrées : le statut menacé de l'animal, le nombre d'animaux encore présents dans le milieu naturel et les menaces qui pèsent sur eux. Certains zoos, surtout aux Etats-Unis, en profitent pour rappeler qu'il est possible de faire un don en hommage à l'animal pour une association œuvrant pour la conservation de l'espèce ou même de faire un don au zoo.

Ainsi, l'utilisation de panneaux explicatifs sur les conditions médicales d'un animal âgé présente de nombreux avantages. L'annonce d'un décès à travers divers supports de communication est elle aussi intéressante. Elle doit se focaliser sur les espèces emblématiques et populaires. Il n'est pas nécessaire ni souhaitable de parler de tous les décès. Le choix d'utiliser ou non ces outils est à la discrétion de l'institution. Cela ne présume en rien de la bonne prise en charge des animaux sur le terrain.

Pour conclure, il n'y a pas de prise en charge type car elle doit dépendre de l'espèce mais également de l'individu, c'est-à-dire ses besoins propres, sa personnalité et sa santé. La gestion des animaux âgés doit commencer bien avant les soins de fin de vie. En effet, des adaptations et des traitements peuvent être mis en place dès l'apparition des premiers signes de vieillissement. La prise en charge de l'animal tout au long de sa vie a une influence sur la précocité d'apparition des maladies, leur détection mais aussi la possibilité de les traiter. Il est important de faire une prise en charge multimodale de ces animaux et ne pas se focaliser sur un seul aspect, notamment l'aspect médical. L'un des exemples les plus parlant est l'arthrose. Pour gérer de façon optimale cette maladie, il faut utiliser un traitement médical afin de soulager la douleur et l'inflammation, des compléments

alimentaires, comme les chondroprotecteurs et les acides gras, mais modifier l'environnement de l'animal, gérer son poids et son activité. A toutes les étapes de la prise en charge, mais principalement lorsqu'il est question d'euthanasie ou de dégradation de l'animal, il est important de placer le bien-être au centre des préoccupations. Une observation éclairée permet d'anticiper une dégradation trop importante de l'état de santé et donc d'éviter la baisse de la qualité de vie de l'animal. Dans les zoos français, il y a actuellement peu d'éthologues présents sur place. La majorité des observations se font donc de manière sporadique lors des nourrissages ou des captures, ce qui biaise les comportements. C'est donc un point qui pourrait être amélioré. Il est plus difficile de prendre en charge certaines espèces car les individus ne sont pas suivis individuellement mais comme des groupes. C'est surtout le cas pour les Poissons et les Amphibiens. Chez ces espèces, les adaptations de l'environnement et les traitements sont compliqués à réaliser. La prise en charge de ces animaux commence très tardivement et le pronostic est généralement très réservé à ce moment-là.

CONCLUSION

Le vieillissement des animaux sauvages captifs est un phénomène physiologique progressif et inévitable. Son impact sur le bien-être de l'animal et le pronostic de certaines affections entraîne de nombreux challenges médicaux et zootechniques.

Il est important de ne pas considérer d'emblée les changements qui s'opèrent chez l'animal comme normaux du fait de son âge avancé. Il faut essayer d'investiguer systématiquement ces modifications afin de mettre en place des mesures capables d'améliorer le confort au quotidien. L'utilisation de grilles de suivi de l'animal gériatrique et de sa qualité de vie est fortement encouragée afin de simplifier l'évaluation du bien-être et de l'état de santé. Un accompagnement spécifique peut être mis en place pour les animaux sauvages captifs : traitements médicaux curatifs ou palliatifs, aménagements zootechniques et adaptations du quotidien. Il est important d'anticiper les conséquences du vieillissement en fournissant aux animaux des conditions d'élevage adaptées et en assurant un suivi régulier de leur état de santé tout au long de leur vie. La gestion d'un animal gériatrique conduit souvent, à plus ou moins court terme, à une décision d'euthanasie lorsque la qualité de vie de l'animal semble trop altérée. Néanmoins, il arrive que dans certaines situations, le bien-être du groupe surpasse celui de l'animal lui-même.

Des questions éthiques sont généralement au cœur de la gestion de ces cas par les vétérinaires : Faut-il aider l'animal à partir ou au contraire le soigner à tout prix ? A quel moment considérer cela comme de l'acharnement thérapeutique ? Faut-il continuer à soigner un animal au-delà de son espérance de vie dans la nature ?

La gestion individuelle des cas gériatriques peut également être influencée par des considérations économiques : l'augmentation du nombre d'animaux âgés peut avoir un impact sur l'attractivité et la fréquentation des zoos. A l'échelle de la population captive européenne, la pérennité des programmes d'élevage dépend de la présence d'animaux jeunes et aptes à se reproduire. La présence d'animaux âgés peut donc représenter un frein à la conservation ex-situ. Néanmoins, les euthanasies dites de « surplus » ciblant les animaux gériatriques semblent à l'heure actuelle peu nombreuses en France.

Notre étude a mis en lumière l'implication des établissements zoologiques envers leurs animaux âgés. Il y a néanmoins un manque d'intérêt pour des espèces non emblématiques et peu populaires auprès du public. Les Mammifères sont de manière générale suivis de plus près que les Reptiles et les Oiseaux. Les Amphibiens et les Poissons sont quant à eux très peu surveillés médicalement. En effet, pour ces espèces moins bien connues, la médecine de groupe prévaut souvent sur la médecine individuelle. Cette dichotomie n'est toutefois pas propre aux animaux âgés mais se retrouve à tous les stades de vie.

La médecine zoologique pour les animaux gériatriques n'en est qu'à ses débuts et sera probablement amenée à se développer dans les années à venir. Actuellement, il n'y a pas de recommandations rédigées par l'AFVPZ, l'EAZA ou l'AZA dédiées aux soins des animaux gériatriques. Quelques informations concernant la gériatrie sont incluses dans les recommandations d'élevage (*husbandry guidelines*) de certaines espèces. Ce sujet, qui gagne en importance, est de plus en plus discuté et débattu lors de congrès internationaux. Malgré les difficultés de généralisation liées aux différences inter-espèces, il semble intéressant et nécessaire de disposer d'un protocole d'évaluation précis face à un animal âgé. Certains zoos, comme le zoo de Singapour (Asie), le zoo de

l'Oregon (Etats-Unis) et le zoo parc zoologique national de Washington (Etats Unis), mettent en place des programmes spécifiques pour les animaux gériatriques afin d'assurer leur bien-être et leur santé (alimentation spécifique, contrôles vétérinaires réguliers, étude du comportement, grilles d'évaluation du bien-être...). Une prise en charge optimale des animaux gériatriques est donc possible, même si cela nécessite du temps, des formations et du personnel. La modernisation des établissements zoologiques français et leur évolution positive résolument tournée vers le bien-être des animaux ne sera pas complète s'ils négligent la prise en charge des animaux gériatriques.

A la suite de ce travail théorique, le Parc du Lunaret (Montpellier, France) a décidé d'améliorer la prise en charge des animaux âgés. Il s'agira dans un premier temps de répertorier tous les animaux gériatriques de la collection puis d'identifier ceux nécessitant une attention particulière. Deux grilles seront élaborées et testées : la première permettra une évaluation globale du bien-être tandis que la seconde sera dédiée plus spécifiquement à l'accompagnement de fin de vie. La création d'outils simples et adaptés au fonctionnement du parc garantira une application régulière et la mise en place précoce des adaptations nécessaires au confort des animaux vieillissants.

BIBLIOGRAPHIE

1. Muller C, Chateau L, Milcent D. Vade-mecum de gériatrie canine et féline. Paris: Éditions Med'Com; 2004.
2. Larousse É. Dictionnaire français - Dictionnaires Larousse français monolingue et bilingues en ligne [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>
3. McGowan C. Welfare of Aged Horses. 2011;1:366-76.
4. Epstein M, Landsberg G, Lascelles BDX, Marks SL, Schaedler JM, Tuzio H. AAHA Senior Care Guidelines for Dogs and Cats. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2005;41:81-91.
5. Pradier, S. Les conséquences pratiques et physiologiques du vieillissement chez le cheval. 2013;45:10-7.
6. Association of Zoos and Aquarium. Species Survival Statistics FAQ [Internet]. AZA. [cité 28 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.aza.org/survival-statistics-faq>
7. Chapman S, Dobbs P. A Proactive Monitoring Programme for Ageing Zoo Animals. *Meas Behav* 2018. 2018;
8. Kirkwood TB. Evolution of ageing. *Mech Ageing Dev.* 2002;123:737-745.
9. Kirkwood, TB. The evolution of ageing and longevity. *Proc R Soc Lond Biol Sci.* 1979;205:531-46.
10. Kirkwood, TB, Rose, M. R. Evolution of senescence: late survival sacrificed for reproduction. *Philos Trans R Soc Lond Biol Sci.* 1991;332:15-24.
11. Chandrasekaran A, Idelchik M del PS, Melendez JA. Redox control of senescence and age-related disease. *Redox Biol.* 2017;11:91-102.
12. Kirkwood TB. Comparative life spans of species: why do species have the life spans they do? *Am J Clin Nutr.* 1992;55:1191S-1195S.
13. Jin K. Modern biological theories of aging. 2010;1:72.
14. Reavill DR, Dorrestein GM. Pathology of Aging Psittacines. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2010;13:135-50.
15. Tricola GM, Simons MJP, Atema E, Boughton RK, Brown JL, Dearborn DC, et al. The rate of telomere loss is related to maximum lifespan in birds. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2018;373:20160445.
16. Haussmann MF, Winkler DW, O'Reilly KM, Huntington CE, Nisbet ICT, Vleck CM. Telomeres shorten more slowly in long-lived birds and mammals than in short-lived ones. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.* 2003;270:1387-92.
17. Holmes DJ, Austad SN. The evolution of avian senescence patterns: implications for understanding primary aging processes. *Am Zool.* 1995;35:307-317.
18. Beckman KB, Ames BN. The free radical theory of aging matures. *Physiol Rev.* 1998;78:547-581.
19. Harman D. Free radical theory of aging. *Mutat Res.* 1992;275:257-266.
20. Hulbert AJ, Pamplona R, Buffenstein R, Buttemer WA. Life and Death: Metabolic Rate, Membrane Composition, and Life Span of Animals. *Physiol Rev.* 2007;87:1175-213.
21. Comfort A. The biology of senescence. 3rd Ed. New York: Elsevier; 1979.
22. Ricklefs RE, Scheuerlein A. Comparison of aging-related mortality among birds and mammals. *Exp Gerontol.* 2001;36:845-857.
23. Stenvinkel P, Shiels PG. Long-lived animals with negligible senescence: clues for ageing research. *Biochem Soc Trans.* 2019;47:1157-64.
24. Ogburn CE, Carlberg K, Ottinger MA, Holmes DJ, Martin GM, Austad SN. Exceptional cellular resistance to oxidative damage in long-lived birds requires active gene expression. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56:B468-B474.
25. Lightfoot TL. Geriatric Psittacine Medicine. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2010;13:27-49.
26. Tollis M, Boddy AM, Maley CC. Peto's Paradox: how has evolution solved the problem of cancer prevention? *BMC Biol.* 2017;15.
27. Patnaik BK. Ageing in Reptiles. *Gerontology.* 1994;40:200-20.
28. Divers SJ, Stahl SJ. Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. 3rd Ed. Saunders; 2019.
29. Kara TC. Ageing in Amphibians. *Gerontology.* 1994;40:161-73.
30. Patnaik BK, Mahapatro N, Jena BS. Ageing in Fishes. *Gerontology.* 1994;40:113-32.
31. Ricklefs R. Life-history connections to rates of aging in terrestrial vertebrates. *Proc Natl Acad Sci.* 2010;107:10314-9.

