



**HAL**  
open science

# Étude bibliographique et multiparamétrique du bien-être de phoques communs (*phoca vitulina*) et phoques gris (*halichoerus grypus*) en captivité

Fabien Jacquet

► **To cite this version:**

Fabien Jacquet. Étude bibliographique et multiparamétrique du bien-être de phoques communs (*phoca vitulina*) et phoques gris (*halichoerus grypus*) en captivité. Médecine vétérinaire et santé animale. 2023. dumas-04161166

**HAL Id: dumas-04161166**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04161166>**

Submitted on 13 Jul 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.

# ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET MULTIPARAMETRIQUE DU BIEN-ETRE DE PHOQUES COMMUNS (*PHOCA VITULINA*) ET PHOQUE GRIS (*HALICHOERUS GRYPUS*) EN CAPTIVITE

---

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**JACQUET Fabien, Baptiste, René**

**Directrice de thèse : Mme Annabelle MEYNADIER**

---

## JURY

PRESIDENT :

**M. Stéphane BERTAGNOLI**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :

**Mme Annabelle MEYNADIER**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**M. Guillaume LE LOC'H**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITEE :

**Mme Fabienne DELFOUR**

Docteure ès Ethologie cognitive, Enseignante vacataire à  
l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



# ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET MULTIPARAMETRIQUE DU BIEN-ETRE DE PHOQUES COMMUNS (*PHOCA VITULINA*) ET PHOQUE GRIS (*HALICHOERUS GRYPUS*) EN CAPTIVITE

---

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**JACQUET Fabien, Baptiste, René**

Né le 03/12/1997 à NEVERS (58)

**Directrice de thèse : Mme Annabelle MEYNADIER**

---

## JURY

PRESIDENT :

**M. Stéphane BERTAGNOLI**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :

**Mme Annabelle MEYNADIER**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**M. Guillaume LE LOC'H**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITEE :

**Mme Fabienne DELFOUR**

Docteure ès Ethologie cognitive, Enseignante vacataire à  
l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



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

**Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire**

**Directeur : Professeur Pierre SANS**

**PROFESSEURS CLASSE  
EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

**PROFESSEURS 1<sup>ère</sup>  
CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- A. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- A. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- A. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

**PROFESSEURS 2<sup>ème</sup>  
CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

## MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*  
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*  
Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*  
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*  
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

## MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*  
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*  
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*  
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*  
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*  
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*  
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*  
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*  
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*  
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*  
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*  
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*  
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*  
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*  
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*  
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales règlementées*  
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*  
Mme **PALIERNE Sophie**, *Pathologie chirurgicale*  
M. **GAIDE Nicolas**, *Anatomie Pathologique*

## INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*  
M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*  
M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*  
M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*  
Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*  
Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*  
Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*  
Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*  
Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*  
Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*  
Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*  
M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*  
M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*  
Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*  
M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*  
Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique Vétérinaire*  
Mme **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*  
Mme **SAADA Chloé**, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

# Remerciements

## **A Monsieur le Professeur Stéphane Bertagnoli**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Pathologie infectieuse

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

## **A Madame la Docteur Annabelle Meynadier**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Alimentation animal

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ma thèse,  
Mes sincères remerciements

## **A Monsieur le Docteur Guillaume LE LOC'H**

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse Médecine  
zoologique et santé de la faune sauvage

*Pour avoir accepté d'être l'assesseur de ma thèse  
Mes sincères remerciements.*

## **A Madame la Docteur Fabienne Delfour**

Enseignante vacataire à l'ENVT et Docteur ès Ethologie Cognitive

*Pour m'avoir suivi du début à la fin de cette thèse et avoir toujours été aussi  
disponible  
Tous mes remerciements*





SOMMAIRE	3
Liste des figures et tableaux de l'étude.	7
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES CONNAISSANCES SUR LE BIEN-ÊTRE DES PHOCIDÉS	9
I - Généralité sur les phoques veaux marins et phoques gris	12
I - 1) Taxonomie et morphologie.	12
I - 2) Veaux marins	13
I - 3) Phoques gris	15
II - Historique et évolution de la captivité des phoques	18
II - 1) Historique et situation actuelle (Europe, France)	18
II - 3) Législation	19
III - Définition du bien-être	21
III - 1) Les cinq libertés	22
III - 2) Les cinq domaines	23
III - 3) Une définition en évolution constante	26
IV - Critères d'évaluation du bien-être chez les phoques	28
IV - 1) Personnalité	31
IV - 2) Répertoire comportemental	33
IV - 3) Dosage de corticoïdes	35
IV - 4) Comportements anticipatoires	38
IV - 5) Biais cognitif	40
IV - 6) Motivation à Participer aux Trainings.	41
IV - 7) Enrichissement	43
IV - 8) Besoins physiques - mesures basées sur les ressources.	46
ETUDE EXPÉRIMENTALE DU BIEN-ÊTRE DE PHOQUES VEAUX MARINS ET PHOQUE GRIS EN PARC ZOOLOGIQUE	49
I- Matériel et méthode	50
I-1) Océanopolis et leurs phoques	50
I-1)-a)-(v) Décors et substrats	53
I-1)-b) Nourriture	55
I-1)-c) Les animaux	56

I-1)-d) Gestion des animaux	57
I-1)-e) Santé	57
I-2) Étude de la personnalité	59
I-2)-a) Questionnaire aux soigneurs	59
I-2)-b) Test à la nouveauté	60
I-3) Observation comportementale	63
I- 4) Comportements d'anticipation	66
I- 5) Cortisol salivaire	66
I- 6) Volonté à participer WtP	67
I- 7) Enrichissement	67
I- 8) Grille de suivi par les soigneurs.	67
I- 9) Etudes statistiques.	68
II- Résultats	69
II- 1) Environnement - besoins physiques	69
II- 2) Étude de la personnalité	71
II- 2)-a) Test à la nouveauté	71
II- 2)-a) Questionnaire	71
II- 3) Concentration en Cortisol salivaire	73
II- 4) Observations comportementales	74
II- 4)-a) Comportements d'anticipation	74
II- 4)-b) Éthogramme et diversité comportementale.	76
II-5) Volonté de participer	79
II-6) Enrichissement	81
II-7) Corrélacion entre variables d'importance pour le bien-être	82
III- Discussion	84
III-1) Besoins physiques	84
III-2) Personnalité	85
III-3) Etude du cortisol salivaire.	86
III-4) Observations comportementales	88
III-4)a) Comportements d'anticipations	88
III-4)a) Budget temps et diversité comportementale	89
III-5) Volonté de participer.	89

III-6) Enrichissement.	90
IV- Conclusion	92
Bibliographie	93
Annexes	107
Annexe 1 : fiche récapitulative du concept des cinq domaines (version 2020), réalisé par le magazine Horse and People, Australia.	107
Annexe 2 : Dimensions, critères et paramètres mesurables à la base des protocoles d'évaluation du bien-être : applications chez les bovins laitiers selon les résultats du projet européen «Welfare Quality Research Project»	108
Annexe 3 : Plan du bassin des phoques gris et veaux marins, vue de dessus et en coupes transversales et longitudinales.	109
Annexe 4 : Composition des compléments alimentaires "Fish Eater Tablets" de la marque Mazuri Zoo Foods, par comprimé de 1g,	110
Annexe 5 : Table de reconnaissance individuelle des phoques de l'enclos à Océanopolis.	111
Annexe 6 : Liste des enrichissements mis à disposition des phoques.	114
Annexe 7 : Questionnaire de suivi de bien-être, (ligne blanche = remplie par les soigneurs deux fois par semaine, ligne grise = une réponse unique)	117



## Liste des figures et tableaux de l'étude.

Figure 1 : distribution géographique du phoque commun	13
Figure 2 : Morphologie du phoque veau marin jeune et adulte	14
Figure 3 : Distribution géographique du phoque gris	16
Figure 4 : Morphologie du phoque gris jeune et adulte	16
Figure 5 : modèle des cinq domaines pour la compréhension du bien-être animal	25
Figure 6 : Modèle prédictif du comportement anticipatoire	39
Figure 7 : enclos des phoques du Pavillon Bretagne	53
Figure 8 : Vitre sous-marine, côté visiteurs.	54
Figure 9 : évolution de la température de l'eau du bassin des phoques veaux marins et gris à Océanopolis, de décembre 2020 à janvier 2022.	69
Figure 10 : taux de cortisol selon le moment de la journée	73
Figure 11 : fréquence de comportement anticipatoire par individu.	76
Figure 12 : Budget temps de chaque animal selon les catégories comportementales.	77
Figure 13 : Indice de diversité Shannon pour chaque individu.	79
Figure 14 : note WtP selon l'individu	80
Figure 15 : note WtP selon la nature du training	80
Figure 16 : Nombre d'interactions avec un enrichissement sur 5 min, par individu.	81
Figure 17 : Nombre d'interactions sur la durée du test, par animal ou total.	82

