



HAL
open science

Enrichissement chez les félins en captivité

Laura Quevilly-Navarette

► **To cite this version:**

Laura Quevilly-Navarette. Enrichissement chez les félins en captivité. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03979183

HAL Id: dumas-03979183

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03979183v1>

Submitted on 8 Feb 2023

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

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

Année 2022

ENRICHISSEMENT CHEZ LES FÉLINS EN CAPTIVITÉ

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 29 novembre 2022

par

Laura, Andrée, Mélanie QUEVILLY-NAVARETTE

sous la direction de

Caroline GILBERT

JURY

Président du jury :	M. Alain FONTBONNE	Professeur à l'EnvA
Directrice de thèse :	Mme Caroline GILBERT	Professeur à l'EnvA
Examineur :	M. Pascal ARNÉ	Maître de Conférences à l'EnvA

Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire



Version du 3 octobre 2022

Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
M	Blaga	Radu	Professeur	DSBP
M	Blot	Stephane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valérie	Professeur	DEPEC
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loïc	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Eloit	Marc	Professeur	DSBP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Federighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Mathias	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Le Poder	Sophie	Professeur	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guénec	Christelle	Professeur	DEPEC
M	Millermann	Yves	Professeur	DPASP
Mme	Pilot-Storck	Fanny	Professeur	DSBP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Rivière	Julie	Maître de conférences HDR	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Arne	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barbarino	Alix	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Benčekroun	Chita	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
M	Boïnot	Francois	Maître de conférences	DPASP
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences	DSBP
Mme	Coudry	Virginie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Denis	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Desbois	Christophe	Maître de conférences	DEPEC
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guetin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Kurtz	Maxime	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Dudal	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Manguin	Estelle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
Mme	Marotto	Stéphanie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mauffré	Vincent	Maître de conférences	DPASP
Mme	Maurice	Emeline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mespoulhès-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mtimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Quéré	Émilie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Ravary-Plumioën	Bérangère	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP
M	Tanquerel	Ludovic	Maître de conférences	DEPEC

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, M. Fontbonne, Professeur à l'EnvA,

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

A Mme Gilbert, Professeur à l'EnvA,

Pour avoir encadré cette thèse, pour vos corrections et vos conseils. Sincères remerciements.

A M. Arné, Maître de conférences à l'EnvA,

Pour avoir accepté d'être membre examinateur de cette thèse. Sincères remerciements.

A ma famille et mes amis,

Pour m'avoir entourée et accompagnée toutes ces années et sans qui cette thèse ne pourrait pas exister. Merci pour tout.

Table des matières

Liste des figures.....	3
Liste des tableaux	5
Liste des abréviations	7
Introduction	9
Première partie : Évaluation du bien-être animal chez les félins en captivité.....	11
1. Famille des Félidés : des besoins spécifiques	11
A. <i>Taxon des Felidae</i>	11
B. <i>Budget-temps des félidés</i>	13
C. <i>Éthogramme des félidés</i>	14
2. Définitions du bien-être animal	17
A. <i>Cinq libertés du Farm Animal Welfare Council</i>	17
B. <i>Le bien-être animal comme adaptations de l'animal à son milieu</i>	17
C. <i>Pyramide des besoins de Maslow</i>	18
a. Définition d'un besoin	18
b. Bientraitance et bien-être animal.....	19
c. Adaptation de la pyramide des besoins de Maslow aux animaux en captivité.....	19
D. <i>Les émotions comme indicateur du bien-être animal</i>	20
a. Définition d'une émotion.....	20
b. Quatre composantes d'une émotion	20
3. Évaluation du bien-être chez les animaux en captivité	21
A. <i>Modèle des Cinq Domaines</i>	21
B. <i>Impact des quatre premiers domaines sur l'état mental de l'animal</i>	21
a. Impact de la nutrition	21
b. Impact des conditions environnementales	22
c. Impact de l'état de santé	23
d. Impact des interactions	23
C. <i>Notation du niveau de bien-être chez les félins en captivité</i>	26
a. Protocoles d'évaluation du bien-être chez les animaux d'élevage.....	26
b. Protocoles d'évaluation du bien-être chez les félins en captivité	28
4. Enrichissement de l'environnement des félins	29
A. <i>Pourquoi enrichir l'environnement des félins ?</i>	29
a. Stéréotypies	29
b. Définition et principes de l'enrichissement	30
B. <i>Différents types d'enrichissement</i>	31
C. <i>Limites/contraintes de l'enrichissement</i>	31
a. Phénomène d'habituation.....	31
b. Comportements d'anticipation.....	31
c. Problèmes de mise en œuvre sur le long terme	32
Deuxième partie : Les méthodes d'enrichissement des félins en captivité	33
1. Introduction	33
2. Enrichissement animé	34
A. <i>Intraspécifique</i>	34
a. Des animaux solitaires à l'état naturel.....	34
b. Impact de la captivité sur les relations intraspécifiques	34
c. Solutions d'hébergement.....	35
B. <i>Enrichissement interspécifique</i>	36
a. Autres espèces.....	36
b. Humain	36
• Professionnels (vétérinaires et soigneurs).....	36

•	Visiteurs	39
3.	Enrichissement inanimé.....	41
A.	Nourriture	41
a.	Régime alimentaire des félins	41
b.	Techniques de chasse	42
c.	Conséquences de la captivité sur la prise alimentaire	42
d.	Enrichissement de l'environnement par la nourriture	42
e.	Aliments distribués permettant un enrichissement.....	43
•	Carcasses	43
•	Poissons vivants ou congelés	44
f.	Modalités de distribution de la nourriture	45
•	Nourriture en hauteur	45
□	Poteau d'alimentation	45
□	Carcasse suspendue à une corde.....	46
□	Autres systèmes	47
•	Nourriture en mouvement : poursuite de leurre	47
•	Nourriture cachée dans des objets	48
□	Objet « surprise »	48
□	Boîte puzzle.....	49
B.	Objets pour jouer	51
•	Glaçons de sang	51
•	Fruits et œufs durs	51
•	Jouets.....	52
•	Objets permettant le marquage.....	54
C.	Enrichissement physique	55
a.	Dimensions de l'enclos.....	55
•	Taille du territoire des félins à l'état naturel.....	55
•	Conséquences de la captivité	55
b.	Enrichissement de l'enclos.....	56
•	Conditions climatiques	56
•	Repaires.....	57
•	Végétation et substrat	58
•	Structures verticales.....	58
•	Idée de réorganisation de l'enclos	60
c.	Ouverture nocturne du zoo.....	61
D.	Enrichissement sensoriel.....	62
a.	Visuel.....	62
b.	Auditif	63
•	Sons spécifiques de l'habitat naturel.....	63
•	Sons non spécifiques de l'habitat naturel.....	64
c.	Olfactif	65
•	Substances allélochimiques.....	65
□	Odeurs de proies	65
□	Épices.....	66
□	Plantes.....	66
•	« Pheromones » de chat domestique	67
4.	Optimisation des effets de l'enrichissement.....	68
	Conclusion.....	69
	Liste des références bibliographiques	71

Liste des figures

Figure 1 : Arbre phylogénétique - Famille des Felidae (d'après Bellani, 2020a).....	12
Figure 2 : Budget-temps des félidés (d'après AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016; Seyrling <i>et al.</i> , 2022).....	13
Figure 3 : Photographies de différents comportements chez les félins (Zootographe, 2020; Tourisme Allier, 2020; Lepont, 2022).....	16
Figure 4 : Le modèle de Fraser (d'après Fraser <i>et al.</i> , 1997)	18
Figure 5 : La pyramide des besoins de Maslow adaptée aux animaux en captivité (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2015).....	19
Figure 6 : Le Modèle des Cinq Domaines (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020).....	21
Figure 7 : Processus d'intégration des différentes mesures permettant une évaluation globale du bien-être animal (d'après Welfare Quality®, 2009)	26
Figure 8 : Soigneur récompensant une lionne pendant un « training » (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012)	37
Figure 9 : Cathéter posé dans la veine latérale de la queue d'un guépard vigile pour injection de propofol (Woc Colburn <i>et al.</i> , 2018).....	38
Figure 10 : Lions consommant des carcasses (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Furlong <i>et al.</i> , 2021).....	44
Figure 11 : Félicins piscivores chassant des poissons vivants (Cat Specialist Group, 2022)	44
Figure 12 : Félicins utilisant un poteau d'alimentation (Law et Kitchener, 2019)	45
Figure 13 : Serval (à gauche) et lynx (à droite) sautant pour attraper une carcasse suspendue à une corde (Hare et Kingston Jones, 2018; Amazing animal network, 2022).....	46
Figure 14 : Margays utilisant un distributeur d'aliment (à gauche) et un rondin percé (au milieu) avec détail du rondin percé (à droite) (Young, 2003; Mellor <i>et al.</i> , 2015; Hare et Kingston Jones, 2018)	47
Figure 15 : « Cheetah run » (Woc Colburn <i>et al.</i> , 2018)	48
Figure 16 : Tigre avec une boîte surprise (à gauche) ; serval avec un jouet percé où est caché de la nourriture (à droite) (Wild Welfare, 2022; Wildlife Toy Box, 2022).....	49
Figure 17 : Boîte puzzle (O'Connor <i>et al.</i> , 2022).....	50
Figure 18 : Tigres jouant avec un glaçon de sang (Zoo sauvage de Saint-Félicien, 2022)	51
Figure 19 : Enrichissement avec une citrouille chez des lions (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Blank Park Zoo, 2019)	51

Figure 20 : Enrichissement par objet surprise et sac en toile de jute (Hare et Kingston Jones, 2018; Zoo d'Amiens, 2020; AZAA, 2022)	52
Figure 21 : Utilisation de jouets en plastique ou métalliques (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Blank Park Zoo, 2019; Wildlife Toy Box, 2022).....	52
Figure 22 : Pneu et corde ajoutés dans l'environnement (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Médeina, 2022)	53
Figure 23 : Lionne utilisant un outil de résistance de proie (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012)	53
Figure 24 : Panthère des neiges se frottant contre une brosse (Toronto Zoo, 2022)	54
Figure 25 : La présence de sources d'eau est primordiale (à gauche tigres, à droite jaguar) (Zoo de Bordeaux Pessac, 2021; Zoo de Champrépus, 2022)	57
Figure 26 : Repaires pour se cacher (Cat Specialist Group, 2022)	57
Figure 27 : Espaces surélevés par rapport au public (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Furlong <i>et al.</i> , 2021)	59
Figure 28 : Importance des structures verticales pour grimper (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Bellani, 2020b; ZooParc de Beauval, 2022).....	59
Figure 29 : Système de branches connectées (Team Building, 2011)	59
Figure 30 : Pneu suspendu dans un enclos de panthère noire (Parc Zoologique de la Boissière du Doré, 2020).....	60
Figure 31 : Motifs visuels présentés dans chaque stimulus (Regaiolli <i>et al.</i> , 2019).....	63
Figure 32 : Bobcat avec un sac contenant du matatabi (Bol <i>et al.</i> , 2017)	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comportements liés aux besoins physiologiques des félins (d'après Stanton <i>et al.</i> , 2015)	14
Tableau 2 : Comportements sociaux des félins (d'après Stanton <i>et al.</i> , 2015)	15
Tableau 3 : Comportements liés aux interactions avec l'environnement physique (d'après Stanton <i>et al.</i> , 2015).....	15
Tableau 4 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 1 - La Nutrition (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020)	22
Tableau 5 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 2 – L'Environnement (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020).....	22
Tableau 6 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 3 - La Santé (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020)	23
Tableau 7 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 4a - Interactions avec l'environnement (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020)	24
Tableau 8 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 4b - Interactions avec les autres animaux (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020)	24
Tableau 9 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 4c - Interactions avec les humains (d'après Mellor <i>et al.</i> , 2020)	25
Tableau 10 : Comparaison des différents indicateurs pour l'évaluation du BEA chez les bovins laitiers et les ovins (Welfare Quality®, 2009; AWIN, 2015).....	27
Tableau 11 : Les différents types d'enrichissement (d'après Ellis, 2009).....	31

Liste des abréviations

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARB : Abnormal repetitive behavior

AWIN : Animal Welfare Indicators

AZA : Association of Zoos and Aquariums

BEA : Bien-être animal

FAWC : Farm Animal Welfare Council

HAI : Human-animal interaction

IUCN : International Union for Conservation and Nature

NEC : Note d'État Corporel

OMSA : Organisation mondiale de la santé animale (anciennement OIE : Office international des épizooties)

PVC : PolyVinyl Chloride

WAZA : World Association of Zoos and Aquariums

Introduction

Le bien-être animal (BEA) est une préoccupation majeure et grandissante dans notre société, aussi bien pour les professionnels du monde animal que pour le grand public. Le BEA est multifactoriel et ne peut être défini d'une seule façon. L'Organisation mondiale de la santé animale (OMSA, fondée en tant qu'OIE), définit le BEA comme « l'état physique et mental d'un animal en relation avec les conditions dans lesquelles il vit et meurt » (OMSA, 2004). L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) vient compléter cette définition en apportant une précision concernant l'état mental de l'animal. Elle définit ainsi le BEA comme « l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal » (Anses, 2018a).

Les animaux détenus en captivité ont beaucoup fait parler d'eux ces dernières années, notamment ceux dans les cirques ou les delphinariums où l'accent est porté sur le divertissement du public. De nouvelles lois ont d'ailleurs été votées récemment (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2021), visant à supprimer la présence d'animaux sauvages dans ces lieux. Au contraire, les parcs zoologiques ont quatre missions : recherche, éducation, conservation et divertissement. Au-delà de la dimension divertissement du public, les notions de préservation des espèces, d'éducation du public et de recherche (incluant celles sur le BEA) sont primordiales.

La captivité renvoie à un état où l'animal est détenu en confinement par les humains. Les besoins quotidiens de l'animal, sa bienveillance et son bien-être dépendent donc de l'intervention de l'humain et de son investissement (Blackett *et al.*, 2020). Chez les félins, l'adaptation à la captivité peut se révéler compliquée et engendrer un mal-être et le développement de comportements anormaux comme des stéréotypies de type aller-retours et déambulations (« pacing »).

Dans le cadre de cette thèse, nous nous concentrerons principalement sur la captivité des félins, avec application en parc zoologique. De nombreuses espèces de félins sont en voie de disparition et leur présence dans les zoos est primordiale afin d'assurer leur conservation. Les félins sont largement représentés dans les zoos et les espèces de grands félins comme les lions ou les tigres sont devenues emblématiques. Cependant, les besoins comportementaux de ces espèces sont *a priori* difficiles à respecter en captivité. Or, « les animaux [des établissements zoologiques] doivent être entretenus dans des conditions d'élevage de haut niveau qui visent à satisfaire les besoins biologiques et de conservation, la santé et une large expression des comportements naturels des différentes espèces en prévoyant, notamment, des aménagements et des équipements des enclos adaptés à la biologie de chaque espèce. » (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2004). Afin d'augmenter l'expression de comportements naturels chez les animaux, une technique consiste à enrichir l'environnement. L'enrichissement correspond à l'ajout d'un ou de plusieurs facteurs (animés ou inanimés) dans un environnement relativement pauvre dans le but d'améliorer le BEA (Ellis, 2009).

L'objectif de cette thèse est de faire un état des lieux des différents enrichissements disponibles pour les félins détenus dans les parcs zoologiques. Nous présenterons dans une première partie l'évaluation du BEA chez les félins en captivité et les objectifs et principes de l'enrichissement de l'environnement, nécessaire au BEA. Dans une seconde partie, nous détaillerons les différentes méthodes d'enrichissement (animées et inanimées) proposées pour les félins.

Première partie : Évaluation du bien-être animal chez les félins en captivité

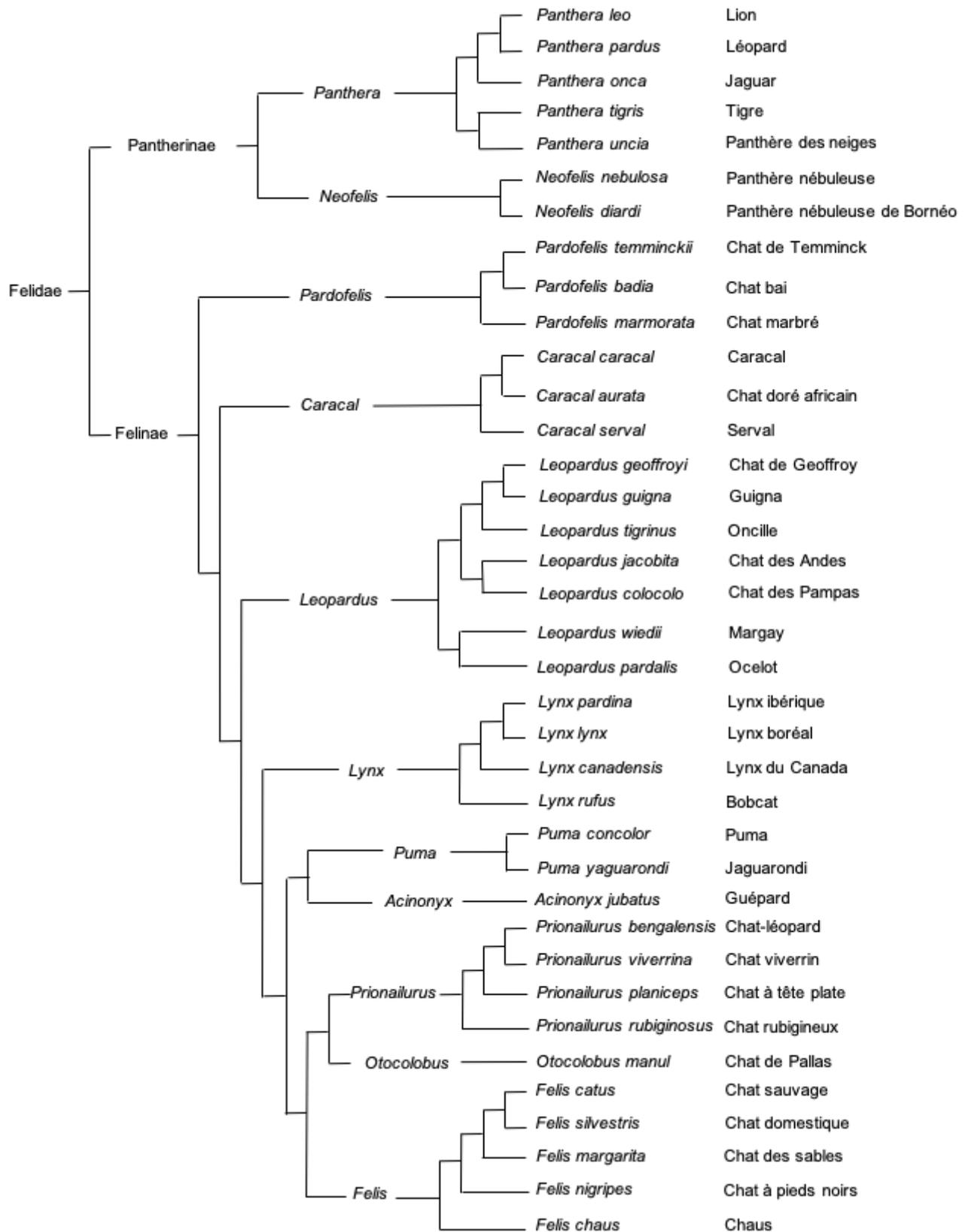
Dans cette première partie, nous présenterons la famille des Félidés qui a des besoins spécifiques, puis nous nous intéresserons au BEA et à son évaluation chez les félins en captivité, pour enfin expliquer la nécessité d'enrichir leur environnement dans les parcs zoologiques.

1. Famille des Félidés : des besoins spécifiques

A. Taxon des Felidae

Les félidés (ou félins) sont une famille de mammifères digitigrades, à griffes rétractiles (excepté le guépard), à canines puissantes, avec une morphologie (squelette et musculature) adaptée à la chasse (Macdonald *et al.*, 2010a). Ils appartiennent à l'ordre des carnivores et au sous-ordre des félifformes. La famille des félidés compte 37 espèces, réparties en deux sous-familles encore vivantes aujourd'hui : les panthérinés (ou « grands félins ») et les félinés (ou « petits ou moyens félins ») (Bellani, 2020a). La Figure 1 présente l'arbre phylogénétique de la famille des félidés.

Figure 1 : Arbre phylogénétique - Famille des Felidae (d'après Bellani, 2020a)

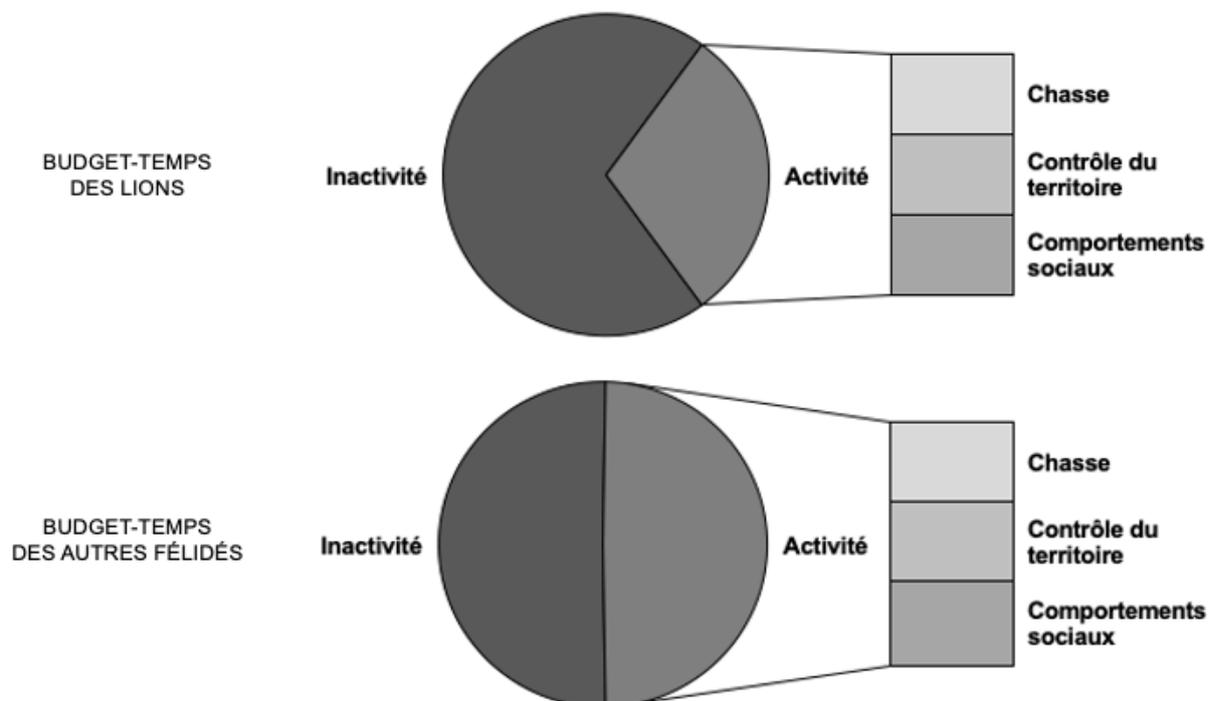


Sur les 37 espèces de félins, 23 sont sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) dont 17 classées « vulnérables » ou « en danger » d'extinction. La classification se fait selon cinq critères : taille de population, taux de déclin, aire de répartition géographique, degrés de peuplement et de fragmentation de la répartition (IUCN, 2022). Les parcs zoologiques ayant un rôle de conservation de ces espèces, leur implication est primordiale pour leur sauvegarde dans des conditions garantissant le BEA.

B. Budget-temps des félidés

Le budget-temps correspond à la répartition des activités d'un animal pendant 24 heures. A l'état naturel, les activités principales des félins sont : l'inactivité (repos, sommeil) et l'activité (notamment la chasse, le contrôle du territoire et les comportements sociaux) (Macdonald *et al.*, 2010a). La répartition de l'activité dans ce budget-temps dépend de la taille du territoire de l'animal et de la densité de proies, ainsi que de la présence d'autres espèces proches de son territoire. Les lions ont une proportion d'inactivité plus grande que les autres félins, autour de 70-75% contre 50% pour les jaguars ou les guépards par exemple (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016; Seyrling *et al.*, 2022) comme présenté dans la Figure 2.

Figure 2 : Budget-temps des félidés (d'après AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016; Seyrling *et al.*, 2022)



C. Éthogramme des félidés

Un éthogramme est la description de l'ensemble des comportements propres à une espèce animale. Il est basé sur l'analyse du comportement des félins grâce à de nombreuses observations. Un certain nombre de comportements sont associés à une catégorie comportementale et un comportement peut être classé dans plusieurs catégories. Les éthogrammes dans les études publiées sont souvent partiels et concernent uniquement le motif de la recherche. Stanton *et al.* (2015) ont développé un éthogramme pour toute la famille des félidés avec pour objectif qu'il soit utilisé comme base de travail pour les futurs travaux de recherche. Depuis sa publication, plusieurs auteurs se sont appuyés sur cet éthogramme pour leurs études (Acaralp-Rehnberg *et al.*, 2020; Pastorino *et al.*, 2021; Rangel et Jorge da Silva Jr, 2022).