32. AnAge: The Animal Ageing and Longevity Database [Internet]. AnAge Anim. Ageing Longev. Database. [cité 7 sept 2020]. Disponible sur: <https://genomics.senescence.info/species/>
33. Longevity Records: Life Spans of Mammals, Birds, Amphibians, Reptiles, and Fish [Internet]. [cité 7 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.demogr.mpg.de/cgi-bin/longevityrecords/entry.plx>
34. Nussey DH, Froy H, Lemaitre J-F, Gaillard J-M, Austad SN. Senescence in natural populations of animals: Widespread evidence and its implications for bio-gerontology. *Ageing Res Rev.* 2013;12:214-25.
35. Tidière M, Gaillard J-M, Berger V, Müller DWH, Bingaman Lackey L, Gimenez O, et al. Comparative analyses of longevity and senescence reveal variable survival benefits of living in zoos across mammals. *Sci Rep.* 2016;6.
36. Raiti P. *Geriatric Medicine. Maders Reptile Amphib Med Surg.* 3rd Ed. Elsevier; 2019. p. 960-966.e1.
37. Lowenstine LJ, McManamon R, Terio KA. Comparative Pathology of Aging Great Apes: Bonobos, Chimpanzees, Gorillas, and Orangutans. *Vet Pathol.* 2016;53:250-76.
38. Dennis, P. *The Golden Years - Managing the Health of Geriatric Animals.* 2013.
39. Tristan T. The Aging Raptor. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2010;13:51-84.
40. Gulland FMD, Dierauf LA, Whitman KL, éditeurs. *CRC handbook of marine mammal medicine.* 3rd Ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2018.
41. Fowler ME, Mikota SK, éditeurs. *Biology, medicine, and surgery of elephants.* 1st Ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub; 2006.
42. Christensen B. Female Infertility in Zoo Animals. In: Miller RE, éditeur. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 9.* Saunders; 2019. p. 124-9.
43. Cohen AA. Female post-reproductive lifespan: a general mammalian trait. *Biol Rev.* 2004;79:733.
44. Longley L. A review of ageing studies in captive felids. *Int Zoo Yearb.* 2011;45:91-8.
45. Torroba M, Zapata AG. Aging of the vertebrate immune system. *Microsc Res Tech.* 2003;62:477-81.
46. Grimm KA, Lamont LA, Tranquilli WJ, Greene SA, Robertson SA, éditeurs. *Veterinary anesthesia and analgesia.* 5th Ed. Ames, Iowa: Wiley Blackwell; 2015.
47. Touzot-Jourde, G. Particularités de l'anesthésie du cheval gériatrique. 2013;45:145.
48. Junot S, Touzot-Jourde G. *Guide pratique d'anesthésie du chien et du chat.* Med'com; 2015.
49. West G, Heard DJ, Caulkett N, éditeurs. *Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia.* 2nd Ed. Ames, Iowa: John Wiley & Sons Inc; 2014.
50. Adkesson, MJ, Rubin, DA. Degenerative Skeletal Diseases of Primates. In: Miller, E, Fowler, ME, éditeurs. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 7.* 2012. p. 396-407.
51. Murphy, W. Great apes. In: Fowler M, Miller E, éditeurs. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Vol 8.* Elsevier/Saunders; 2015. p. 336-54.
52. Krebs B, Marrin D, Phelps A, Krol L, Watters J. Managing Aged Animals in Zoos to Promote Positive Welfare: A Review and Future Directions. *Animals.* 2018;8:116.
53. Terio K. *Pathology of wildlife and zoo animals.* 1st edition. Waltham, WA: Elsevier; 2019.
54. Föllmi J. Symptoms, radiographic examinations and pathologies: development of a scoring system to evaluate physical condition and quality of life in geriatric zoo mammals [PhD Thesis]. *Faculté de médecine Vétérinaire, Université de Bern;* 2005.
55. Doneley B. *Avian medicine and surgery in practice: companion and aviary birds.* Second edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2016.
56. Nunamaker EA, Lee DR, Lammey ML. Chronic diseases in captive geriatric female chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Comp Med.* 2012;62:131-136.
57. McMamon, R, Lowenstine, L. Cardiovascular disease in great apes. In: Miller, E, Fowler, M, éditeurs. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 7.* Elsevier/Saunders; 2012. p. 408-15.
58. Erwin JM, Hof PR, Ely JJ, Perl DP. One gerontology: advancing understanding of aging through studies of great apes and other primates. *Interdiscip Top Gerontol.* 2002;31:1-21.
59. Cowan D el F, Thurlbeck WM, Laws RM. Some Diseases of the Hippopotamus in Uganda. *Pathol Vet.* 1967;4:553-67.
60. Bacon, HJ. A holistic approach to veterinary management of geriatric Ursidae. Italy: Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research; 2012.

61. Glatston AR, éditeur. Red panda: biology and conservation of the first panda. 1st Ed. Amsterdam: Academic Press; 2011.
62. Wildt DE, éditeur. Giant pandas: biology, veterinary medicine and management. Cambridge ; New York: Cambridge University Press; 2006.
63. Baine K. Management of the Geriatric Psittacine Patient. *J Exot Pet Med.* 2012;21:140-8.
64. Paré JA, Lentini AM. Reptile Geriatrics. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2010;13:15-25.
65. Weber ES. Geriatric Veterinary Care for Fish Patients. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2010;13:1-14.
66. Newkirk KM, Newman SJ, White LA, Rohrbach BW, Ramsay EC. Renal Lesions of Nondomestic Felids. *Vet Pathol.* 2011;48:698-705.
67. Junginger J, Hansmann F, Herder V, Lehmbecker A, Peters M, Beyerbach M, et al. Pathology in Captive Wild Felids at German Zoological Gardens. Thamm D, éditeur. 2015;10.
68. Mitchell EP, Prozesky L, Lawrence J. A new perspective on the pathogenesis of chronic renal disease in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*). Shimosawa T, éditeur. 2018;13:e0194114.
69. LaDouceur EEB, Garner MM, Davis B, Tseng F. A retrospective study of end-stage renal disease in captive polar bears (*Ursus maritimus*). *J Zoo Wildl Med.* 2014;45:69-77.
70. Lamglait B, Trunet E, Leclerc A. Retrospective study of mortality of captive African wild dogs (*Lycaon pictus*) in a French zoo (1974-2013). *J Zoo Aquar Res.* 2015;3:47-51.
71. Mahapokai W, Van Sluijs FJ, Schalken JA. Models for studying benign prostatic hyperplasia. *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2000;3:28-33.
72. Niaz K, Maqbool F, Khan F, Hassan FI, Momtaz S, Abdollahi M. Comparative occurrence of diabetes in canine, feline, and few wild animals and their association with pancreatic diseases and ketoacidosis with therapeutic approach. *Vet World.* 2018;11:410-22.
73. Bartlett SL, Bailey R, Baitchman E. Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus in a Bali Mynah (*Leucopsar rothschildi*). *J Avian Med Surg.* 2016;30:146-51.
74. Hope K, Deem SL. Retrospective study of morbidity and mortality of captive jaguars (*Panthera onca*) in North America: 1982-2002. *Zoo Biol.* 2006;25:501-12.
75. Gage L. Geriatric Medicine in Aged Captive Pinnipeds. Boston; 1999.
76. Rainwater KL, Sykes JM, Sapienza JS. Retrospective investigation of cataract management in avian species in a zoologic collection. *J Zoo Wildl Med.* 2015;46:858-69.
77. Maggs DJ, Miller PE, Ofri R. Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology. 6th Ed. Saunders; 2018.
78. Manchip KEL, Sayers G, Lewis JCM, Carter JW. Unilateral phacoemulsification in a captive African elephant (*Loxodonta africana*). *Open Vet J.* 2020;9:294.
79. Colitz C, Dubielzig R. Risk factors associated with cataracts and lens luxations in captive pinnipeds in the United States and the Bahamas. *J Am Vet Med Assoc.* 2010;237:429-436.
80. Clubb SL, Karpinski L. Aging in Macaws. *J Assoc Avian Vet.* 1993;7:31.
81. Wright KM, Whitaker BR, éditeurs. Amphibian medicine and captive husbandry. Original ed. Malabar, Fla: Krieger Pub. Co; 2001.
82. Uchida K, Yoshino T, Yamaguchi R, Tateyama S, Kimoto Y, Nakayama H, et al. Senile plaques and other senile changes in the brain of an aged American black bear. *Vet Pathol.* 1995;32:412-414.
83. Toledano A, Álvarez MI, López-Rodríguez AB, Toledano-Díaz A, Fernández-Verdecia CI. Does Alzheimer's disease exist in all primates? Alzheimer pathology in non-human primates and its pathophysiological implications (I). *Neurol Engl Ed.* 2012;27:354-69.
84. Ettinger SJ, Feldman EC, éditeurs. Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat. 7th ed. St. Louis, Mo: Elsevier Saunders; 2010.
85. Bourne DC, Cracknell JM, Bacon HJ. Veterinary issues related to bears (Ursidae). *Int Zoo Yearb.* 2010;44:16-32.
86. Kolmstetter, C, Munson, L, Ramsay, EC. Degenerative spinal disease in large felids. *J Zoo Wildl Med.* 2000;31:15-9.
87. Stacy BA, Parker JM. Amphibian oncology. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2004;7:673-95.
88. Christman J, Devau M, Wilson-Robles H, Hoppes S, Rech R, Russell KE, et al. Oncology of Reptiles. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2017;20:87-110.