Tableau 1 : État des lieux de la présence de veaux marins et phoques gris en parcs zoologiques, données de janvier 2022, obtenue grâce au logiciel ZIMS (logiciel de gestion des parcs zoologiques).	18
Tableau 2 : Critères et mesures du projet C-Well ®	29
Tableau 3 : Dimensions minimales requises pour des enclos de <i>P. vitulina</i> et <i>H. grypus</i>	54
Tableau 4 : Compositions de référence des espèces de poisson distribuées à Océanopolis	55
Tableau 5 : récapitulatif des phoques veaux marins et gris présents à l'Océanopolis, présents dans cette étude.	56
Tableau 6 : Liste et définition des 18 adjectifs pertinents à l'étude de personnalité.	59
Tableau 7 : enrichissements nouveaux utilisés pour le test à la nouveauté.	60
Tableau 8 : variables d'intérêt au cours du test à la nouveauté	61
Tableau 9 : caméra utilisée et exemple de prise de vue à l'Océanopolis.	62
Tableau 10: éthogramme complet des phoques gris et veaux marins utilisé dans cette étude.	64
Tableau 11 : ration, besoins énergétiques et poids des phoques d'Océanopolis.	70
Tableau 12 : Scores d'audace et de cohérence	71
Tableau 13 : Coefficients de corrélation intra-classe des adjectifs de personnalités.	72
Tableau 14 : Note et corrélation (vert = positive, rouge = négative, grise = absence) avec le score d'audace.	73
Tableau 15 : Taux de cortisol moyen par animal et moment de la journée.	74
Tableau 16 : Synthèse des comportements anticipatoires mis en évidence.	75
Tableau 17 : Corrélation significative entre variables d'intérêt pour le bien-être.	83

---

**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES  
CONNAISSANCES SUR LE BIEN-ÊTRE DES  
PHOCIDÉS**

---





Le bien-être animal est de plus en plus étudié depuis quelques décennies, surtout et en premier lieu pour les animaux de production (Veissier et al. 2008), mais l'intérêt, que ce soit du public ou des scientifiques, pour les animaux de zoo et d'aquarium a drastiquement augmenté depuis ces dernières années (Kagan et al., 2015).

Le bien-être des animaux sous la responsabilité des Hommes, qu'il s'agisse d'animaux de compagnie, d'élevage, de laboratoire, de zoo, prend une place de plus en plus importante auprès du public, mais aussi des scientifiques. Depuis les premiers mammifères marins captifs au début du dix-neuvième siècle, de nombreuses avancées scientifiques ont été réalisées, notamment grâce aux connaissances interdisciplinaires apportées par les sciences vétérinaires, la psychologie, la physiologie et la biologie de la conservation (Brando 2010).

La place de la faune sauvage captive, et les possibilités de travailler avec elle, ont elles aussi énormément changé depuis le début du dix-neuvième siècle. Depuis les premières prises de sang volontaires dans les années soixante, les soigneurs des parcs zoologiques effectuent maintenant, grâce aux séances d'entraînement, examen physique rapproché, prises de sang vigil, collecte d'urine et de sperme. Cela a été rendu possible par l'intégration du conditionnement opérant avec renforcement positif. Cela signifie que les soigneurs, lors des périodes d'entraînement, récompensent les comportements voulus après leur apparition, rendant plus probable qu'ils soient reproduits à nouveau. Ces entraînements, motivés principalement au départ pour le divertissement du public et la recherche, ont progressivement servi à améliorer le bien-être des animaux.

Dans ce contexte de faune sauvage captive, nous verrons que l'étude du bien-être animal est d'une part un devoir moral en tant qu'humains pour les espèces sous notre tutelle, et qu'elle permet aussi d'étendre nos connaissances sur des espèces peu connues.

Nous verrons dans cette première partie à quel point il est compliqué de réaliser une analyse objective du bien-être animal, tellement il englobe une quantité de termes, de points de vue, de disciplines différentes, et qu'il représente une notion en constante évolution.

Nous effectuerons tout d'abord un rappel de la taxonomie, la physiologie et les modes de vie de phoques gris et veaux marins. Après un point sur la captivité de ces animaux et la législation qui l'entoure, nous essaierons de faire un état des lieux des consensus scientifiques actuels sur la définition du bien-être animal. Nous verrons finalement les différents critères existants permettant d'évaluer le bien-être des phoques, que ces critères aient déjà été testés pour ces espèces, ou qu'ils soient prometteurs pour d'autres espèces.

# I - Généralité sur les phoques veaux marins et phoques gris

## I - 1) Taxonomie et morphologie.

Les noms scientifiques des phoques veaux marins et phoques gris, concernés dans cette étude, sont respectivement *Phoca vitulina* et *Halichoerus grypus*. Ils font partie de l'ordre Carnivora, du sous-ordre Caniformia, de la super famille des pinnipèdes, et de la famille des *Phocidae*. Ils diffèrent seulement à partir du genre : *Phoca* ou *Halichoerus*.

Les phoques veaux marins et phoques gris font partie de la super famille des Pinnipèdes, qui regroupent les *Otariidae* (otaries et phoques à fourrure), les *Phocidae* (phoques) et les *Odobenidae* (morses). Ces trois familles ont la particularité d'avoir chacune évolué pour être adaptées à la vie à la fois terrestre et marine et sont facilement reconnaissables par la forme générale de leur corps, ainsi que l'adaptation de leurs membres à l'environnement aquatique. Dans leurs habitats naturels, les pinnipèdes sont d'excellentes espèces sentinelles pour des maladies telles que l'intoxication à l'acide domoïque, la leptospirose, le carcinome urogénital, car ils partagent de nombreux facteurs de risque de maladie.

L'anatomie des pinnipèdes comprend de nombreuses adaptations à la vie aquatique, notamment concernant la gestion des gaz lors de plongées, la thermorégulation et la circulation sanguine (Miller et Fowler, 2015).

Les pinnipèdes sont rassemblés avec plus de 120 espèces sous le terme de mammifères marins. Ce groupe très diversifié comprend les cétacés (e.g. baleines, dauphins, orques, marsouins), les pinnipèdes, les siréniens (dugong, lamantin), la loutre de mer et l'ours blanc.

Au contraire des otaries qui, sur Terre, se déplacent principalement grâce à leur membres avants développés et musclés, les phoques ne se servent pas de leurs membres, mais rampent sur leur ventre. Dans le milieu aquatique, c'est principalement leurs membres pelviens qui sont responsables de la poussée avant, les membres thoraciques permettant surtout la direction.

Les phoques ne possèdent pas d'oreilles externes, contrairement aux otaries, et sont plus sensibles au bruit sous l'eau (jusqu'à 180 kHz) que sur terre (jusqu'à 20 kHz). Leurs yeux larges sont adaptés à une vision à basse luminosité et sont sensibles aux rayons lumineux du soleil. Le sens de l'odorat est très développé, mais ne leur sert pas à la prédation (les narines étant fermées sous l'eau par défaut), mais à la reconnaissance des petits et des femelles en chaleur. La température corporelle des phoques est d'environ 36.5-37.5 °C. Avec leur couche épaisse de graisse, ils sont plus sensibles au chaud qu'au froid, et reposent sur des anastomoses artério-veineuses au niveau des membres pelviens pour se refroidir (Gili et al., 2018).

## I - 2) Veaux marins

Les phoques veaux marins passent la majorité du temps dans l'eau, ils sont en effet d'excellents nageurs et plongeurs, et peuvent ainsi rester submergés pendant trente minutes. Très agiles dans l'eau, ils se déplacent de façon gauche sur terre (Shirihai 2020).

- Description et Répartition

Le phoque veau marin est l'espèce la plus répandue de phoque. Il en existait cinq sous-espèces (*P.v. concolor*, *P.v. richardii*, *P.v. stejnegeri*, *P.v. mellonae* et *P.v. vitulina*), mais *P.v. concolor* a récemment été regroupé avec *P.v. vitulina*, ainsi que *P.v. stejnegeri* avec *P.v. richardii* sur la base d'analyses génétiques (Jefferson et al. 2015). Les trois sous-espèces restantes ne sont pas différenciables physiquement, l'identification se faisant sur la base de la localisation, chaque sous-espèce étant isolée géographiquement. La sous-espèce qui nous intéresse ici est *Phoca vitulina vitulina*, qui fréquente les côtes nord de l'Europe (France, Svalbard, Royaume-Uni, Islande, Scandinavie, voir Fig.1). Peu farouche, cette espèce est sédentaire, en France, dans les Baies de Somme, des Veys, de l'Orne et de Seine. On la retrouve aussi sur les plages du nord, et jusque dans la baie du Mont Saint-Michel, qui est la zone la plus méridionale d'Europe où l'on retrouve les phoques veaux marins (Jefferson et al. 2015).