Le Tableau 1 regroupe les comportements liés aux besoins physiologiques des félins. Les comportements actifs notamment ceux liés à la recherche de nourriture, à l'exploration du territoire, au marquage, au jeu, soulignent un bon niveau de BEA s'ils représentent environ un tiers à la moitié du budget-temps du félin, comme cela serait le cas dans la nature. Une trop grande proportion de comportements inactifs peut traduire l'ennui de l'animal et donc un état de mal-être.

Tableau 1 : Comportements liés aux besoins physiologiques des félins (d'après Stanton *et al.*, 2015)

Catégorie comportementale	Comportement associé					
Action	Transporter Griffer Se tapir Déféquer Ramper Boire	Oreilles droites Oreilles vers l'avant Manger Explorer	Chercher de la nourriture Lécher Chasser Analyser (tout type)	Se déplacer (tout type) Jouer Elever des jeunes Se rouler (seul)	Se frotter (à des objets) Faire ses griffes Renifler (tout type) Faire sa toilette Se lever	S'étirer Uriner Communiquer Se battre
Locomotion	S'approcher Chasser Grimper	Faire semblant de fuir (femelle en chaleur)	Sauter Déambulations et allers-retours	Patrouiller Reculer Courir	Traquer Nager Fuir	Trotter Marcher Suivre
Maintenance	Déféquer	Boire	Manger	Faire sa toilette	Faire ses griffes	Uriner
Marquage	Faire ses griffes	Gratter le sol (pattes arrières)	Se frotter (à un objet)	Marquage urinaire	Uriner en marchant	Déféquer Se rouler (seul)
Nourriture	Mordre Porter Chasser	Mâcher Boire Manger	Chercher de la nourriture Chasser	Déplacer avec la patte Mordre (tuer)	Téter sa mère Bondir Renifler	Traquer Vomir Lécher
Inaction	Faire sa toilette	Être couché	Être assis	Dormir	Être debout	S'étirer
Calme	Oreilles droites	Pétrir avec ses pattes	Ronronner Se gratter	Être assis S'étirer	Bâiller Faire sa toilette	Être couché

Le Tableau 2 regroupe les comportements liés aux interactions sociales. Le niveau de BEA est d'autant plus élevé que les comportements affiliatifs sont nombreux, en revanche la présence de comportements de peur ou agonistiques sont en défaveur du BEA.

Tableau 2 : Comportements sociaux des félins (d'après Stanton *et al.*, 2015)

Catégorie comportementale	Comportement associé					
Affiliation	Renifler les parties anogénitales Suivre Jouer	Donner un coup de tête Se blottir Lécher Ronronner	Pousser du museau Souffler Se rouler sur le dos	Renifler le nez d'un congénère Faire la toilette d'un congénère	Jouer à la roulade Se frotter aux congénères Renifler les congénères	Appeler à l'accouplement Dresser la queue Toucher le nez des congénères
Reproduction	Faire la toilette des congénères Miaulements copulatoires Copuler	Miauler (signal d'appel à l'accouplement) Se frotter aux joues	Griffer Faire semblant de fuir (femelle en chaleur) Flehmen	Pénétrer Lordose Lécher les parties anogénitales	Monter la femelle Mordre la peau du cou Chevauchement Se rouler	Marcher sur place Marquage urinaire Hurler
Vocalisations	Caqueter Cri copulatoire Hurler	Gazouiller (comme un oiseau) Grogner	Gargouiller (bruit de gargarisme) Siffler	Appeler ses congénères Miauler Ronronner	Souffler Rugir Gronder Cracher	Appeler à l'accouplement Faire un bruit de « wah-wah »
Peur	Eviter Oreilles en arrière	Saliver excessivement Fuir	Reculer brusquement Se figer	Se tapir Faire sa toilette Secouer la tête	Feuler Reculer Se cacher	Trembler Avoir la queue sous le ventre
Agression / Comportements agonistiques	S'approcher Faire le dos rond Éviter Attaquer Montrer les crocs Mordre Foncer sur Pourchasser	Se tapir Donner des coups de griffe Oreilles en arrière Oreilles aplaties Faire se détourner un congénère Se battre	Taper ses pattes contre le sol Mordre mortellement Fuir Se mettre sur le dos Fixer un congénère Piloérection	Bondir Taper avec ses postérieurs Se mettre sur ses postérieurs Reculer Mordre dans le vide Grogner Gronder	Feuler Hurler Donner un coup de patte (dans le vide) Lever la patte pour taper ou griffer (sans finir l'action) Taper la queue au sol	Agiter la queue Secouer la queue Menacer Bâiller Queue sous le ventre Queue repliée sur le dos

Le Tableau 3 regroupe les comportements liés aux interactions du félin avec son environnement physique : comportements normaux d'exploration de son environnement et comportements stéréotypiques (que nous détaillerons en 4A) synonymes de mal-être de l'animal.

Tableau 3 : Comportements liés aux interactions avec l'environnement physique (d'après Stanton *et al.*, 2015)

Catégorie comportementale	Comportement associé					
Exploration	Mâcher Donner un coup de patte	Oreilles droites Oreilles vers l'avant Explorer	Déplacer avec la patte Flehmen Lécher	Investiguer (nez ou patte) Bouger avec la patte	Manipuler un objet (avec toute partie du corps) Regarder	Se mettre sur ses postérieurs Renifler
Stéréotypies	Déambulations et allers-retours	Automutilation (auto-morsure ou hyper-toiletage)	Mouvements circulaires de la tête			

La Figure 3 présente plusieurs photographies où les animaux expriment différents comportements :

- Photographie en haut à gauche : deux panthères des neiges sont couchées (comportement calme), celle de gauche dort (inaction) et est blottie contre l'autre panthère (affiliation) qui observe son environnement et l'analyse (action).
- Photographie en haut à droite : un lionceau a les oreilles droites (action et exploration) et analyse son environnement (action), il est attentif à ce qui l'entoure.
- Photographie en bas à gauche : un tigre se roule sur le dos et joue (affiliation), tandis que le tigre de droite montre les crocs et a les oreilles aplaties (comportements agonistiques) et communique (action et sûrement vocalisations) avec celui de gauche qui a les oreilles en arrière et un mouvement de recul (comportements de peur et agonistiques).
- Photographie en bas à droite : un jeune tigre a les oreilles en arrière et recule (comportements de peur et agonistiques) tandis que le tigre adulte montre les crocs, le fixe et a les oreilles en arrière (comportements agonistiques) et communique avec lui pour son éducation (action).

Figure 3 : Photographies de différents comportements chez les félins (Zootographe, 2020; Tourisme Allier, 2020; Lepont, 2022)



L'observation et l'analyse de ces différents comportements (notamment la fréquence d'apparition) aident à l'évaluation du BEA, qui est multifactoriel et dont les définitions sont nombreuses. Dans la suite de ce travail, cet éthogramme sera utilisé pour évaluer les effets comportementaux des enrichissements sur les félins.

2. Définitions du bien-être animal

A. Cinq libertés du Farm Animal Welfare Council

La définition du BEA sur laquelle se fonde l'OMSA repose sur le principe du respect des cinq libertés, évoquées pour la première fois dans le rapport Brambell (Brambell, 1965) et publiées en 1979 par le Farm Animal Welfare Council (FAWC) pour les animaux de rente. Ces libertés sont détaillées quelques années plus tard et s'appliquent à tous les animaux de compagnie, de rente ou sauvages détenus en captivité. Les cinq libertés sont les suivantes (FAWC, 1992) :

- (1) Absence de soif, de faim, de malnutrition : via un accès direct à de l'eau fraîche et à de la nourriture garantissant à l'animal un bon état de santé.
- (2) Absence d'inconfort physique : en fournissant un environnement adapté incluant un abri et une zone de repos confortable.
- (3) Absence de douleur, de blessure ou de maladie : passant par la prévention ou un diagnostic rapide suivi d'un traitement adapté.
- (4) Expression de comportements normaux : en fournissant suffisamment d'espace, des équipements adaptés et des congénères.
- (5) Absence de peur et de détresse : en assurant des conditions de vie correctes et de la bientraitance évitant ainsi une souffrance mentale.

En captivité, le respect des libertés 1, 2 et 4 passe par les soigneurs et celui des libertés 3 et 5 par les soigneurs et les vétérinaires.

B. Le bien-être animal comme adaptations de l'animal à son milieu

A l'état naturel, les défis posés par l'environnement à l'animal sont souvent compensés par la sélection naturelle et par les adaptations de l'animal à son milieu. Or, dans un milieu artificiel comme en captivité, les animaux font face à des situations pour lesquelles ils ne possèdent pas, ou pas encore, les adaptations nécessaires. En 1986, Broom définit le BEA comme la capacité de l'animal à faire face/à s'adapter (concept de « coping ») aux défis imposés par son environnement. En fonction de la difficulté à s'adapter, le niveau de bien-être peut-être faible (état de mal-être) ou élevé (Broom, 1991).

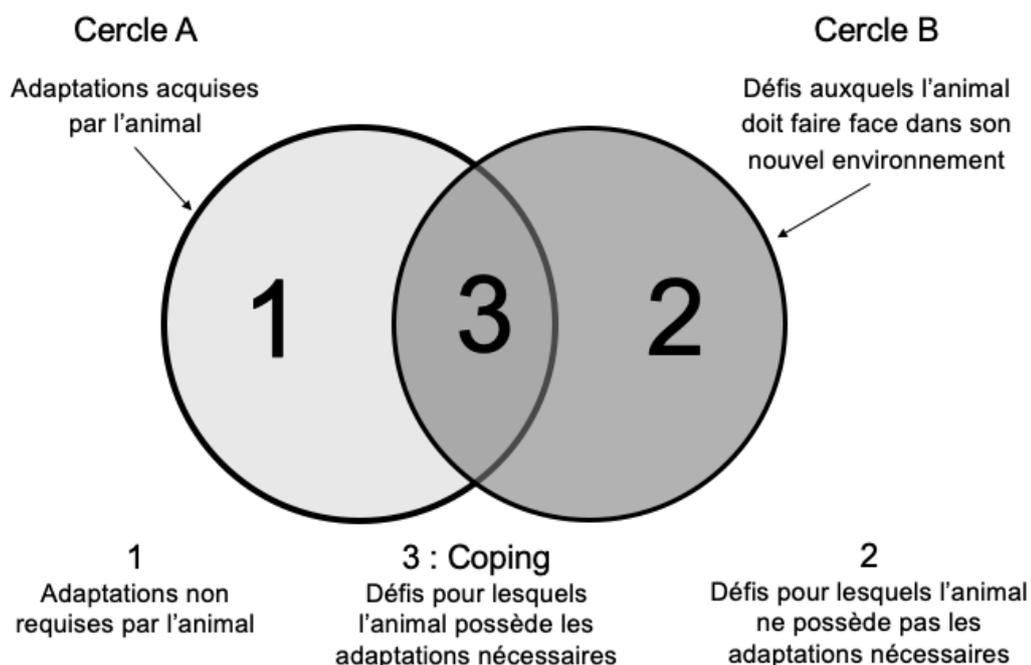
Le modèle de Fraser décrit l'adaptation de l'animal à son milieu par deux cercles (Fraser *et al.*, 1997) : un cercle correspond aux besoins et adaptations acquises par l'animal et l'autre cercle correspond aux conditions de son nouvel environnement et donc aux défis auxquels il doit faire face. Si les deux cercles se superposent, l'état de bien-être est optimal. Au contraire, si les deux cercles n'ont pas de point commun car le nouvel environnement est en inadéquation totale avec les besoins de l'animal, alors celui-ci sera en état de mal-être. En captivité, les deux cercles s'entrecroisent car la correspondance est imparfaite entre les besoins de l'animal et les caractéristiques du milieu confiné.

Cela induit trois aires différentes (Figure 4) :

- 1 : l'animal a acquis des adaptations au cours de son évolution, qui ne sont pas nécessaires à sa survie dans le milieu considéré (ici en captivité).
- 2 : l'animal n'a pas les capacités d'adaptation aux défis imposés par son milieu.
- 3 : le milieu de vie n'est pas optimal pour l'animal mais il possède les capacités d'adaptation nécessaires pour relever les défis imposés par son milieu (« coping »). Une partie de ses besoins sont couverts par les caractéristiques du nouveau milieu.

Le niveau de BEA est corrélé à la taille de l'aire 3.

Figure 4 : Le modèle de Fraser (d'après Fraser *et al.*, 1997)



En captivité, deux activités du budget-temps des félins sont altérées : la chasse disparaît car la nourriture est apportée directement dans l'enclos et le contrôle des limites du territoire est fortement limité, notamment pour les espèces dont le territoire s'étend sur plusieurs dizaines ou centaines de km². Il en résulte une nécessité de s'adapter, qui peut être difficile et engendrer l'expression de comportements anormaux et une diminution du niveau de BEA.

C. Pyramide des besoins de Maslow

a. Définition d'un besoin

Un besoin correspond à une exigence de survie à satisfaire, comme boire, se nourrir, dormir, explorer son environnement et interagir avec des congénères (Mormede *et al.*, 2018). En cas de non satisfaction de ce besoin, notamment en captivité, l'animal peut développer une frustration associée ou non à un état de mal-être (Anses, 2018b).

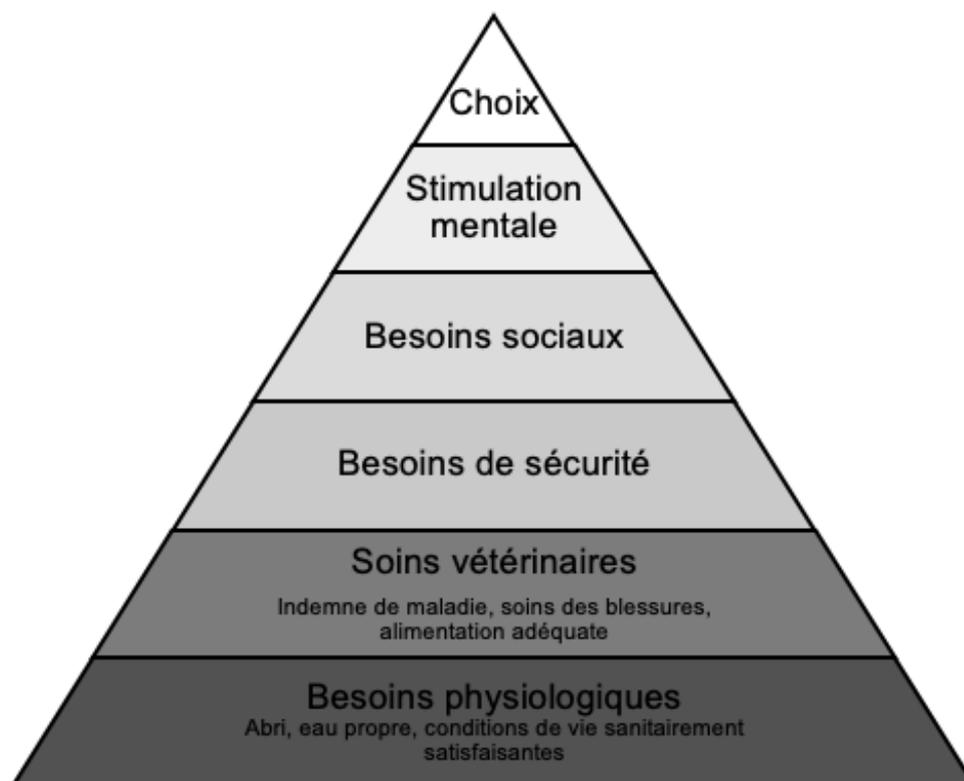
b. Bientraitance et bien-être animal

Il est primordial de ne pas confondre bien-être et bientraitance. La bientraitance correspond aux moyens mis en œuvre par l'humain pour tenter d'assurer le bien-être de l'animal, tandis que le bien-être prend également en considération le point de vue de l'animal et son état émotionnel en réponse à ces moyens pour évaluer leur efficacité (Mormede *et al.*, 2018). En captivité, les soigneurs et autres personnes en contact avec les animaux peuvent très bien respecter les bons critères de gestion (nourriture, logement, soins par exemple) sans pour autant que les animaux présentent un bon état de bien-être (Anses, 2018b; Ward *et al.*, 2018).

c. Adaptation de la pyramide des besoins de Maslow aux animaux en captivité

La pyramide des besoins de Maslow est utilisée en psychologie humaine pour représenter la hiérarchie des besoins fondamentaux d'un être humain. Elle a été adaptée à l'animal en captivité (Figure 5) par la World Association of Zoos and Aquariums (WAZA). L'objectif des zoos est d'atteindre le sommet de cette pyramide avec toutes les espèces qu'ils hébergent (Mellor *et al.*, 2015).

Figure 5 : La pyramide des besoins de Maslow adaptée aux animaux en captivité (d'après Mellor *et al.*, 2015)



D. Les émotions comme indicateur du bien-être animal

a. Définition d'une émotion

Une émotion est la réponse affective d'un individu suite à son évaluation d'une situation, basée sur plusieurs critères : soudaineté, nouveauté, prévisibilité, réponse aux attentes de l'individu et possibilité de contrôle de la situation (Boissy *et al.*, 2007). L'émotion naît à partir d'un événement externe (dans l'environnement de l'animal) ou interne (à partir de l'imagination, des souvenirs), elle peut être positive ou négative et d'intensité et de durée variables (Paul et Mendl, 2018).

b. Quatre composantes d'une émotion

Une émotion repose sur quatre composantes (Kremer *et al.*, 2020) :

- Subjective : aussi appelée dimension consciente, elle est souvent considérée comme la plus importante. Différents niveaux de conscience existent et seraient associés à différents niveaux de complexité d'émotions, même si l'existence d'une conscience de soi notamment chez les invertébrés mais aussi chez certains vertébrés est débattue dans le milieu scientifique (Le Neindre *et al.*, 2017). Cependant, la compréhension de cette dimension subjective passe par la verbalisation du ressenti qui n'existe pas chez les animaux, elle peut cependant être inférée à partir des autres composantes.
- Physiologique : modifications du fonctionnement de l'organisme, au niveau neuroendocrinien (modifications du taux de cortisol), du système nerveux autonome (modifications du rythme cardiaque comme indicateur de stress), et peut-être immunitaire (études sur les taux d'immunoglobulines A) (Boissy *et al.*, 2007).
- Comportementale/motrice : expressions faciales, mouvements en réaction à un événement.
- Cognitive : la cognition renvoie au processus d'acquisition, de stockage et de mémorisation des informations. Des phénomènes d'anticipation peuvent être observés chez les animaux en réponse à des événements passés ou présents positifs ou négatifs.

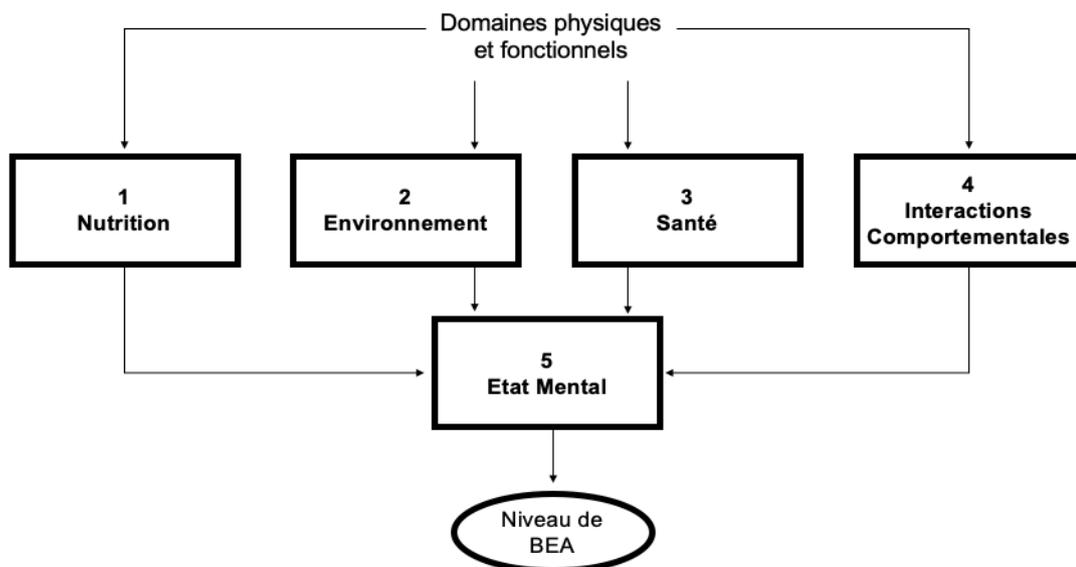
Le BEA est donc multifactoriel et passe par le respect des cinq libertés, la satisfaction des besoins de l'animal, la prise en compte de ses émotions et sa capacité d'adaptation à son environnement. L'OMSA définit le BEA comme « l'état physique et mental d'un animal en relation avec les conditions dans lesquelles il vit et meurt » (OMSA, 2004) et l'ANSES y ajoute une composante psychologique en définissant le BEA comme « l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal » (Anses, 2018a). L'enjeu dans les parcs zoologiques est d'atteindre un niveau de BEA satisfaisant chez les félins et pour ce faire il est nécessaire de l'évaluer.

3. Évaluation du bien-être chez les animaux en captivité

A. Modèle des Cinq Domaines

Le Modèle des Cinq Domaines pour l'évaluation du BEA a été créé en 1994 par le P^r Mellor et se fonde sur les cinq libertés. Ces domaines sont : 1 la Nutrition ; 2 l'Environnement ; 3 la Santé ; 4 les Interactions Comportementales, 5 l'État Mental (Figure 6). Les quatre premiers domaines prennent en considération des facteurs influençant l'état émotionnel de l'animal (positivement ou négativement) et ayant donc un impact sur son état mental (Mellor *et al.*, 2020).

Figure 6 : Le Modèle des Cinq Domaines (d'après Mellor *et al.*, 2020)



B. Impact des quatre premiers domaines sur l'état mental de l'animal

Les tableaux suivants présentent des exemples de conditions des Domaines 1 à 4 et leurs impacts positifs ou négatifs dans le Domaine 5 : l'état mental.

a. Impact de la nutrition

La nutrition relève d'un besoin physiologique (premier niveau de la pyramide de Maslow). Le régime alimentaire en captivité doit être diversifié et répondre aux besoins nutritionnels de l'animal. Des manuels de soins pour les animaux en parcs zoologiques sont rédigés par des associations telles que l'AZA ou la WAZA, avec des recommandations concernant par exemple la nutrition, les conditions d'hébergement et la santé. A l'état naturel, la chasse fait partie intégrante du budget-temps des félins, par conséquent la nourriture est un enrichissement très utilisé (voir Partie 2) pour favoriser leur bien-être (Blackett *et al.*, 2020). Le Tableau 4 présente des exemples de conditions de nutrition (apport en eau, en nourriture et prise alimentaire) avec leurs impacts émotionnels sur l'animal.

Tableau 4 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 1 - La Nutrition (d'après Mellor et al., 2020)

Conditions négatives ✗		Conditions positives ✓	
Inadéquations nutritionnelles	Émotions négatives	Opportunités nutritionnelles	Émotions positives
Apport en eau limité ➡	Soif	Quantité d'eau bue adéquate ➡	Plaisir de boire et d'être désaltéré
Apport excessif en eau ➡	Intoxication à l'eau		
Apport alimentaire insuffisant ➡	Faim (général & sel)	Apport alimentaire correct ➡	Satiété postprandiale Plaisir du goût salé
	Faiblesse liée à la famine		
Qualité alimentaire insuffisante ➡	Malaise de malnutrition	Régime alimentaire équilibré et diversifié ➡	Plaisir de s'alimenter (goûts, odeurs, textures) Plaisir masticatoire
Alimentation peu variée ➡	Ennui alimentaire		
Suralimentation volontaire ➡	Ballonnement	Prise alimentaire correcte ➡	Confort de satiété Confort gastro-intestinal
Gavage, apport énergétique excessif ➡	Douleur gastro-intestinale, nausée, malaise		

b. Impact des conditions environnementales

A l'état naturel, les félins vivent dans des milieux très variables en termes de taille de territoire, de température, d'humidité, de végétation (Blackett et al., 2020). Ils choisissent (sommet de la pyramide de Maslow) l'organisation de leur temps, peuvent se cacher ou s'enfuir en cas d'attaque ou d'événement stressant. La captivité leur impose des conditions environnementales non optimales mais améliorables (Tableau 5).