89. Robat CS, Ammersbach M, Mans C. Avian Oncology. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2017;20:57-86.
90. Vergneau-Grosset C, Nadeau M-E, Groff JM. Fish Oncology. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract.* 2017;20:21-56.
91. Efron M, Griner L, Benirschke K. Nature and rate of neoplasia found in captive wild mammals, birds, and reptiles at necropsy. *J Natl Cancer Inst.* 1977;59:185–198.
92. Madsen T, Arnal A, Vittecoq M, Bernex F, Abadie J, Labrut S, et al. Cancer Prevalence and Etiology in Wild and Captive Animals. *Ecol Evol Cancer.* Elsevier; 2017. p. 11-46.
93. Villalobos A, Kaplan L. Canine and feline geriatric oncology: honoring the human-animal bond. Second Ed. Hoboken, NJ: Wiley; 2018.
94. Napier JE, Lund MS, Armstrong DL, McAloose D. A retrospective study of morbidity and mortality in the North American Amur leopard (*Panthera pardus orientalis*) population in zoologic institutions from 1992 to 2014. *J Zoo Wildl Med.* 2018;49:70-8.
95. Harrenstien LA, Munson L, Seal US, AZAAM Mammary Cancer Study Group. Mammary cancer in captive wild felids and risk factors for its development: a retrospective study of the clinical behavior of 31 cases. *J Zoo Wildl Med.* 1996;468–476.
96. Chassy LM, Gardner IA, Plotka ED, Munson L. Genital tract smooth muscle tumors are common in zoo felids but are not associated with melengestrol acetate contraceptive treatment. *Vet Pathol.* 2002;39:379–385.
97. Harrison TM, McKnight CA, Sikarskie JG, Kitchell BE, Garner MM, Raymond JT, et al. Malignant Lymphoma in African Lions (*Panthera Leo*). *Vet Pathol.* 2010;47:952-7.
98. Owston MA, Ramsay EC, Rotstein DS. Neoplasia in felids at the Knoxville Zoological Gardens, 1979–2003. *J Zoo Wildl Med.* 2008;39:608–613.
99. Sutherland-Smith M, Harvey C, Campbell M, McAloose D, Rideout B, Morris P. Transitionnal cell carcinomas in four fishing cats (*Prionailurus viverrinus*). *J Zoo Wildl Med.* 2004;35:370-80.
100. Suedmeyer W, Johnson G. Survey of neoplasia in red kangaroos (*Macropus rufus*), 1992–2002, in a zoological collection. *J Zoo Wildl Med.* 2007;38:231–239.
101. Pang VF, Chang P-H, Wang F-I, Chin S-C, Jeng C-R, Liu C-H, et al. Spontaneous neoplasms in zoo mammals, birds, and reptiles in Taiwan – a 10-year survey. *Anim Biol.* 2012;62:95-110.
102. Noga EJ. Fish disease: diagnosis and treatment. St. Louis: Mosby; 1996.
103. Farm Animal Welfare Council. Five Freedoms - Farm Animal Welfare Council [Internet]. *Natl. Arch.* [cité 16 déc 2019]. Disponible sur: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>
104. À propos du bien-être animal: OIE - World Organisation for Animal Health [Internet]. [cité 13 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.oie.int/fr/bien-etre-animal/le-bien-etre-animal-dun-coup-doeil/>
105. Webster J. Animal Welfare: Freedoms, Dominions and « A Life Worth Living ». *Animals.* 2016;6:35.
106. Mellor D. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the « Five Freedoms » towards « A Life Worth Living ». *Animals.* 2016;6:21.
107. Mellor, D, Hunt, S, Gusset, M. *Caring for wildlife - The World Zoo and Aquarium Animal Welfare Strategy.* Gland: WAZA; 2015.
108. Mellor D, Beausoleil N. Extending the « Five Domains » model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. *Anim Welf.* 2015;24:241-53.
109. Green T, Mellor D. Extending ideas about animal welfare assessment to include ‘quality of life’ and related concepts. *N Z Vet J.* 2011;59:263-71.
110. Whitham JC, Wielebnowski N. New directions for zoo animal welfare science. *Appl Anim Behav Sci.* 2013;147:247-60.
111. World Association of Zoos and Aquariums. *Toward Positive animal Welfare.* Markus Gusset & Gerald Dick; 2015.
112. Blackett TA, McKenna C, Kavanagh L, Morgan DR. The welfare of wild animals in zoological institutions: are we meeting our duty of care? *Int Zoo Yearb.* 2017;51:187-202.
113. Hosey GR, Melfi V, Pankhurst S. *Zoo animals: behaviour, management and welfare.* 2nd Ed. Oxford: Oxford University Press; 2013.

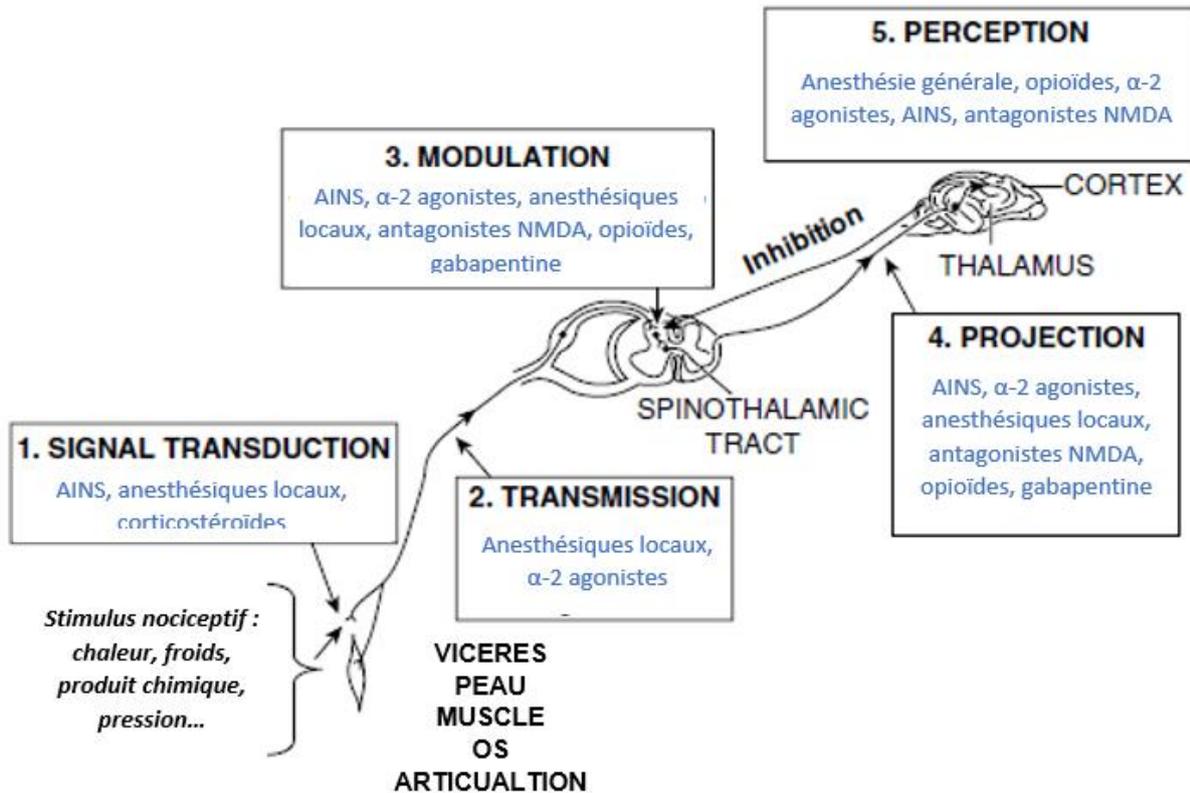
114. World Association of Zoos and Aquariums. WAZA Code of Ethics and Animal Welfare. 2003;
115. Paul-Murphy J, Molter C. Overview of Animal Welfare in Zoos. In: Miller, E., éditeur. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 9*. Elsevier; 2019. p. 64-72.
116. Code civil - Article 515-14. Code Civ. févr 18, 2015.
117. Chandroo K., Duncan JJ., Moccia R. Can fish suffer? : perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Appl Anim Behav Sci*. 2004;86:225-50.
118. McMillan FD. Maximizing Quality of Life in Ill Animals. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2003;39:227-35.
119. Mosley C. Pain and Nociception in Reptiles. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract*. 2011;14:45-60.
120. Sneddon L. Pain perception in fish. *J Conscious Stud*. 2011;18:209–229.
121. Goldberg ME. How to be a pain management advocate for exotic and zoo animals. *Vet Nurse*. 2017;8:389–397.
122. Sladky, KK, Mans, C. Analgesia. *Maders Reptile Amphib Med Surg*. 3rd Ed. Elsevier; 2019. p. 465-74.
123. L'Ordre des Vétérinaires. Code de déontologie R242-33 alinéa VIII [Internet]. Ordre Vét. [cité 12 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.veterinaire.fr/la-profession/la-reglementation/le-code-de-deontologie-commentaire/sous-section-2-dispositions-applicables-a-tous-les-veterinaires/paragraphe-1er-devoirs-generaux-du-veterinaire/article-r242-33/r242-33-alinea-viii.html>
124. Ward SJ, Sherwen S, Clark FE. Advances in Applied Zoo Animal Welfare Science. *J Appl Anim Welf Sci*. 2018;21:23-33.
125. Melfi VA. There are big gaps in our knowledge, and thus approach, to zoo animal welfare: a case for evidence-based zoo animal management. *Zoo Biol*. 2009;
126. Bacon H. Behaviour-Based Husbandry—A Holistic Approach to the Management of Abnormal Repetitive Behaviors. *Animals*. 2018;8:103.
127. Mason GJ. Stereotypes: a critical review. *Anim Behav*. 1991;41:1015-37.
128. Kagan R, Carter S, Allard S. A Universal Animal Welfare Framework for Zoos. *J Appl Anim Welf Sci*. 2015;18.
129. Justice WSM, O'Brien MF, Szyszka O, Shotton J, Gilmour JEM, Riordan P, et al. Adaptation of the animal welfare assessment grid (AWAG) for monitoring animal welfare in zoological collections. *Vet Rec*. 2017;181.
130. Brando S, Buchanan-Smith HM. The 24/7 approach to promoting optimal welfare for captive wild animals. *Behav Processes*. 2018;156:83-95.
131. Bertelsen MF. Issues Surrounding Surplus Animals in Zoos. In: Miller RE, Lamberski N, Calle PP, éditeurs. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 9*. Saunders; 2019. p. 134-6.
132. Browning H. No Room at the Zoo: Management Euthanasia and Animal Welfare. *J Agric Environ Ethics*. 2018;31:483-98.
133. Kleiman DG, Thompson KV, Baer CK. *Wild mammals in captivity: principles and techniques for zoo management*. 2nd Ed. University of Chicago Press; 2010.
134. Irwin MD, Stoner JB, Cobaugh AM, éditeurs. *Zookeeping: an introduction to the science and technology*. Chicago ; London: The University of Chicago Press; 2013.
135. Jessup DA, Scott CA. Hospice in a zoologic medicine setting. *J Zoo Wildl Med Off Publ Am Assoc Zoo Vet*. 2011;42:197-204.
136. AFVPZ. Association Française des Vétérinaires de Parcs Zoologiques [Internet]. Assoc. Fr. Vét. Parcs Zool. [cité 17 déc 2019]. Disponible sur: <http://www.afvpz.com/>
137. Union Internationale pour la Conservation de la Nature. Catégories et critères de la liste rouge de l'UICN : Deuxième édition. 2012.
138. Travailler au Zoo [Internet]. Zoonaute. 2016 [cité 6 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.zoonaute.net/metiers/metiers-du-zoo/>
139. Bishop G, Cooney K, Cox S, Downing R, Mitchener K, Shanahan A, et al. 2016 AAHA/IAAHPC end-of-life care guidelines. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2016;52:341–356.
140. Backued, K. *Captive wildlife gerontology : instructional cases at a geriatric zoo*. Italy: Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research; 2012.
141. Miller RE, Fowler ME, A, éditeurs. *Degenerative skeletal diseases of Primates*. Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther. Volume 7. St. Louis, Mo: Elsevier/Saunders; 2012.