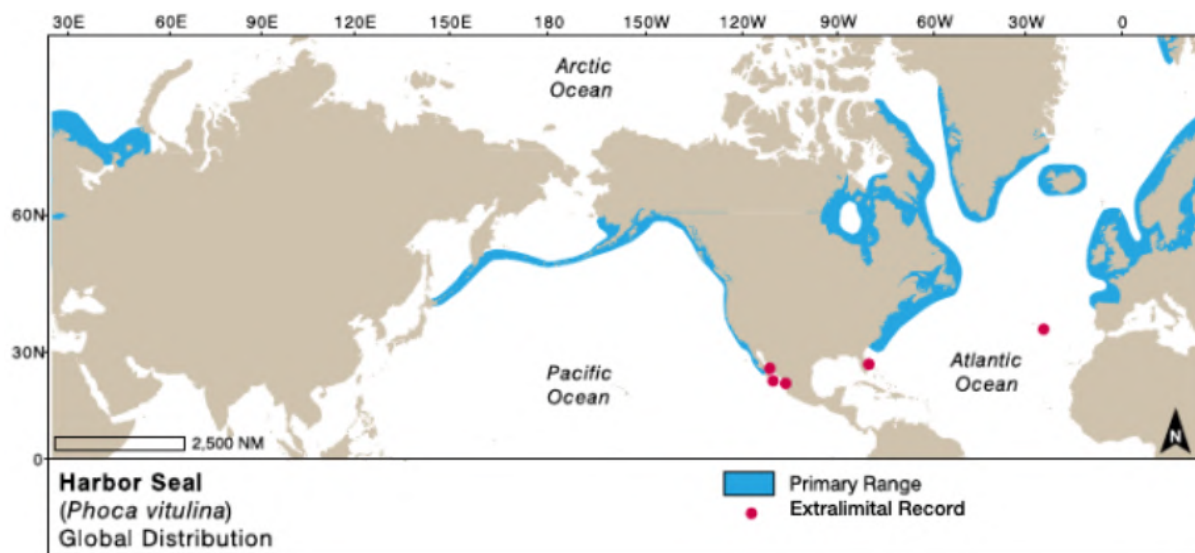


Fig. 1 : distribution géographique du phoque commun (*Phoca vitulina*, 3 sous-espèces), (Jefferson et al. 2015)

On les trouve à ces endroits sur les bancs de sable et dans les vastes estuaires. Ils se regroupent généralement en petit nombre, mais peuvent être parfois très nombreux. Cependant, contrairement aux otaries que l'on peut parfois voir les unes sur les autres, les phoques gardent généralement leurs distances.

Il s'agit d'une espèce non-migratrice, dont les prédateurs principaux sont l'homme, les ours polaires, les orques, les léopards de mer et différentes espèces de requins dont le requin blanc (Riedman 1990). La chasse de veaux marins est encore pratiquée en Islande, Norvège et au Groenland (Seal Conservation Society 2011).

D'un point de vue physiologique, les phoques veaux marins font entre 1.7 mètre et 1.9 mètre de long, pour un poids allant de 70 à 120 kilogrammes.

Ils sont facilement reconnaissables par leur corps arrondi, et possèdent une petite tête au museau large et court présentant un front bien marqué, avec des narines en "V" qui se rejoignent presque à la base (voir Fig.2). La mue se fait une fois par an, généralement entre les mois de juin et d'octobre. Pendant la période de mue, les phoques passent une grande partie de leur temps en dehors de l'eau.

Le dimorphisme sexuel n'est pas forcément évident à observer, avec les mâles en général plus imposants que les femelles, et qui présentent 2 orifices abdominaux, contre un chez la femelle (Shirihai 2020).



Fig. 2 : Morphologie du phoque veau marin jeune et adulte (Jefferson et al. 2015)

- Alimentation et chasse

L'alimentation des veaux marins se compose principalement de poissons plats (hareng, morue, flet, saumons par exemple), mollusques céphalopodes (octopodes), krill, crustacés (bulot, crevettes) et autres invertébrés. Bien qu'il existe une grande diversité de sources de nourriture, la majorité de la ration n'est constituée que de quelques aliments (Burns 2008).

Elle peut varier avec l'âge, la zone géographique, et les saisons (Riedman 1990).

Ils peuvent chasser jusqu'à 500 mètres de profondeur.

- Reproduction

La reproduction des veaux marins est polygame pour les mâles, mais il n'existe pas de harem avec un seul mâle dominant, contrairement aux otaries. Les femelles sont sexuellement matures vers 4 ans, les mâles vers 5 ans.

L'implantation de l'embryon lors de la gestation est différée d'environ deux mois et demi, et avec une gestation après implantation d'environ sept mois et demi, la durée totale d'une gestation est d'environ dix mois.

Les naissances sont réparties de juin à juillet avec un pic en juin. Les femelles mettent bas avec un petit par an, la mise bas se déroulant sur les bancs de sable.

La lactation dure ensuite entre quatre et six semaines. Avec ce cycle, le délai entre la parturition et le premier oestrus post-mise bas est d'environ deux mois et demi à trois mois. (King 1983)

Les petits à la naissance font environ 1 m de long pour 8 kg, et le sevrage se fait progressivement entre deux à six semaines. Ils sont capables de nager directement.

À la réapparition de l'oestrus, l'accouplement se fait dans l'eau, et se produit entre le sevrage et la mue.

- Statut

Les phoques veaux marins sont, au classement IUCN 2004 (Union internationale pour la conservation de la nature), placés en risque inférieur.

Ils sont protégés en France, et sont classés "préoccupation mineure" sur le livre rouge des espèces menacées du Muséum National d'Histoire Naturelle (1997)

Ils sont de plus inscrits en annexe III de la convention de Berne (1979) et annexes II et V de la Directive Habitat (1992)

La population de veaux marins est estimée aux environs de 500 000 individus. Les menaces les plus importantes sont les maladies, les marées noires, la raréfaction des proies, et la chasse, restée légale dans certains pays (Shirihai 2020).

### I - 3) Phoques gris

- Description et Répartition

Les phoques gris sont localisés dans l'hémisphère nord, et sont présents dans les eaux tempérées et subarctiques de l'Atlantique Nord, à la fois côté européen et côté américain (voir Fig.3).

Les colonies de reproduction se basent soit sur les îles s'il y a une absence de glace, sinon elles peuvent s'installer sur les banquises côtières et les îles reliées à la banquise. Il s'agit, comme les veaux marins, d'une espèce non-migratoire (King 1983).

Le dimorphisme sexuel est plus important chez les phoques gris, avec les mâles qui atteignent leur taille adulte vers onze ans, et mesurent de 2 à 2.30 mètres, et pèsent

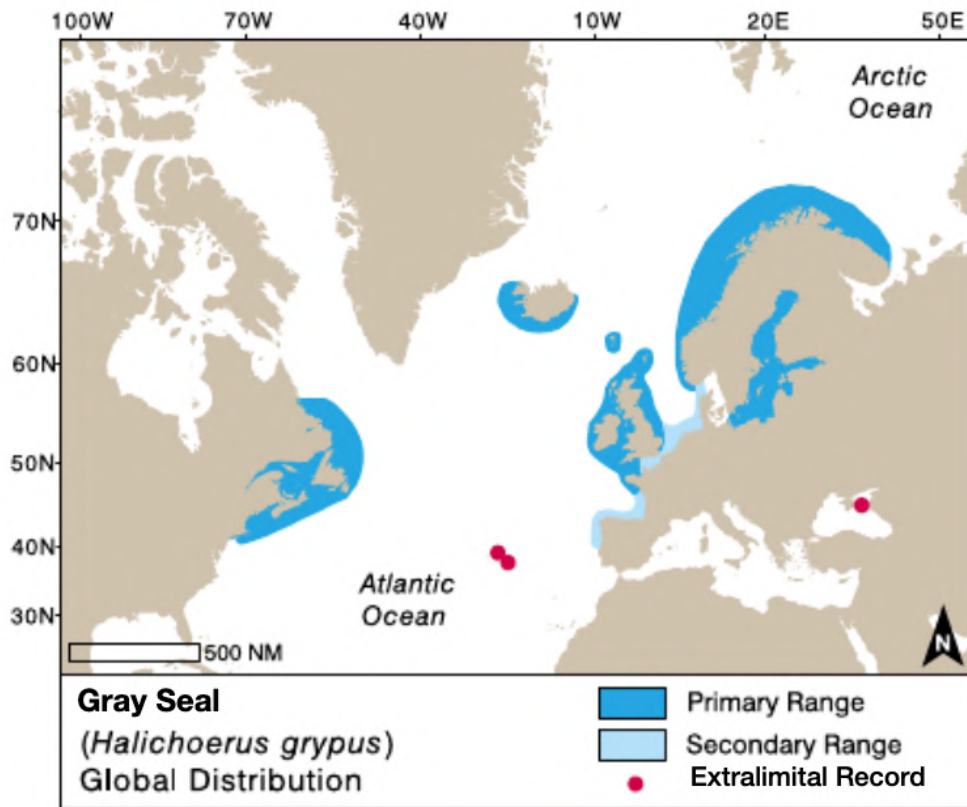


Fig. 3 : Distribution géographique du phoque gris (*Halichoerus grypus*) (Jefferson et al. 2015)