Tableau 5 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 2 – L'Environnement (d'après Mellor et al., 2020)

Conditions négatives ✗		Conditions positives ✓	
Conditions physiques inévitables	Émotions négatives : formes d'inconfort	Conditions physiques améliorées	Émotions positives : forme de confort atteint
Espace restreint, densité trop élevée ➡	Physique : raideur généralisée, tensions musculaires	Espace suffisant pour locomotion spontanée ➡	Physique
Substrat inapproprié, sol souillé et humide ➡	Physique : douleurs musculosquelettiques, irritations cutanées	Substrat approprié, sol correctement drainé ➡	Physique
Substances polluantes : NH ₃ , CO ₂ , poussière, fumée ➡	Respiratoire : essoufflement, irritation des muqueuses au passage de l'air	Ventilation correcte avec apport d'air frais ➡	Respiratoire
Odeurs désagréables ➡	Olfactif : répulsion aux odeurs nauséabondes	Mauvaises odeurs dissipées par un air frais et une hygiène correcte ➡	Olfactif
Ambiance thermique extrême ➡	Thermique : froid, humidité, surchauffe	Abri efficace et espace à l'ombre disponible ➡	Thermique
Bruit fort ou désagréable ➡	Auditif : ouïe diminuée ou douleur auriculaire	Mesures de gestion de l'ambiance sonore ➡	Auditif
Intensité lumineuse inappropriée ➡	Visuel : effort visuel dû à des flash lumineux, une lumière éblouissante ou l'obscurité	Intensité lumineuse maintenue à un niveau correct ➡	Visuel
Monotonie : ambiance, luminosité, physique ➡	Inconfort de constance non naturelle	Variabilité journalière environnementale maintenue ➡	Prédictibilité et variété congénitale
Événements imprévisibles ➡	Anxiété, peur, hypervigilance	Prédictibilité atteinte par une routine établie ➡	Détente fondée sur la sérénité et le calme
Limites physiques atteintes concernant le repos et le sommeil ➡	Épuisement	Conditions favorables au repos et au sommeil ➡	Repos correct

c. Impact de l'état de santé

Les soigneurs et vétérinaires sont les garants d'un état de santé correct des animaux, qui passe par la médecine préventive et un diagnostic rapide suivi d'un traitement adéquat en cas de maladie. Les soins vétérinaires constituant le deuxième pilier de la pyramide de Maslow, un niveau élevé de BEA ne sera pas atteint sans la satisfaction de ces besoins. Le Tableau 6 résume les impacts émotionnels que les maladies, les blessures ou encore l'état corporel peuvent avoir sur l'animal.

Tableau 6 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 3 - La Santé (d'après Mellor *et al.*, 2020)

Conditions négatives ✗		Conditions positives ✓	
Présence de :	Emotions négatives	Absence ou peu de :	Emotions positives
Blessure : aiguë, chronique, liée à la captivité →	Douleur (plusieurs types), essoufflement, asthénie, faiblesse, maladie, malaise, nausée, vertiges	Blessure →	Confort d'une bonne santé et d'un organisme fonctionnel
Maladie : aiguë ou chronique →		Maladie →	
Trouble fonctionnel : dû à l'amputation d'un membre ou autre chirurgie, problème génétique, pulmonaire, cardiaque, vasculaire, rénal, intestinal, neurologique →		Trouble fonctionnel →	
Obésité ou maigreur : conséquences physiques et métaboliques →	Sensations d'être trop gros ou trop mince, et des séquelles physiopathologiques et métaboliques	Notes d'état corporel satisfaisantes →	Confort d'une bonne santé et d'un organisme fonctionnel
Poisons →	Nombreuses conséquences dues aux différents modes d'action	Empoisonnement →	Confort d'une bonne santé et d'un organisme fonctionnel
Peu d'activité physique, diminution de la masse musculaire →	Faiblesse physique et épuisement	Activité physique (bonne activité physique) →	Forme, vitalité et plaisir liés à une activité physique

d. Impact des interactions

En captivité, l'animal interagit avec son environnement (qui n'est pas optimal), avec des congénères (qui lui sont souvent imposés) et avec des personnes (soigneurs, vétérinaires, visiteurs). Afin d'avoir un impact émotionnel positif sur l'animal, son enclos doit lui permettre de faire des choix, de se déplacer librement et de limiter son stress ; les interactions positives avec les congénères doivent être encouragées ; les interactions avec les humains doivent se faire dans le respect, la bienveillance et la douceur (Blackett *et al.*, 2020). Les tableaux 7, 8 et 9 présentent les exemples d'interactions négatives et positives pour les animaux.

Tableau 7 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 4a - Interactions avec l'environnement (d'après Mellor *et al.*, 2020)

✗		Interactions avec l'environnement		✓	
Capacité d'action entravée	Émotions négatives	Capacité d'action promue	Émotions positives		
Environnement invariable, vide, confiné (ambiance, physique, biotique) ➡	Ennui, non contrôlabilité, dépression, sentiment d'abandon	Environnement nouveau et varié ➡	Intéressé, occupé agréablement		
Exposition sensorielle imposée ➡	Plusieurs combinaisons : surprise par des événements imprévisibles, peur de la nouveauté, hypervigilance, colère, frustration, biais cognitifs négatifs	Informations sensorielles adéquates ➡	Aime la nouveauté		
Choix fortement restreints ➡		Choix stimulants disponibles ➡	Calme, en contrôle		
Activité limitée centrée sur l'environnement ➡		Liberté de mouvement ➡	Impliqué dans les activités		
Activité de recherche de nourriture entravée ➡		Exploration, recherche de nourriture ➡	Stimulé, concentré		

Tableau 8 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 4b - Interactions avec les autres animaux (d'après Mellor *et al.*, 2020)

✗		Interactions avec les autres animaux		✓	
Capacité d'action entravée	Émotions négatives	Capacité d'action promue	Émotions positives		
Interaction limitée avec d'autres congénères ➡	Solitude, dépression	Sociabilisation, création ou renforcement de liens ➡	Sociabilité appréciée		
	Désir de compagnie	Éducation des jeunes ➡	Récompense maternelle, paternelle ou de groupe		
	Envie de jouer contrariée ➡	Jeux ➡	Excitation, joie		
	Frustration sexuelle ➡	Activité sexuelle ➡	Satisfaction sexuelle		
	Chasse contrariée ➡	Chasse ➡	Vigilance engagée, stimulation importante		
Menaces possibles Évitement des menaces, fuite ou capacités de défense limitées ➡	Colère, anxiété, peur, panique, insécurité, peur de la nouveauté	Absence de menaces Utilisation d'abri, de refuge, ou d'attaque défensive ➡	En sécurité, protégé, confiant		
Restriction en termes de repos et de sommeil ➡	Épuisement	Repos et sommeil suffisants ➡	Dynamique, en forme		

Tableau 9 : Impact émotionnel des conditions du Domaine 4c - Interactions avec les humains (d'après Mellor *et al.*, 2020)

✗		Interactions avec l'humain		✓		
Caractéristiques humaines et comportement négatifs		Réponses comportementales et émotions négatives		Caractéristiques humaines et comportement positifs		
Caractéristiques humaines et comportement négatifs		Réponses comportementales et émotions négatives		Caractéristiques humaines et comportement positifs		
Caractéristiques humaines et comportement négatifs		Réponses comportementales et émotions négatives		Caractéristiques humaines et comportement positifs		
<p>Attitude : incertaine, craintive, indifférente, impatiente, oppressante, agressive, autoritaire, dure, cruelle, vindicative</p> <p>Voix : hésitante, en colère, forte, cris</p> <p>Aptitudes : inexpérimenté, non qualifié, non formé, maladroit</p>	➔	<p>Réponses comportementales (ex) : Hors de portée, hypervigilance, attaque, hyperréactivité, évitement ou fuite, se tapit, se cache, peu docile</p>	➔	<p>Attitude : confiante, attentionnée, patiente, bienveillante, empathique</p> <p>Voix : confiante, calme, claire, encourageante, rythme agréable</p> <p>Aptitudes : expérimenté, qualifié, formé, habile</p>	➔	<p>Réponses comportementales (ex) : À portée de vue, proche, calme, à l'aise avec la manipulation, obéissant, découvre de nouvelles choses, cherche le contact visuel, établit un lien plus ou moins grand avec l'humain</p>
<p>Manipulations / contraintes : Imprévisibles, brutales (claque, frappe, donne un coup de pied, attrape, pousse, bat, fouette) ; Trop énergiques et violentes ; Centrées sur la punition ; Plus de pression négative que nécessaire pour atteindre les objectifs</p>	➔	<p>Émotions : Anxiété, peur, panique, terreur, peur de la nouveauté Insécurité, confusion, doute, inquiétude permanente Impuissance Douleur due aux blessures Biais cognitif négatif</p>	➔	<p>Manipulations / contraintes : Compétentes, douces (caresse, touche, pousse, guide), fermes, modérées, maîtrisées ; Centrées sur la récompense ; Toilettage ; Signaux de pression subtils ; Renforcements secondaires et temps de repos post stimuli</p>	➔	<p>Émotions : Calme, confiant, à l'aise, sentiment de contrôle, apprécie la variété, se rapproche de l'humain grâce aux récompenses</p>

Les quatre premiers domaines ont une influence sur l'état émotionnel de l'animal et donc sur son bien-être. Nous avons vu les conditions positives et négatives ayant une influence sur les émotions de l'animal, nous allons maintenant voir s'il est possible d'évaluer plus précisément par une note le niveau de BEA des félins en captivité.

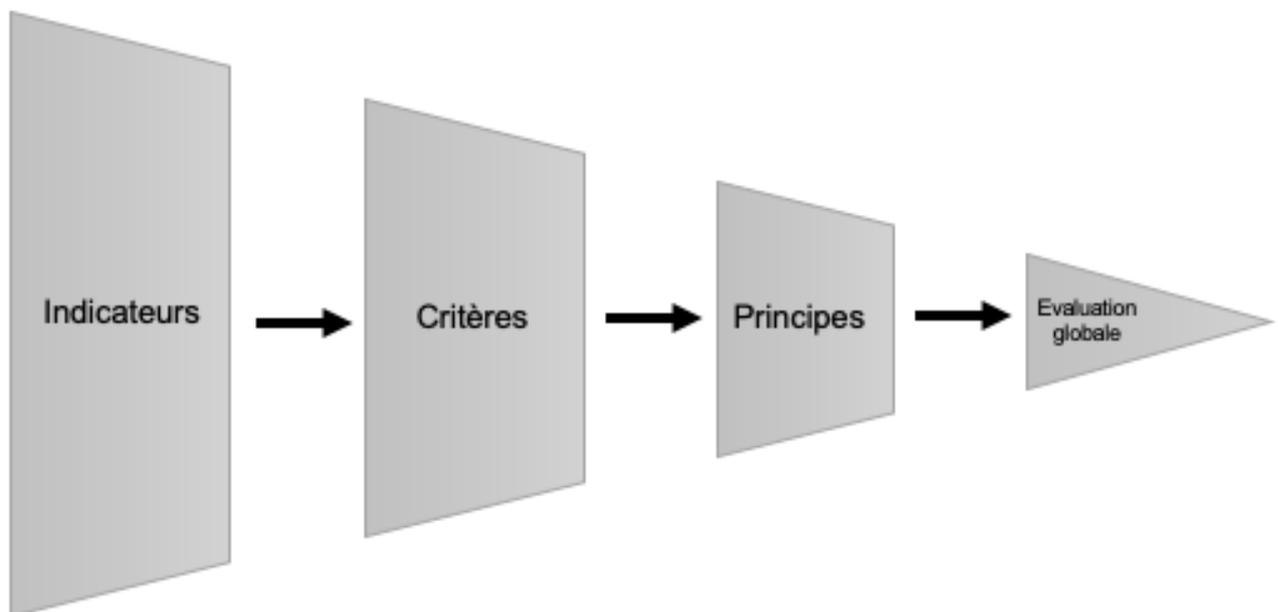
C. Notation du niveau de bien-être chez les félins en captivité

a. Protocoles d'évaluation du bien-être chez les animaux d'élevage

Plusieurs protocoles européens d'évaluation du bien-être existent pour les animaux d'élevage et sont formés à partir d'indicateurs testés et validés par la recherche (Mounier *et al.*, 2021). Parmi eux, le protocole Welfare Quality® est utilisé pour l'évaluation du BEA chez les bovins, les porcs et les volailles (Welfare Quality®, 2009) tandis que les protocoles Animal Welfare Indicators (AWIN) sont utilisés chez les ovins, les caprins et les chevaux (AWIN, 2015).

Le Welfare Quality® et les protocoles AWIN reposent sur les cinq libertés individuelles et regroupées sous quatre grands principes (qui correspondent aux quatre domaines présentés précédemment) : alimentation adaptée, logement correct, bonne santé et comportement approprié. A partir de ces principes sont définis plusieurs critères dont la notation repose sur l'évaluation d'indicateurs (Mounier *et al.*, 2021). La figure 7 présente le processus d'intégration des protocoles d'évaluation du BEA.

Figure 7 : Processus d'intégration des différentes mesures permettant une évaluation globale du bien-être animal (d'après Welfare Quality®, 2009)



Les différents indicateurs se basent soit sur l'environnement (respect des conditions de logement par exemple) soit sur les animaux (note d'état corporel ou comportement par exemple) (Mounier *et al.*, 2021). Le Tableau 10 présente les principes et critères d'évaluation qui sont les mêmes selon le protocole AWIN ou le Welfare Quality®, avec des indicateurs qui peuvent être similaires ou varier selon les espèces.

Tableau 10 : Comparaison des différents indicateurs pour l'évaluation du BEA chez les bovins laitiers et les ovins (Welfare Quality®, 2009; AWIN, 2015)

Principes	Critères	Indicateurs chez les bovins laitiers (Welfare Quality®)	Indicateurs chez les ovins (AWIN ovins)
Alimentation adaptée	Absence de faim prolongée	Note d'état corporel (NEC)	NEC Taux de mortalité des agneaux
	Absence de soif prolongée	Disponibilité de l'eau	Disponibilité de l'eau
Logement correct	Confort autour du repos	Temps pour le couchage Collision avec les équipements Couchage hors zone de couchage Propreté des animaux	Propreté de la laine
	Confort thermique	Pas de mesure développée à l'heure actuelle	Halètement Accès à de l'ombre / à un abri
	Facilité de déplacement	Entravé ou libre Accès à une pâture	Densité de chargement Longueur des onglons
Bonne santé	Absence de blessures	Boiterie Altérations de la peau	Boiterie Présence de lésions sur le corps
	Absence de maladies	Toux Sécrétions nasales, oculaires et vulvaires Respiration difficile Diarrhée Taux de cellules dans le lait Mortalité Dystocies Vaches couchées	Score de souillure fécale Couleur des muqueuses État des yeux Mammite Qualité de la respiration Qualité de la laine
	Absence de douleurs causées par les pratiques d'élevage	Ébourgeonnage / écornage Caudectomie	Longueur de la queue
Comportement approprié	Expression de comportements sociaux	Comportements agonistiques	Isolement social
	Expression d'autres comportements	Accès à une pâture	Stéréotypies Démangeaisons excessives
	Bonne relation humain-animal	Distance d'évitement	Distance d'évitement
	État émotionnel positif	Évaluation qualitative du comportement	Évaluation qualitative du comportement

b. Protocoles d'évaluation du bien-être chez les félins en captivité

Il n'existe pas de protocoles d'évaluation du BEA équivalents aux protocoles Welfare Quality® ou AWIN chez les félins en captivité et certains parcs zoologiques travaillent sur l'élaboration d'une grille d'évaluation du BEA spécifique aux félins.

Actuellement, la notation du BEA chez les félins reste peu précise et non spécifique. Les conditions des domaines associées à des émotions négatives sont notées en termes d'altération du BEA avec une échelle à cinq niveaux de A (altération nulle) à E (altération très sévère), tandis que les conditions associées à des émotions positives sont notées en termes d'amélioration du BEA avec une échelle à quatre niveaux de 0 (aucune amélioration) à +++ (forte amélioration) (Mellor *et al.*, 2020).

En se basant sur les protocoles Welfare Quality® et AWIN, les quatre principes pourraient être utilisés comme base de travail, avec des critères similaires mais pas les mêmes indicateurs. Par exemple, la NEC des félins pourrait être utilisée comme indicateur pour le critère « absence de faim prolongée » comme pour les bovins et les ovins, en revanche les maladies des félinés sont différentes de celles des bovidés donc les indicateurs seraient à adapter pour évaluer « l'absence de maladies ».

L'évaluation du BEA chez les félins en captivité est qualitative du fait de l'absence d'une grille de notation standardisée. L'objectif des zoos est d'améliorer constamment le niveau de bien-être des animaux qu'ils hébergent. Nous avons vu que de nombreuses conditions de l'environnement peuvent avoir un impact émotionnel négatif sur les félins, nous allons voir comment optimiser leur environnement afin de favoriser un impact émotionnel positif.

4. Enrichissement de l'environnement des félins

A. Pourquoi enrichir l'environnement des félins ?

Les félins ont des besoins différents et vivent dans des environnements variés, seuls ou à plusieurs, n'ont pas les mêmes besoins et budget-temps ni les mêmes habitudes de chasse (voir Partie 2). Par exemple, le lion vit dans la savane (milieu plutôt ouvert), est un félin social qui vit et chasse en groupe en encerclant des proies parfois de taille imposante, avec un territoire de plusieurs centaines de km². Le guépard est un sprinteur et le plus rapide de tous les félins, vit dans la savane seul (femelle) ou en coalition (mâles) avec un territoire de taille variable, souvent plus petit pour les mâles en coalition que pour les femelles et chasse plutôt en journée. Enfin, le léopard vit aussi bien dans le désert que dans les forêts tropicales, seul, avec un territoire de quelques dizaines de km², chasse souvent à la nuit tombée et cache sa proie dans les arbres pour ne pas se la faire voler par d'autres espèces. En captivité, les modifications environnementales sont telles qu'il existe une inadéquation entre les besoins du félin et les conditions du milieu dans lequel il vit (Kitchener *et al.*, 2010; Macdonald *et al.*, 2010a).

a. Stéréotypies

En captivité, les félins vivent dans des enclos de taille réduite, avec des congénères, sans possibilité de chasser car la nourriture est apportée directement dans l'enclos, avec une agitation quotidienne autour d'eux et des visiteurs plus ou moins bruyants. Dans ce cadre, il leur est difficile d'exprimer l'entière gamme des comportements inhérents à leur espèce. Ils doivent donc relever les défis liés à la captivité en s'adaptant à un environnement qui n'est pas optimal pour répondre à leurs besoins. Soit ils réussissent (« coping » du modèle de Fraser), soit ils échouent et peuvent développer des comportements répétitifs anormaux (« abnormal repetitive behaviours » ou ARB en anglais), parmi lesquels on compte les stéréotypies et les comportements compulsifs (Tynes et Sinn, 2014; Rose *et al.*, 2017). Il convient d'éliminer toute cause médicale (maladie ou douleur) pouvant entraîner ou contribuer à l'expression de comportements répétitifs avant de conclure à un problème comportemental *stricto sensu* car les traitements ne sont pas les mêmes (traitements médicamenteux *versus* non médicamenteux) (Tynes et Sinn, 2014).

Une stéréotypie est un comportement répétitif, de séquence constante, sans fonction apparente (Mason *et al.*, 2007). Les stéréotypies ne sont pas présentes chez les animaux à l'état sauvage et sont causées par la vie dans un environnement inapproprié pour l'expression de leurs comportements normaux, elles sont donc révélatrices de mal-être chez l'animal (Tynes et Sinn, 2014). Les stéréotypies sont le résultat d'une frustration et d'un stress liés à la contrainte physique (vie dans un enclos), au manque de ressources, à une faible stimulation, à l'isolement social (Mason *et al.*, 2007; Greening, 2019).

Les stéréotypies les plus fréquentes chez les félins en captivité peuvent être divisées en deux catégories : orales (automutilations comprenant hyper-toilettage et auto-morsure, léchages répétitifs des substrats) et locomotrices (« pacing » et rotations de la tête) (Mason *et al.*, 2007; Stanton *et al.*, 2015; Vaz *et al.*, 2017). Les stéréotypies locomotrices de « pacing » (déambulations et allers-retours) sont en lien avec la réduction importante du domaine vital des félins (territoire de plusieurs centaines de km² dans la nature pour certains à quelques centaines de m² en captivité), avec la frustration de ne pas pouvoir chasser sa proie en captivité ainsi qu'avec le manque de

stimulation (Stelow, 2018). Elles s'élèvent entre 10,5 et 48% du budget-temps des félins en fonction de l'espèce considérée (Clubb et Mason, 2007). Les automutilations peuvent entraîner une douleur chez le félin et donc une dégradation de son bien-être (Desmarchelier, 2019). Le pica (léchage d'objets non comestibles et ingestion) peut être un signe de problème gastro-intestinal et/ou d'un déséquilibre nutritionnel (Tynes et Sinn, 2014).

Les stéréotypies chez les félins en captivité qui sont induites par la pression de sélection environnementale peuvent être réduites voire supprimées si l'environnement est modifié par l'enrichissement de façon à corriger l'état de frustration et de mal-être (Mason *et al.*, 2007).

b. Définition et principes de l'enrichissement

L'enrichissement est un processus dynamique permettant d'améliorer l'environnement de l'animal en prenant en considération ses besoins naturels ainsi que ses comportements biologiques (décrits précédemment dans l'éthogramme des félins Tableaux 1, 2 et 3). L'objectif de l'enrichissement est d'augmenter les comportements normaux liés à l'espèce ainsi que la variabilité comportementale de l'animal, de réduire la fréquence des comportements anormaux, d'augmenter l'utilisation positive de l'environnement ainsi que la capacité à faire face aux défis de manière plus sereine et donc de favoriser le BEA (Ellis, 2009; Maple et Perdue, 2013). De plus, les félins ont des difficultés à se reproduire dans les zoos lors d'état de stress (taux de cortisol élevé dans les fécès), enrichir leur environnement permet donc de diminuer voire de supprimer ce stress et d'améliorer la reproduction (Lamberski, 2015).

L'enrichissement en parc zoologique en tant qu'approche systématique a été mis en place par Hal Markowitz (ancien directeur du Zoo d'Oregon) et ses collègues. A l'époque appelé ingénierie comportementale, l'objectif de l'enrichissement était d'apporter des outils mécanisés donc très artificiels dans l'environnement des animaux pour améliorer leur bien-être (Fernandez et Martin, 2021). Depuis, la qualité et la quantité des enrichissements disponibles ont augmenté et les études scientifiques se multiplient (notamment sur les grands félins) pour trouver de nouveaux enrichissements efficaces.

L'objectif de l'enrichissement est de modifier la répartition du budget-temps des félins en favorisant notamment les comportements actifs et en permettant à l'animal de disposer de plus de ressources pour relever les défis imposés par la captivité.

B. Différents types d'enrichissement

Plusieurs types d'enrichissements existent et par conséquent plusieurs classifications aussi. Deux ressortent de la littérature : celle d'Ellis avec une dichotomie animé/inanimé (social, nourriture, structurel, jouets, sensoriel) et une autre où la cognition est ajoutée (Damasceno *et al.*, 2017). La différence se fait au niveau de la cognition, que l'on trouve en fait dans plusieurs sous-catégories de la classification d'Ellis. Comme dans toutes les classifications d'enrichissements, certains peuvent se retrouver dans plusieurs catégories (Maple et Perdue, 2013). La classification d'Ellis propose une classification pour les chats domestiques, retrouvée ailleurs dans la littérature scientifique chez les félins en captivité, et sur laquelle nous nous appuyons pour développer la deuxième partie de cette thèse (Tableau 11).

Tableau 11 : Les différents types d'enrichissement (d'après Ellis, 2009)

Catégorie	Sous-catégorie
Animé	Intraspécifique
	Interspécifique
	Homme Animal d'une autre espèce
Inanimé	Nourriture
	Jeux
	Physique
	Dimensions et substrat de l'enclos Vertical Autres structures
	Sensoriel
	Visuel Auditif Olfactif

C. Limites/contraintes de l'enrichissement

a. Phénomène d'habituation

Un des risques lié à l'enrichissement est l'habituation qui correspond à une forme d'apprentissage non-associatif, où l'animal va s'intéresser à l'enrichissement apporté, puis s'en désintéresser aussitôt (Young, 2003). L'habituation apparaît lorsque l'enrichissement a été présenté trop de fois à l'animal, que l'attrait de la nouveauté a disparu, qu'il s'en est lassé et qu'il n'y plus porte d'intérêt. Les félins peuvent s'habituer très vite à de nouveaux enrichissements, il est donc primordial de favoriser la diversité des enrichissements proposés (Podturkin et Papaeva, 2020).

b. Comportements d'anticipation

Le comportement d'anticipation est un comportement d'attente, qui se déclenche en réponse à un signal perçu par l'animal, annonciateur que la ressource attendue arrive. En captivité, l'animal vit dans un environnement fortement prévisible : la distribution des repas se fait souvent à heure fixe, l'arrivée d'un soigneur est toujours signalée et l'animal attend donc sa récompense (variable : relation avec l'humain, nourriture, enrichissement) (Ward *et al.*, 2018).

Ce comportement d'anticipation peut (Ward *et al.*, 2018) :

- Soit refléter un état de BEA s'il y a libération de dopamine par l'animal au moment où le signal est émis et qu'il attend sa récompense,
- Soit refléter un état de mal-être si l'animal se met à reproduire ces comportements trop longtemps dans la journée en attente du signal à la place d'exprimer des comportements normaux liés à son espèce.

c. Problèmes de mise en œuvre sur le long terme

Les enrichissements, une fois validés, sont la plupart du temps mis en œuvre par les soigneurs et parfois les vétérinaires. Cependant, plusieurs causes peuvent impacter la mise en œuvre sur le long terme, d'après une étude menée dans 12 zoos dans le monde auprès de soigneurs (Tuite *et al.*, 2022) :

- Non priorité : santé et bien-être seraient la priorité sur le BEA d'après les soigneurs qui ont déjà beaucoup à faire avec l'entretien des enclos et les soins aux animaux. Ils manquent de temps pour mettre en place l'enrichissement.
- Utilité : les soigneurs se demandent si l'enrichissement mis en place est vraiment efficace pour améliorer le BEA. Cela s'explique par un défaut de connaissances des comportements normaux des animaux (qu'ils trouvent difficiles à évaluer) ou de définition même du BEA (Hall *et al.*, 2021).
- Regard des visiteurs : la perception des visiteurs serait un facteur déterminant pour la mise en place et le maintien de l'enrichissement pour une espèce. Le personnel du zoo peut avoir peur des réactions engendrées par l'ajout d'un enrichissement non naturel dans le milieu (objets en plastique par exemple) (Hall *et al.*, 2021). Cependant, les visiteurs sont sensibles aux stéréotypes et aux signes de mal-être de l'animal. Ils sont plus attirés par un animal qui exprime de nombreux comportements normaux mais ne sont pas affectés par l'apparence des enrichissements physiques du milieu (Salas *et al.*, 2021). Depuis plusieurs années, la pression du public pour enrichir l'environnement des animaux ne cesse d'augmenter, répondre à cette demande permet, outre d'augmenter le BEA, d'augmenter le nombre de visiteurs (Young, 2003).