142. Wack, RF. Treatment of Chronic Renal Failure in Nondomestic Felids. In: Fowler M, Miller, E, éditeurs. *Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 6*. Saunders/Elsevier; 2008.
143. Dadone L. Lameness Diagnosis and Management in Zoo Giraffe. In: Miller, E., Fowler, M, éditeurs. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 9*. Elsevier; 2019. p. 623-9.
144. Liesegang, A, Baumgartner, K, Wehrle, M. Animal nutrition in zoos. 2008;214-22.
145. Morfeld KA, Meehan CL, Hogan JN, Brown JL. Assessment of Body Condition in African (*Loxodonta africana*) and Asian (*Elephas maximus*) Elephants in North American Zoos and Management Practices Associated with High Body Condition Scores. Ryan SJ, éditeur. *PLOS ONE*. 2016;11:e0155146.
146. Association of Zoos and Aquariums. AZA Nutrition Advisory Group [Internet]. [cité 26 sept 2020]. Disponible sur: <https://nagonline.net/>
147. Glatt SE, Francl KE, Scheels JL. A survey of current dental problems and treatments of zoo animals. *Int Zoo Yearb*. 2008;42:206-13.
148. WHO. Definition of Palliative Care [Internet]. World Health Organ. [cité 17 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.who.int/cancer/palliative/definition/en/>
149. Johnson CL, Patterson-Kane E, Lamison A, Noyes HL. Elements of and factors important in veterinary hospice. *J Am Vet Med Assoc*. 2011;238:148–150.
150. Underwood W, Anthony R. *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition*. 2020;30:2020–01.
151. Leiva M, Peña T, Bayón A, de León M, Morales I. Phacoemulsification considerations in nonhuman primates. *J Med Primatol*. 2012;41:317-24.
152. Myers G, Webb T, Corbett CR, Fout C. Phacoemulsification for Removal of Bilateral Cataracts in a Black Water Monitor (*Varanus salvator macromaculatus*). *J Herpetol Med Surg*. 2011;21:96.
153. DUBY, D, CHAI, N. Utilisation de médecines complémentaires en parc zoologique. 2019;
154. Hoby S, Wenker C, Walkenhorst M. Phytotherapy in zoo animals. *Schweiz Arch Für Tierheilkd*. 2015;157:619–623.
155. Goldberg ME. A walk on the wild side: a review of physiotherapy for exotics and zoo animals. *Vet Nurs J*. 2019;34:33-47.
156. Kidd JR. Alternative Medicines for the Geriatric Veterinary Patient. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2012;42:809-22.
157. Dadone L, Harrison T. Zoological applications of laser therapy. *Laser Ther Vet Med Photobiomodulation*. R.J. Riegel and J.C. Godbold; 2017. p. 320–333.
158. Ramsay EC, Fowler, M, Miller, E. Use of analgesics in exotic felids. *Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 6*. 2008;6:289–293.
159. Boothe M, Kottwitz J, Harmon R, Citino SB, Zuba JR, Boothe DM. Results of the megavertebrate analgesia survey giraffe and hippopotamus. *J Zoo Wildl Med*. 2016;47:1049-56.
160. Souza MJ, Cox SK. Tramadol Use in Zoologic Medicine. *Veterinary Clin North Am Exot Anim Pract*. 2011;14:117-30.
161. Bezner, J. Medical Aspects of Chimpanzee Rehabilitation and Sanctuary Medicine. In: Miller, E, éditeur. *Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 9*. Saunders; 2019. p. 574-80.
162. Mazuri exotic animal nutrition [Internet]. Mazuri Exot. Anim. Nutr. [cité 14 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.mazuri.com/>
163. Valdes EV. Nutritional Management of Healthy Senior Wild Felines : using the domestic cat as a model. 2011;
164. Fleming, GJ. Behavioral Training for Medical Procedures. In: Miller RE, Fowler, M, éditeurs. *Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 6*. Saunders/Elsevier; 2008.
165. Lambeth S, Schapiro S, Bernacky B, Wilkerson G. Establishing « quality of life » parameters using behavioural guidelines for humane euthanasia of captive non-human primates. *Anim Welf*. 2013;22:429-35.
166. Rollin BE. Euthanasia and quality of life. *J Am Vet Med Assoc*. 2006;228:1014–1016.
167. McMillan FD. Rethinking euthanasia: death as an unintentional outcome. *J Am Vet Med Assoc*. 2001;219:1204–1206.
168. Knesl O, Hart BL, Fine AH, Cooper L, Patterson-Kane E, Houlihan KE, et al. Veterinarians and Humane Endings: When Is It the Right Time to Euthanize a Companion Animal? 2017;4.

169. Meijboom F, Stassen EN, éditeurs. The end of animal life: a start for ethical debate: ethical and societal considerations on killing animals. Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2016.
170. L'euthanasie en Europe [Internet]. Compr. Eur. - Santé. 2017 [cité 20 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.toutteleurope.eu/actualite/l-euthanasie-en-europe.html>
171. Vogelnest L, Talbot JJ. Quality-of-Life Assessment and End-of-Life Planning for Geriatric Zoo Animals. In: Miller RE, éditeur. Fowlers Zoo Wild Anim Med Curr Ther Vol 9. Saunders; 2019. p. 83-91.
172. Williams C. Prosimians. In: Fowler M, Miller E, éditeurs. Fowlers Zoo Wild Anim Med Vol 8. Elsevier/Saunders; 2015. p. 291-301.
173. Fowler ME. Health Care of the Geriatric Llama and Alpaca. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 1994;10:391-9.

ANNEXES

Annexe 1 : Schéma des étapes de la douleur et de l'analgésie. Traduit d'après Whiteside, 2014 [49]



Annexe 2 : Questionnaire envoyé aux membres de l'AFVPZ

QUESTIONNAIRE : GESTION DE LA GÉRIATRIE EN PARC ZOOLOGIQUE

Bonjour,

Je suis actuellement en 4^{ème} année à l'ENVN-Oniris et je réalise une thèse sur la gestion de la gériatrie des animaux en parcs zoologiques en collaboration avec les Drs Baptiste CHENET et Laurie VIROLLE. Afin d'avoir un aperçu de ce qui est fait en France, je réalise une enquête auprès des vétérinaires membres de l'Association Francophone des Vétérinaires en Parcs Zoologiques. L'objectif de mon travail est également d'analyser des cas sur le terrain afin d'essayer de trouver de potentiels consensus amenant à des propositions de conduite à tenir.

Les réponses que vous fournirez serviront uniquement dans le cadre de cette thèse et seront utilisées anonymement.

N'hésitez pas à me contacter si vous avez besoin de précisions pour certaines questions.

Cordialement,

Camille PESQUET

Merci de m'envoyer vos réponses avant le 31/05/2019 à l'adresse suivante :

pesquet.camille@gmail.com

Lorsque cela n'est pas précisé, la question porte sur les animaux âgés en général, sans prise en compte de l'espèce.

Les fréquences sont à donner en pourcentages.

Dans les questions à choix multiples, plusieurs réponses peuvent être cochées si le contraire n'est pas précisé.

Lorsque la mention OUI/NON suit une proposition, veuillez barrer la mention inutile.

Nom et prénom du répondant :

Lieu d'exercice :

DÉTECTION DE L'ANIMAL GÉRIATRIQUE

1) Sur quels critères vous basez-vous pour considérer qu'un animal est gériatrique ?

Classez-les de 1 à 4 (1 étant le critère principal et 4 le critère le moins important).

Modifications du comportement

Modifications physiques

Modifications biologiques

Animal ayant atteint 75% de l'espérance de vie d'un individu à l'état sauvage

Animal ayant atteint 75% de l'espérance de vie d'un individu en captivité

2) Réalisez-vous un dépistage de maladies pouvant être liées à la gériatrie ?

Modalités :

- Sous anesthésie générale si nécessaire OUI/NON
- Sans anesthésie générale si possible OUI/NON

Fréquence :

- En routine OUI/NON
- En fonction des signes cliniques OUI/NON

Moyens :

- Analyses sanguines (biochimie, numération formule sanguine) OUI/NON
- Radiographie OUI/NON
- Echographie OUI/NON
- Echocardiographie OUI/NON
- Autre, précisez :

3) Y-a-t-il des animaux auxquels vous portez plus d'attention lorsqu'ils vieillissent ?

- Non
- Oui

Si oui, cela est lié :

- Aux connaissances sur les processus pathologiques dans cette espèce OUI/NON
- Au patrimoine génétique de l'animal OUI/NON
- Au statut UICN de l'espèce OUI/NON
- A l'utilisation de l'animal dans un spectacle OUI/NON
- A l'attractivité de l'individu auprès du public OUI/NON
- A l'importance de l'animal pour l'institution (emblème, publicité) OUI/NON

Si oui, quelles catégories d'animaux sont concernées ?

- Grands herbivores OUI/NON
- Grands singes OUI/NON
- Autres primates OUI/NON
- Carnivores OUI/NON
- Mammifères marins OUI/NON
- Amphibiens OUI/NON
- Reptiles OUI/NON
- Oiseaux OUI/NON
- Poissons OUI/NON
- Autres, précisez :

4) Classez les signes cliniques que vous observez le plus souvent sur les animaux vieillissants de 1 à 10 (1 étant le signe clinique le plus fréquent et 10 le moins fréquent).

- Dysorexie/Anorexie
- Vomissements
- Diarrhée
- Déplacements plus lents
- Boiterie (arthrose)
- Baisse d'activité
- Faiblesse
- Cécité
- Toux
- Dyspnée
- Déshydratation
- Amaigrissement/Cachexie
- Pelage terne
- Tumeur(s) visible(s)
- Amyotrophie
- Autre, précisez :

MODIFICATIONS ZOOTECHNIQUES

5) A quelle fréquence réalisez-vous des aménagements de l'environnement des animaux gériatriques pour leur confort ? (un seul choix possible)

- Jamais
- Rarement
- Peu fréquemment
- Fréquemment
- Très fréquemment
- Toujours

6) Quelles modifications des interactions avez-vous déjà réalisées pour un animal âgé ?

- Isolement temporaire de l'animal du reste du groupe pour sa tranquillité OUI/NON
- Isolement permanent de l'animal du reste du groupe pour sa tranquillité OUI/NON
- Isolement temporaire de l'animal du reste du groupe pour des soins fréquents OUI/NON
- Isolement permanent de l'animal du reste du groupe pour des soins fréquents OUI/NON
- Création d'un nouveau groupe adapté pour l'animal OUI/NON
- Retrait de l'animal de l'exposition au public OUI/NON
- Autre, précisez :

7) Quelles adaptations de l'environnement avez-vous déjà réalisées pour un animal âgé ?

- Réduction ou suppression des marches OUI/NON
- Terrain moins escarpé OUI/NON
- Changement des enrichissements fixes (agrès, rochers...) OUI/NON
- Abris extérieurs pour le protéger du climat (pluie, vent, soleil...) OUI/NON
- Augmentation ou diminution de la température OUI/NON
- Augmentation du confort du lieu de couchage OUI/NON
- Augmentation de la taille de la zone extérieure OUI/NON
- Augmentation de la taille du bâtiment intérieur OUI/NON
- Diminution de la taille de la zone extérieure OUI/NON
- Diminution de la taille du bâtiment intérieur OUI/NON
- Ajout de zone permettant l'isolement des autres individus OUI/NON
- Ajout de zone permettant l'isolement du public OUI/NON
- Accès à l'eau et à la nourriture facilité OUI/NON
- Ajout d'eau ou accès facilité pour la baignade OUI/NON
- Aucune OUI/NON
- Autre, précisez :

8) Quelles adaptations du quotidien de l'animal âgé avez-vous déjà mises en place ?