entre 170 et 300 kilogrammes. Les femelles quant à elles atteignent leur taille adulte vers quinze ans, de 1.65 à 1.95 mètre de long, et entre 100 et 180 kilogrammes (King 1983).

Les phoques gris de l'Atlantique Ouest sont significativement plus imposants que ceux de l'Atlantique Est, avec des mâles pouvant dépasser les 400 kilogrammes, et les femelles 250 kilogrammes (Hall et Thompson 2008).

Les phoques gris sont reconnaissables à leur tête allongée (voir Fig. 4). Leur mue a lieu entre mars et juin.

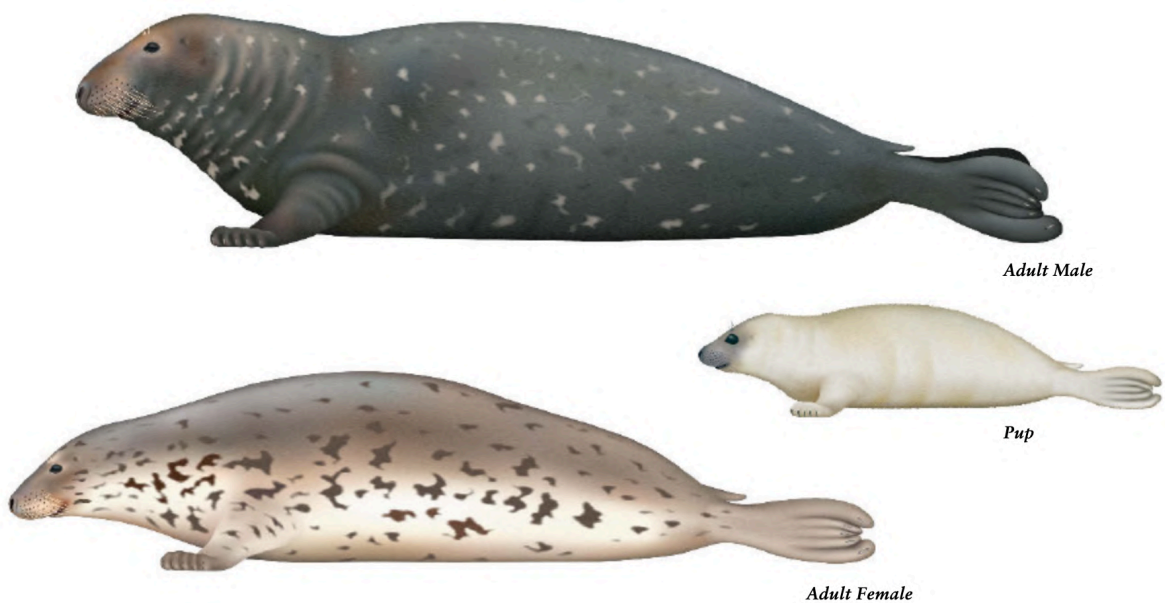


Fig. 4 : Morphologie du phoque gris jeune et adulte (Jefferson et al. 2015)

Il arrive souvent que les phoques gris partagent les sites de repos avec les phoques veaux marins. Ils se rassemblent parfois en grands rassemblements sur les plages de sable, mais sont plutôt solitaires dans l'eau.

Ils ont une longévité maximale en captivité d'environ quarante ans (Shirihai 2020).

Les prédateurs des phoques gris sont les requins.

- Alimentation et chasse

Les phoques gris sont une espèce opportuniste, et peuvent se nourrir de saumon, morue, lançon, hareng, poissons plats, céphalopodes, crustacés...

Pour chasser, les phoques gris font des plongées relativement courtes, entre 4 et 10 minutes, avec un maximum observé de 30 minutes. De la même façon, ils chassent principalement dans les eaux peu profondes, entre 60 et 100 mètres de profondeur, mais des plongées à plus de 300 mètres ont été rapportées (Hall et Thompson 2008).

- Reproduction

Les femelles sont sexuellement matures à 4 ans, les mâles à 6 ans, mais ils ne se reproduisent qu'à partir d'une dizaine d'années, le poids étant décisif pour établir un territoire. Les mâles sont alors en compétition pour un territoire, qui va définir le nombre de femelles (entre deux et dix selon le territoire occupé et la densité de population), mais les combats restent rares (Nigel et Bonner 1989).

Les naissances ont lieu dans les îles britanniques entre septembre et avril, avec des pics en octobre, janvier et mars. Les phoques gris retournent en général à l'endroit de leur naissance pour mettre bas.

Les petits, appelés blanchons car ils naissent avec un pelage entièrement blanc, pèsent environ 15 kilogrammes pour 1 mètre à la naissance. La période de lactation est de 16 à 21 jours. Leur pelage tout blanc mue vers 3 semaines d'âge, pendant 4 à 5 jours (King 1983).

Le sevrage est brutal, et les petits doivent apprendre seuls la vie en mer, entre 2.5 et 4 semaines

Les accouplements ont lieu dès le sevrage des jeunes, entre septembre et mars, sur terre ou en mer.

De la même façon que les veaux marins, l'implantation est différée. La gestation réelle dure 8 mois, et la gestation totale environ 11 mois.

- Statut

Le phoque gris a le même statut que le phoque veau marin : risque inférieur sur la liste de l'UICN 2004, protégé en France, classé "préoccupation mineure" sur le livre rouge des espèces menacées du Muséum National d'Histoire Naturelle (1997) et inscrit en annexe III de la convention de Berne (1979) et annexes II et V de la Directive Habitat (1992).



La population mondiale est en augmentation dans l'Atlantique. D'environ 160 000 à la fin des années 1980, la population de phoques gris est aujourd'hui estimée entre 400 000 et 500 000, dont 300 000 au Canada (Jefferson et al. 2015).

## II - Historique et évolution de la captivité des phoques

### II - 1) Historique et situation actuelle (Europe, France)

Peu d'informations sur l'histoire de la captivité des phoques est disponible. Dans l'histoire moderne, le parc "Marine Studios" en Floride USA, ouvert en 1938, fut le premier "oceanarium" au monde, spécialisé dans la présentation de cétacés et de pinnipèdes. Au départ simple bassin de tournage pour les prises marines de films, il se renomme en 1948 "Marineland of Florida".

Depuis ces premières expériences en captivité, la présence de phoques en parcs zoologiques s'est beaucoup développée. La plateforme Zims est un outil proposé par Species360, un organisme anciennement appelé "International Species Information System" (ISIS), qui a pour but de recueillir les dossiers médicaux des animaux des collections de parcs zoologiques, et de permettre le partage des données dans le monde zoologique, que ce soient des protocoles anesthésiques, de résultats hémato-biochimiques, ou des données sur les collections des parcs (tableau 1). Ces mesures sont donc fournies par des parcs enregistrés sur cette plateforme, et les nombres donnés ci-dessous ne permettent donc pas de prendre en compte les parcs non enregistrés, ce qui peut entraîner une sous-estimation des nombres de phoques en captivité.

Espèces		Veau marin ( <i>Phoca vitulina</i> )			Phoque gris ( <i>Halichoerus grypus</i> )		
		Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	Total
Monde	Population	181	208	389	33	57	90
	Parcs	104			33		
Europe	Population	121	139	260	23	47	70
	Parcs	62			26		
France	Population	15	14	29	0	1	1
	Parcs	7			1		

Tabl. 1 : État des lieux de la présence de veaux marins et phoques gris en parcs zoologiques, données de janvier 2022, obtenue grâce au logiciel ZIMS (logiciel de gestion des parcs zoologiques).