Certains enrichissements ont un coût non négligeable et tester de nouveaux enrichissements sur un animal peut s'avérer infructueux en fonction du tempérament de l'animal : l'enrichissement peut nuire à son bien-être, ne pas favoriser l'expression de comportements normaux, ne pas l'intéresser tout simplement, et le phénomène d'habituation peut se mettre vite en place. Parfois, l'enrichissement inefficace est humain et implique une perte de temps, d'autres fois il est physique et résulte d'un investissement financier important et correspond donc à une perte d'argent.

Cette partie a permis de faire une synthèse sur les connaissances actuelles sur le BEA chez les félins en captivité. Le BEA risquant d'être altéré à cause des conditions environnementales liées à la captivité, notamment via l'expression de comportements stéréotypiques, l'enrichissement de l'environnement est proposé afin de l'améliorer. La partie suivante détaille les méthodes d'enrichissement qui existent actuellement chez les félins en captivité.

Deuxième partie : Les méthodes d'enrichissement des félins en captivité

1. Introduction

En captivité, l'environnement des félins est hautement prédictible car ils connaissent les emplois du temps des soigneurs et l'heure des repas, les horaires d'ouverture du parc, les habitudes des congénères et les moindres recoins de leur enclos : la variabilité environnementale est limitée (Watters, 2009). De plus, ils reçoivent des soins vétérinaires, n'ont pas besoin de chasser, ont à boire et à manger. Leur activité quotidienne est donc beaucoup plus monotone qu'à l'état sauvage et peut engendrer du stress nuisant à leur BEA (Clubb et Mason, 2007).

Or, l'objectif des parcs zoologiques est de maintenir les animaux dans un état de BEA satisfaisant avec des émotions positives liées à leurs conditions de détention. La prédictibilité et la complexité de l'environnement sont inversement proportionnelles. Afin de favoriser le BEA et donc de diminuer la prédictibilité quotidienne, il est nécessaire de complexifier l'environnement (Bassett et Buchanan-Smith, 2007). Pour ce faire, les enrichissements sont utilisés pour diversifier le quotidien parfois routinier des animaux et les stimuler à exprimer plus de comportements normaux liés à leur espèce et moins de comportements anormaux, notamment les stéréotypies.

Cependant, les enrichissements doivent être efficaces et donc correctement étudiés : rien ne sert d'ajouter quelque chose de nouveau si les animaux en ont peur ou si l'impact est plus négatif que positif. Afin de déterminer l'efficacité d'un enrichissement, une échelle appelée SPIDER a été mise en place par Mellen et Sevenich MacPhee (2001), dont les initiales déterminent les six étapes à suivre :

- « Setting goals » : énoncer les objectifs à atteindre, notamment en termes de comportements attendus.
- « Planning » : préparer un programme avec les démarches à suivre.
- « Implementation » : mise en œuvre de l'enrichissement.
- « Documentation » : récolte des données.
- « Evaluation » : analyse des données et conclusion sur l'efficacité.
- « Re-adjustment » : correction si l'enrichissement n'est pas optimal.

Le plus souvent, seules les SPI sont vraiment mises en place dans les zoos, par manque de temps. Cependant, pour conclure à l'efficacité d'un enrichissement, les six étapes sont des éléments-clés (Alligood et Leighty, 2015). L'enrichissement doit également se baser sur la pertinence éthologique des espèces (Macri et Patterson-Kane, 2011) et cette partie présente les enrichissements possibles à mettre en œuvre chez les félins. Nous avons choisi de traiter la cognition non pas comme un type d'enrichissement en soi mais plutôt comme une composante de plusieurs autres types d'enrichissements.

2. Enrichissement animé

A. Intraspécifique

a. *Des animaux solitaires à l'état naturel*

A l'état naturel, les félins vivent généralement en solitaire, sauf lors des périodes d'accouplement ou quand une femelle élève ses petits. Deux espèces font exception : le lion est un animal social et le guépard est « semi-social » car les femelles sont solitaires mais les mâles peuvent vivre en coalition de deux ou trois individus (Boast *et al.*, 2018). La taille d'un groupe dépend de la taille du territoire à défendre et de la densité de proies : il faut suffisamment de nourriture pour que tous les individus soient en bonne santé physique et que la reproduction soit efficace (Simcharoen *et al.*, 2014).

La principale motivation pour développer des comportements sociaux et vivre en groupe est le besoin de sécurité face au risque de prédation, raison pour laquelle les proies vivent le plus souvent en troupeau. Or, les félins n'ont pas besoin d'aide pour chasser et tuer leur proie (exception faite des lions qui ont établi une technique de chasse différente), leur plus grande menace étant la rencontre avec un congénère (Webster, 2022). Néanmoins, plusieurs espèces dites solitaires ont déjà été observées vivant en petit groupe ou n'ayant pas un territoire exclusif. Ainsi, les tigres mâles peuvent parfois vivre à deux ou trois comme les guépards mâles, tandis que les femelles sont généralement solitaires (De Rouck *et al.*, 2005; Macdonald *et al.*, 2010b). La panthère des neiges peut être observée chassant en binôme durant la période de reproduction, mais vit seule le reste du temps (Macri et Patterson-Kane, 2011). Enfin, certaines espèces tolèrent une superposition et donc un partage de leur territoire avec des congénères quand les terrains sur lesquels ils vivent sont compliqués et contraignants pour se nourrir. Il leur arrive alors de se croiser. Les bobcats, chats sauvages, lynx, chats à pieds noirs, léopards, pumas, jaguars et panthères des neiges sont tolérants, en revanche les ocelots, tigres et chats-léopards sont plus exclusifs et les territoires ne se superposent pas, ou très peu (Macdonald *et al.*, 2010b; Macri et Patterson-Kane, 2011).

Les lions sont les seuls félins sociaux (Macdonald *et al.*, 2010b), ils vivent en groupe de vingt individus maximum, comprenant plusieurs femelles apparentées et leurs petits et jusqu'à quatre mâles souvent apparentés, mais pas avec les femelles (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Webster, 2022).

b. *Impact de la captivité sur les relations intraspécifiques*

En captivité, la pression environnementale est différente : les facteurs de stress naturels (faim, maladie, compétition sexuelle et alimentaire) sont supprimés. Le budget-temps du félin est alors redéfini différemment de celui présenté en Partie 1 de ce travail car l'animal n'a plus à chasser ni à patrouiller sur son territoire. Les comportements sociaux peuvent alors se développer si les félins ne sont pas logés seuls : des comportements affiliatifs (toilettage des congénères ou jeu), source d'enrichissement social ou des comportements agonistiques, agressifs ou de peur pouvant engendrer du stress et limiter le succès de la reproduction. Se pose alors la question de savoir si les animaux doivent être logés seuls ou à plusieurs dans le même enclos, pour subvenir à leurs besoins et garantir leur BEA (Price et Stoinski, 2007; Macri et Patterson-Kane, 2011).

A cause des contraintes d'espace disponible, les félins solitaires sont souvent logés à deux ou trois individus, parfois plus (Price et Stoinski, 2007). La réponse individuelle de l'animal à ses congénères, vivant dans le même enclos ou à proximité, est influencée par plusieurs facteurs : son sexe, son âge, ses expériences passées (par exemple s'il a vécu dans un autre zoo) et sa personnalité, ainsi que ceux de ses congénères. L'animal est influencé par les signaux sensoriels (olfactifs, auditifs, visuels) des congénères même s'il n'est pas en contact direct avec eux (Whitham et Miller, 2019). Ainsi, des études sur 15 tigres (De Rouck *et al.*, 2005) et 112 guépards (Quirke *et al.*, 2012) ont montré que les stéréotypies de « pacing » augmentaient quand un félin était logé seul ou s'il avait un accès visuel sur l'enclos d'un congénère sans qu'il puisse y avoir accès physiquement. Le « pacing » augmente d'autant plus que le congénère présente cette stéréotypie, résultante possible d'une frustration de ne pas pouvoir interagir directement avec lui (Whitham et Miller, 2019). Une autre étude sur les lynx a montré que le taux de cortisol, corrélé au stress de l'animal, est plus élevé quand ils sont logés à plusieurs (Fanson et Wielebnowski, 2013).

c. Solutions d'hébergement

Afin de respecter au mieux les besoins des félins ainsi que les contraintes d'espace disponible, il est nécessaire de prendre en compte la compétition possible entre partenaires, la personnalité et la compatibilité des individus ainsi que les signaux de mal-être émis par les animaux s'ils ne se tolèrent pas.

Si les félins doivent cohabiter, idéalement dans la limite d'un couple ou de trois individus, plusieurs configurations sont possibles (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016; AZA Tiger Species Survival Plan®, 2016; Tetzloff, 2016; Pastorino *et al.*, 2021) tant que les animaux ont la possibilité de s'isoler s'ils le souhaitent :

- Des frères et sœurs : jusqu'à leur maturité sexuelle où on les séparera car ils peuvent devenir agressifs ou s'accoupler.
- Un mâle et une femelle : toute l'année si le zoo veut les faire se reproduire, sinon ils sont séparés uniquement pendant la période de reproduction.
- Une mère avec ses petits.
- Deux ou trois femelles si elles se supportent, de même pour plusieurs mâles.

Une solution possible en cas de compétition est de ne loger qu'un seul félin (ou couple de félins qui se tolèrent) dans l'enclos présenté au public et l'autre félin dans une partie non accessible au public ou de transférer les animaux vers d'autres zoos (Price et Stoinski, 2007).

Les lions, qui sont des animaux sociaux, sont maintenus en groupe avec plusieurs femelles et un voire deux mâles apparentés (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Webster, 2022).

Au bilan, les lions doivent être maintenus en groupe de plusieurs individus et les guépards mâles seuls ou dans des groupes de deux ou trois individus, tandis que les individus des autres espèces de félins devraient préférentiellement être hébergés seuls. Ils peuvent être hébergés à plusieurs si les conditions énoncées précédemment sont respectées et que cela ne met pas en péril leur BEA.

B. Enrichissement interspécifique

a. Autres espèces

Les félins sont des prédateurs, il est donc recommandé de ne pas les loger avec d'autres espèces, même si les grands félins comme les tigres ou les lions peuvent être détenus dans des enclos proches (AZA Tiger Species Survival Plan®, 2016).

Dans la nature, il arrive que les grands félins chassent les félins de plus petite taille : des lions ont déjà été observés en train de chasser et de tuer des léopards, les léopards des caracals et les caracals des chats sauvages (Macdonald *et al.*, 2010a). Pour limiter le stress de la captivité, il est nécessaire que les petits félins ne puissent pas avoir accès visuellement aux enclos des grands félins et que l'enclos possède des cachettes (Price et Stoinski, 2007). Par exemple, les guépards vivant près de l'enclos des lions peuvent connaître une diminution de la réussite à la reproduction ; des chats-léopards au contact auditif et olfactif des grands fauves peuvent avoir des taux de cortisol plus élevés, avec augmentation des stéréotypies de « pacing » et diminution des comportements exploratoires (Whitham et Miller, 2019).

b. Humain

Les interactions Humain-animal (« *human-animal Interactions* » ou HAI en anglais) peuvent être source de stress intense donc d'émotions négatives et résulter en une diminution du BEA. Cependant, en captivité, les animaux sont quotidiennement au contact des humains : soigneurs, vétérinaires, visiteurs. Afin d'améliorer le BEA, certaines mesures telles que le conditionnement (« *training* » en anglais) peuvent être mises en place (Claxton, 2011).

- *Professionnels (vétérinaires et soigneurs)*

Le conditionnement consiste à apprendre à un animal à reproduire un comportement sur demande. Les zoos ont commencé à l'utiliser dans les années 1950, notamment pour faciliter les conditions d'élevage pour les soigneurs et les interventions médicales pour les vétérinaires (Fernandez et Martin, 2021). Le conditionnement est favorisé par la méthode du renforcement positif, qui consiste à récompenser l'animal quand il atteint l'objectif qui lui est demandé par un son (clicker) ou une friandise ce qui génère une émotion positive chez l'animal.

Mais le conditionnement peut-il vraiment être considéré comme un enrichissement ? Si la communauté scientifique s'accorde sur le fait que c'est un outil d'amélioration du BEA en combinaison avec l'enrichissement, la question du conditionnement comme forme d'enrichissement fait débat car peu d'études de terrain existent. Fernandez (2022) fait un état des lieux des études menées sur les procédures de conditionnement comme enrichissement et conclut qu'elles peuvent être considérées comme de l'enrichissement sous certaines conditions : si elles facilitent l'utilisation des enrichissements physiques apportés, si elles modifient les interactions avec les congénères et les humains et enfin si elles augmentent la variabilité comportementale. D'autres recherches sont à mener pour confirmer que le conditionnement est bien un enrichissement. Le conditionnement, qui passe par l'enseignement et l'apprentissage, stimule intellectuellement l'animal ce qui développe ses capacités cognitives (Melfi, 2013). Or, la cognition est l'opportunité de se lancer des défis et de contrôler des aspects de son environnement en résolvant des problèmes (Hall *et al.*, 2021). Cela permet de stimuler la mémoire de l'animal, sa

prise de décision, son jugement, sa perception, son attention, la résolution du problème, son exécution, l'apprentissage et les habilités spécifiques à son espèce (Maple et Perdue, 2013). La stimulation des expériences cognitives est bien une forme d'enrichissement (Clark, 2017). Dans la suite de cette partie, nous considérerons donc le conditionnement comme une forme d'enrichissement cognitif.

Afin que le conditionnement soit efficace, il est nécessaire d'établir à l'avance un objectif à atteindre, le signal visuel ou auditif associé à l'ordre donné, les comportements attendus (et non attendus avec réponse adéquate le cas échéant), le type de renforcement positif en récompense, un emploi du temps et les différentes étapes d'apprentissage définies au préalable (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012). Les soigneurs sont les personnes le plus en contact avec les animaux au quotidien, ils doivent donc connaître les comportements normaux de l'espèce avec laquelle ils travaillent (*cf.* éthogramme de Stanton) pour détecter les signes de BEA et de mal-être (Blackett *et al.*, 2020). Pour ce faire, ils doivent passer du temps à observer les animaux car il existe des variations individuelles (Raber *et al.*, 2018).

Nombreux sont les conditionnements que les soigneurs peuvent apprendre aux félins. Afin de faciliter les interactions pour la distribution de nourriture ou d'enrichissement ou pour nettoyer l'enclos, les félins peuvent apprendre à s'asseoir, venir, se coucher, suivre, se mettre debout, atteindre une cible, changer de direction, rentrer dans une caisse, rester à un endroit. Les soigneurs doivent se comporter de façon à ce que l'animal ressente uniquement des émotions positives (*cf.* Tableau 9) (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016). Lors d'un conditionnement individuel, il faut séparer les animaux pour travailler uniquement avec l'animal concerné, surtout si la récompense est de la nourriture (AZA Tiger Species Survival Plan®, 2016). Le conditionnement peut également se faire avec plusieurs individus en même temps si l'objectif est d'entraîner le groupe. Le conditionnement se fait préférentiellement à travers une barrière (Figure 8) plutôt que directement dans l'enclos où cela pourrait faire peur à l'animal et menacer la sécurité de la personne. De plus, un mauvais message serait envoyé au public car les félins en captivité restent des animaux sauvages (Maple et Perdue, 2013).

Figure 8 : Soigneur récompensant une lionne pendant un « training » (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012)



Outre le conditionnement lié à l'élevage et réalisé par les soigneurs, un autre type de conditionnement existe : il s'agit du conditionnement à visée médicale (« *medical training* » en anglais), le plus souvent réalisé par les soigneurs et parfois par les vétérinaires. Il repose sur deux processus : le premier, développé précédemment, est d'apprendre à l'animal à réaliser le comportement souhaité ; le second consiste en une habitude (au sens aussi bien physique qu'émotionnel du terme) de l'animal des actes (prise de sang, manipulations) ou objets (stéthoscope, glucomètre, *etc.*) ayant pu ou pouvant lui faire peur et pouvant engendrer des émotions négatives (Schapiro *et al.*, 2018). L'animal est « acteur de ses soins », le conditionnement médical permet donc de diminuer le stress inhérent lié aux procédures médicales ou au transport (pour les manipulations d'immobilisation) ainsi que l'utilisation de doses plus faibles d'anesthésiques quand il est nécessaire d'endormir l'animal pour des interventions (Woc Colburn *et al.*, 2018).

Plusieurs actions peuvent être apprises aux félins (grands félins majoritairement) : examiner une partie du corps, le peser, prendre une température, couper les griffes, ouvrir la gueule pour inspection de la cavité buccale, faire une prise de sang à la veine latérale de la queue ou à la veine saphène, mettre dans une cage (pour faciliter le transport) ou une caisse (pour faciliter l'examen clinique), faire des examens d'imagerie (échographie ou radiographie), administrer des médicaments par voie orale, topique, ou par injection sous-cutanée, intramusculaire ou intraveineuse (veine céphalique, veine latérale de la queue) (Figure 9) (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016; Woc Colburn *et al.*, 2018).

Figure 9 : Cathéter posé dans la veine latérale de la queue d'un guépard vigile pour injection de propofol (Woc Colburn *et al.*, 2018)



Lors d'une situation stressante, il a été montré que la prédictibilité de l'événement est source d'un moindre stress comparé à la situation où l'animal ne peut pas le prévoir. En captivité, le félin est confronté à plusieurs types de situations stressantes : nettoyage de l'enclos avec des produits ayant une odeur désagréable, séparation des congénères et mise en cage pour le transport, visite du vétérinaire en cas de douleur/blessure. Les interactions avec les soigneurs et les vétérinaires permettent à l'animal de prévoir ce qui va arriver, il exerce une certaine forme de contrôle sur la situation. Il peut même établir une relation de confiance avec l'humain (Bassett et Buchanan-Smith, 2007). L'impact de cette relation avec l'humain est importante sur la relation que le félin aura avec le visiteur car sa peur de l'humain peut diminuer si les relations sont positives et donc diminuer le stress lié à la présence du public (Sherwen et Hemsworth, 2019).

Ainsi, les relations avec les soigneurs et les vétérinaires via le conditionnement sont un enrichissement pour l'animal et donc une source de BEA : réduction du stress engendré par les manipulations, stimulation intellectuelle, récompense sous forme de nourriture, relations positives avec l'humain en général.

- *Visiteurs*

Les interactions avec les visiteurs, qui ne sont pas familiers des animaux comme le sont les soigneurs ou les vétérinaires, peuvent être positives (émotions positives à l'égard de l'humain), neutres (pas de conséquences pour l'animal) ou négatives (peur et évitement) (Ward *et al.*, 2018). La perception de l'interaction avec le visiteur par le félin varie selon les études, en lien avec l'espèce, la nature et l'intensité des interactions, l'organisation de l'enclos et les expériences individuelles de l'animal (Sherwen et Hemsworth, 2019). De fait, il est assez difficile de conclure si la relation avec le visiteur peut être une source d'enrichissement pour les félins.

Le contact avec le visiteur peut être imprévisible et intense en termes auditifs et visuels. Dans les études, la plupart des animaux réagissent négativement à la présence du public, au nombre de visiteurs et au bruit généré. Cette réaction se traduit par des comportements très variables : tendance à s'éloigner, à aller se cacher, à faire du « pacing », comportements inactifs voire agonistiques (Suárez *et al.*, 2017; Sherwen et Hemsworth, 2019). Dans l'étude de Suárez *et al.* (2017) portant sur cinq espèces de félins (lynx, jaguar, bobcat, ocelot, lion), seuls les jaguars s'approchaient des visiteurs, faisaient des appels au jeu et augmentaient leur activité, mais aucun effet sur le comportement au long terme n'a été montré. La relation avec le visiteur peut être neutre si l'animal considère que l'humain fait partie de son environnement et n'est pas une menace, comme c'est le cas chez plusieurs espèces de petits et grands félins, qui s'habituent à la présence du visiteur. Enfin, peu de preuves sont en faveur d'une interaction positive entre les félins et les visiteurs, mais les études doivent être faites au cas par cas dans les zoos car les environnements sont différents et les individus aussi (Sherwen et Hemsworth, 2019). Une étude d'Acaralp-Rehnberg *et al.* (2020) a montré des résultats mitigés quant à l'interaction positive que pouvait avoir le visiteur avec les servals. Les servals pouvaient participer à deux types d'activités : une session de training en renforcement positif où les visiteurs étaient nombreux mais loin et une session dans une zone normalement interdite au public avec six visiteurs qui s'approchaient d'eux, pouvaient éventuellement les caresser et leur donner à manger si le soigneur donnait l'autorisation. Les comportements ont été étudiés avec l'éthogramme de Stanton (Tableaux 1, 2 et 3) et les résultats ont montré une diminution du « pacing » mais également une diminution de la

diversité comportementale quand les servals participaient aux deux activités donc quand les interactions avec le public étaient trop fréquentes. Cependant, les variations de taux de cortisol ont été mesurées et ne montraient pas de différences significatives. D'autres études sont à mener afin de pouvoir conclure sur l'enrichissement lié à ces interactions.

Enfin, l'éducation des visiteurs permet d'augmenter le BEA des animaux en mettant des panneaux précisant de ne pas faire de bruit ou de ne pas taper contre les vitres. La façon dont sont exposés les animaux a un effet sur les visiteurs qui seraient plus calmes et silencieux lorsqu'ils sont plongés dans leur univers, par exemple via des filets de camouflage chez les gorilles (Fernandez *et al.*, 2009). Plusieurs zoos dans le monde ont construit des tunnels de verre au milieu des enclos de grands félins (lions et tigres notamment). Outre l'attrait pour les visiteurs, ceux-ci se retrouvent immergés dans le monde des félins, incitant au respect car les animaux montent sur le tunnel, se déplacent au-dessus d'eux et peuvent les considérer comme des proies. Le fait que les animaux dorment sur le tunnel ou juste à côté laisse supposer que cette construction n'est pas liée à des comportements anormaux, mais on ne peut pas conclure sur sa neutralité ou sa positivité, ni sur son impact sur le BEA. A ce jour, aucune étude n'a été effectuée sur ce sujet à notre connaissance.

3. Enrichissement inanimé

Être détenus en captivité et nourris tous les jours avec des proies qu'ils n'ont pas pu chasser implique une non-expression des comportements naturels associés à la recherche de nourriture et un déficit de dépense énergétique chez les félins. L'enrichissement via des jeux ou de la nourriture pour favoriser l'instinct de chasse, une organisation de l'enclos correspondant le plus possible aux conditions naturelles et des stimuli sensoriels sont utilisés de façon à enrichir un milieu captif pauvre et non favorable à l'expression des comportements normaux et au BEA.

Les enrichissements inanimés (hors nourriture) doivent remplir certaines conditions primordiales : être non toxiques, thermiquement neutres, solides, facilement nettoyables (surface adaptée et résistante à l'eau et aux produits chimiques) pour les enrichissements réutilisables et antireflets (Young, 2003).

A. Nourriture

a. Régime alimentaire des félins

Les félins sont des carnivores stricts et parmi eux les plus spécialisés dans la chasse avec un corps adapté à la prédation et un régime alimentaire basé sur des nutriments rapidement assimilables, les protéines contenues dans la viande de leurs proies, et les matières grasses. Ils ont une digestibilité limitée des carbohydrates et presque aucune capacité à digérer les fibres. Ils doivent donc tuer pour survivre (Young, 2003; Bellani, 2020a; Webster, 2022). Les régimes alimentaires des félins sont pourtant variés, dépendant de :

- Leur technique de chasse : les lions sont les seuls félins à chasser en groupe et à encercler leur proie qui voit ses chances de fuite fortement diminuées, tandis que les autres félins sont des chasseurs solitaires : la plupart utilisent la technique de l'embuscade, les guépards sont des poursuivants et des sprinters, quatre espèces sont arboricoles et possèdent une queue longue et musclée qui leur sert de balancier (panthère nébuleuse, panthère nébuleuse de Bornéo, margay et chat marbré), deux espèces sont piscivores (chat viverrin et chat à tête plate) et les lions et jaguars sont également de bons pêcheurs, les servals et caracals sont d'excellents sauteurs grâce à leur musculature puissante dans les postérieurs (Kitchener *et al.*, 2010; Bellani, 2020a).
- Leur masse corporelle : les félins solitaires chassent des proies de taille différente qui font la même masse corporelle qu'eux ou moins ; les lions chassent des proies plus grosses (Hayward *et al.*, 2012). De plus, un lion peut manger une grosse quantité de nourriture en une fois puis ne plus chasser pendant plusieurs jours car la chasse d'une grande proie lui demande beaucoup d'énergie. En revanche, un félin de gabarit plus petit mangera plusieurs fois par jour car il est actif plus longtemps dans la journée (Young, 2003). Cette dichotomie s'explique par l'optimisation du gain énergétique net lié à la chasse (Macdonald *et al.*, 2010b).
- La présence de prédateurs : les félins choisissent préférentiellement des proies que leurs prédateurs ne chassent pas (Macdonald *et al.*, 2010a). Les trois grands prédateurs de la savane sont les lions, les léopards et les guépards et pourtant les lions volent parfois la nourriture des léopards et des guépards. Les léopards ont donc développé une technique pour éviter le vol de leur nourriture en la portant dans les arbres (Webster, 2022).