- Accès au bâtiment intérieur pendant la journée OUI/NON
- Accès à l'enclos extérieur pendant la nuit OUI/NON
- Enrichissements plus accessibles OUI/NON
- Changement de l'entraînement médical (longueurs des sessions, difficulté) OUI/NON
- Rituel quotidien conservé OUI/NON
- Distribution de l'alimentation à l'écart des congénères OUI/NON
- Changement de la ration (plus riche, plus appétente...) OUI/NON
- Aucune OUI/NON
- Autre, précisez :

9) Dans quelle proportion de cas estimez-vous que les adaptations de l'environnement mises en place ont remplies leurs objectifs ?

- 0-20 %
- 21-40%
- 41-60%
- 61-80 %
- 81-100%
- Ne sait pas
- Aucune adaptation n'est réalisée

TRAITEMENT MÉDICAL

10) Quel est le principal objectif des traitements médicaux mis en place, quels qu'ils soient ? (un seul choix possible)

- Améliorer le confort de l'animal
- Allonger sa durée de vie

11) Réalisez-vous systématiquement un traitement analgésique sur un animal âgé présentant des signes d'arthrose ? (un seul choix possible)

- Non
- Oui

12) Chez les animaux âgés nécessitant un traitement anti-inflammatoire, réalisez-vous un bilan biochimique rénal avant sa mise en place ? (un seul choix possible)

- Systématiquement, même si la prise de sang nécessite une anesthésie ou une sédation
- Oui, si la prise de sang est possible sans anesthésie ou sédation
- Seulement pour les pathologies nécessitant un traitement long (supérieur à une semaine d'anti-inflammatoires)
- Parfois, précisez :
- Jamais, précisez pourquoi :

13) Avez-vous déjà dû renoncer à traiter un animal alors que le cas pouvait théoriquement être géré médicalement ?

- Non
- Oui

Si oui, indiquez la fréquence : ____ %

Si oui, indiquez la ou les cause(s) :

- Inappétence du traitement OUI/NON
- Individu anorexique OUI/NON
- Individu non isolable OUI/NON
- Animal non médicalisable OUI/NON
- Coût du traitement OUI/NON
- Autre, précisez :

14) Avez-vous déjà mis en place un traitement palliatif ?

- Non

- Oui, en attente d'une euthanasie ou décision d'euthanasie si dégradation de l'état général
- Oui, en attente de la mort naturelle d'un animal atteint d'une défaillance organique
- Oui, en attente de la mort naturelle d'un animal atteint d'une néoplasie
- Oui, en attente de la mort naturelle d'un animal atteint d'une maladie non diagnostiquée précisément

Si oui, indiquez sa fréquence de mise en place : ___ %

Si oui, indiquez sa nature :

- Morphiniques OUI/NON
- Anti-inflammatoires non stéroïdiens OUI/NON
- Corticoïdes OUI/NON
- Alimentation assistée OUI/NON
- Hospitalisation OUI/NON
- Autre, précisez :

15) Estimez-vous utiliser plus les médecines alternatives chez les animaux âgés que chez des animaux plus jeunes ?

- Non, je n'utilise pas de médecine alternative
- Non, j'utilise les médecines alternatives quel que soit l'âge de l'animal
- Oui, en tant que traitement palliatif
Précisez le type de méthode :
- Oui, en tant que traitement curatif
Précisez le type de méthode :

16) Réalisez-vous des séances de mobilisation, de physiothérapie ou de balnéothérapie chez les animaux âgés ?

- Non
- Oui

Précisez le type de méthode et les circonstances d'utilisation :

17) Réalisez-vous des entraînements médicaux dans votre institution ?

- Non, passez à la question 19.
- Oui, continuez avec la question 18.

18) Avez-vous observé un meilleur suivi des animaux âgés depuis la mise en place d'entraînements médicaux ?

- Non
- Nous n'avons pas assez de recul depuis le début de sa mise en place
- Oui
 - Pour le dépistage OUI/NON
 - Pour le traitement OUI/NON

19) Dans quelle proportion de cas estimez-vous que les traitements mis en place ont rempli leurs objectifs ? (un seul choix possible)

- 0-20 %
- 21-40%
- 41-60%
- 61-80 %
- 81-100%
- Ne sait pas
- Aucun traitement n'est administré

EUTHANASIE

20) Classez les raisons motivant la prise de décision d'euthanasie chez les animaux âgés de 1 à 13 (1 étant la plus importante et 13 la moins importante).

- ___ Douleurs persistantes malgré un traitement antalgique
- ___ Troubles digestifs chroniques ne rétrocedant pas aux traitements
- ___ Amaigrissement / Cachexie
- ___ Anorexie
- ___ Dyspnée
- ___ Isolement de l'animal
- ___ Arrêt des interactions avec ses congénères
- ___ Arrêt des interactions avec les soigneurs
- ___ Agressions ou rejet par ses congénères
- ___ Manque de place dans les installations
- ___ Attente d'un nouvel animal pour la reproduction
- ___ Animal n'étant plus en âge de se reproduire ou avec un faible potentiel génétique
- ___ Animal non présentable au public

21) Parmi les animaux considérés comme gériatriques, à combien estimez-vous la proportion de décès attribués à une mort naturelle ? ___ %

22) Quelle proportion d'euthanasies réalisez-vous sans diagnostic chez les animaux considérés comme gériatriques ? ___ %

23) Qui est consulté lors de la prise de décision d'euthanasie ?

- Le vétérinaire
- Les soigneurs de l'animal
- Le curateur
- Le capacitair
- Le coordinateur de l'espèce en cas de programme de conservation

EXAMEN POST-MORTEM

24) A quelle fréquence les lésions citées ci-dessous sont-elles responsables du décès (naturel ou euthanasie) d'un animal gériatrique?

___ % Néoplasies

___ % Lésions compatibles avec une insuffisance hépatique

___ % Lésions compatibles avec une insuffisance rénale

___ % Lésions compatibles avec une insuffisance cardiaque

___ % Lésions d'arthrose

___ % Lésions buccales compatibles avec une douleur lors de la prise alimentaire

___ % Autre, précisez :

25) Lors de cet examen, dans combien de cas des lésions de sénescence sont-elles observées ? (un seul choix possible)

- 0-20 %
- 21-40%
- 41-60%
- 61-80 %
- 81-100%

26) Dans la majorité des cas, les découvertes d'autopsie concordaient-elles avec les hypothèses diagnostiques émises ? (un seul choix possible)

- Non
- Oui

27) Les découvertes d'autopsie étaient-elles majoritairement : (un seul choix possible)

- Plus importantes que celles attendues avec ce tableau clinique
- Moins importantes que celles attendues avec ce tableau clinique
- Concordantes avec le tableau clinique observé

28) Des découvertes d'autopsie vous ont-elles fait remettre en question la gestion du cas ?

- Un traitement palliatif aurait pu être mis en place OUI/NON
- Un traitement thérapeutique aurait pu être mis en place OUI/NON
- L'euthanasie aurait pu être différée OUI/NON
- L'euthanasie aurait pu être effectuée plus précocement OUI/NON

Fréquence :

- Fréquemment OUI/NON
- Rarement OUI/NON
- Jamais OUI/NON

29) Un examen nécropsique vous a-t-il déjà révélé des lésions organiques liées à la sénescence alors que vous ne considérez pas l'animal comme gériatrique ?

- Non
- Oui

RÉFÉRENCES

30) Sur quelles références vous appuyez-vous pour la mise en place de traitement palliatif ou l'adaptation de l'environnement pour un animal âgé ?

- Recommandations, citez un ou deux exemples :
- Articles scientifiques, citez un ou deux exemples :
- Expérience personnelle
- Conseils de confrères
- Autre, précisez :
- Aucun

31) Sur quels critères vous appuyez-vous pour prendre une décision d'euthanasie pour un animal âgé ?

- Recommandations, citez un ou deux exemples :
- Articles scientifiques, citez un ou deux exemples :
- Expérience personnelle
- Conseils de confrères
- Autre, précisez :
- Aucun

OPINION PERSONNELLE

32) Pensez-vous qu'il vous serait utile d'avoir des recommandations pour prendre des décisions en termes d'aménagements zootechniques voire d'euthanasie de vos animaux gériatriques ?

- Oui, recommandations externes à votre institution
- Oui, conduite à tenir interne au parc
- Non, précisez pourquoi :

33) Avez-vous des propositions à faire pour la rédaction de recommandations ?

34) Estimez-vous que le coût des examens complémentaires et des traitements est un frein pour la gestion des animaux gériatriques ?

- Non
- Oui

Si oui, est-il ?

- Plus grand que chez les autres animaux OUI/NON
- Le même que chez les autres animaux OUI/NON

- Efficacité (durée et résultats) :

- Cause de la mort :

- Observations de l'examen post-mortem :

Acceptez-vous d'être contacté(e) ultérieurement afin de discuter de certains cas ?

- Oui : par téléphone au _____ ou par e-mail à l'adresse _____
 Non

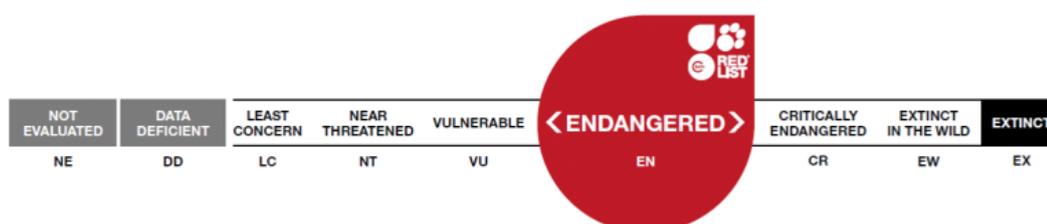
Je vous remercie de votre participation et du temps que vous avez consacré pour répondre à ces questions.

Annexe 3 : L'UICN et la liste rouge des espèces menacées [137]

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), créée en 1948, est composée de gouvernements et d'organisations de la société civile. Elle fournit aux organisations publiques, privées et non-gouvernementales les connaissances et les outils nécessaires pour que le progrès humain, le développement économique et la conservation de la nature se réalisent en harmonie. Elle a également mis au point une échelle pour classer les espèces qui risquent de s'éteindre à l'échelle mondiale.

- La catégorie « **non évaluée** (NE) » regroupe les taxons lorsqu'il n'a pas encore été confronté aux critères.
- La catégorie « **donnée insuffisantes** (DD) » fait référence aux taxons lorsqu'on ne dispose pas d'assez de données pour évaluer directement ou indirectement le risque d'extinction en fonction de sa distribution et/ou de l'état de sa population.
- La catégorie « **préoccupation mineure** » (LC) correspond aux taxons qui ne remplissent pas les critères des catégories CR, EN, VU ou NT. Dans cette catégorie sont inclus les taxons largement répandus et abondants.
- La catégorie « **vulnérable** (VU) » regroupe les taxons confrontés à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.
- La catégorie « **en danger** (EN) » implique que le taxon est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.
- La catégorie « **en danger critique** (CR) » fait référence à un taxon confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.
- La catégorie « **quasi menacé** (NT) » correspond aux taxons qui ne remplissent pas, pour l'instant, les critères des catégories VU, EN, CR mais qu'il est près de remplir les critères correspondant aux catégories du groupe « Menacé » ou qu'il les remplira probablement dans un proche avenir.
- La catégorie « **éteint à l'état sauvage** (EW) » correspond à un taxon qui ne survit qu'en culture, en captivité ou dans le cadre d'une population naturalisée, nettement en dehors de son ancienne aire de répartition.
- La catégorie « **éteint** (EX) » caractérise un taxon lorsqu'il ne fait aucun doute que le dernier individu est mort.