Il y a environ 2 200 mammifères marins en parcs zoologiques, dont 69% de pinnipèdes (environ 1500 individus). Le mammifère marin captif le plus commun est le lion de mer californien (*Zalophus californianus*), qui tient à lui seul pour 27% de tous les mammifères marins captifs (590 individus).

## II - 3) Législation

La législation relative à la question animale a énormément changé depuis le milieu du vingtième siècle. Jusqu'au dix-neuvième siècle, il n'existait aucune loi de protection des animaux, qui n'étaient pas considérés comme des êtres vivants et sensibles.

La première loi de protection animale date du 2 juillet 1850 avec la loi Grammont, qui incrimine les mauvais traitements abusifs en public, mais seulement en public. L'objectif premier étant de préserver les mœurs sur la voie publique, cette loi ne peut pas vraiment être considérée comme loi de protection animale. Il faudra attendre les années 1960 en France pour une avancée dans ce domaine, avec la création du délit d'acte de cruauté sur un animal. La protection des animaux ne consistait alors qu'en une protection contre la souffrance, en mettant en place des interdits qui restaient cependant limités. Le respect des conditions de vie des animaux n'entrait pas encore en jeu.

La Convention européenne sur la protection des animaux en transport international est ensuite signée en 1968, puis la Convention européenne sur la protection des animaux dans les élevages, signée en 1976. Ces textes marquent un tournant dans la prise en compte du bien-être animal, en implémentant des obligations positives aux propriétaires d'animaux, dans une démarche non plus répressive mais préventive de la souffrance animale (Mormede et al. 2018). Ces textes font d'ailleurs directement référence au terme de "bien-être animal".

Au niveau mondial, l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale, anciennement Office international des épizooties), intègre les normes du bien-être animal seulement en 2002. Bien que ce travail ait abouti à la publication d'une norme ISO (2016), ces recommandations n'ont pas de valeurs contraignantes sur les États Membres de l'OIE (ANSES 2018).

En France, le bien-être animal, et notamment celui de la faune sauvage en parcs zoologiques, est évoqué dans les arrêtés suivants :

- l'implémentation d'obligations positives et préventives de la souffrance animale fut évoquée pour la première fois dans l'article 9 de la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature : « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce ». Cet article est maintenant codifié dans l'article L214-1 du Code Rural, et complété par un Décret du 1er Octobre 1980. Ce texte ajoute l'obligation de nourrir, abreuver, soigner et héberger dans des conditions correctes pour l'espèce les animaux sous notre tutelle (Mormede et al. 2018, *Chapitre IV : La protection des animaux - Légifrance* et *Titre Ier : La garde et la circulation des animaux et des produits animaux - Légifrance*).

- Arrêté du 8 octobre 2018 fixant les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques (de Ruggy, Travert 2021) : les animaux d'espèces non domestiques doivent avoir leurs besoins physiologiques remplis, être maintenus en bon état de santé et d'entretien, être identifiés et déclarés. Un certificat de capacité spécifique est nécessaire à l'hébergement de ces espèces. L'obtention de ce dernier est régie par l'Arrêté du 12 décembre 2000 fixant les diplômes et les conditions d'expérience professionnelle requis par l'article R. 413-5 du code de l'environnement pour la délivrance du certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques (Barret 2009)

- 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 et relevant de la rubrique 21-40 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (Gaymard et Bachelot-Narquin 2004).

Il comprend entre autres les normes de sécurité et de personnel pour les parcs zoologiques. On peut aussi citer "les animaux 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". La composition des groupes, la cohabitation inter-espèce, les soins apportés sont évoqués. Il y est fait mention des programmes de reproduction, qui doivent rester maîtrisés et raisonnés. La nutrition doit être "abondante, saine, équilibrée et de qualité répondant aux besoins de chaque espèce".

Un vétérinaire sanitaire doit aussi être attaché au parc, et prévoir des visites régulières.

Chaque parc doit participer aux actions de conservation des espèces animales qu'il héberge, que ce soit par des actions de recherche, de l'échange d'informations, ou des plans de reproduction et/ou de réintroduction. Un devoir d'information du public est aussi à respecter.

On retrouve ces points clés au niveau européen dans la Directive 1999/22/CE du Conseil du 29 mars 1999 relative à la détention d'animaux sauvages dans un environnement zoologique (CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE, 1999).

### III - Définition du bien-être

L'étude du bien-être demeure une discipline relativement récente, mais qui a pris une importance croissante. Ainsi, depuis ses débuts, elle a connu beaucoup de changements. Cela se retrouve dans la question de la définition du bien-être, qui n'est pas une question facile.

Beaucoup de concepts et de méthodes sont le résultat d'études sur des animaux de production, où de nombreuses enquêtes sur le bien-être, avec notamment sa relation avec la productivité, ont été entreprises. Des études ont justement montré le potentiel important de transposer et d'adapter ces mesures de bien-être des animaux de production aux animaux de zoo et aquarium.

La différence majeure entre les études de bien-être sur les animaux de production et de zoos est que la plupart des études sur animaux de production utilisent des mesures de groupe, de troupeau, contrairement à des visées plus individuelles en zoo. Dans le cas d'espèces telles que les phoques, le nombre généralement restreint d'individus dans une même installation rend plus aisée l'étude individuelle, chacun ayant des dossiers médicaux distincts, et étant facilement reconnu par les soigneurs (Clegg et Butterworth 2017).

Sur la question animale, il faut rappeler que deux grands courants de pensées s'affrontent. D'un côté se trouve le "Welfarisme" (de l'anglais "welfare" = bien-être), où il est de la responsabilité des humains d'assurer le bien-être des animaux sous leur tutelle, sans contester le principe même de leur mise sous tutelle humaine (Mormede et al. 2018). Cette pratique évoque particulièrement les animaux d'élevage. De l'autre, "l'Abolitionnisme", qui conteste l'élevage, et plus généralement toute appropriation ou exploitation des animaux par les humains. On retrouve ce courant de pensée dans des mouvements récents, comme les mouvements "animalistes".

La question du bien-être animal se pose donc plus dans une pensée welfariste, mais même au sein du welfarisme, assurer le bien-être peut signifier plusieurs choses. Cela peut se limiter à réduire au maximum les sources de souffrances et d'inconfort, c'est à dire limiter les éléments négatifs, mais cela peut aussi passer par une recherche active de favoriser les expériences positives, et l'expression des comportements propres à chaque espèce (ANSES 2018).

### III - 1) Les cinq libertés

Le concept des cinq libertés ou “Five Freedoms”, développé par le “UK Farm Animal Welfare Committee” en 1979, puis en 2009 sous sa forme actuelle, se concentre sur les ressources apportées à l’animal (e.g. nourriture, eau, abris, soins vétérinaires). Il ne constitue pas à proprement parler une définition à part entière du bien-être, mais il a longtemps été, et est toujours, utilisé comme base dans de nombreuses études. Les études récentes suivent ce modèle en approfondissant les catégories utilisées.

Cet énoncé inclut ce que les humains doivent apporter aux animaux pour assurer leur bien-être (ANSES 2018) (*FAWC Report on Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future* 2009) :

- Absence de faim et soif, accès libre à de l’eau et de la nourriture, permettant un état de santé et de vigueur adéquat
- Absence d’inconfort, permis par un environnement adapté, avec notamment un abri et aire de repos
- Absence de douleur, de blessures, de maladies, permis par une prévention efficace, un diagnostic rapide, et le cas échéant, un traitement adapté
- Liberté d’expression d’une gamme comportementale spécifique à l’espèce en question, grâce à des installations spécifiques et un groupe d’individus adéquat aux besoins de l’espèce
- Absence de peur et de détresse, absence de souffrance mentale

D’autres auteurs ajoutent à ces cinq libertés la liberté pour un animal d’exercer un contrôle sur sa qualité de vie (Webster 1995) et l’absence d’ennui (Ryder 1998).

Il est aujourd’hui acquis que des mesures basées sur l’animal (“animal-based measures”) sont nécessaires pour comprendre l’état de bien-être d’un animal, en addition des mesures basées sur les ressources, sur lesquelles se concentrent principalement le principe des “libertés”. En effet, deux individus identiques physiquement (même espèce, âge, sexe, statut reproducteur, etc) peuvent partager le même enclos, la même nourriture, les mêmes congénères... et au final ne pas avoir le même état de bien-être. Savoir que les “apports” (enclos, ressources...) sont suffisants ne permet pas d’en connaître l’utilisation et la perception par l’animal, qui restent extrêmement individu-dépendants.