- Leur habitat : les félins vivent dans des habitats extrêmement variés comme la savane, la brousse, la forêt dense, les steppes, la toundra et par conséquent, leurs proies sont variées également. Les tigres chassent les cerfs, le bétail, les cochons sauvages, les ours ; les piscivores se nourrissent de poissons, amphibiens, crustacés, parfois d'oiseaux et de petits rongeurs ; les félins arboricoles chassent des écureuils, singes, oiseaux et lézards ; les servals, ocelots, chats-léopards et jaguarondis se nourrissent de petits mammifères, d'oiseaux et de reptiles, les caracals chassent en plus des petites antilopes ; les chats de Pallas mangent des lièvres, pikas et autres rongeurs (Kitchener *et al.*, 2010; Hayward *et al.*, 2012; Eckermann-Ross, 2014; Bellani, 2020a, 2020b).

b. Techniques de chasse

Les félins sont majoritairement des chasseurs nocturnes ou crépusculaires mais ils peuvent aussi chasser le jour (Eckermann-Ross, 2014; Bellani, 2020b). Ils ont des comportements de chasseur complexes qui se résument en quatre étapes : repérage, traque, poursuite et mise à mort de la proie (Young, 2003). Ainsi, la chasse ne se réduit pas à tuer sa proie mais permet l'expression de multiples comportements et sensations en lien avec la nourriture : sensation de faim, choix de sa proie, déplacement du corps collé au sol, pauses, déplacement furtif, traque et attente de la poursuite, saut sur sa proie et mise à mort, consommation de la carcasse puis dissimulation ou défense de la carcasse face à d'autres espèces. Les animaux doivent aussi être capables de déterminer la densité et la distribution des proies sur leur territoire, établir et maintenir un territoire de taille suffisante pour subvenir à leurs besoins (et parfois à ceux de leurs petits), rassembler des informations en lien avec la concurrence et les ressources de nourriture, parcourir leur territoire avec des distances de chasse variables en fonction de la densité de proies au km² et prendre des décisions (Kitchener *et al.*, 2010; Macdonald *et al.*, 2010b; Sunquist, 2010; Bellani, 2020b; Veasey, 2020). Par conséquent, la chasse permet de développer leurs capacités cognitives.

c. Conséquences de la captivité sur la prise alimentaire

En captivité, la nourriture est apportée directement aux félins, prête à être consommée, tous les jours, au même endroit, à horaires souvent fixes, sans qu'ils puissent chasser. Les félins sont souvent nourris avec des rations pour carnivores du commerce en utilisant des protocoles nutritionnels détaillés pour répondre à leurs besoins nutritionnels. La ration doit contenir une forte teneur en protéines et des acides aminés essentiels, la taurine, la vitamine A préformée, la niacine et l'acide arachidonique (AZA Tiger Species Survival Plan®, 2016). Le « pacing » est décrit comme une réponse notamment à la frustration de ne pas pouvoir exprimer des comportements en lien avec la recherche de nourriture et au manque de stimulation, et est la stéréotypie la plus observée chez les félins en captivité (Clubb et Mason, 2007).

d. Enrichissement de l'environnement par la nourriture

L'enrichissement chez les félins est largement représenté par ceux permettant l'expression de comportements liés à l'acquisition de nourriture qui réveillent leur instinct naturel de chasseur (Skibiél *et al.*, 2007). Cela s'explique car il n'y a pas d'habituation à la recherche de nourriture puisqu'elle relève d'un besoin primaire de survie (Weiss *et al.*, 2015). 79% des études sur l'enrichissement sont fondées sur la nourriture ou les proies artificielles. La possibilité de rechercher sa nourriture permet un enrichissement cognitif en répondant au besoin de l'animal de

trouver de la nourriture et diminuerait le temps passé à faire du « pacing ». De nombreux enrichissements existent, stimulant à un niveau plus ou moins important les capacités cognitives des félins (Veasey, 2020), ce qu'ils apprécient. En effet, le phénomène de préférence pour une ressource méritée (« contrafreeloading » en anglais) montre qu'ils préfèrent travailler et faire l'effort d'acquiescer de la nourriture en présence de nourriture qu'ils pourraient obtenir sans effort (mise à disposition directement dans l'enclos) (Mellor *et al.*, 2015; Clark, 2017). Cela correspondrait à une forme adaptative d'un comportement exploratoire où l'animal chercherait des informations à propos de ressources alternatives (Maple et Perdue, 2013). De plus, quand la récompense est incertaine, l'animal fait plus d'efforts pour l'obtenir car cela est plus stimulant, permet de maintenir la motivation et correspond plus à ce qui se passe dans la nature car la chasse n'est pas toujours fructueuse (Watters, 2009).

Un enrichissement facile à mettre en œuvre est de distribuer la ration en plusieurs fois, à des horaires variés (via un distributeur de nourriture qui la délivre à différents horaires par exemple) et dans des endroits variés (il est même possible de la cacher) afin d'augmenter le temps dédié à la recherche de nourriture et à l'exploration de l'environnement (Maple et Perdue, 2013; Eckermann-Ross, 2014; Rose *et al.*, 2017). Cependant, il ne faut pas que la distribution de nourriture à un horaire aléatoire soit génératrice de stress, il est donc nécessaire de bien observer les réactions comportementales des félins (Bassett et Buchanan-Smith, 2007). Les enrichissements par la nourriture doivent être compris dans le total nutritionnel apporté à l'animal pour la journée, les apports doivent être équilibrés afin d'éviter la prise de poids (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016; Veasey, 2020).

e. Aliments distribués permettant un enrichissement

- ***Carcasses***

Des proies entières comme des rats ou des souris peuvent être données aux petits félins, mais on peut aussi leur apporter des carcasses éviscérées de poulet, caille ou lapin, avec ou sans poils/plumes, des morceaux de carcasses comme des jarrets de mouton par exemple ou des os (cou de cheval, queue de cheval, queue de bœuf, jarret et fémur) (Wildt *et al.*, 2010; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016). L'apport d'une carcasse ou d'os au félin (Figure 10) permet d'augmenter l'expression de comportements naturels liés à la chasse ainsi que de la variabilité comportementale (Bashaw *et al.*, 2003) via la consommation de celle-ci et l'arrachage des plumes, il peut jouer avec la carcasse et la cacher. Il faut faire attention à la compétition entre félins s'ils sont plusieurs dans l'enclos au moment de l'enrichissement, mais la carcasse augmente la variabilité comportementale et l'interaction avec les congénères avec des comportements affiliatifs, voire agonistiques qui disparaissent rapidement (Mcphee, 2002; Veasey, 2020; Goswami *et al.*, 2021). La carcasse augmente le temps passé en lien avec la nourriture, apporte une sensation de satiété à l'animal et donc des émotions positives liées au Domaine 1 (Veasey, 2020). Dans une étude sur l'apport d'os chez plusieurs espèces de félins, Skibieli *et al.* (2007) ont montré une diminution des comportements stéréotypiques de déambulations et allers-retours chez l'ocelot et le tigre avec maintien sur la semaine suivante.

De plus, la consommation de carcasse et d'os favorise la santé dentaire (en lien avec le Domaine 3) avec une fréquence diminuée des problèmes de gingivites, d'apparition de plaque dentaire et d'érosion focale de la surface palatine des dents (Mcphee, 2002; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016).

Figure 10 : Lions consommant des carcasses (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Furlong *et al.*, 2021)



- *Poissons vivants ou congelés*

L'utilisation de proies vivantes, notamment vertébrées, est indésirable voire illégale dans certains pays (Law et Kitchener, 2019; Webster, 2022) car cela ne respecte pas le BEA lors de la mise à mort, bien qu'employée dans de nombreux zoos avec les poissons vivants (Figure 11).

Figure 11 : Félines piscivores chassant des poissons vivants (Cat Specialist Group, 2022)

A gauche : Chat à tête plate guettant un poisson

A droite : Chat viverrin plongeant pour attraper un poisson



Cet enrichissement fonctionne très bien avec les espèces piscivores (chat viverrin et chat à tête plate) et également avec celles qui apprécient nager comme les jaguars, les tigres ou les ocelots. Bashaw *et al.* (2003) ont montré que donner du poisson vivant dans un bassin peu profond à des tigres augmentait la variété et la fréquence des comportements liés à la nourriture et que le « pacing » était réduit de moitié, avec maintien pendant deux jours post-enrichissement. Le

poisson peut également être distribué congelé. Ainsi, dans une étude sur des guépards, pumas, jaguars, lions, ocelots et tigres, Skibiél *et al.* (2007) ont montré une augmentation du temps actif chez tous les animaux et surtout les ocelots et les tigres, avec un maintien de l'augmentation d'activité la semaine suivante chez les guépards, les jaguars et les tigres et maintien de la diminution du « pacing », qui avait même disparu chez trois espèces (puma, lion et ocelot).

f. Modalités de distribution de la nourriture

- *Nourriture en hauteur*

- Poteau d'alimentation

Le poteau d'alimentation (« feeding pole » en anglais) est un dispositif d'enrichissement très commun dans les parcs zoologiques (première utilisation au zoo de Glasgow dans les années 1990). Initialement développé pour les tigres, son utilisation est désormais répandue dans les zoos du monde entier et est utilisé pour d'autres espèces de félins (lions, jaguars, panthères des neiges, ocelots, servals, chats sauvages européens, chats de Pallas). L'enrichissement passe par la disposition de nourriture en hauteur sur un poteau, permettant ainsi l'expression de comportements de chasseur (observation de la proie et attaque avec saut). La nourriture est placée à différentes hauteurs (via un système de poulie ou par un soigneur directement) en fonction de la connaissance de l'enrichissement par les animaux présents dans l'enclos (Law et Kitchener, 2019). La première étape consiste à mettre la nourriture à hauteur de l'animal debout sur ses postérieurs, puis au fil des jours, la mettre de plus en plus haut pour que l'animal ait à sauter pour atteindre sa proie (Figure 12). Même si certains de ces félins sont des chasseurs terrestres, ils ont les aptitudes à grimper aux arbres pour d'autres raisons que la chasse (se cacher par exemple).

Figure 12 : Félin utilisant un poteau d'alimentation (Law et Kitchener, 2019)

A gauche : Lion au Safari Zoo de South Lakes UK / Au centre : Jaguar au Zoo de Chester UK

A droite : Tigre au Zoo de Glasgow UK



En captivité, les félins prennent difficilement de la masse musculaire contrairement à l'état sauvage car ils ne parcourent pas de longues distances. Ce poteau permet le développement de la masse musculaire et une réplique de l'activité énergétique soudaine que l'animal aurait eu en bondissant sur une proie. Dans la nature, la chasse n'est pas toujours fructueuse, et en sautant le félin peut rater son objectif, ce qui permet de le stimuler à recommencer la chasse.

Cet enrichissement est peu coûteux mais demande du temps aux soigneurs qui doivent déposer la nourriture en haut du poteau plutôt que de la déposer simplement dans l'enclos. Cet enrichissement est réservé à des animaux en bonne santé (donc non âgés, obèses, arthrosiques, malades ou en croissance).

Cet enrichissement favorise les catégories comportementales actives, exploratoires, locomotrices et en lien avec la nourriture (cf. Tableau 1). Outre un impact le domaine 4a, il a également un impact sur le domaine 3 de la santé puisqu'il favorise la dépense physique des félins.

□ Carcasse suspendue à une corde

Il est possible de suspendre une carcasse à une corde au bout d'un morceau de bois incliné, d'un grillage ou d'un arbre, de façon à ce que le félin soit obligé de sauter et de décrocher la carcasse du mousqueton afin de pouvoir se nourrir. Les félins comme le serval et le caracal, qui sont d'excellents sauteurs, sont particulièrement visés par cet enrichissement (Figure 13). Ruskell *et al.*, (2014) ont montré que le taux de cortisol dans les fèces de tigres et pumas n'était pas modifié après enrichissement avec une carcasse de cerf accroché au sommet de l'enclos. Les félins n'étaient donc pas stressés et montraient une diminution des stéréotypies comme le « pacing ». Cet enrichissement est facile d'utilisation et à bas coût. De plus, il favorise l'activité physique des félins, qui se dépensent peu en captivité.

Figure 13 : Serval (à gauche) et lynx (à droite) sautant pour attraper une carcasse suspendue à une corde (Hare et Kingston Jones, 2018; Amazing animal network, 2022)



□ Autres systèmes

D'autres systèmes d'alimentation existent, comme les distributeurs d'aliments accrochés au plafond des cages. Certains y sont fixés avec un trou en dessous permettant l'accès à la nourriture tandis que d'autres sont mobiles et accrochés en haut d'un poteau par exemple. Seuls les félins arboricoles, les plus agiles, peuvent y accéder. Pour ces espèces, il est aussi possible de suspendre un rondin percé contenant de la nourriture, le bas étant accessible à l'animal s'il se met sur ses postérieurs (Figure 14). Tous ces enrichissements développent leurs comportements de grimpeurs, leur activité physique, favorise la recherche de nourriture et l'exploration de l'environnement en trois dimensions (Young, 2003).

Figure 14 : Margays utilisant un distributeur d'aliment (à gauche) et un rondin percé (au milieu) avec détail du rondin percé (à droite) (Young, 2003; Mellor *et al.*, 2015; Hare et Kingston Jones, 2018)



• *Nourriture en mouvement : poursuite de leurre*

Les félins sont très réactifs au mouvement donc mettre un leurre en mouvement est un moyen efficace de mimer le déplacement d'une proie (Young, 2003). L'anatomie des guépards diffère des autres félins car ils sont plus élancés et peuvent atteindre des vitesses de 29 m/s ou 103 km/h au pic sur 300-400m (Quirke *et al.*, 2013).

L'enrichissement par le système de poursuite de leurre (« Cheetah run » en anglais) consiste à utiliser un appât (proie comme un lapin entier ou du poulet, plume ou bout de tissu) placé au bout d'une ficelle (Figure 15). Celle-ci est tirée à une vitesse maximale de 130 km/h autour de l'enclos par un bras mécanique à commande manuelle : un opérateur placé dans une tour hors de l'enclos gère la vitesse et l'orientation du leurre (Quirke *et al.*, 2013). Plusieurs chasses peuvent avoir lieu et de la nourriture est toujours donnée à la fin même si la chasse a été infructueuse ou abandonnée (Young, 2003). En plus d'être un enrichissement du point de vue cognitif et nourriture, cela permet également à l'animal de se dépenser (Woc Colburn *et al.*, 2018).

Figure 15 : « Cheetah run » (Woc Colburn *et al.*, 2018)



Ce système est très populaire auprès des visiteurs, permettant ainsi un rôle d'éducation sur l'espèce et de divertissement. Ainsi, plus de 100 000 visiteurs par an au zoo de Cincinnati assistent à cet enrichissement et 1200 visiteurs par jour au pic de la saison au zoo de Columbus. Il est donc utilisé dans de nombreux zoos pour enrichir les guépards (Woc Colburn *et al.*, 2018).

Cet enrichissement favorise les catégories comportementales d'activité, d'exploration, de locomotion et en lien avec la nourriture (*cf.* Tableau 1). Outre un impact le domaine 4a, il a également un impact sur le domaine 3 de la santé puisqu'il favorise la dépense physique du guépard.

Alors que les dispositifs d'enrichissement précédents sont efficaces en lien avec les comportements de chasse *stricto sensu* et l'activité physique, les bénéfices cognitifs sont limités. Faire travailler intellectuellement l'animal pour qu'il accède à la nourriture comme récompense, sans que ce soit du training car la récompense n'est acquise que si l'animal résout le problème, permet de répliquer les aspects cognitifs de la recherche de nourriture (Veasey, 2020). Plusieurs concepts plus ou moins compliqués existent : l'objet surprise et la boîte puzzle.

- *Nourriture cachée dans des objets*

- Objet « surprise »

Un objet « surprise » (Figure 16) est le plus souvent une boîte en carton (ou un tube, un tonneau, une balle) contenant de la nourriture, mais ce peut être une autre récompense (*cf.* paragraphe « jouets »). L'objectif de cet enrichissement est de stimuler la recherche de nourriture et les capacités cognitives de l'animal qui doit comprendre comment y accéder : il peut pousser l'objet, le secouer ou le faire tourner pour libérer la récompense (Clark, 2017). L'étude de Rangel et Jorge da Silva Jr (2022) était réalisée sur des grands félins incluant tigres, pumas, jaguars et lions. Tous montraient une augmentation significative de comportements propres à leur espèce en utilisant l'éthogramme de Stanton et une diminution des stéréotypies. Les tigres étaient plus lents à s'adapter à l'enrichissement, ayant peur du nouvel élément introduit dans leur environnement. La

néophobie (ou peur de la nouveauté), est un mécanisme de survie chez l'animal sauvage, l'objectif est donc de trouver le bon équilibre entre curiosité et prudence (Webster, 2022). L'enrichissement était bénéfique aux animaux uniquement sur le court terme, l'étude montrant que les félins retournaient à leur état de stress mesuré préalablement à l'introduction de l'enrichissement quand celui-ci était retiré de l'enclos. Dans une autre étude de Resende *et al.* (2009), un sac en papier surprise avec des morceaux de bœufs cachés au milieu de luzerne sèche était introduit dans l'enclos de trois espèces (chat de Geoffroy, oncille, margay) avec cinq animaux au total. Les auteurs ont montré une diminution du comportement de « pacing » chez tous les animaux. Cependant, un phénomène d'habituation et un désintérêt se développaient au fil des jours.

Par conséquent, il peut être intéressant d'utiliser plus fréquemment cette technique d'apport de nourriture en lien avec d'autres enrichissements pour éviter l'habituation. C'est un enrichissement peu coûteux et facile à mettre en œuvre.

Figure 16 : Tigre avec une boîte surprise (à gauche) ; serval avec un jouet percé où est caché de la nourriture (à droite) (Wild Welfare, 2022; Wildlife Toy Box, 2022)



□ Boîte puzzle

Une boîte puzzle (« puzzle box » ou « puzzle feeder » en anglais) est une boîte en acier à l'intérieur de laquelle est cachée de la nourriture (ou autre récompense), avec plusieurs portes permettant d'y accéder après avoir résolu un problème. Dans leur étude sur l'apprentissage et la cognition de six lions et de neuf panthères, O'Connor *et al.* (2022) ont utilisé une boîte avec trois portes s'ouvrant chacune d'une manière différente (Figure 17) :

- Poussage de porte (1) : la porte possède un ressort intégré : quand l'animal pousse la porte elle tombe.
- Tirage de corde (2) : la porte possède un loquet avec une corde qu'il faut tirer avec un angle à 180° pour qu'elle s'ouvre.
- Tirage de porte vers le bas (3) : la porte est accrochée en partie supérieure par un aimant, donc l'animal doit forcer pour l'ouvrir vers le bas.

Figure 17 : Boîte puzzle (O'Connor et al., 2022)

*A gauche (1) : Push Door Technique / A droite (2) : Pull Rope Technique
En bas (3) : Pull Door Technique*



Cet enrichissement permet une stimulation mentale du félin, une recherche de nourriture plus longue et obtenue avec de la persévérance et de l'exploration. Il est facile à proposer aux félins et peut être modifié aisément en fonction du temps disponible : débloquer une seule porte ou plusieurs à la fois ; favoriser les capacités cognitives de l'animal en bloquant l'ouverture d'une porte une fois que le problème a été résolu pour qu'il essaie d'en ouvrir une autre.

B. Objets pour jouer

Les objets pour jouer sont un enrichissement facile à mettre en œuvre pour les soigneurs et d'un prix abordable pour la plupart. Un avantage est que si un objet pour jouer n'est pas enrichissant pour certains félins, il peut être réutilisé avec d'autres espèces. Les objets pour jouer favorisent l'expression de plusieurs comportements notamment actifs, affiliatifs, exploratoires, de locomotion et de marquage.

- *Glaçons de sang*

Les glaçons de sang (Figure 18) sont fabriqués avec du sang de proie afin d'attirer le félin et qu'il joue avec, le lèche, voire le chasse. Dans une étude chez des lions, ce glaçon a favorisé les comportements actifs, de locomotion, exploratoires, et en lien avec la nourriture (Bashaw *et al.*, 2003). Les glaçons sont néanmoins à utiliser avec précaution car ils peuvent causer des brûlures. Une alternative est d'utiliser de la gélatine de sang (AZA Tiger Species Survival Plan®, 2016).

Figure 18 : Tigres jouant avec un glaçon de sang (Zoo sauvage de Saint-Félicien, 2022)



- *Fruits et œufs durs*

Les œufs durs et certains fruits comme la citrouille ou la pastèque (Figure 19) ont une texture similaire à celles des proies des félins, ils peuvent jouer avec et en manger (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Hangstrup *et al.*, 2021).

Figure 19 : Enrichissement avec une citrouille chez des lions (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Blank Park Zoo, 2019)



- *Jouets*

Les jouets utilisables sont très variés et nous ne serons pas exhaustifs. Parmi les plus utilisés, on trouve les objets surprise en carton ou les sacs en toile de jute (Figure 20) avec du foin à la place de la nourriture (Podturkin et Papaeva, 2020; Goswami *et al.*, 2021), des balles en plastique résistant (Boomer ball) ou avec un grelot à l'intérieur pour chasser, sauter dessus et jouer avec (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Hangstrup *et al.*, 2021) ou des barils métalliques (Szokalski *et al.*, 2012) (Figure 21). Des pneus suspendus à des branches ou non peuvent être ajoutés, de même que des cordes à mâcher (Figure 22).

Figure 20 : Enrichissement par objet surprise et sac en toile de jute (Hare et Kingston Jones, 2018; Zoo d'Amiens, 2020; AZAA, 2022)

A gauche : Tigre jouant avec une boîte surprise remplie de paille

Au milieu : Chat viverrin avec un sac surprise rempli de paille

A droite : Tigre jouant avec un sac en toile de jute



Figure 21 : Utilisation de jouets en plastique ou métalliques (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Blank Park Zoo, 2019; Wildlife Toy Box, 2022)

A gauche : Tigre avec une Boomer ball

Au milieu : Lion avec une Boomer ball

A droite : Lionceau avec un baril métallique



Figure 22 : Pneu et corde ajoutés dans l'environnement (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Médeina, 2022)

*A gauche : lions jouant avec un pneu
Au milieu et à droite : guépard et ses petits jouant avec une corde*



Enfin, l'outil de résistance de proie est polyvalent et consiste à accrocher une balle, un tonneau, un sac en toile de jute, une peau d'animal à une corde. Un ressort très lourd se trouve dans un tube en PVC afin de créer de la résistance et que l'animal ait l'impression qu'une proie lui résiste (Figure 23) (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012).

Figure 23 : Lionne utilisant un outil de résistance de proie (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012)



- *Objets permettant le marquage*

Pour permettre au félin de marquer son territoire en se frottant, des brosses (Figure 24) ou des fibres de coco placées autour des troncs d'arbre peuvent être utilisées (Goswami *et al.*, 2021).

Figure 24 : Panthère des neiges se frottant contre une brosse (Toronto Zoo, 2022)



C. Enrichissement physique

L'enrichissement physique correspond aux caractéristiques de l'enclos dans lequel sont logés les animaux. Les zoos tentent de se rapprocher le plus possible de ce que les félins trouvent dans la nature pour répondre à leurs besoins dans un premier temps et pour le public dans un second temps. En effet, les zoos ont un rôle d'éducation des visiteurs en les informant sur les conditions de vie des animaux à l'état naturel.

a. Dimensions de l'enclos

- *Taille du territoire des félins à l'état naturel*

Dans la nature, les félins vivent dans des environnements très variés, dans des conditions climatiques différentes, avec une présence de végétation abondante ou non (Eckermann-Ross, 2014). La taille de leur territoire dépend principalement de la densité de proies au km² et peut donc s'étendre sur quelques km² (chat-léopard, ocelot, chat à pieds noirs), plusieurs dizaines de km² (tigre, bobcat, chat sauvage, lynx, léopard, lion) voire plusieurs centaines de km² (panthère des neiges, guépard). Souvent, la densité de proies est déterminée par leur propre masse corporelle, par conséquent les grands prédateurs qui chassent des proies de grande taille ont généralement des territoires plus étendus (Macdonald *et al.*, 2010b). Ainsi, la densité de proies et le contrôle de leur territoire requièrent de parcourir des distances plus importantes chaque jour (Bellani, 2020a).

- *Conséquences de la captivité*

En captivité, le contrôle des limites du territoire est fortement restreint par la taille de l'enclos et l'animal reçoit sa nourriture sans avoir à chasser (Bellani, 2020a). En l'absence d'enrichissement, l'animal traduit sa frustration par l'expression de comportements répétitifs (détaillés Partie 1), les stéréotypiques, notamment l'activité de « pacing », qui traduit un état de mal-être (Veasey, 2020).