Les espèces classées dans les catégories en danger critique, en danger et vulnérable sont considérées comme menacées d'extinction.



The IUCN Red List of Threatened Species

Annexe 4 : Cas cliniques issus des réponses au questionnaire

Cas 1 : Arthrose chez un lémur à ventre roux

Anamnèse

L'individu est un lémur à ventre roux (*Eulemur rubriventer*). Vers 33 ans, l'animal a commencé à présenter une amyotrophie, une cachexie ainsi que des troubles de la locomotion. Une perte des repères visuels a également été noté.

Examen clinique et diagnostic

De l'arthrose a été diagnostiqué grâce à un examen clinique et des radiographies.

Traitement et aménagement de l'environnement

Un traitement à base de méthylprednisolone (OROMEDROL ND) à la dose de 1mg/kg une fois par jour et de Gabapentine à 20mg/kg une fois par jour a été initié.

En parallèle, des aménagements de son environnement ont été mis en place afin de faciliter les déplacements de l'animal au sein de son enclos et d'éviter les chutes. Dans cet objectif, l'espace entre les agrès (poutres) a été réduit et les cordes trop instables ont été retirées. Par ailleurs, la zone de repos a été élargie afin d'augmenter le confort de l'animal.

Evolution

Le traitement médical mis en place a été efficace pendant deux ans. L'état de l'animal s'est dégradé en 15 jours avec présentation d'anorexie, de troubles digestifs et d'ulcérations de la peau. Une décision d'euthanasie a alors été prise, l'animal était alors âgé de 35 ans.

Examen nécropsique

L'autopsie met en évidence une cirrhose hépatique débutante avec des nodules de régénérescence et une dégénérescence centrolobulaire vacuolaire. Par ailleurs, une néphrite interstitielle chronique modérée à sévère avec kystes tubulaires et glomérulosclérose est également notée. L'aspect macroscopique du cœur peut être compatible avec une cardiomyopathie. Au niveau pulmonaire, un emphysème pulmonaire marqué et une pneumonie endogène lipidique modérée ont été observés. L'animal présentait aussi une hémosidérose marquée au niveau de la rate mais moins importante au niveau du foie et des intestins. Ces éléments sont également retrouvés à l'examen histologique.

Discussion

Le lémur à ventre roux est un primate endémique de Madagascar classé comme vulnérable par l'UICN. La durée de vie de cet individu dépasse la durée de vie maximale répertoriée dans certaines sources : par exemple 31,7 ans sur la base de données AnAge [32]. Il peut donc être considéré comme gériatrique.

Les maladies fréquemment rencontrées chez les lémuriens âgés sont [53,141,172] :

- Arthrose au niveau des membres et de la colonne vertébrale, même si elle semble moins fréquente chez les Prosimiens que chez les autres primates de l'Ancien Monde

- Maladie rénale (glomérulonéphrite, glomerulosclérose et néphrite interstitielle observées histologiquement)
- Néoplasies : tumeurs gastro-intestinales (en particulier le foie), le système reproducteur et le système hématopoïétique.
- Diabète sucré chez les animaux adultes et âgés
- Cataracte

Pour les lémuriens gériatriques, l’AZA préconise des examens réguliers incluant a minima un examen clinique, une coproscopie, une NFS, une biochimie, des radiographies et une échographie.

Le traitement mis en place (corticoïdes) n’est pas celui qui est le plus fréquemment employé d’après la littérature. Généralement, des anti-inflammatoires non stéroïdiens humains (i.e. ibuprofène) et vétérinaires (i.e. meloxicam) sont employés en première intention. La gababentine et le tramadol sont également efficaces sur les douleurs arthrosiques. L’efficacité des nutraceutiques n’est pas claire dans ces espèces [141]. Nous supposons que l’administration a été effectuée par voie orale. Chez les primates, il est généralement assez simple de donner les médicaments dans un fruit. Les modifications de l’environnement décrites ont probablement dû aider l’animal à se déplacer dans son enclos. Il est conseillé, notamment par l’AZA, de laisser autant que possible l’animal avec des congénères et de modifier l’environnement pour favoriser ses déplacements : ajout d’agrès plus nombreux et moins hauts, assurer un accès simple à l’eau et la nourriture [141].

Nous ne savons ce qui a influencé le choix de ce traitement (bilan rénal évocateur de maladie rénale chronique ou suspicion, efficacité déjà testé sur d’autres individus ...). Ne connaissons pas les régions touchées par l’arthrose. Le clinicien n’a pas non plus précisé la nature des troubles locomoteurs, si des suivis radiographies ont été effectués ni quelle a été l’amélioration clinique observée : reprise d’activité, prise alimentaire et prise de poids... L’utilisation d’une grille pour suivre l’animal ou décider de son euthanasie n’a pas été explicité. Nous n’avons pas d’information sur la prise alimentaire de l’animal ni sur la présence de troubles oculaires comme une cataracte pouvant expliquer la perte de repère visuel.

Les troubles locomoteurs peuvent expliquer l’amyotrophie présentée par l’individu. La cachexie peut être secondaire à une diminution de la prise alimentaire due aux douleurs locomotrices dissuadant l’animal de se déplacer jusqu’aux gamelles ou la perte de repère visuelle. Une maladie cachectisante ne peut pas non plus être exclue compte tenu de l’âge de l’animal. Les éléments majeurs révélés par les examens macro et microscopique sont les lésions hépatiques et rénales expliquant certains signes cliniques de cet individu. Les lésions rénales sont compatibles avec une perte fonctionnelle de l’organe ayant pu contribuer à la dégradation de l’état général. La néphrite chronique peut être causée par une néphropathies dégénérative liée à l’âge, des calculs rénaux chroniques, des problèmes rénaux congénitaux et des glomérulonéphrites secondaires aux dépôts d’immuns complexes. La principale hypothèse expliquant la cirrhose est une cardiomyopathie, d’origine généralement idiopathique, se développant avec l’âge, sans facteur prédisposant reconnu. L’emphysème pulmonaire se rencontre de manière chronique et lors d’insuffisance respiratoire potentiellement d’origine cardiaque. L’hémোসidérose est préminente mais de signification clinique incertaine. C’est une lésion relativement fréquente chez les prosimiens où la

surcharge est très probablement liée à des facteurs associés au taux de fer alimentaire, à une forte capacité d'absorption du fer et à un bas niveau de facteurs protecteurs ou régulateurs (de type tannins). Une origine cardiaque avec anémie chronique est également possible.

Cas 2 : Arthrose chez une girafe

Anamnèse

L'individu est une girafe de sous espèce inconnue (*Giraffa camelopardis*) femelle. Les signes cliniques ont débuté à l'âge de 30 ans. Des signes locomoteurs ont été notés : boiterie, rigidité des postérieures se traduisant par des craquements et par un appui plus important des antérieurs, déformation des articulations et pousse excessive des onglons. L'animal présentait également un amaigrissement, un ptyalisme intermittent, des réactions plus lentes et une perte de repère faisant penser à une cécité.

Examen clinique et diagnostic

Aucun examen complémentaire n'a été réalisé.

Traitement et aménagement de l'environnement

Aucun traitement médical n'a été mis en place.

Durant les derniers mois de sa vie, l'animal a été gardé en bâtiment intérieur sur de la litière accumulée. Il était donc isolé temporairement du groupe durant la journée lorsque ses congénères sortaient dehors. Des enrichissements étaient ajoutés pour l'occuper.

Evolution

Avec les modifications environnementales mises en place, l'animal était seulement plus confortable mais les symptômes locomoteurs n'étaient pas améliorés. L'euthanasie a été décidée collectivement alors que l'animal était âgé de 32 ans.

Examen nécropsique

L'examen externe de l'animal a mis en évidence un amaigrissement, une amyotrophie partielle et des zones dépilées. L'usure dentaire était probablement liée à l'âge de l'animal. L'autopsie a révélé la présence d'arthrose modérée au niveau de plusieurs articulations. Une ostéonécrose sévère focalement extensive était visible au niveau des têtes fémorales. Une origine tumorale est envisagée. Une gastrite congestive diffuse sévère a aussi été observée.



Photographies de l'autopsie de l'individu. Acétabulum de l'articulation coxo-fémorale gauche (à gauche) et nécrose marquée de la tête fémorale gauche (à droite)

D'autres lésions non significatives et sans conséquences cliniques ont été notées :

- Fibrose hépatique diffuse modérée.
- Hémorragies multiples minimales dans la trachée
- Anthracose modérée et fibrose sévère du nœud lymphatique trachéobronchique.
- Emphysème alvéolaire diffus modéré.
- Œdème aigu faible du poumon
- Granulomes minimes calcifiés dans les poumons
- Hématopoïèse splénique capsulaire
- Kyste para-ovarien gauche
- Hémorragies multifocales légères des caroncules utérines.

Discussion

Les girafes sont classées comme vulnérable par l'UICN. Leur espérance de vie moyenne est de 20,2 ans pour les femelles et 14,7 ans pour les mâles d'après l'AZA [146]. Certains individus ont vécu jusqu'à 40 ans [32]. L'individu décrit a donc dépassé 75 % de son espérance de vie en captivité et est donc considéré comme gériatrique (100% de l'espérance de vie moyenne).

Les maladies fréquemment rencontrées dans cette espèce sont [53,54] :

- Arthrose au niveau de toutes les articulations, même au niveau atlanto-occipital.
- Usure dentaire due à une alimentation non optimale tout au long de sa vie
- Néoplasies sont peu fréquemment diagnostiquées dans cette espèce

Le traitement médical est généralement envisageable pour réduire les signes cliniques et soulager l'animal. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens, notamment la phénylbutazone et la flunixin méglumine, constituent le traitement de base mais des méthodes adjuvantes (chondroprotecteurs, laser, gabapentine...) peuvent aussi être employées en complément [143]. Nous ne connaissons pas les raisons qui ont conduit le vétérinaire à ne pas mettre en place de traitement. Il est possible que cela soit dû à la difficulté à administrer un traitement, notamment le stress occasionné par un fléchage très régulier. Nous nous demandons également pourquoi les modifications du sol n'ont été effectuées que si tardivement : aggravation de la boiterie ? Il serait intéressant de connaître l'impact de son isolement sur l'animal. Nous supposons également qu'aucun examen radiographique n'a été réalisé à cause du format de l'animal : anesthésie très compliquée dans cette espèce, radiographies risquées sans entraînement médical et impossibilité physique de faire passer les rayons X à travers la masse musculaire autour des fémurs et du bassin. La décision d'euthanasie a été prise après consultation des équipes. Le vétérinaire ne nous a pas transmis les personnes impliquées ni ce qui a motivé la prise de décision à ce moment précis. Y a-t-il eu une dégradation de l'état de l'animal ou cela fait-il suite à l'absence d'amélioration clinique ? Chez les grandes espèces, l'arthrose est souvent à l'origine de la décision d'euthanasie, lorsque la douleur devient trop importante ou handicape trop l'animal.