De récentes études, de plus en plus nombreuses, ont aussi montré l’importance de ne pas simplement étudier les signes de mauvais bien-être (leur absence signifiant alors un bien-être correct), mais de prendre en compte aussi les signes et états positifs (Clegg et Butterworth 2017). Ainsi, l’absence de faim, de soif, d’inconfort, de maladie, de peur... ne signifie pas forcément un état de bien-être adéquat.

Comme nous l’avons évoqué, les cinq libertés ne reste qu’un modèle, présentant des conditions de base à remplir pour pouvoir parler de bien-être, mais qui restent requises pour le bien-être. Cependant, l’influence de ce concept reste très

importante, et est due au fait qu'il porte sur beaucoup d'éléments du bien-être, en incluant les expériences subjectives, l'état de santé et les comportements, et qu'il définit cinq objectifs particuliers pour améliorer le bien-être.

De plus, les avancées de nos connaissances impliquent aussi des évolutions au sein de ces cinq "libertés" : des connaissances nouvelles sur les besoins et la satisfaction physiques des animaux, et les façons de l'évaluer ont modifié notre perception des trois premières "libertés"; nos connaissances dans le domaine des émotions, des capacités cognitives et psychiques ont quant à elles énormément apporté à notre vision des deux dernières "libertés", avec entre autres la prise en compte importante des variations interspécifiques, et surtout intraspécifiques (ANSES 2018).

### III - 2) Les cinq domaines

Le modèle des "cinq domaines" (de l'anglais Five Domains of Potential Welfare Compromise) a été créé en 1994, et avait pour but à cette époque d'évaluer et noter les impacts négatifs que pouvaient avoir les protocoles de recherche, d'enseignement et de tests sur des animaux sensibles (Mellor et al. 2020). Les quatre premiers domaines (la nutrition, l'environnement, la santé, le comportement) ont été développés pour prendre en considération toutes les possibles causes d'altération du bien-être. Le but était d'attirer l'attention sur d'une part les interactions entre les différentes fonctions corporelles, et d'autre part sur l'impact négatif de facteurs externes sur ces fonctions. Le cinquième domaine, l'état mental, a été conçu pour capturer l'expérience mentale générale d'un individu, évaluée en termes de souffrances venant de toutes les causes possibles considérées dans les quatre premiers domaines. Le modèle des "cinq domaines" avait donc été créé en 1994 comme évaluation holistique du compromis sur le bien-être animal, en se concentrant encore une fois sur les éléments négatifs affectant le bien-être.

Ce modèle a été régulièrement mis à jour et actualisé, la dernière version datant de 2020 (Mellor et al. 2020) prend en compte de très nombreux paramètres dans les domaines de un à quatre, pouvant avoir des effets positifs ou négatifs sur le domaine cinq, l'état mental. Il s'agit d'exemples, généraux plutôt que spécifiques à une espèce, qu'il convient donc d'adapter selon les animaux étudiés.

Les quatre domaines physiques ou fonctionnels (nutrition, environnement, santé et comportement) se concentrent sur les fonctions biologiques, la santé physique, alors que le dernier, l'état mental, s'intéresse à l'état affectif, au bien-être psychologique. Ainsi le bien-être général d'un individu serait à déterminer à partir des interactions complexes entre chacun des cinq domaines (Blackett et al. 2020), comme résumé dans la figure 5 :

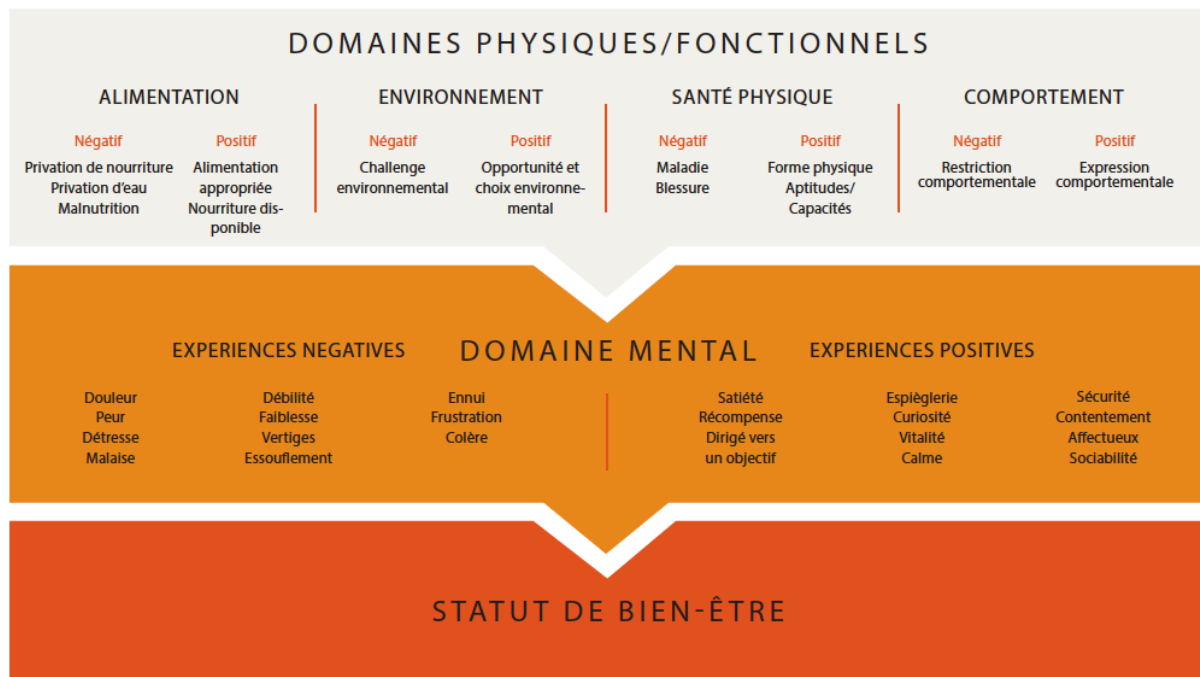


Fig. 5 : modèle des cinq domaines pour la compréhension du bien-être animal (de Graaf et al. 2015)

Le modèle des “cinq domaines” incorpore aussi depuis sa création un système de notation en cinq paliers, de A à E, permettant de juger du nombre et de l'intensité des atteintes au bien-être. Ce modèle permet ainsi une évaluation structurée, systématique, compréhensible et cohérente du bien-être animal.

La version de 2020 met à jour le domaine 4, en le renommant de “comportement” à “interactions comportementales”. Il reprend les trois sous-catégories dans ce domaine, que sont les interactions des animaux avec leur environnement, leurs congénères, et les êtres humains, et introduit de nombreux éléments d'évaluation et critères sur les interactions homme-animal. Cet intérêt de la relation homme-animal se retrouve dans d'autres études, dont une synthèse montre que les relations entre soigneurs et animaux, et principalement leur manière d'interagir, leur attitude, leur personnalité, leur connaissances, leur expérience et leur propre bien-être, représentent ensuite des facteurs importants du bien-être des animaux sous leurs soins (Cole et Fraser, 2018).

Un poster récapitulatif des cinq domaines et de leurs critères d'évaluation est disponible en annexe 1.

Wild Welfare, une organisation caritative anglaise, luttant pour l'amélioration du bien-être dans les parcs, et travaillant notamment avec la WAZA (World Association of Zoos and Aquariums), a proposé une liste de points clefs pour chaque domaine, les plus importants étant explicités ci-dessous (Blackett et al. 2020) :

- **Domaine 1 : la nutrition**  
De l'eau propre, fraîche et en quantité suffisante doit être disponible à tout moment. Un régime équilibré, avec des ingrédients de bonne qualité, doit être

apporté en quantité suffisante aux animaux, selon leur espèce, âge, poids, taille, score corporel, niveau d'activité et statut reproductif et de santé. La documentation des repas, la conservation des aliments, et les méthodes de nourrissage doivent toutes être réfléchies avec soin et réalisées par les professionnels ayant l'habitude des animaux.

- **Domaine 2 : l'environnement, l'enclos**

La création et la gestion de l'enclos doivent respecter les besoins de l'espèce. L'enclos doit pouvoir permettre un répertoire comportemental riche, et doit contenir une zone de repos, une zone abritée. Il doit être sécurisé pour les animaux et le personnel. La taille de l'enclos doit permettre des contacts sociaux adaptés à l'espèce et au nombre d'individus logés. L'isolement d'individus ne doit être réalisé que pour raisons médicales, ou exceptionnellement, et sur une période de temps limitée permettant un retour au groupe sans encombre. Les conditions de vie du milieu (température, ventilation, éclairage, humidité, bruits...) doivent être compatibles avec les besoins de l'espèce, et contrôlées régulièrement.