Plusieurs études ont montré le lien entre la taille de l'enclos, sa complexité et le bien-être du félin en général. Ainsi, s'il existait une tension entre les félins logés dans un même enclos, celle-ci serait diminuée par une augmentation de la taille de l'enclos et de sa qualité (Eckermann-Ross, 2014). Dans une étude sur 112 guépards, Quirke *et al.* (2012) ont montré que le temps passé à exprimer du « pacing » diminuait quand la taille de l'enclos augmentait car les petits enclos fournissaient moins d'endroits pour se cacher ce qui augmentait leur stress. Des résultats similaires ont été trouvés chez des lynx avec mesure du taux de cortisol dans les fèces entre un enclos petit et pauvre et un enclos plus grand avec de nombreuses cachettes (Fanson et Wielebnowski, 2013). Pendant plusieurs mois, Moreira *et al.* (2007) ont étudié l'impact de la taille de l'enclos et de sa complexité sur le taux de cortisol (donc le stress) et sur l'activité ovarienne des femelles de deux espèces (deux margays et trois oncilles) logées seules. Cette étude se divisait en trois phases ; les premiers mois, les félins étaient dans un grand enclos enrichi (branches, troncs d'arbres, plantes, nichoirs) ; puis ils étaient transférés vigiles dans un enclos petit et vide d'enrichissement ; enfin le dernier enclos était petit mais enrichi. Les auteurs ont montré une augmentation du taux de cortisol lors des transferts, ce qui est normal car les félins ont été manipulés, mais maintenue sur plusieurs mois avec augmentation des comportements stéréotypiques et diminution de l'activité ovarienne. Quand les félins ont été transférés en phase 3, le stress a diminué, l'activité ovarienne est revenue à la normale pour les margays, mais pas pour les oncilles. Par conséquent, la complexité et la taille de l'enclos ont un impact sur le stress et donc le BEA mais aussi sur la reproduction.

Kroshko *et al.* (2016) ont montré que la taille du territoire naturel d'un félin et la distance qu'il parcourt quand il chasse sont deux facteurs indépendants favorisant le temps passé à faire du « pacing » en zoo. La frustration liée au « pacing » ne vient pas du mouvement en soi car les animaux parcourent parfois des distances plus grandes dans leurs enclos que dans la nature mais plutôt des mouvements de locomotion qu'ils ne font plus en captivité comme de la course soutenue pour attraper une proie. De même, les contraintes de la taille de l'enclos n'influent pas sur les distances parcourues chaque jour par les félins dans l'enclos, mais marcher est souvent synonyme de « pacing » dans la traduction comportementale du félin, même si ce n'est pas comparable d'un point de vue cognitif (Clubb et Mason, 2007; Veasey, 2020). L'impact de la taille de l'habitat ne serait donc pas lié à la taille de l'habitat en soi, car la taille de l'habitat ne limite pas la locomotion et que le BEA peut être augmenté en améliorant la qualité de l'habitat, mais plutôt à la réduction des opportunités comportementales et cognitives que cela implique. De plus, les stimuli et les challenges qui existent au quotidien dans la nature disparaissent en captivité et l'animal se retrouve confronté à l'absence de choix (Clubb et Mason, 2007).

Par conséquent l'important n'est pas seulement d'augmenter la taille de l'enclos mais bien son contenu. Il est nécessaire d'assurer des opportunités comportementales, mentales et cognitives similaires à celles vécues dans la nature (Veasey, 2020).

b. Enrichissement de l'enclos

L'enrichissement de l'enclos peut être mis en place dès la construction de l'enclos et est par conséquent sans incidence sur le temps de travail des soigneurs par la suite. Ces mesures sont les plus simples à mettre en œuvre et restent efficaces sur le long terme car elles permettent à l'animal d'exprimer des comportements naturels, d'en augmenter la variabilité, de diminuer les comportements anormaux et d'optimiser sa relation avec les congénères (Young, 2003).

- *Conditions climatiques*

Les félins sont capables de s'adapter à tout type d'environnement pourvu qu'on leur en donne les moyens et ils développeront la fourrure adéquate. S'il fait chaud, des points d'ombre doivent être disponibles grâce à la présence d'arbres et de buissons, ainsi que des étendues d'eau pour thermoréguler. Il est possible d'utiliser des brumisateurs ou des arroseurs en cas de fortes chaleurs. S'il fait froid, des cachettes ou structures d'intérieur chauffées sont importantes. Il est aussi possible de construire des rochers chauffants si les animaux ne peuvent pas avoir accès aux tuyaux d'alimentation en électricité. S'il y a du vent, les animaux doivent disposer d'abris pour ne pas être dans les courants d'air (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016).

Les sources d'eau (piscine, bassin, chute d'eau, ruisseau) avec variations de profondeur sont primordiales pour les félins (Figure 25) pour qu'ils puissent thermoréguler mais également qu'ils puissent nager, jouer avec des congénères, chasser des poissons vivants (*cf.* paragraphe « aliments distribués permettant un enrichissement ») ou jouer avec des plantes aquatiques (Maple et Perdue, 2013). Ainsi, les félins piscivores peuvent passer des heures à jouer dans des bassins d'eau en captivité (Kitchener *et al.*, 2010). La source d'eau doit représenter moins de 20% de la surface totale de l'espace extérieur. Il faut cependant être vigilant en présence de nouveau-nés et vider la piscine le temps qu'ils grandissent pour ne pas qu'ils se noient (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016).

**Figure 25 : La présence de sources d'eau est primordiale (à gauche tigres, à droite jaguar)
(Zoo de Bordeaux Pessac, 2021; Zoo de Champrépus, 2022)**



- *Repaires*

Dans la nature, l'accès à des endroits où se cacher est presque aussi important que la densité de proies pour établir un territoire. En effet, lors de la chasse, le félin doit se camoufler et se déplacer tout en étant hors de vue de sa proie et cela est plus facile dans des zones avec beaucoup de végétation ou des herbes hautes (Macdonald *et al.*, 2010b; Bellani, 2020b).

De plus, les félins ont besoin de sécurité et donc de nombreux endroits confortables pour se cacher, se reposer ou s'isoler de leurs congénères (Figure 26) (Wildt *et al.*, 2010; Rose *et al.*, 2017), c'est une condition du Domaine 2 qui influe sur leur BEA. Ils doivent avoir l'opportunité de s'approcher du public s'ils le souhaitent mais aussi de s'en soustraire, en leur donnant par exemple la possibilité de pouvoir rentrer à l'intérieur s'ils le souhaitent. En effet, les zones intérieures sont souvent fermées lors de la journée et l'animal ne s'y rendra sûrement pas mais l'essentiel est de leur offrir le choix : l'opportunité de choisir est plus importante que de faire le choix (Blackett *et al.*, 2020). Une couverture végétale permettra aux félins de se cacher, notamment ceux qui vivent normalement dans des forêts denses (Eckermann-Ross, 2014).

Figure 26 : Repaires pour se cacher (Cat Specialist Group, 2022)

*A gauche : chat à pieds noirs dans un trou
A droite : chats de Pallas cachés dans des rochers*



- *Végétation et substrat*

La végétation d'un enclos doit respecter les conditions naturelles dans lesquelles vit normalement le félin car son pelage y est adapté afin de pouvoir se camoufler. En effet, la couleur du pelage et les marques sont importantes pour un félin qui chasse pour ne pas se faire voir de sa proie et aussi pour se cacher des plus gros prédateurs. Le félin se camoufle de deux façons : crypsis où la couleur de la robe est adaptée à l'habitat surtout dans les environnements ouverts (chat des sables par exemple) ou ajout de rayures/taches/points foncés sur une robe claire qui permet de se cacher dans l'environnement tacheté de la forêt sous la lumière (Kitchener *et al.*, 2010).

Les félins doivent pouvoir marquer leur territoire comme ils le feraient dans la nature en grattant le sol et en enfouissant leur fécès dans un sol adéquat (Macdonald *et al.*, 2010b). Ainsi, il faut limiter l'utilisation de béton pour éviter également les blessures aux pattes et préférer un substrat naturel : herbe, terre, sable, copeaux de bois (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016). De plus, ils laissent des odeurs aux congénères en faisant leurs griffes, en se frottant et en urinant sur les arbres (Macdonald *et al.*, 2010b; Wildt *et al.*, 2010). Il faut favoriser une végétation naturelle plutôt qu'artificielle pour que les animaux se sentent mieux et utilisent préférentiellement des arbres vivants ou morts. Cependant, les plantes doivent supporter l'urine, l'arrachage de l'écorce par les crocs ou les griffes et le cassage de branches. Elles doivent se trouver assez loin des grilles du parc pour éviter que l'animal ne s'échappe. Des plantes grimpantes non toxiques peuvent être ajoutées sur les filets de l'enclos s'il est couvert pour donner de l'ombre mais ne survivent que si l'animal n'a pas accès au tronc principal (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016).

- *Structures verticales*

Un enrichissement consiste à ajouter des structures verticales afin d'augmenter l'espace disponible en hauteur et donc de complexifier l'environnement et d'en optimiser l'utilisation. Ainsi, les félins sont encouragés à exprimer des comportements normaux (notamment de locomotion), à faire de l'exercice (Domaine 3), à augmenter leur variabilité comportementale et à interagir avec leurs congénères (Blackett *et al.*, 2020).

Cet enrichissement est important pour tous les félins mais est surtout nécessaire pour les espèces arboricoles (chat marbré, margay, panthère nébuleuse, panthère nébuleuse de Bornéo) qui vivent dans la forêt dense et sont de grands grimpeurs et pour les servals et caracals qui sont de grands sauteurs (Wildt *et al.*, 2010; Rose *et al.*, 2017). Ainsi, il faut au moins une surface surélevée par animal (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016) comme des plateformes en bois ou des roches surélevées par rapport à la taille des visiteurs (Figure 27) pour que les félins aient des points de vue sur ce qui les entoure (Young, 2003; Podturkin, 2021). Des perchoirs en rondins naturels ou artificiels ou des branches peuvent être ajoutés aux arbres pour y sauter ou y grimper (Figure 28) (Eckermann-Ross, 2014; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016). Des systèmes de branches connectées peuvent être mis en place pour favoriser leurs comportements d'équilibristes (Figure 29) (Hare et Kingston Jones, 2018).

Il ne faut pas oublier d'enrichir les espaces intérieurs où les félins dorment avec des bancs en bois, des étagères, un couchage en paille par exemple (Maple et Perdue, 2013; AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016).

Figure 27 : Espaces surélevés par rapport au public (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Furlong et al., 2021)

*A gauche : Lion sur un rocher surélevé
A droite : Léopard dans un arbre, observant son environnement*



Figure 28 : Importance des structures verticales pour grimper (AZA Lion Species Survival Plan®, 2012; Bellani, 2020b; ZooParc de Beauval, 2022)

*A gauche : Ocelot descendant d'un arbre
Au milieu : Jeunes panthères des neiges escaladant une branche
A droite : Lionne dans un arbre*



Figure 29 : Système de branches connectées (Team Building, 2011)



Des rochers sont utilisés pour complexifier l'environnement et comme obstacles conjointement à des troncs d'arbre par exemple pour créer des chemins complexes et limiter la possibilité de faire du « pacing » (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016). Des objets en plastique comme des pneus (Figure 30) ou des tonneaux peuvent être suspendus pour que l'animal joue avec (Podturkin, 2021).

Figure 30 : Pneu suspendu dans un enclos de panthère noire (Parc Zoologique de la Boissière du Doré, 2020)



Il serait bénéfique pour l'animal d'avoir la possibilité de séparer l'enclos en plusieurs parties lors des repas pour éviter la compétition ou lors des training pour que le félin porte toute son attention sur son activité et ne soit pas dérangé par ses congénères (Hangstrup *et al.*, 2021). De plus, les frontières d'enclos extérieur et intérieur pourraient être plus complexes et variables avec par exemple une ouverture ou fermeture à des horaires aléatoires, voire même sous le contrôle des animaux eux-mêmes.

- *Idée de réorganisation de l'enclos*

Tetzloff (2016) mentionne la possibilité de mettre en œuvre un système de pistes où différentes routes pourraient être empruntées au choix de la panthère des neiges, mimant à un petit degré les choix faits dans la nature. Veasey (2020) décrit ce modèle d'organisation de l'habitat permettant de développer les capacités cognitives des tigres (mais en théorie applicable à n'importe quel félin). La condition première est un habitat de grande taille. Un réseau de chemins serait établi grâce à des barrières dissimulées par ou faites de végétation dense par exemple de bambous. Cela formerait comme un labyrinthe avec des portes électroniques à détecteur de mouvement, offrant d'innombrables combinaisons de chemins possibles à emprunter et différentes opportunités pour le félin à la clé. Cela permettrait au félin de faire ses propres choix et de créer son environnement un jour J, d'apprendre, de se diriger, d'explorer et d'avoir un but à atteindre comme dans la nature. Le tigre pourrait ainsi choisir d'aller accéder à une plateforme, un abri ou une aire de repos à l'ombre, une étendue d'eau, à de la nourriture, avec des enrichissements olfactifs (une odeur associée à un parcours) et des morceaux d'écorce ou des brosses pour qu'il puisse marquer son territoire. En pratique, cette organisation de l'environnement n'est pas applicable dans les zoos aujourd'hui, mais si de nouveaux zoos venaient à être construits, l'idée est à garder en mémoire.

c. Ouverture nocturne du zoo

Les félins sont généralement enfermés dans les parties intérieures la nuit (pour des raisons de sécurité). Une option envisageable afin de respecter le budget-temps naturel de la majorité des félins est que le zoo ouvre la nuit avec un éclairage simulant un clair de lune, notamment en été où c'est agréable pour les visiteurs de se promener. Ainsi, les félins sont beaucoup plus actifs qu'en journée et expriment des comportements variés, notamment de chasse ou de socialisation avec des congénères. La plupart des zoos à travers le monde propose ce type d'enrichissement (Maple et Perdue, 2013).

D. Enrichissement sensoriel

Les félins ont trois sens très développés, en lien avec la prédation et la protection de leur territoire : l'odorat, l'ouïe et la vision. Ils se fient à leur ouïe et leur vision fine pour chasser la nuit grâce à leurs pupilles qui se dilatent dans l'obscurité. L'odorat et l'ouïe sont utiles pour la communication intraspécifique : sexuelle (lors de la période d'accouplement) et territoriale, via le marquage urinaire et les odeurs émises par frottements pour déterminer les limites du territoire et les vocalisations des congénères (Bellani, 2020a).

a. Visuel

Dans la nature, les félins maîtrisent leur environnement. Dans les stimuli visuels, le mouvement attire beaucoup les félins et réveille leur instinct de prédateur. Cependant, si des objets dynamiques sont placés dans un enclos et suivent une route fixe, le risque est que le félin développe des stéréotypies de type « pacing » à proximité (Regaiolli *et al.*, 2019).

A notre connaissance, peu d'études ont été réalisées sur l'enrichissement visuel des félins. Chez les oiseaux et les primates, des télévisions peuvent être introduites en tant qu'enrichissement visuel pour projeter des vidéos et photos, et les primates peuvent être initiés à des jeux cognitifs sur ordinateur (Wells, 2009). Cependant, cela nécessite des écrans et équipements électriques coûteux et difficiles à mettre en place en pratique dans des enclos de félins (Regaiolli *et al.*, 2019). Les miroirs sont aussi utilisés chez les espèces qui se reconnaissent dans un miroir, ce qui n'est pas le cas des félins donc leur utilisation présente peu d'intérêt (Wells, 2009). Concernant la couleur des objets introduits dans l'enclos des félins, notamment les jeux, il est préférable d'éviter les couleurs vives ou pouvant être interprétées comme agressives pour l'animal (par exemple le rouge) et de préférer des couleurs sobres tels que le bleu ou le vert.

En captivité, les capacités de contrôle sur l'environnement sont fortement restreintes. Ainsi, si des barrières visuelles sont mises sur les enclos de certaines espèces de proies de façon à diminuer leur stress, l'inverse se produit chez les félins. Ainsi, des promontoires peuvent être installés afin que les félins aient une vue d'ensemble sur leur environnement et les enclos alentours (Young, 2003). Il ne faut pas que les proies aux alentours puissent sentir ou voir les prédateurs pour ne pas créer un état de stress ; il faut également veiller à ce que la vision des proies sans possibilité de chasse ne soit pas une source de frustration pour l'animal (Wells, 2009). De plus, la façade en verre rapproche le visiteur de l'animal, qui peut choisir de s'en approcher s'il veut interagir avec le visiteur, ou au contraire s'en éloigner s'il ne souhaite pas interagir.

Regaiolli *et al.* (2019) ont étudié l'impact d'une illusion d'optique de mouvement appelée « Serpent en rotation » sur trois lionnes (Figure 31). Les illusions d'optique de mouvement sont une sous-catégorie d'illusions visuelles avec une perception de mouvement qui n'existe pas physiquement. Dans l'illusion du « Serpent en rotation » étudiée chez l'humain, on ne voit pas de serpent mais juste des cercles concentriques qui tournent, dû à une suite de séquences achromatiques : noir, gris foncé, blanc, gris clair. Cette illusion existe aussi en couleur avec reproduction de la même séquence. La vision de l'humain et du félin sont similaires en plusieurs points, mais la perception des couleurs n'est pas la même entre les primates et les félins. Comme la perception de mouvement est fondée sur une séquence achromatique, les félins devraient voir la même chose que les primates. L'analyse des comportements des lionnes, basée sur

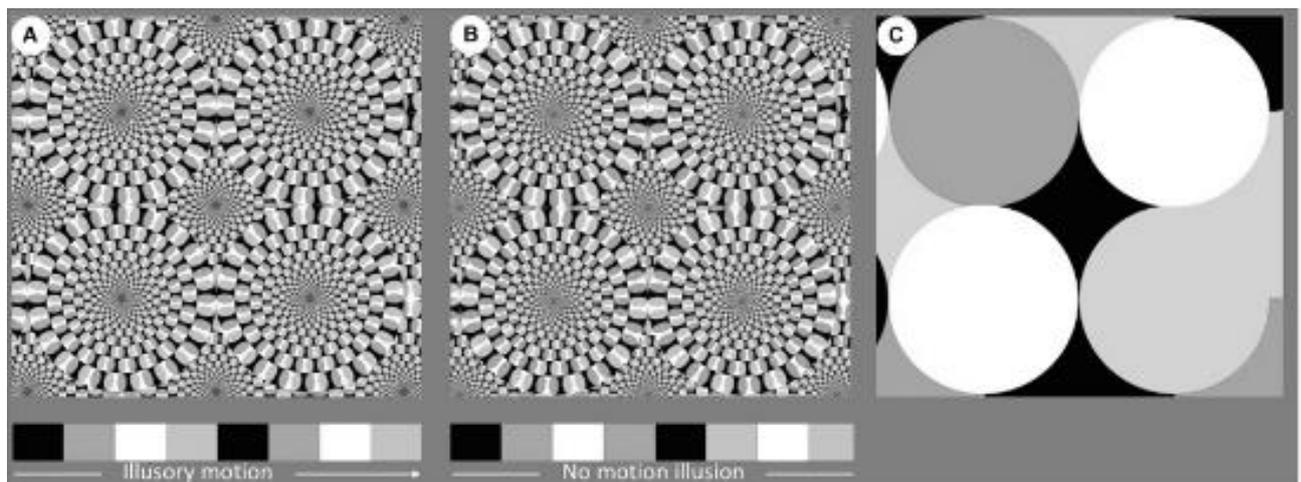
l'éthogramme de Stanton, a montré une augmentation des comportements sociaux, sans modification de la variété de comportements individuels. Deux lionnes sur les trois ont préféré s'approcher de l'illusion d'optique que des contrôles. De plus, même si les lionnes n'ont pas été enrichies visuellement car aucune conclusion ne peut être tirée avec cette étude, les comportements de chasse, de locomotion et exploratoires ont été augmentés car les lionnes ont joué avec les images qui étaient sur des feuilles en PVC.

Figure 31 : Motifs visuels présentés dans chaque stimulus (Regaiolli et al., 2019)

A : Serpent en rotation

B : Même image mais séquence différente

C : Contrôle



A ce jour, d'autres études sont nécessaires pour conclure à l'efficacité des enrichissements visuels.

b. Auditif

Les félins utilisent l'ouïe pour chasser et contrôler leur territoire. En captivité, ce sens est fortement stimulé en journée par la présence des visiteurs qui font plus ou moins de bruit, mais les félins sont capables d'inhiber les sons non intéressants pour eux, donc d'occulter en partie ce bruit s'ils le souhaitent (Webster, 2022). Comme pour l'enrichissement visuel, peu d'études existent à notre connaissance. Deux types de sons peuvent être utilisés pour tenter d'enrichir l'environnement des félins : les sons spécifiques ou non spécifiques de l'habitat naturel.

- *Sons spécifiques de l'habitat naturel*

Passer des enregistrements de proies ou de congénères permet de simuler l'environnement naturel du félin (AZA Jaguar Species Survival Plan®, 2016). Il faut être prudent avec ces enregistrements naturels car les bruits de proies peuvent générer une frustration de la part des félins qui ne sont pas en mesure de les attraper et les bruits de congénères une peur de ne pas les voir dans un soucis de contrôle du territoire.

Dans une étude de 1995, Markowitch *et al.* ont observé qu'un léopard avait un taux d'activité plus important et une diminution des stéréotypies quand un appareil diffusait le son d'un oiseau. Cependant, cette étude est non significative car biaisée, l'appareil étant construit pour bouger et donner des récompenses sous forme de nourriture (Wells, 2009). Dans une autre étude, Kelling *et al.* (2012) ont passé des enregistrements de rugissements de lions à d'autres lions. Ils ont montré qu'il n'y avait pas de signes de peur ni de stress chez les ongulés dans les enclos proches, ni de la part des lions qui ont exprimé plus de vocalisations, sans autre impact au long terme. Passer des enregistrements de congénères est une piste à suivre afin de stimuler les animaux à explorer leur environnement et peut être présenter plus de comportements sociaux.

- *Sons non spécifiques de l'habitat naturel*

Les bénéfices de la musique sont connus chez l'humain et notamment en médecine humaine comme complément pour certaines thérapies (Hampton *et al.*, 2020). L'influence de la musique sur les animaux et notamment ceux en captivité est étudiée avec des résultats variables entre individus. Pour déterminer l'influence de la musique sur le BEA, il est nécessaire de prendre en considération les signaux de communication propres à chaque espèce et notamment leur gamme de fréquences ainsi que leur tempo. Plus de la moitié des études publiées utilisent la musique classique comme enrichissement (Snowdon, 2021). La musique classique calmerait les éléphants en diminuant le « pacing », les gorilles en diminuant leur agressivité (Wells, 2009), les chiens en chenil en diminuant les aboiements, mais peu de recherches ont été faites sur les chats et les félins de manière générale (Weiss *et al.*, 2015). Une étude de Snowdon *et al.* (2015) a montré que les chats étaient plus intéressés par une musique spécialement conçue pour eux avec une fréquence deux octaves plus hautes que la musique pour humain et une octave plus haute que la fréquence moyenne des vocalisations des chats ainsi qu'un tempo lié soit à la fréquence des ronronnements soit à la tétée des chatons. Les fréquences en lien avec des vocalisations de peur ou agonistiques avaient été retirées de la musique. Une autre étude de Hampton *et al.* (2020) a montré que la musique spécifique pour chat diminuait leur stress lors d'un bilan de bonne santé chez le vétérinaire. Il serait intéressant d'étudier l'impact d'une musique spécifiquement conçue pour chaque espèce de félins en captivité car la taille des animaux, le rythme cardiaque et les vocalisations sont variables entre les différentes espèces (Snowdon, 2021).

Cependant, l'intérêt de l'ajout de musique en zoo peut être limité par le fait que le bruit est souvent important et qu'il n'est peut-être pas nécessaire d'augmenter le niveau sonore (Wells, 2009).

Au vu du peu de preuves scientifiques concernant l'enrichissement auditif chez les félins en captivité, il est possible d'utiliser les enrichissements dans les zoos sous réserve d'une évaluation attentive des signes de BEA ou de mal-être qui en résultent.

c. Olfactif

Les félins ont un système olfactif très développé et peuvent détecter des sémiocimiques qui sont des substances chimiques transmettant des informations entre individus de la même espèce (phéromones) ou entre individus d'espèces différentes (substances allélochimiques) (Bol *et al.*, 2017). En captivité, l'usage de désinfectants rend l'information olfactive pauvre et non significative. L'enrichissement olfactif peut alors passer par des odeurs spécifiques ou non spécifiques de l'habitat naturel de l'animal ou par des phéromones (Wells, 2009).

Relativement peu d'études portent sur l'enrichissement olfactif des félins comparés à d'autres types d'enrichissements et les études portant sur les grands félins sont plus nombreuses que pour les petits/moyens félins (Wells et Egli, 2004). Les réponses à l'enrichissement olfactif sont très individuelles : certains animaux y répondent très bien, d'autres y sont peu sensibles (Clark et King, 2008). L'impact sur le BEA au long terme est difficile à évaluer comparé à d'autres types d'enrichissement car les réactions des félins sont moins marquées et peuvent parfois juste être considérées comme une amélioration ponctuelle du BEA.

- *Substances allélochimiques*

Les enrichissements olfactifs allélochimiques consistent en des odeurs de proie, des épices et des herbes, présentées sous forme sèche ou d'huiles essentielles.