Cas 3 : Arthrose cervicale chez un lama

Anamnèse

L'individu est un lama (*Lama glama*) femelle de 25 ans qui a présenté une cachexie, une amyotrophie généralisée et un port de tête bas évocateur de cervicalgie. L'appétit était néanmoins conservé.

Examen clinique et diagnostic

La palpation des cervicales est anormale car des ponts osseux entre des vertèbres cervicales sont notées. De plus, la flexion est moins douloureuse que l'extension. Des radiographies mettent en évidence de l'arthrose cervicale marquée.

Traitement et aménagement de l'environnement

Le traitement de l'arthrose comprend plusieurs aspects. Une mésothérapie est mise en place avec injection de dexaméthasone longue action, procaine et papavérine 2 fois à 3 semaines d'intervalle. Un ostéopathe réalise des manipulations toutes les 3 semaines environ. Par ailleurs, des cures d'AINS pendant 5-7 jours sont faites tous les mois.

La hauteur des gamelles est adaptée au port de tête de l'animal afin de limiter les mouvements.

Evolution

Le traitement a permis une amélioration du confort de l'animal. Il a été euthanasié 2 ans plus tard, c'est-à-dire à l'âge de 27 ans.

Examen nécropsique

L'autopsie a révélé de l'arthrose ainsi que des calcifications au niveau de plusieurs organes.

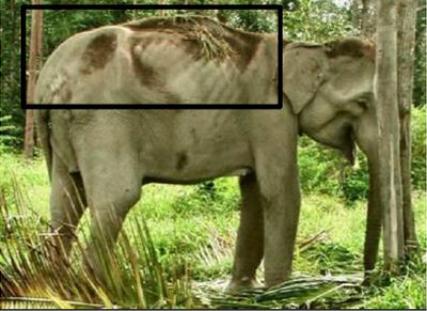
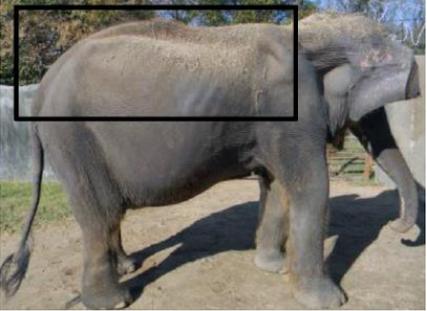
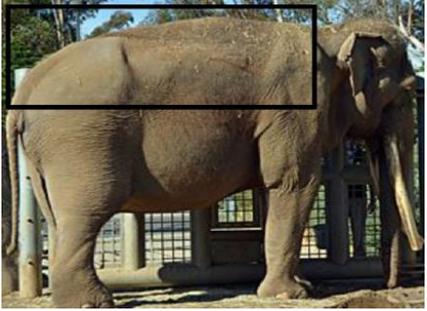
Discussion

Le lama est un Camélidé domestique. Sa longévité maximale est estimée à 28,9 ans en captivité [32]. L'individu décrit a donc atteint plus de 75% de cet âge et peut donc être considéré comme gériatrique.

L'arthrose et l'usure anormale des dents (élongation, usure inégales, fractures dentaires, lésions buccales...) ont très fréquemment observée chez les Camélidés âgés. Des lésions secondaires aux boiteries et au couchage prolongé peuvent être visibles (ulcération et infections au niveau des callosités sternales. La cataracte sénile ne semble pas encore avoir été rapportée dans cette espèce. Les tumeurs sont rarement rencontrées chez les Camélidés mais plusieurs cas ont déjà été rapportés [53,54,173].

Le traitement mis en place est multimodal et associé à des techniques classiques aux médecines complémentaires. La réalisation de séances d'ostéopathie et de mésothérapie a probablement été possible sans anesthésie générale si l'animal avait l'habitude d'être manipulé. Nous ne savons pas quelle molécule anti-inflammatoire ni quelle posologie et voie d'administration ont été utilisées. La phénylbutazone semble efficace sur les douleurs dues à l'arthrose chez les Camélidés [173]. Les causes de l'euthanasie n'ont pas été expliquées. Nous ne savons pas si elle a été décidée suite à l'aggravation des douleurs ou l'apparition d'autres symptômes, ou bien à cause de critères non liés à la santé de l'animal. L'origine des calcifications organiques n'a pas été déterminée. Il est possible qu'elles soient secondaires à la dissémination d'un processus néoplasique, même si aucune masse n'était visible à l'autopsie.

Annexe 5 : Index de note d'état corporel chez les éléphants d'Asie, traduit en français, d'après Morfeld, 2016 [145]

NEC	Côtes	Os du bassin	Colonne vertébrale	Photographie exemple
1	Chaque côte est bien visible individuellement	Protrusion, creux profond devant et derrière le bassin	Protrusion de la colonne de la base de la queue aux épaules, creux profonds sur toute sa longueur	
2	Quelques côtes peuvent être apparentes, couvertes d'une couche très fine de graisse	Clairement visible, creux marqué devant et/ou derrière le bassin	Proéminence de la colonne de la base de la queue, creux marqué sur toute sa longueur	
3	Non visibles	Visible, la totalité du bassin peut ne pas être visible, léger creux en avant du bassin	Bien visible de la base de la queue aux épaules, début d'accumulation de graisse le long de la colonne	
4	Non visibles	Pas entièrement visibles, léger creux ou aire plate en avant du bassin	Visible comme une crête, quelques régions sont plus visibles que d'autres à cause de l'accumulation de graisse	
5	Non visibles	Non visibles	Non visibles ou difficiles à différencier, l'aire le long de la colonne est remplie ce qui donne un aspect rebondi	

Annexe 6 : Grille d'évaluation de la qualité de vie des animaux de zoo gériatrique d'après Föllmi [57]

Scoring system to evaluate physical condition and quality of life in old zoo mammals

Animal: _____ Species: _____ Date: _____
 Age: _____ Maximal age in the wild: _____



HISTORY ASSESSMENT

Score

Age 100% corresponds to the maximal age estimated for an animal in the wild

< 80%	-2
80-100%	-1
101-120%	+2
>120%	+4

Symptom

Scale is graduated from 0 to 10 0 = no symptoms and 10 = severe symptoms

EXAMPLE	yes /no	If yes, severity points	Points
Cardinal symptoms			
Vomiting	■ ■	0 ----- 10 1cm = 1; here 3.6cm = 3.6	7.2 × 2

During the last two months

Cardinal symptoms	yes /no	If yes, severity	Points
Vomiting	■ ■	0 ----- 10	× 2
Dysorexia	■ ■	0 ----- 10	× 2
Anorexia	■ ■	0 ----- 10	× 2
Cachexia	■ ■	0 ----- 10	× 2
Lameness	■ ■	0 ----- 10	× 2
Diarrhoea	■ ■	0 ----- 10	× 1.5
Polydipsia/Polyuria	■ ■	0 ----- 10	× 1.5
Dyspnoea	■ ■	0 ----- 10	× 1
Coughing	■ ■	0 ----- 10	× 1
Bite wounds	■ ■	0 ----- 10	× 1
Social pressure	■ ■	0 ----- 10	× 1
Isolation from group	■ ■	0 ----- 10	× 1
Other:	■ ■	0 ----- 10	× 1
Other:	■ ■	0 ----- 10	× 1
Total			

Other symptoms	yes /no	If yes, severity	Points
Apathy	■ ■	0 ----- 10	× 2
Pain when standing up	■ ■	0 ----- 10	× 2
Reluctance to move	■ ■	0 ----- 10	× 2
Weakness	■ ■	0 ----- 10	× 2
Muscle atrophy	■ ■	0 ----- 10	× 1.5
Position in hierarchy ↓	■ ■	0 ----- 10	× 1.5
Dehydration	■ ■	0 ----- 10	× 1
Bathing ↑	■ ■	0 ----- 10	× 1
Bathing ↓	■ ■	0 ----- 10	× 1
Other:	■ ■	0 ----- 10	× 1
Other:	■ ■	0 ----- 10	× 1
Total			

Subtotal 1

©.föllmi_ZooBasel

ADDITIONAL ASSESSMENT

	Score
Breeding interest yes <input type="checkbox"/> - 5 no <input type="checkbox"/> +1	<input type="checkbox"/>
Gender important <input type="checkbox"/> - 5 not important <input type="checkbox"/> +1	<input type="checkbox"/>
Able to reproduce yes <input type="checkbox"/> - 5 no <input type="checkbox"/> +5 Hinder the arrival of new breeder yes <input type="checkbox"/> +5 no <input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/>
Subtotal 5	<input type="checkbox"/>

RESULTS

Without «radiographic examination»	Sum of the four subtotals	<input type="checkbox"/>
From 1 to 30 Treatment		
From 31 to 51 Doubtful		
Over 51 Euthanasia recommended		
With «radiographic examination»	Sum of the five subtotals	<input type="checkbox"/>
From 1 to 45 Treatment		
From 46 to 66 Doubtful		
Over 66 Euthanasia recommended		

Annexe 7: Grille de qualité de vie chez les animaux de zoo âgés [171]

AGED ZOO ANIMAL ASSESSMENT FORM

Previous Assessment Date:		Assessment Date:	
Species:	DOB:	Frequency:	Current Age:
Local ID:	Sex:	House name:	Tag/Band #?
Microchip #:			
Expected longevity from studbook data:			
Maximum age in the wild:			
Maximum age in captivity:			

Age Assessment – 100% corresponds to expected longevity from studbook data:

< 80%	-2
80 - 100%	-1
101 - 120%	2
> 120%	4

SCORE

--

ASSESSMENT CRITERIA

PHYSICAL

0 = normal where relevant

Only chronic conditions are considered, i.e. Have persisted for 3 weeks or more

	SCORE		x	SCORE
Body condition score		0 = ideal, 5 = poor (either thin or obese)	2	
Lameness in 1 limb		1 = mild, 5 = severe		
Lameness in > 1 limb		1 = mild, 5 = severe	2	
Stiffness in 1 limb		1 = mild, 5 = severe		
Stiffness in > 1 limb		1 = mild, 5 = severe	2	
Overgrown nails		If present = 3		
Deformity/swelling of joints		1 = mild, 5 = severe	2	
TOTAL				

	SCORE		x	SCORE
Lethargy		Listless, drowsy, sleepy	1 = mild, 5 = severe	2
Mobility		Climbing, jumping, standing up on hind legs	1 = reduced, 5 = severe immobility	
Activity		Time spent exploring, foraging, etc	1 = reduced, 5 = very inactive	2
Weakness		Lack of muscle strength	1 = mild, 5 = severe	2
TOTAL				

	SCORE		x	SCORE
Vomiting			1 = rarely, 5 = often	2
Diarrhoea			1 = rarely, 5 = often	
Constipation			1 = rarely, 5 = often	2
Reduced appetite			1 = rarely, 5 = often	2
TOTAL				

	SCORE		x	SCORE
Exercise intolerance		Gets tired very quickly after exercise	1 = mild, 5 = severe	2
Coughing			1 = mild, 5 = severe	2
TOTAL				