- **Domaine 3 : la santé**

Tout parc zoologique doit posséder un vétérinaire référent possédant les connaissances requises sur l'espèce en question. Des soins préventifs (examens cliniques, monitoring régulier, gestion de la nutrition, médicaments...) doivent être réalisés. Chaque animal doit être observé par du personnel qualifié, au moins une fois par jour si possible, et tout changement de l'état de santé et du comportement doit être suivi d'une réponse adaptée. Un historique médical doit être réalisé au maximum pour chaque individu. Le parc doit être équipé des équipements vétérinaires nécessaires aux suivis, aux examens, aux traitements des animaux ainsi qu'au stockage des médicaments et produits vétérinaires.

- **Domaine 4 : le comportement**

Pour permettre un grand nombre de comportements, l'enrichissement de l'environnement doit apporter de la sécurité (possibilité de fuir les autres individus, le public), de la complexité, du challenge, et de la nouveauté. Un programme d'enrichissement continu doit être planifié, mis en place, documenté et évalué.

Les entraînements proposés aux animaux ne doivent jamais compromettre son bien-être physique, causer de douleur ou de peur ou être forcés. L'utilisation des punitions ne doit pas être acceptée.

- **Domaine 5 : l'état mental**

La gestion des animaux doit minimiser les états affectifs et expériences négatives, et encourager les émotions positives. Les comportements naturels doivent être encouragés. La présence de choix dans l'environnement doit être considérée.



### III - 3) Une définition en évolution constante

Les premières études sur le bien-être animal se concentraient énormément sur les données physiques, basées sur les ressources (Hill et Broom 2009).

De nombreuses données sont en effet disponibles facilement, des données physiques (e.g. présence de blessures, score fécal, score corporel, alimentation fournie), mais aussi des données physiologiques et comportementales (e.g. présence de stéréotypies, de blessures auto-infligées, toilettage excessif, agression, utilisation des enrichissements, réponse aux entraînements) (Free et al. 2022).

Cependant les soins apportés aux animaux (e.g. nourriture, eau, abris, soins) sont nécessaires au bien-être mais pas suffisants (Kagan et al., 2015). Le design de l'environnement doit permettre aux animaux d'exprimer des comportements spécifiques à l'espèce, et de profiter d'un milieu et d'un gradient de conditions adaptés à l'espèce. Des compensations comme l'enrichissement sont beaucoup utilisées, mais peuvent ne pas être suffisantes pour compenser un enclos mal conçu, pas assez grand, pas assez riche de base.

Les relations entre les animaux et les soigneurs sont aussi importantes pour le bien-être. Des formations pour les soigneurs ainsi que les dirigeants sont nécessaires, et les institutions devraient avoir un comité de suivi du bien-être, constitué de dirigeants et soigneurs.

Utiliser à la fois des indicateurs basés sur les ressources et sur l'animal peut permettre d'atteindre une meilleure compréhension holistique du bien-être, mais les indicateurs basés sur l'animal peuvent être moins faciles à réaliser, et nécessitent souvent des observations rapprochées et continues de chaque individu, et ainsi moins réalisables en pratique que les indicateurs basés sur les ressources. Ils requièrent aussi que les individus étudiés soient facilement distinguables, reconnaissables, pour pouvoir disposer de données individuelles (Clegg et Butterworth 2017).

Les indicateurs basés sur les ressources restent plus faciles à évaluer et interpréter, avec des seuils parfois définis légalement ou grâce à des lignes directrices, résultats de consensus d'experts (espace minimum, qualité de l'eau, sécurité...). Ils restent aussi très importants pour pouvoir comparer les différentes installations, où les conditions de vie différentes peuvent significativement influencer le bien-être animal. Allant de pair avec les nouvelles définitions et approches du bien-être, de nouvelles techniques pour évaluer, ou en tout cas approcher, l'état mental, la satisfaction des attentes des animaux, ont été mises en place. On peut noter par exemple les paradigmes expérimentaux, avec les tests de préférence. Les expériences sur la motivation des individus, celles impliquant des biais cognitifs pour approcher l'état émotionnel d'un animal, sont de plus en plus mises en œuvre (ANSES 2018).

Une des autres grandes modifications du regard porté sur le bien-être animal est la prise en considération des expériences positives, et plus seulement des expériences négatives. Ainsi, un bien-être adéquat n'est plus seulement synonyme d'absence d'expériences négatives, mais aussi la présence d'expériences positives. Cependant, il n'existe pas encore de consensus sur comment évaluer et quantifier ces expériences positives pour toutes les espèces, ce qui représentent forcément une difficulté importante (Boissy et al. 2007).

L'approche moderne du bien-être est ainsi plus holistique, avec une prise en compte des indicateurs basés à la fois sur les ressources et sur l'animal, et avec une intégration des indicateurs positifs de bien-être, plus seulement négatifs.

La définition du bien-être animal doit être assez générale pour pouvoir être appliquée dans de nombreux contextes différents, assez précise pour être appliquée de façon effective sur le terrain et assez solide pour que des réglementations et des lois puissent s'appuyer dessus. Elle est forcément malléable, évolutive et est amenée à changer selon l'état de nos connaissances (ANSES 2018). C'est aussi pour cela qu'il est important de disposer d'une définition unique, consensuelle, car de nombreuses définitions du bien-être existent, et sont très variables selon les auteurs. On peut noter entre autres :

- « Le bien-être est un état de santé mentale et physique parfait, où l'animal est en harmonie avec son environnement » (Hughes, 1976).

- « Le bien-être d'un individu est son état au regard de ses efforts pour faire face à son environnement » (Broom, 1986).

On voit ainsi que la place de l'environnement est importante dans ces définitions, mais que la notion de santé mentale est présente depuis longtemps.

La définition de l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) et l'OIE est la suivante :

« On entend par bien-être la manière dont un animal évolue dans les conditions qui l'entourent. Le bien-être d'un animal (évalué selon des bases scientifiques) est considéré comme satisfaisant si les critères suivants sont réunis : bon état de santé, confort suffisant, bon état nutritionnel, sécurité, possibilité d'expression du comportement naturel, absence de souffrances telles que douleur, peur ou détresse. [...] Si la notion de bien-être animal se réfère à l'état de l'animal, le traitement qu'un animal reçoit est couvert par d'autres termes tels que soins, conditions d'élevage et bientraitance. » (OIE 2015). Cette définition reprend donc beaucoup d'éléments des "cinq libertés", et on ne retrouve pas forcément l'approche holistique que l'on vient de voir.

La définition de l'ANSES la plus récente date de 2018 : « Le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal. »

Un besoin est "une exigence de survie et de qualité de vie liée au maintien de l'homéostasie et aux motivations comportementales. On peut citer par exemple la

boisson, le couchage, l'exploration de l'environnement et les interactions avec les congénères" (Mormede et al. 2018).

Une attente est "un processus mental généré par l'anticipation d'un événement, auquel l'animal va se référer pour évaluer la valence de cet événement, d'agréable à désagréable. Les attentes se traduisent par des réponses comportementales et physiologiques anticipatoires" (Mormede et al. 2018).

Le niveau de bien-être est alors défini pour un individu particulier dans un environnement donné. On note la mention de l'état physique ainsi que de l'état mental de l'animal.

#### IV - Critères d'évaluation du bien-être chez les phoques

La définition de l'ANSES se base sur la nature sensible et consciente des animaux. Elle est individuelle et centrée sur chaque animal. Elle reste indirecte car il n'est pas possible de connaître l'état mental d'un individu, seulement ses réponses comportementales et physiologiques, qui permettent de l'approcher (ANSES 2018).

L'évaluation du bien-être d'un individu passe par l'évaluation de l'état psychologique, de l'état de santé, du comportement, de la réactivité d'un animal par rapport à l'homme. Sont aussi pris en compte les paramètres de l'environnement. De nombreux outils et systèmes d'évaluation existent chez les animaux d'élevage, mais se concentrent plus sur la bientraitance que sur le bien-être. Les paramètres basés sur les ressources sont en effet plus faciles à collecter, à interpréter et à standardiser d'un centre à un autre, et étaient majoritairement utilisés dans les études plus anciennes. Bien qu'ils soient toujours utilisés pour les textes de lois et les régulations sur le bien-être, les mesures basées sur l'animal sont maintenant considérées comme étant des indicateurs plus précis et exacts du bien-être animal (Clegg et Delfour 2018).

Cependant, il existe malheureusement une quantité plus limitée d'études sur les phoques, comparés à d'autres mammifères marins, notamment les cétacés avec les dauphins, et de nombreuses méthodes et conclusions ont donc été extrapolées d'une espèce à une autre (Hopster et De Jong 2014).