- Odeurs de proies

Les odeurs de proies (traces d'urine, de sang, fumier, substrat d'autres enclos) sont fréquemment utilisées dans les zoos et constituent un enrichissement efficace (Goswami *et al.*, 2021) en augmentant la diversité comportementale des félins notamment les comportements actifs, exploratoires ou affiliatifs. La présentation d'odeurs corporelles (fourrure, urine, fécès) à des lions via le fumier de proies (zèbre, gazelle, antilope, koudou ou leurre avec odeur de cerf) augmente les comportements affiliatifs et de jeux (Wells 2009), de même pour les léopards avec des fécès de chevreuil (Yu *et al.*, 2009). Contrairement à d'autres félins qui utilisent moins leur odorat que l'ouïe ou la vision pour chasser, l'ocelot traque sa proie grâce à son odorat et laisser des traces d'odeur de proie (comme du sang) jusqu'à un endroit où une récompense est cachée (par exemple de la nourriture) est beaucoup utilisé dans les zoos (Kitchener *et al.*, 2010). Chez les chats à pieds noirs, l'odeur corporelle de proie déposée sur un tissu augmente le temps d'exploration de l'enclos et du vêtement (Wells et Egli, 2004). Néanmoins, l'utilisation d'odeurs de proies comme enrichissement est liée au comportement alimentaire des félins. Or, l'odorat étant moins utilisé que les autres sens lors de la chasse, et plus utilisé dans les relations intraspécifiques, il est intéressant de se demander s'il ne serait pas plus bénéfique d'utiliser des odeurs en lien avec la communication animale comme les phéromones ou de l'urine de congénères par exemple (Clark et King, 2008; Macri et Patterson-Kane, 2011). Il faut aussi faire attention au risque parasitaire lié à l'introduction de déchets d'origine animale d'une autre espèce quand on enrichit le milieu par ce biais (Maple et Perdue, 2013).

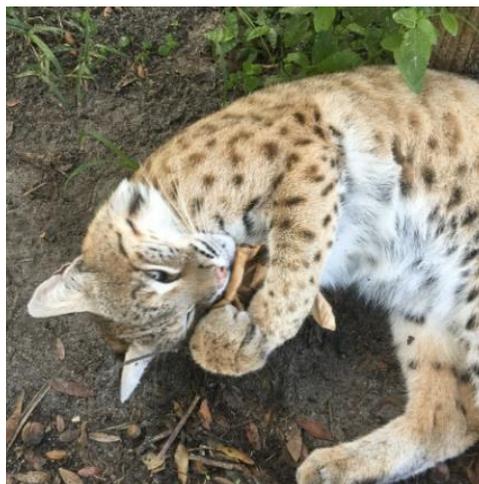
□ Épices

Les épices peuvent être déposées sur des objets extérieurs à l'enclos (comme des tissus) ou sur des éléments déjà présents dans l'enclos des félins. Skibiél *et al.* (2007) ont introduit trois épices, le chili en poudre, la cannelle et le cumin dans l'enclos de plusieurs espèces de félins. Placées sur le sol, des pierres ou des rondins, ces épices ont augmenté les comportements actifs et diminué le temps passé à présenter le comportement de « pacing ». Le résultat est très marqué chez les tigres, avec un maintien des comportements actifs après le retrait des épices, pouvant suggérer une amélioration du BEA. Cependant, il faut être prudent sur les conclusions car l'étude a été menée sur trois tigres seulement. Les ocelots, pumas, jaguars et lions ont montré les mêmes modifications de comportement mais dans une moindre mesure. Une autre étude de Damasceno *et al.* (2017) a montré une diminution du temps passé à présenter le comportement de « pacing » pendant l'enrichissement chez des tigres et guépards après présentation de cannelle sans modification du taux d'activité. Un résultat similaire pendant et après enrichissement a été montré chez l'oncille (Resende *et al.*, 2011). Chez les chats à pieds noirs et les léopards, la muscade sur des vêtements en flanelle ou sur une serviette, manipulés avec des gants pour ne pas laisser d'odeur humaine, diminuent le temps passé en inactivité et augmentent le temps d'exploration de l'enclos et du tissu. Cependant, un phénomène d'habituation apparaît au fil des jours (Wells et Egli, 2004; Yu *et al.*, 2009).

□ Plantes

L'herbe à chat a un impact positif sur la majorité des chats domestiques qui développent des comportements exploratoires et actifs quand on leur met à disposition. Des études ont été effectuées chez plusieurs espèces de félins en captivité : l'herbe à chat n'a pas d'effet particulier chez l'oncille (Resende *et al.*, 2011) et les tigres (Bol *et al.*, 2017) mais augmente le temps actif via l'exploration de l'enclos ou d'un tissu imprégné de l'odeur d'herbe à chat chez les chats à pieds noirs (Wells et Egli, 2004). Bol *et al.* (2017) ont effectué des tests d'enrichissement olfactif avec du matatabi (*Actinidia polygama*) qui possède plusieurs composés chimiques proches de la népétalactone, composé chimique de l'herbe à chat qui lui confère son pouvoir excitant sur les chats. Le matatabi a été présenté dans des sacs en papier à neuf tigres et cinq bobcats : les tigres ont exprimé des comportements de peur (reculer et s'enfuir), la plante a donc été retirée. En revanche, les bobcats ont montré des comportements exploratoires et d'activité (se frotter, se rouler, manipuler le sac et le rapprocher de sa tête) pendant plusieurs minutes et parfois plus de quinze minutes (Figure 32).

Figure 32 : Bobcat avec un sac contenant du matatabi (Bol *et al.*, 2017)



L'utilisation de cette plante semble donc intéressante comme alternative à l'herbe à chat qui est peu efficace chez les félins hormis le chat domestique. Chez les petits félins, le romarin ou la sauge sont un enrichissement olfactif efficace (Eckermann-Ross, 2014).

- « *Phéromones* » de chat domestique

Les félins possèdent un organe voméronasal dont la fonction la plus importante et spécifique est de sentir et d'identifier les informations contenues dans les phéromones (signaux d'alerte, de nourriture, de reproduction), pour la transmission de messages à distance au sein d'une espèce (Webster, 2022)

Les « phéromones » utilisées dans les zoos sont des analogues synthétiques de celles commercialisées pour les chats domestiques, l'hypothèse étant qu'appartenant à la même famille des félidés, l'impact des phéromones de l'espèce *Felis silvestris catus* pourrait être bénéfique chez les félins en captivité.

Deux types de « phéromones » de chat domestique sont commercialisées :

- La phéromone faciale fraction F3 (« Cat Facial Pheromone F3 » en anglais) : diminution du stress et impression d'environnement familial.
- La phéromone apaisante du chat (« Cat Appeasing Pheromone » en anglais) : phéromone sécrétée par la glande mammaire de la mère lors de l'allaitement pendant la période d'attachement à ses petits.

Martínez-Macipe *et al.* (2015) ont montré une augmentation des comportements de jeux, actifs et affiliatifs parmi 18 lions dont l'enclos a été enrichi de blocs diffuseurs de « phéromones » de chat domestique. Par conséquent, l'utilisation d'odeurs et/ou de « phéromones » est une piste à suivre avec d'autres études sur son impact en tant qu'enrichissement.

Outre l'ajout de substances sémiocchimiques dans un environnement qui en manque, une option d'enrichissement serait de ne nettoyer (féces, urine, poils) l'enclos des félins que par moitié à chaque fois, afin de laisser des odeurs significatives pour les animaux d'un jour sur l'autre (Clark et King, 2008).

4. Optimisation des effets de l'enrichissement

De nombreuses études rapportent un phénomène d'habituation plus ou moins rapide aux enrichissements proposés (Wells et Egli, 2004; Resende *et al.*, 2009; Yu *et al.*, 2009).

La nouveauté est importante pour éviter l'habituation entre autres, avec un équilibre approprié entre le changement dans l'environnement et la routine journalière pour éviter tout stress de néophobie (Blackett *et al.*, 2020; Podturkin, 2021). Néanmoins, selon Fernandez et Martin (2021), pour qu'un enrichissement soit efficace dans le temps, il ne faut pas se fier uniquement à des critères tels que sa nouveauté, son coût, son apparence, sa disponibilité et facilité de mise en œuvre, mais plutôt au renforcement positif, à l'habituation, la préférence, la variété et au choix de l'animal. Ainsi, les enrichissements sont préférés s'ils sont variés et permettent à l'animal de faire un choix (Hanratty et Hanley, 2021)

Afin de lutter contre le phénomène d'habituation, plusieurs possibilités existent. Les soigneurs peuvent faire un planning avec une alternance de différents enrichissements et en modifier l'apparence ou les propriétés (changer la récompense dans une boîte surprise par exemple) (Tarou et Bashaw, 2007) et utiliser certains enrichissements plus fréquemment (nourriture) que d'autres (odeurs car l'animal s'en lasse plus vite) (Wells et Egli, 2004). Il est aussi possible de combiner plusieurs enrichissements à la fois, en associant un jeu avec une odeur par exemple : huiles essentielles sur une boîte surprise ou sur des jeux en plastique, sac en toile de jute avec des odeurs de fécès de proie, litière de proie dans une boîte surprise, sac en papier ayant contenu de la nourriture (Podturkin et Papaeva, 2020).

Les enrichissements pour les félins sont très variés et les plus utilisés et efficaces sont ceux permettant au félin de chercher sa nourriture ainsi que ceux lui permettant d'appréhender son environnement plus sereinement donc en modifiant les caractéristiques de son enclos pour qu'il puisse exprimer une plus grande variété de comportements liés à son espèce. Les objets pour jouer sont efficaces mais le félin peut s'en lasser plus vite. Enfin, l'enrichissement sensoriel a un impact variable entre les espèces et entre les individus au sein d'une même espèce, leur utilisation est donc possible mais d'autres recherches sont nécessaires.

Conclusion

Les félins sont largement représentés dans les parcs zoologiques car de nombreuses espèces sont en voie de disparition. Ils ont des besoins comportementaux spécifiques qui sont difficiles à respecter à captivité. Or, les zoos doivent garantir un état de bien-être satisfaisant pour les animaux qu'ils hébergent. Le BEA est multifactoriel et passe par le respect des cinq libertés, la satisfaction des besoins de l'animal, la prise en compte de ses émotions et sa capacité d'adaptation à son environnement. En zoo, le BEA des félins peut être compromis à cause de la frustration et du stress engendrés par les conditions environnementales et se traduire par des stéréotypies de « pacing » pour les plus fréquentes. Le modèle des Cinq Domaines est alors utilisé pour déterminer les conditions de l'environnement à respecter afin d'augmenter leur niveau de BEA. Cependant, aucune grille d'évaluation du BEA comparable aux protocoles Welfare Quality® ou AWIN chez les animaux d'élevage n'existe pour les félins en captivité, l'évaluation de leur BEA est donc qualitative. Afin de lutter contre les causes de stéréotypies et donc de mal-être, il convient de trouver des méthodes d'enrichissement de l'environnement pour augmenter le niveau de BEA des félins en captivité.

L'enrichissement de l'environnement permet d'augmenter l'expression ainsi que la variabilité des comportements normaux propres à une espèce, de réduire la fréquence des comportements anormaux et donc des stéréotypies, d'augmenter l'utilisation positive de l'environnement ainsi que la capacité à faire face aux défis de manière plus sereine et donc de favoriser le BEA. Il existe six types d'enrichissements répartis en deux catégories :

- Animée : interactions intraspécifiques (logement seul ou en groupe) et interspécifiques avec notamment la relation avec l'humain qui permet un enrichissement cognitif de l'animal via l'entraînement.
- Inanimée : l'enrichissement par la nourriture est le plus efficace et l'enrichissement physique est le plus simple et le premier à mettre en œuvre afin de se rapprocher de l'environnement naturel du félin. Les enrichissements par des objets pour jouer fonctionnent bien mais peuvent mener à de l'habituation. Les enrichissements sensoriels ont un effet variable entre les espèces et même entre les individus d'une même espèce, il est donc difficile de présager de leur efficacité.

L'effectif des individus d'une même espèce étant restreint dans les zoos, les résultats des publications étudiées ne permettent pas de généraliser à tous les félins. Par conséquent, ce travail de thèse présente de nombreux enrichissements différents dont l'efficacité a souvent été montrée pour une ou plusieurs espèces de félins. Il est donc primordial que chaque zoo teste l'impact de l'ajout d'un enrichissement sur le BEA avant de le mettre en œuvre sur le long terme (excepté pour l'enrichissement physique qui permet de complexifier l'environnement en respectant les besoins primaires des félins). Il serait intéressant de poursuivre ce travail par la mise en place d'un test d'efficacité de certains enrichissements pour une espèce de félin dans un zoo avec au préalable un travail sur une grille d'évaluation du BEA chez les félins en captivité avec validation des indicateurs.

Liste des références bibliographiques

- ACARALP-REHNBERG, L.K., COLEMAN, G.J., MAGRATH, M.J.L., *et al.* (2020) The Effect of Behind-The-Scenes Encounters and Interactive Presentations on the Welfare of Captive Servals (*Leptailurus serval*). *Animals* vol. 10, n° 4, p. 743. [<https://doi.org/10.3390/ani10040743>]
- ALLIGOOD, C., LEIGHTY, K. (2015) Putting the "E" in SPIDER: Evolving trends in the evaluation of environmental enrichment efficacy in zoological settings. *Animal Behavior and Cognition* vol. 2, n° 3, p. 200-217. [<https://doi.org/10.12966/abc.08.01.2015>]
- AMAZING ANIMAL NETWORK (2022) This serval cat can jump. *In YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=5b1o3kU1rX8>] (consulté le 06/10/2022).
- ANSES (2018a) L'Anses propose une définition du bien-être animal et définit le socle de ses travaux de recherche et d'expertises. *In Anses*. [<https://www.anses.fr/fr/content/l'anses-propose-une-définition-du-bien-être-animal-et-définit-le-socle-de-ses-travaux-de>] (consulté le 22/02/2022).
- ANSES (2018b) Saisine n°2016-SA-0288 relative au « Bien-être animal : contexte, définition et évaluation ». *In Anses*. [<https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2016SA0288.pdf>] (consulté le 21/03/2022).
- AWIN (2015) AWIN Welfare Assessment Protocol for Sheep. [https://doi.org/10.13130/AWIN_sheep_2015] (consulté le 10/11/2022).
- AZA JAGUAR SPECIES SURVIVAL PLAN® (2016) Jaguar Care Manual. *In Association of Zoos and Aquariums*. [https://assets.speakcdn.com/assets/2332/jaguar_care_manual_2016.pdf] (consulté le 01/09/2022).
- AZA LION SPECIES SURVIVAL PLAN® (2012) Lion Care Manual. *In Association of Zoos and Aquariums*. [https://assets.speakcdn.com/assets/2332/lion_care_manual_20121.pdf] (consulté le 01/09/2022).
- AZA TIGER SPECIES SURVIVAL PLAN® (2016) Tiger care manual. *In Association of Zoos and Aquariums*. [https://assets.speakcdn.com/assets/2332/tiger_care_manual_2016.pdf] (consulté le 01/09/2022).
- AZAA (2022) Felid Taxonomic Advisory Group (TAG) of the American Zoo & Aquarium Association (AZA) > Husbandry. *In Felidtag*. [<http://www.felidtag.org/Husbandry>] (consulté le 08/10/2022).
- BASHAW, M.J., BLOOMSMITH, M.A., MARR, M. j., *et al.* (2003) To hunt or not to hunt? A feeding enrichment experiment with captive large felids. *Zoo Biology* vol. 22, n° 2, p. 189-198. [<https://doi.org/10.1002/zoo.10065>]
- BASSETT, L., BUCHANAN-SMITH, H.M. (2007) Effects of predictability on the welfare of captive animals. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 102, n° 3-4, p. 223-245. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.029>]

- BELLANI, G.G. (2020a) Family Felidae. *In Felines of the World - Discoveries in Taxonomic Classification and History*. Cambridge, Academic Press, p. 13-72. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816503-4.00002-7>]
- BELLANI, G.G. (2020b) Ecology and predation. *In Felines of the World - Discoveries in Taxonomic Classification and History*. Cambridge, Academic Press, p. 309-342. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816503-4.00006-4>]
- BLACKETT, T., MARSH, S., GROVES, G., *et al.* (2020) Core Fundamental Standard of Practice for Captive Wild Animals. *In Wild Welfare*. [<https://wildwelfare.org/wp-content/uploads/Core-Fundamental-Standard-of-Practice-for-Captive-Wild-Animals-Oct2020.pdf>] (consulté le 15/02/2022).
- BLANK PARK ZOO (2019) Enrichissement des animaux au zoo de Blank Park. *In YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=A1-achtIly4>] (consulté le 27/09/2022).
- BOAST, L.K., CHELYSHEVA, E.V., VAN DER MERWE, V., *et al.* (2018) Cheetah Translocation and Reintroduction Programs: Past, Present, and Future. *In Nyhus, P.J. (Éd.), Cheetahs: Biology and Conservation - Biodiversity of the World: Conservation from Genes to Landscapes*. Cambridge, Academic Press, p. 275-289. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804088-1.00020-4>]
- BOISSY, A., ARNOULD, C., CHAILLOU, E., *et al.* (2007a) Émotions et cognition : stratégie pour répondre à la question de la sensibilité des animaux. *INRAE Productions Animales* vol. 20, n° 1, p. 17-22. [<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2007.20.1.3428>]
- BOISSY, A., MANTEUFFEL, G., JENSEN, M.B., *et al.* (2007b) Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behavior* vol. 92, n° 3, p. 375-397. [<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.02.003>]
- BOL, S., CASPERS, J., BUCKINGHAM, L., *et al.* (2017) Responsiveness of cats (Felidae) to silver vine (*Actinidia polygama*), Tatarian honeysuckle (*Lonicera tatarica*), valerian (*Valeriana officinalis*) and catnip (*Nepeta cataria*). *BMC Veterinary Research* vol. 13, n° 1, p. 70. [<https://doi.org/10.1186/s12917-017-0987-6>]
- BRAMBELL, F.W.R. (1965) Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. London, Her Majesty's Stationery Office.
- BROOM, D.M. (1991) Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* vol. 69, n° 10, p. 4167-4175. [<https://doi.org/10.2527/1991.69104167x>]
- CAT SPECIALIST GROUP (2022) Web Portal of the IUCN/SSC Cat Specialist Group. *In CatSG*. [<http://www.catsg.org/>] (consulté le 05/10/2022).
- CLARK, F., KING, A.J. (2008) A Critical Review of Zoo-based Olfactory Enrichment. *In Hurst, J.L., Beynon, R.J., Roberts, S.C., et al. (Éd.), Chemical Signals in Vertebrates 11*. New York, Springer, p. 391-398. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-73945-8_37]
- CLARK, F.E. (2017) Cognitive Enrichment and Welfare: Current Approaches and Future Directions. *Animal Behavior and Cognition* vol. 4, n° 1, p. 52-71. [<https://doi.org/10.12966/abc.05.02.2017>]

- CLAXTON, A.M. (2011) The potential of the human–animal relationship as an environmental enrichment for the welfare of zoo-housed animals. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 133, n° 1-2, p. 1-10. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.03.002>]
- CLUBB, R., MASON, G.J. (2007) Natural behavioural biology as a risk factor in carnivore welfare: How analysing species differences could help zoos improve enclosures. *Applied Animal Behaviour Science, Conservation, Enrichment and Animal Behaviour* vol. 102, n° 3, p. 303-328. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.033>]
- DAMASCENO, J., GENARO, G., QUIRKE, T., *et al.* (2017) The effects of intrinsic enrichment on captive felids. *Zoo Biology* vol. 36, n° 3, p. 186-192. [<https://doi.org/10.1002/zoo.21361>]
- DE ROUCK, M., KITCHENER, A., LAW, G., *et al.* (2005) A comparative study of the influence of social housing conditions on the behavior of captive tigers (*Panthera tigris*). *Animal Welfare* vol. 14, p. 229-238.
- DESMARCHELIER, M.R. (2019) A Systematic Approach in Diagnosing Behavior Problems. In Miller, R.E., Lamberski, N., Calle, P.P. (Éd.), *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy*. St. Louis, W.B. Saunders, p. 76-82. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55228-8.00014-X>]
- ECKERMAN-ROSS, C. (2014) Small Nondomestic Felids in Veterinary Practice. *Journal of Exotic Pet Medicine* vol. 23, n° 4, p. 327-336. [<https://doi.org/10.1053/j.jepm.2014.07.016>]
- ELLIS, S.L. (2009) Environmental Enrichment: Practical strategies for improving feline welfare. *Journal of Feline Medicine and Surgery* vol. 11, n° 11, p. 901-912. [<https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.09.011>]
- FANSON, K., WIELEBNOWSKI, N. (2013) Effect of housing and husbandry practices on adrenocortical activity in captive Canada lynx (*Lynx canadensis*). *Animal Welfare* n° 22, p. 159-165. [<https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.159>]
- FAWC (1992) FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record* vol. 17, p. 357.
- FERNANDEZ, E. (2022) Training as Enrichment: A Critical Review. *Animal welfare* vol. 31, p. 1-12. [<https://doi.org/10.7120/09627286.31.1.001>]
- FERNANDEZ, E.J., MARTIN, A.L. (2021) Animal Training, Environmental Enrichment, and Animal Welfare: A History of Behavior Analysis in Zoos. *Journal of Zoological and Botanical Gardens* vol. 2, n° 4, p. 531-543. [<https://doi.org/10.3390/jzbg2040038>]
- FERNANDEZ, E.J., TAMBORSKI, M.A., PICKENS, S.R., *et al.* (2009) Animal–visitor interactions in the modern zoo: Conflicts and interventions. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 120, n° 1-2, p. 1-8. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.06.002>]
- FRASER, D., WEARY, D.M., PAJOR, E.A., *et al.* (1997) A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns. *Animal welfare* vol. 6, p. 187-205.
- FURLONG, E., GASKILL, B., ERASMUS, M. (2021) Exotic Feline Enrichment Tips For Keeping Captive Cats. In *Purdue University*. [<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AS/AS-675-W.pdf>] (consulté le 08/10/2022).