CLINICAL ABNORMALITIES AT LAST EXAMINATION

Date:

	SCORE		x	SCORE
Anaemia		1 = mild, 5 = severe	2	
Renal impairment		1 = mild, 5 = severe		
Liver impairment		1 = mild, 5 = severe		
Neoplasia		1 = mild, 5 = severe		
Reproductive pathology		1 = mild, 5 = severe		
Other (specify)				
TOTAL				

MEDICATION	SCORE		x	SCORE
Current treatments		1 = nutraceutical alone, 2 = NSAID alone, 3 = nutraceutical + NSAID, 4 = opioid alone, 5 = all of them together	2	
Other (specify)				
Duration of treatment		1 = 3 months, 2 = 3 to 6 months, 3 = 6 to 12 months, 4 = >12 months		
TOTAL				

PSYCHOLOGICAL	SCORE		x	SCORE
Self directed behaviour		Directing behaviour towards self (licking, scratching, biting) at one area for a prolonged period. Time spent directing behaviour to be rated as 1 = low, 5 = high		
Self injuries behaviour		When behaviour leads to damage rate 1 = minor damage (e.g. Hair loss), 5 = major damage (e.g. Loss of digits)		
Response to stimuli		Stimuli include weather, visitors, enclosure structures 1 = mild impairments, 5 = not responsive		
Spatial awareness		Ability to navigate around enclosure and use all enclosure furnishings 1 = mild impairment, 5 = limited enclosure use.		
Other (Specify)				
TOTAL				

SOCIAL (only applies to social species)	SCORE		x	SCORE
Changes in hierarchy		Monitored by change in access to food, shelter, grooming opportunities, contact with others (huddling etc); 1 = minimal changes, 5 = significant change		
Target for aggression / ostracised		Monitored by change in access to food, shelter, grooming opportunities, contact with others (huddling etc); 1 = minimal changes, 5 = significant change		
Change in human - animal relationship		The degree to which the animal responds to the presence or cues provided by keepers, negative response lack of response; 1 = minimal change, 5 = significant change.		
Beneficial role within social structure		1 = significant, 5 = not very beneficial		
TOTAL				

SPECIES SPECIFIC CONSIDERATIONS
Comments:

Discharges		SCORE		x	SCORE
Eyes			1 = mild, 5 = severe	2	
Ears			1 = mild, 5 = severe		
Mouth			1 = mild, 5 = severe		
Nasal			1 = mild, 5 = severe		
Vagina			1 = mild, 5 = severe		
Cloaca			1 = mild, 5 = severe		
Rectum			1 = mild, 5 = severe	2	
Glands			1 = mild, 5 = severe	2	
				TOTAL	

		SCORE		x	SCORE
Dribbles saliva			1 = mild, 5 = severe	2	
Red, swollen gums			1 = mild, 5 = severe		
Broken, worn or lost teeth			1 = few, 5 = many	2	
Difficulty eating			1 = rarely, 5 = often	2	
				TOTAL	

		SCORE		x	SCORE
Loss of vision			1 = mild, 5 = blind	2	
				TOTAL	

		SCORE		x	SCORE
Excessive urination			1 = mild, 5 = severe	2	
Decreased urination			1 = mild, 5 = severe		
Excessive thirst			1 = mild, 5 = severe	2	
				TOTAL	

		SCORE		x	SCORE
Poor coat/skin condition		Dry coat/skin, fur loss	1 = mild, 5 = severe	2	
Skin ulcers, wounds, infections			1 = mild, 5 = severe	2	
				TOTAL	

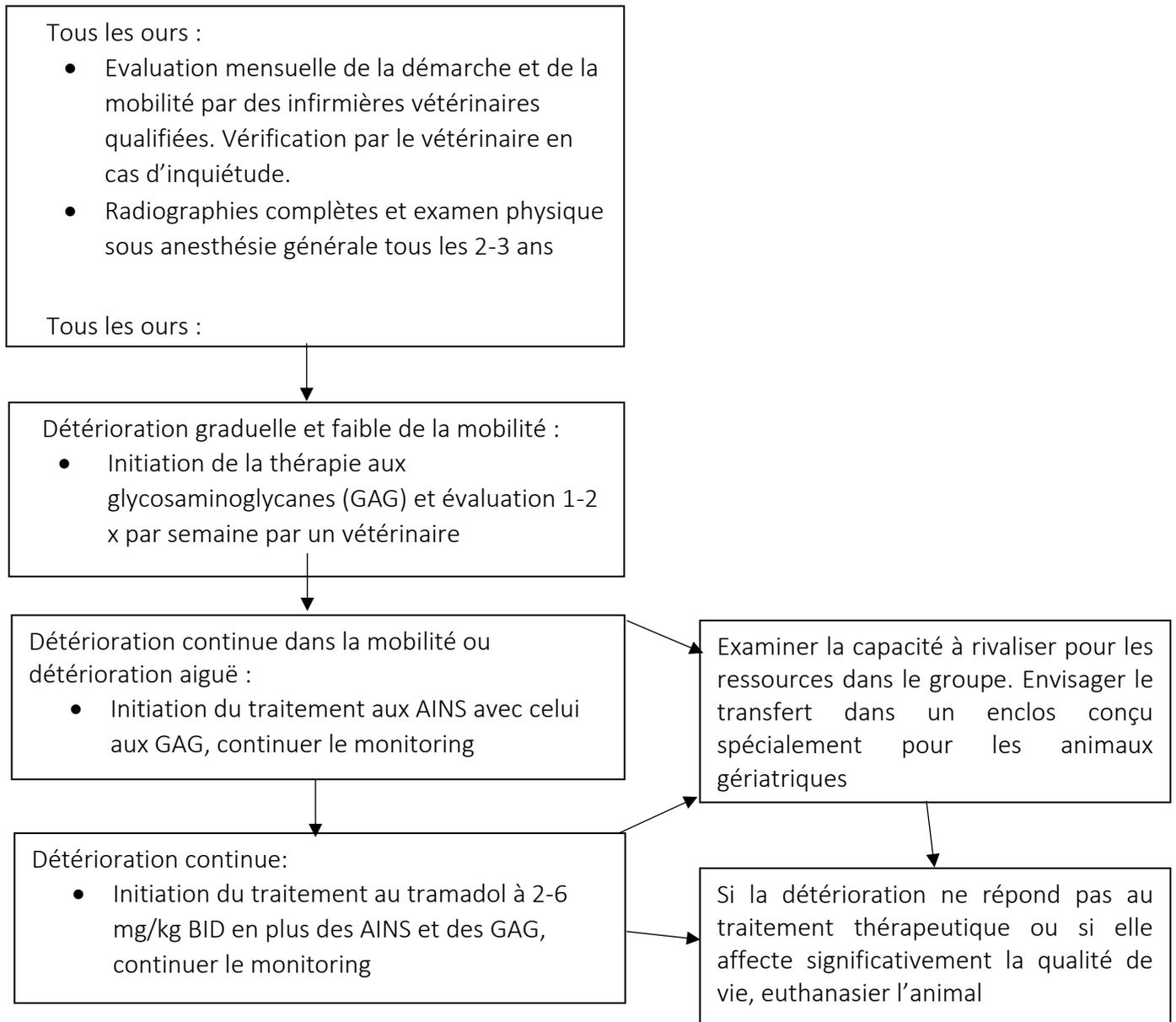
		SCORE		x	SCORE
Loss of co-ordination			1 = mild, 5 = severe	2	
Urinary incontinence			1 = mild, 5 = severe		
Faecal incontinence			1 = mild, 5 = severe		
Vagueness			1 = mild, 5 = severe		
Reaction Time			1 = slow, 5 = very slow		
				TOTAL	

RADIOGRAPHIC CHANGES PRESENT AT LAST EXAMINATION

Date:

		SCORE		x	SCORE
DJD - single joint			1 = mild, 5 = severe		
DJD - >1 joint			1 = mild, 5 = severe	2	
Ankylosed joint			Single joint = 5		
Ankylosed joint			> 1 joint = 5	2	
Degenerative spondyloarthritis			1 = mild, 5 = severe		
Ankylosing spondylosis			1 = mild, 5 = severe	2	
Other (specify)					
				TOTAL	

Annexe 8 : Algorithme d'évaluation et de gestion de la mobilité chez les ours souffrant d'arthrose au Centre de soins des ours de Chine. Traduit d'après Bacon, 2012 [55]



Vu: L'enseignant Rapporteur

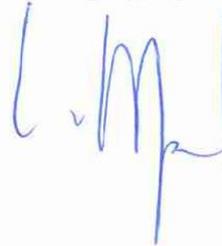
De l'Ecole Nationale Vétérinaire,
Agroalimentaire et de l'Alimentation
Oniris
Jean-Claude DESFONTIS



Vu: Le Directeur Général

par interim
De l'Ecole Nationale Vétérinaire,
Agroalimentaire et de l'Alimentation
Oniris
Marc GOGNY

*Par ordre et
par délégation*



Sandy LECOQ-ESPALLARGAS

Directrice des Etudes
et de la Vie Etudiante

Nantes, le

16/10/20

Vu:

Le Président de la Thèse

Professeur Corinne
LEJUS-BOURDEAU



Vu:

Le Doyen de la Faculté de
Médecine de Nantes

Professeur Pascale JOLLIET

Vu et permis d'imprimer

NOM : PESQUET
Prénom : Camille

La gestion de la gériatrie en parc zoologique

RESUME

Le vieillissement est un phénomène physiologique progressif et irréversible. Il touche tous les Vertébrés Il a des conséquences pratiques sur la prise en charge des Mammifères, des Oiseaux, des Reptiles mais aussi dans une moindre mesure des Amphibiens et des Poissons présentés en parc zoologique. D'un point de vue médical, les principales maladies rencontrées sont la maladie rénale chronique, la dégénérescence ostéoarticulaire et les tumeurs... Le bien-être animal et la qualité de vie des animaux sont une préoccupation essentielle des parcs zoologiques modernes. Chez les animaux gériatriques, ces paramètres peuvent être fortement altérés. Une prise en charge optimale doit être multimodale afin de veiller au confort de l'animal : traitement des maladies, notamment de la douleur, alimentation adaptée, modification de l'environnement, isolement de l'animal si nécessaire... Des grilles d'évaluation plurifactorielles peuvent aider à suivre les cas et décider lorsque l'euthanasie est l'option la plus appropriée pour l'animal. Une enquête auprès des vétérinaires de l'Association Francophone des Vétérinaires de Parcs Zoologiques a été réalisée afin d'analyser les pratiques en France. La plupart des vétérinaires réalisent une prise en charge particulière de ces animaux et individuelle. Des progrès restent néanmoins à faire dans ce domaine.

MOTS CLES

- gériatrie
- parc zoologique
- animaux en captivité
- vieillissement
- bien-être animal
- enquête (sondage)

JURY

Président : Madame Corinne Lejus-Bourdeau, Professeur à la faculté de médecine de Nantes

Rapporteur : Monsieur Jean-Claude Desfontis, Professeur à Oniris

Assesseur : Monsieur Claude Guintard, Maître de conférences à Oniris

AUTEUR

Madame Camille Pesquet
29 rue de la pelouse
76300 Sotteville-lès-Rouen