- GOSWAMI, S., PATEL, S.K., KADIVAR, R., *et al.* (2021) Effects of a combined enrichment intervention on the behavioural and physiological welfare of captive Asiatic lions (*Panthera leo persica*). *Applied Animal Behaviour Science* vol. 236, n° 3, p. 105222. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105222>]
- GREENING, L. (2019) Stereotypies and Other Abnormal Behavior in Welfare Assessment. In Choe, J.C. (Éd.), *Encyclopedia of Animal Behavior*, 2nd edition. Cambridge, Academic Press, p. 141-146. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.90023-2>]
- HALL, B.A., MCGILL, D.M., SHERWEN, S.L., *et al.* (2021) Cognitive Enrichment in Practice: A Survey of Factors Affecting Its Implementation in Zoos Globally. *Animals* vol. 11, n° 6, p. 1721. [<https://doi.org/10.3390/ani11061721>]
- HAMPTON, A., FORD, A., COX, R.E., *et al.* (2020) Effects of music on behavior and physiological stress response of domestic cats in a veterinary clinic. *Journal of Feline Medicine and Surgery* vol. 22, n° 2, p. 122-128. [<https://doi.org/10.1177/1098612X19828131>]
- HANGSTRUP, C.W., HENTZEN, S.V., LAURIDSEN, D.G., *et al.* (2021) Behavioural Differences in Captive Sumatran Tigers (*Panthera tigris sumatrae*). *Genetics and Biodiversity Journal* vol. 5, n° 2, p. 33-52. [<https://doi.org/10.46325/gabj.v5i3.144>]
- HANRATTY, L.A., HANLEY, G.P. (2021) A preference analysis of reinforcer variation and choice. *Journal of Applied Behavior Analysis* vol. 54, n° 3, p. 1062-1074. [<https://doi.org/10.1002/jaba.835>]
- HARE, V.J., KINGSTON JONES, M. (2018) Enrichment for Physical Fitness: Let's Get Physical. In *International Congress of Zookeepers*. [<https://www.iczoo.org/wp-content/uploads/2021/02/ICZ-2018-Enrichment-for-Physical-Fitness-Lets-Get-Physical.pdf>] (consulté le 08/10/2022).
- HAYWARD, M.W., JĘDRZEJEWSKI, W., JĘDRZEJEWSKA, B. (2012) Prey preferences of the tiger *Panthera tigris*. *Journal of Zoology* vol. 286, n° 3, p. 221-231. [<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00871.x>]
- IUCN (2022) IUCN Red List of Threatened Species. In *IUCN*. [<https://www.iucnredlist.org/fr>] (consulté le 30/09/2022).
- KELLING, A.S., ALLARD, S.M., KELLING, N.J., *et al.* (2012) Lion, Ungulate, and Visitor Reactions to Playbacks of Lion Roars at Zoo Atlanta. *Journal of Applied Animal Welfare Science* vol. 15, n° 4, p. 313-328. [<https://doi.org/10.1080/10888705.2012.709116>]
- KITCHENER, A.C., VAN VALKENBURGH, B., YAMAGUCHI, N. (2010) Chapter 3 - Felid form and function. In Macdonald, D.W., Loveridge, A.J. (Éd.), *Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford University Press, p. 83-106.
- KREMER, L., KLEIN HOLKENBORG, S.E.J., REIMERT, I., *et al.* (2020) The nuts and bolts of animal emotion. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* vol. 113, p. 273-286. [<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.01.028>]
- KROSHKO, J., CLUBB, R., HARPER, L., *et al.* (2016) Stereotypic route tracing in captive Carnivora is predicted by species-typical home range sizes and hunting styles. *Animal Behaviour* vol. 117, p. 197-209. [<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.05.010>]

- LAMBERSKI, N. (2015) Chapter 47 - Felidae. In Miller, R.E., Fowler, M.E. (Éd.), *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8*. St. Louis, W.B. Saunders, p. 467-476. [<https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00047-5>]
- LAW, G., KITCHENER, A.C. (2019) Twenty years of the tiger feeding pole: review and recommendations. *International Zoo Yearbook* vol. 54, n° 1, p. 1-17. [<https://doi.org/10.1111/izy.12249>]
- LE NEINDRE, P., BERNARD, E., BOISSY, A., *et al.* (2017) Animal Consciousness. *EFSA Supporting Publications* vol. 14, n° 4, p. 165. [<https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.EN-1196>]
- LEPONT, S. (2022) Un tour du monde nature au zoo de Champrépus. In *Ouest-France*. [<https://www.ouest-france.fr/normandie/champrepus-50800/manche-un-tour-du-monde-nature-au-zoo-de-champrepus-9712b1e8-ee48-11ec-a52e-44edc7039e9e>] (consulté le 02/11/2022).
- MACDONALD, D.W., LOVERIDGE, A.J., NOWELL, K. (2010a) Chapter 1 - Dramatis personae : an introduction to the wild felids. In Macdonald, D.W., Loveridge, A.J. (Éd.), *Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford University Press, p. 3-58.
- MACDONALD, D.W., MOSSER, A., GLITTLEMAN, J.L. (2010b) Chapter 5 - Felid society. In Macdonald, D.W., Loveridge, A.J. (Éd.), *Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford University Press, p. 125-160.
- MACRI, A.M., PATTERSON-KANE, E. (2011) Behavioural analysis of solitary versus socially housed snow leopards (*Panthera uncia*), with the provision of simulated social contact. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 130, n° 3-4, p. 115-123. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.12.005>]
- MAPLE, T.L., PERDUE, B.M. (2013) Environmental Enrichment. In *Zoo Animal Welfare*. Berlin, Springer, p. 95-117. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35955-2_6]
- MARTÍNEZ-MACIPE, M., LAFONT-LECUELLE, C., MANTECA, X., *et al.* (2015) Evaluation of an innovative approach for sensory enrichment in zoos: semiochemical stimulation for captive lions (*Panthera leo*). *Animal Welfare* vol. 24, n° 4, p. 455-461. [<https://doi.org/10.7120/09627286.24.4.455>]
- MASON, G., CLUBB, R., LATHAM, N., *et al.* (2007) Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Applied Animal Behaviour Science* vol. 102, n° 3-4, p. 163-188. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.041>]
- MCPHEE, M.E. (2002) Intact carcasses as enrichment for large felids: Effects on on- and off-exhibit behaviors. *Zoo Biology* vol. 21, n° 1, p. 37-47. [<https://doi.org/10.1002/zoo.10033>]
- MÉDEINA (2022) L'enrichissement du guépard avec Bastet et ses petits âgés de 6 mois. In *YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=4TKDR7MxaBU>] (consulté le 27/09/2022).
- MELFI, V. (2013) Is training zoo animals enriching? *Applied Animal Behaviour Science* vol. 147, p. 299-305. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.04.011>]
- MELLEN, J., SEVENICH MACPHEE, M. (2001) Philosophy of environmental enrichment: Past, present, and future. *Zoo Biology* vol. 20, n° 3, p. 211-226. [<https://doi.org/10.1002/zoo.1021>]

- MELLOR, D.J., BEAUSOLEIL, N.J., LITTLEWOOD, K.E., *et al.* (2020) The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals* vol. 10, n° 10, p. 1870. [<https://doi.org/10.3390/ani10101870>]
- MELLOR, D.J., HUNT, S., GUSSET, M. (2015) Caring for Wildlife : The World Zoo and Aquarium Animal Welfare Strategy. *In WAZA*. [https://www.waza.org/wp-content/uploads/2019/03/WAZA-Animal-Welfare-Strategy-2015_Portrait.pdf] (consulté le 15/02/2022).
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION (2021) Section 3 du Code de l'environnement: Dispositions relatives aux animaux d'espèces non domestiques détenus en captivité à des fins de divertissement (Articles L413-10 et L413-12). *In Légifrance*. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA000044389818/2021-12-02/#LEGISCTA000044389818] (consulté le 10/09/2022).
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION (2004) Article 10 - Arrêté du 25 mars 2004 fixant les règles générales de fonctionnement et les caractéristiques générales des installations des établissements zoologiques à caractère fixe et permanent, présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère - NOR : DEVN0430016A. *In Légifrance*. [https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2004/3/25/DEVN0430016A/jo/article_10] (consulté le 15/02/2022).
- MOREIRA, N., BROWN, J.L., MORAES, W., *et al.* (2007) Effect of housing and environmental enrichment on adrenocortical activity, behavior and reproductive cyclicity in the female tigrina (*Leopardus tigrinus*) and margay (*Leopardus wiedii*). *Zoo Biology* vol. 26, n° 6, p. 441-460. [<https://doi.org/10.1002/zoo.20139>]
- MORMEDE, P., BOISSEAU-SOWINSKI, L., CHIRON, J., *et al.* (2018) Bien-être animal : contexte, définition, évaluation. *INRAE Productions Animales* vol. 31, n° 2, p. 145-162. [<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.2.2299>]
- MOUNIER, L., BOISSY, A., DE BOYER DES ROCHES, A., *et al.* (2021) Le bien-être des animaux d'élevage : Évaluer le bien-être animal. Versailles, Éditions Quæ.
- O'CONNOR, V.L., THOMAS, P., CHODOROW, M., *et al.* (2022) Exploring innovative problem-solving in African lions (*Panthera leo*) and snow leopards (*Panthera uncia*). *Behavioural Processes* vol. 199, p. 104648. [<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104648>]
- OMSA (2004) Article 7.1.1. Introduction aux recommandations relatives au bien-être animal. *In WOAHA*. [<https://www.woah.org/fr/ce-que-nous-faisons/normes/codes-et-manuels/acces-en-ligne-au-code-terrestre/>] (consulté le 09/02/2022).
- PARC ZOOLOGIQUE DE LA BOISSIÈRE DU DORÉ (2020) Moment de jeu chez les panthères noires. *In YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=OiMfuq64XNY>] (consulté le 27/09/2022).
- PASTORINO, G.Q., BRERETON, J.E., DRAGO, F., *et al.* (2021) Investigating the effect of social grouping on the behaviour of captive leopards. *Journal of Zoo and Aquarium Research* vol. 9, n° 2, p. 116-123. [<https://doi.org/10.19227/jzar.v9i2.548>]
- PAUL, E.S., MENDEL, M.T. (2018) Animal emotion: Descriptive and prescriptive definitions and their implications for a comparative perspective. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 205, p. 202-209. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.01.008>]

- PODTURKIN, A.A. (2021) In search of the optimal enrichment program for zoo-housed animals. *Zoo Biology* vol. 40, n° 6, p. 527-540. [<https://doi.org/10.1002/zoo.21642>]
- PODTURKIN, A.A., PAPAIEVA, N. (2020) Development of an environmental enrichment programme: case study of white Bengal tiger (*Panthera tigris bengalensis*) and jaguar (*Panthera onca*) at Moscow Zoo. *Journal of Zoo and Aquarium Research* vol. 8, n° 2, p. 139-145. [<https://doi.org/10.19227/jzar.v8i2.393>]
- PRICE, E.E., STOINSKI, T.S. (2007) Group size: Determinants in the wild and implications for the captive housing of wild mammals in zoos. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 103, n° 3-4, p. 255-264. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.021>]
- QUIRKE, T., O'RIORDAN, R., DAVENPORT, J. (2013) A comparative study of the speeds attained by captive cheetahs during the enrichment practice of the « cheetah run ». *Zoo Biology* vol. 32, n° 5, p. 490-496. [<https://doi.org/10.1002/zoo.21082>]
- QUIRKE, T., O'RIORDAN, R.M., ZUUR, A. (2012) Factors influencing the prevalence of stereotypical behaviour in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Applied Animal Behaviour Science* vol. 142, n° 3-4, p. 189-197. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.09.007>]
- RABER, J.M., NIEKRASZ, M., LINKENHOKER, J., *et al.* (2018) Veterinary Care. In Weichbrod, R.H., Thompson, G.A. (Heidbrink), Norton, J.N. (Éd.), *Management of Animal Care and Use Programs in Research, Education, and Testing*, 2nd edition. Boca Raton (FL), CRC Press/Taylor & Francis.
- RANGEL, M.C., JORGE DA SILVA JR, N. (2022) Environmental Food and Cognitive Enrichment: A Study of WellBeing for Large Captive Felids at the Zoo of Goiânia. *Journal of Veterinary Health Science* vol. 3, n° 2, p. 178-189.
- REGAIOLLI, B., RIZZO, A., OTTOLINI, G., *et al.* (2019) Motion Illusions as Environmental Enrichment for Zoo Animals: A Preliminary Investigation on Lions (*Panthera leo*). *Frontiers in Psychology* vol. 10. [<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02220>]
- RESENDE, L.S., PEDRETTI GOMES, K.C., ANDRIOLO, A., *et al.* (2011) Influence of Cinnamon and Catnip on the Stereotypical Pacing of Oncilla Cats (*Leopardus tigrinus*) in Captivity. *Journal of Applied Animal Welfare Science* vol. 14, n° 3, p. 247-254. [<https://doi.org/10.1080/10888705.2011.576981>]
- RESENDE, L.S., REMY, G.L., RAMOS JR, V. de A., *et al.* (2009) The influence of feeding enrichment on the behavior of small felids (Carnivora: Felidae) in captivity. *Zoologia (Curitiba)* vol. 26, n° 4, p. 601-605. [<https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000400003>]
- ROSE, P.E., NASH, S.M., RILEY, L.M. (2017) To pace or not to pace? A review of what abnormal repetitive behavior tells us about zoo animal management. *Journal of Veterinary Behavior* vol. 20, p. 11-21. [<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2017.02.007>]
- RUSKELL, A.D., MEIERS, S.T., JENKINS, S.E., *et al.* (2014) Effect of Bungee-carcass enrichment on behavior and fecal glucocorticoid metabolites in two species of zoo-housed Felids. *Zoo Biology* vol. 34, n° 2, p. 1-8. [<https://doi.org/10.1002/zoo.21192>]

- SALAS, M., LAMÉRIS, D.W., DEPOORTERE, A., *et al.* (2021) Zoo Visitor Attitudes Are More Influenced by Animal Behaviour than Environmental Enrichment Appearance. *Animals* vol. 11, n° 7, p. 1971. [<https://doi.org/10.3390/ani11071971>]
- SCHAPIRO, S.J., MAGDEN, E.R., REAMER, L.A., *et al.* (2018) Behavioral Training as Part of the Health Care Program. In Weichbrod, R.H., Thompson, G.A. (Heidbrink), Norton, J.N. (Éd.), *Management of Animal Care and Use Programs in Research, Education, and Testing*, 2nd edition. Boca Raton (FL), CRC Press/Taylor & Francis.
- SEYRLING, I., DIERKES, P.W., BURGER, A.L. (2022) Diurnal and Nocturnal Behaviour of Cheetahs (*Acinonyx jubatus*) and Lions (*Panthera leo*) in Zoos. *Animals* vol. 12, n° 18. [<https://doi.org/10.3390/ani12182367>]
- SHERWEN, S.L., HEMSWORTH, P.H. (2019) The Visitor Effect on Zoo Animals: Implications and Opportunities for Zoo Animal Welfare. *Animals* vol. 9, n° 6, p. 366. [<https://doi.org/10.3390/ani9060366>]
- SIMCHAROEN, A., SAVINI, T., GALE, G.A., *et al.* (2014) Female tiger *Panthera tigris* home range size and prey abundance: important metrics for management. *Oryx, Fauna & Flora International* vol. 48, n° 3, p. 370-377. [<https://doi.org/10.1017/S0030605312001408>]
- SKIBIEL, A.L., TREVINO, H.S., NAUGHER, K. (2007) Comparison of several types of enrichment for captive felids. *Zoo Biology* vol. 26, n° 5, p. 371-381. [<https://doi.org/10.1002/zoo.20147>]
- SNOWDON, C.T. (2021) Animal Signals, Music and Emotional Well-Being. *Animals* vol. 11, n° 9, p. 2670. [<https://doi.org/10.3390/ani11092670>]
- SNOWDON, C.T., TEIE, D., SAVAGE, M. (2015) Cats prefer species-appropriate music. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 166, p. 106-111. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.02.012>]
- STANTON, L.A., SULLIVAN, M.S., FAZIO, J.M. (2015) A standardized ethogram for the felidae: A tool for behavioral researchers. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 173, p. 44. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.04.001>]
- STELow, E. (2018) Diagnosing Behavior Problems: A Guide for Practitioners. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Behavior as an Illness Indicator* vol. 48, n° 3, p. 339-350. [<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.12.003>]
- SUÁREZ, P., RECUERDA, P., ARIAS-DE-REYNA, L. (2017) Behaviour and welfare: the visitor effect in captive felids. *Animal Welfare* vol. 26, n° 1, p. 25-34. [<https://doi.org/10.7120/09627286.26.1.025>]
- SUNQUIST, M. (2010) What Is a Tiger? Ecology and Behavior. In Tilson, R., Nyhus, P.J. (Éd.), *Tigers of the World - The Science, Politics and Conservation of Panthera Tigris*, 2nd edition. Amsterdam, Academic Press, p. 19-33. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-8155-1570-8.00002-5>]
- SZOKALSKI, M.S., LITCHFIELD, C.A., FOSTER, W.K. (2012) Enrichment for captive tigers (*Panthera tigris*): Current knowledge and future directions. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 139, n° 1-2, p. 1-9. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.021>]

- TAROU, L.R., BASHAW, M.J. (2007) Maximizing the effectiveness of environmental enrichment: Suggestions from the experimental analysis of behavior. *Applied Animal Behaviour Science, Conservation, Enrichment and Animal Behaviour* vol. 102, n° 3, p. 189-204. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.026>]
- TEAM BUILDING (2011) Dynamic branches creation. *In YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=bH01Pj0tQ-4>] (consulté le 09/10/2022).
- TETZLOFF, J. (2016) Role of Zoos in Snow Leopard Conservation: The Species Survival Plan in North America. *In* McCarthy, T., Mallon, D. (Éd.), *Snow Leopards - Biodiversity of the World: Conservation from Genes to Landscapes*. Cambridge, Academic Press, p. 301-310. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802213-9.00022-5>]
- TORONTO ZOO (2022) Enrichment Photos. *In Toronto Zoo*. [<https://www.torontozoo.com/tz/enrichmentphotos>] (consulté le 09/10/2022).
- TOURISME ALLIER (2020) Le PAL, 1000 animaux, 31 attractions et 31 lodges. *In Allier Auvergne Tourisme*. [<https://www.allier-auvergne-tourisme.com/activites/parcs-et-bases-de-loisirs/le-pal/le-royaume-des-animaux-397-1.html>] (consulté le 02/11/2022).
- TUITE, E.K., MOSS, S.A., PHILLIPS, C.J., *et al.* (2022) Why Are Enrichment Practices in Zoos Difficult to Implement Effectively? *Animals* vol. 12, n° 5, p. 554. [<https://doi.org/10.3390/ani12050554>]
- TYNES, V.V., SINN, L. (2014) Abnormal Repetitive Behaviors in Dogs and Cats: A Guide for Practitioners. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Behavior: A Guide for Practitioners* vol. 44, n° 3, p. 543-564. [<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.01.011>]
- VAZ, J., NARAYAN, E.J., DILEEP KUMAR, R., *et al.* (2017) Prevalence and determinants of stereotypic behaviours and physiological stress among tigers and leopards in Indian zoos. *PLoS One* vol. 12, n° 4, p. e0174711. [<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174711>]
- VEASEY, J.S. (2020) Can Zoos Ever Be Big Enough for Large Wild Animals? A Review Using an Expert Panel Assessment of the Psychological Priorities of the Amur Tiger (*Panthera tigris altaica*) as a Model Species. *Animals* vol. 10, n° 9, p. 19. [<https://doi.org/10.3390/ani10091536>]
- WARD, S.J., SHERWEN, S., CLARK, F.E. (2018) Advances in Applied Zoo Animal Welfare Science. *Journal of Applied Animal Welfare Science* vol. 21, n° sup1, p. 23-33. [<https://doi.org/10.1080/10888705.2018.1513842>]
- WATTERS, J.V. (2009) Toward a predictive theory for environmental enrichment. *Zoo Biology* vol. 28, p. 609-622. [<https://doi.org/10.1002/zoo.20284>]
- WEBSTER, J. (2022) Animal welfare: understanding sentient minds and why it matters. Wheathampstead, Universities Federation for Animal Welfare (UFAW).
- WEISS, E., MOHAN-GIBBONS, H., ZAWISTOWSKI, S. (2015) Animal behavior for shelter veterinarians and staff. Hoboken, Wiley-Blackwell.
- WELFARE QUALITY® (2009) Welfare Quality® Assessment Protocol for Cattle. *In Welfare Quality® Network*. [<http://www.welfarequalitynetwork.net/en-us/reports/assessment-protocols/>] (consulté le 10/11/2022).

- WELLS, D.L. (2009) Sensory stimulation as environmental enrichment for captive animals: A review. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 118, n° 1-2, p. 1-11. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.01.002>]
- WELLS, D.L., EGLI, J.M. (2004) The influence of olfactory enrichment on the behaviour of captive black-footed cats, *Felis nigripes*. *Applied Animal Behaviour Science* vol. 85, n° 1-2, p. 107-119. [<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.08.013>]
- WHITHAM, J., MILLER, L. (2019) A Zoo Animal's Neighbourhood: How Conspecific Neighbours Impact Welfare. *Animal Welfare* vol. 28, n° 2, p. 127-136. [<https://doi.org/10.7120/09627286.28.2.127>]
- WILD WELFARE (2022) Enrichment & Animal Welfare. *In Wild Welfare*. [<https://wildwelfare.org/enrichment-animal-welfare/>] (consulté le 06/10/2022).
- WILDLIFE TOY BOX (2022) Welcome to Wildlife Toy Box. *In Wildlife Toy Box*. [<https://www.wildlifetoybox.com/>] (consulté le 06/10/2022).
- WILDT, D., SWANSON, W., BROWN, J., *et al.* (2010) Chapter 8 - Felids ex situ : managed programmes, research, and species recovery. *In* Macdonald, D.W., Loveridge, A.J. (Éd.), *Biology and Conservation of Wild Felids*. Oxford University Press, p. 217-236.
- WOC COLBURN, A.M., SANCHEZ, C.R., CITINO, S., *et al.* (2018) Chapter 24 - Clinical Management of Captive Cheetahs. *In* Nyhus, P.J., Marker, L., Boast, L.K., *et al.* (Éd.), *Cheetahs: Biology and Conservation, Biodiversity of World: Conservation from Genes to Landscapes*. Cambridge, Academic Press, p. 335-347. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804088-1.00024-1>]
- YOUNG, R.J. (2003) Environmental enrichment for captive animals. Oxford, Blackwell Science.
- YU, S., JIANG, Z., ZHU, H., *et al.* (2009) Effects of odors on behaviors of captive Amur leopards *Panthera pardus orientalis*. *Current Zoology* vol. 55, n° 1, p. 20-27. [<https://doi.org/10.1093/czoolo/55.1.20>]
- ZOO D'AMIENS (2020) Enrichissement pour tigre. *In YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=-F0dxqNQq0>] (consulté le 27/09/2022).
- ZOO DE BORDEAUX PESSAC (2021) Zoo de Bordeaux Pessac. *In Zoo de Bordeaux Pessac*. [<https://www.zoo-bordeaux-pessac.com/public/>] (consulté le 09/10/2022).
- ZOO DE CHAMPRÉPUS (2022) Zoo de Champrépus en Normandie. *In Zoo Champrépus*. [<https://www.zoo-champrepus.com/>] (consulté le 09/10/2022).
- ZOO SAUVAGE DE SAINT-FÉLICIEN (2022) Un enrichissement spécial pour Mashka. *In YouTube*. [<https://www.youtube.com/watch?v=OLbQ6U9SBZE>] (consulté le 27/09/2022).
- ZOOPARC DE BEAUVAL (2022) Panthère des neiges. *In ZooParc de Beauval*. [<https://www.zoobeauval.com/zooparc/liste-des-animaux/panthere-des-neiges>] (consulté le 27/09/2022).
- ZOTOGRAPHE (2020) Blog non-officiel du ZooParc de Beauval. *In Canalblog*. [<http://zootographe.canalblog.com/archives/2016/11/02/34514988.html>] (consulté le 02/11/2022).

ENRICHISSEMENT CHEZ LES FÉLINS EN CAPTIVITÉ

AUTEUR : Laura QUEVILLY-NAVARETTE

RÉSUMÉ :

Les félins sont largement représentés dans les parcs zoologiques car de nombreuses espèces sont en voie de disparition. Ils ont des besoins comportementaux spécifiques qui sont difficiles à respecter à captivité. Or, les zoos doivent garantir un état de bien-être satisfaisant pour les animaux qu'ils hébergent. Les félins détenus en captivité dans les zoos peuvent présenter des signes de mal-être, notamment des stéréotypies, quand leur environnement est inadapté (pauvre, prédictible, non stimulant, agressif au niveau sensoriel, frustrant). L'enrichissement consiste à améliorer l'environnement en prenant en compte les besoins naturels et les comportements biologiques de l'espèce afin de garantir un niveau de bien-être animal satisfaisant.

Ce travail de thèse bibliographique avait pour objectif de faire un état des lieux des différentes méthodes d'enrichissement proposées pour les félins. Après une première partie sur l'évaluation du bien-être animal chez les félins en captivité et les objectifs et principes de l'enrichissement de l'environnement, nous avons présenté les enrichissements disponibles et étudiés chez les félins dans les parcs zoologiques.

L'état mental de l'animal dépend de sa nutrition, de son environnement physique, de son état de santé et de ses interactions avec son environnement, les animaux et les humains. L'enrichissement par la nourriture chez les félins est majoritairement représenté dans la littérature scientifique et est efficace car il réveille leur instinct naturel de chasseur. L'enrichissement physique de l'environnement est primordial pour répondre aux besoins des félins et se rapprocher au mieux de leur environnement naturel. Les interactions avec l'humain étant indispensables, des méthodes telles que l'entraînement médical sont mises en place en tant qu'enrichissement cognitif. Enfin, l'enrichissement sensoriel est peu étudié et son efficacité est très variable.

Les effectifs d'individus d'une même espèce étant restreints dans les zoos, les résultats des publications étudiées ne permettent pas de généraliser à tous les félins. Par conséquent, chaque zoo, pour chaque espèce de félin, doit montrer l'efficacité des enrichissements proposés avant de les mettre en œuvre sur le long terme. De plus, une vigilance particulière doit être accordée au phénomène d'habituation qui est individu-dépendant, et varier ou combiner les enrichissements permettrait d'y remédier.

MOTS CLÉS :

ENRICHISSEMENT, FÉLINS, CAPTIVITÉ, BIEN-ÊTRE ANIMAL, PARC ZOOLOGIQUE

JURY :

Président : Pr Alain FONTBONNE

Directrice de thèse : Pr Caroline GILBERT

Examineur : Dr Pascal ARNÉ

ENRICHMENT IN CAPTIVE FELIDS

AUTHOR: Laura QUEVILLY-NAVARETTE

SUMMARY:

Felids are widely represented in zoos because many species are endangered. They have specific behavioural needs which are difficult to meet in captivity. Zoos must ensure a satisfying state of welfare for all animals. However, captive felids in zoos can show signs of poor welfare, including stereotypies, when their environment is unsuitable (poor, predictable, unstimulating, sensory aggressive, frustrating). Enrichment consists of improving environment by taking into account the species' natural needs and biological behaviours in order to guarantee a satisfying state of animal welfare.

The aim of this thesis was to review the various enrichment methods proposed for felids. After a first part on the assessment of animal welfare in captive felids and the objectives and principles of environmental enrichment, we presented the available and studied enrichments for felids in zoological gardens.

The mental state of an animal depends on its nutrition, physical environment, state of health and interactions with its environment, animals and humans. Food enrichment in felids is predominant in the scientific literature and has proven to be efficient since it awakens their natural hunting instinct. Physical environmental enrichment is essential to meet the felids' needs and to approximate their natural environment. As human interaction is essential, methods such as medical training are used as cognitive enrichment. Finally, sensory enrichment has been little studied and its effectiveness is highly variable.

As the number of individuals of the same species in zoos is limited, the results of the publications reviewed do not allow generalisation for all felids. Therefore, each zoo, for each felid species, must demonstrate the effectiveness of the proposed enrichment before implementing it in the long term. In addition, particular attention should be paid to habituation, which is individual-dependent, and varying or combining enrichments would help to prevent it.

KEYWORDS:

ENRICHMENT, FELIDS, CAPTIVITY, ANIMAL WELFARE, ZOOLOGICAL GARDEN

JURY:

Chairperson: Pr Alain FONTBONNE

Thesis Director: Pr Caroline GILBERT

Reviewer: Dr Pascal ARNÉ