Les dauphins sont en effet la première espèce d'animal sauvage captif à avoir une proposition d'un outil de suivi du bien-être avec l'adaptation de l'évaluation établie et reconnue en bien-être d'animaux de production Welfare Quality®. L'outil C-Well® pour le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) est ainsi une première étape dans un protocole d'évaluation du bien-être validé pour une espèce en parc zoologique par des experts. Le C-Well reprend ainsi les enseignements et conclusions du projet Welfare Quality® : regroupés en quatre grands principes, onze critères sont ainsi évaluables à l'aide de trente-six mesures adaptées à l'espèce du grand dauphin et au mode de vie aquatique, visibles dans le tableau 2. On peut noter l'absence du douzième critère par rapport au projet Welfare Quality® que l'on peut retrouver en annexe 2 : le "bon état émotionnel" a en effet été retiré en attendant plus d'études sur l'état émotionnel du grand dauphin (Clegg et al. 2015).

Tabl. 2 : Critères et mesures du projet C-Well® (Clegg et al, 2015)

Catégorie	Critère C-WEll	Mesures C-Well
Alimentation appropriée	1- Absence de faim prolongée	1.1 Note d'état corporel 1.2 Fréquence des pesées 1.3 Journal ds repas
	2- Absence de soif prolongée	2.1 Temps de remplissage capillaire 2.2 Protocole d'hydratation
Hébergement approprié	3- Confort autour du repos	3.1 Budget-temps
	4- Confort thermique	4.1 Fréquence des contrôle de la température de l'eau 4.2 Température de l'eau et des repas 4.3 Ombrage
	5- Facilité de mouvement	5.1 Topographie 5.1.1 Echolocation 5.1.2 Complexité de l'enclos 5.2 Possibilité de mouvements complexes 5.2.1 Vitesse de nage 5.2.2 Acrobaties aériennes 5.3 Qualité de l'eau 5.3.1 Salinité 5.3.2 Coliformes 5.3.3 pH 5.3.4 Chlorine 5.3.5 Fréquence des contrôles de la qualité de l'eau 5.4 Enrichissement 5.4.1 Présence d'enrichissements
Bonne santé	6- Absence de blessures	6.1 Seuil de plaies total 6.2 Plaies venant de l'environnement
	7- Absence de maladies	7.1 Système respiratoire 7.1.1 Fréquence de toux 7.1.1 Durée des inhalations 7.2 Maladies oculaires 7.2.1 Décoloration 7.2.2 Plissage des yeux (photophobie, blépharospasme) 7.3 Maladies cutanées 7.3.1 Anomalies de la peau 7.3.2 Anomalies de la bouche 7.4 Paramètres sanguins 7.4.1 Protocole de prise de sang
	8- Absence de douleur induite par les procédures de gestion	8.1 Prise de sang 8.2 Sondage gastrique 8.3 Contention volontaire 8.4 Entraînement de contention d'urgence
Comportement approprié	9- Expression des comportements sociaux	9.1 Présence de comportements sociaux
	10- Absence de comportements anormaux	10.1 Comportements stéréotypiques
	11- Bonne relation homme-animal	11.1 Réponse aux soigneurs sans stimulus 11.2 Interactions tactiles non liées à la nourriture

Le projet Welfare Quality® a été financé par l'UE («Welfare Quality Research Project» contrat européen N° FOOD- CT-2004-506508), et a impliqué plus de 200 partenaires de 17 pays différents. Il comprend 12 critères (voir annexe 2), développés à partir des cinq libertés, et inclut des mesures individuelles basées sur l'animal et sur les ressources, ainsi qu'un dernier critère intégrant l'évaluation d'un état émotionnel positif (ANSES 2018). Ce projet a été réalisé pour le cochon domestique (*Sus scrofa domesticus*, Welfare Quality® 2009 (a)), les bovins (*Bos taurus*, Welfare Quality® 2009 (b)), les poules pondeuses (*Gallus gallus domesticus*, Welfare Quality® 2009 (c)), et, bien que les mesures soient spécifiques, le principe général et les critères ont déjà pu être exportés aux élevages de renard (*Vulpes spp.*, WelFur 2015 (a)), de visons d'Amérique (*Neovison vison*, WelFur 2015 (b)), aux chiens de refuge (*Canis lupus familiaris*, Barnard et al. 2014), et au grand dauphin (*Tursiops truncatus*).

D'autres projets récents proposent aussi d'incorporer un suivi des animaux avec des logiciels ou des applications, dans le but de détecter plus précocement des changements de comportements, d'utilisation d'espace, de poids. On peut par exemple noter l'application ZooMonitor, par le Lincoln Parc Zoo à Chicago (Wark et al. 2019).

Une étude de 2021 a aussi permis d'aboutir à la création d'un outil informatique d'évaluation du bien-être du grand dauphin en delphinarium, les objectifs étant l'optimisation du temps des soigneurs, et un rendu visuel intuitif permettant de suivre les dernières évaluations de critères du bien-être (Pascaud 2021).

Pour les autres espèces, de nombreux paramètres sont à prendre en compte pour une approche holistique de l'évaluation du bien-être. L'utilisation d'indicateurs multidimensionnels sur une période de temps suffisante peut permettre d'approcher de façon informée l'état de bien être d'un animal.

Un deuxième principe de l'évaluation du bien-être, que l'on a déjà pu noter, est l'importance de prendre en compte tous les aspects du bien-être, dans une approche holistique, englobant tous ces aspects. Webster (2007) explique que les trois composants du bien-être sont le comportement, la physiologie et la cognition. En utilisant un principe de triangulation, il faut combiner les résultats obtenus en étudiant ces trois composants, comme s'ils étaient les trois sommets d'un triangle, pour approcher de façon plus précise l'évaluation du bien-être.

Si les données récupérées pointent vers un état de bien-être négatif, il faut alors mettre en place des stratégies de mitigation, identifier les problèmes possibles avec l'enclos ou les protocoles utilisés, effectuer une étude plus poussée sur la gestion et le logement des animaux, dans le but de restaurer un bien-être satisfaisant (CCAC *guidelines: Animal welfare assessment* 2021). Les équipes de soigneurs, de vétérinaires et de responsables doivent en être averties, et l'animal surveillé jusqu'au retour à un état acceptable de bien-être.

Dans un autre domaine, les évaluations de bien-être peuvent aussi permettre d'instaurer des aides à la décision, lors de fin de vie d'animaux gériatriques ou malades de façon chronique. Au Zoo de Zurich a par exemple été instauré un

programme comprenant des questionnaires et des visites sur place. Des domaines tels que l'alimentation, l'état corporel, les comportements et une évaluation objective de la qualité de vie sont abordés. Cela permet ainsi d'avoir une approche systématique, transparente et la plus objective possible du processus de prise de décision entourant une fin de vie (Hatt et al. 2017).

Dans la suite de cette partie, nous avons répertorié différents critères existants permettant d'évaluer le bien-être des phoques. Certains de ces critères ont déjà été testés a minima pour une espèce de la famille des pinnipèdes, d'autres sont issus de la littérature chez d'autres espèces mais sont prometteurs dans l'évaluation du bien-être de mammifères marins.

#### IV - 1) Personnalité

Autrefois perçues comme "bruit" statistique, les différences inter-individuelles de comportement sont maintenant au centre de nouvelles recherches. Les chercheurs se sont en effet rendu compte que les différences comportementales tendent à être très structurées - à la fois stables dans le temps et dans différentes situations, et qu'elles apparaissent dans de nombreuses espèces (Wolf et Weissing 2012). Chez le grand dauphin, il a été observé que les personnalités étaient en effet stables, même en cas de changements drastiques dans l'environnement et dans les groupes sociaux (Highfill et Kuczaj, 2007).

La personnalité d'un individu est définie comme l'ensemble des phénomènes expliquant que des individus diffèrent systématiquement dans leurs tendances comportementales. On définit aussi un type de personnalité, qui est la combinaison de tendances comportementales formant un syndrome comportemental, un syndrome comportemental étant une suite de tendances comportementales corrélées dans différentes situations et contextes (Wolf et Weissing 2012). L'exemple le plus connu de syndrome comportemental est le syndrome agressivité - audace.

La personnalité d'un individu a été prouvée avoir des conséquences sur les processus écologiques et évolutifs, et la fitness d'un individu (Wolf et Weissing 2012), et être héritable (Réale et al. 2007).

L'intérêt de définir la personnalité d'un individu est alors de mieux comprendre ses réactions lors notamment d'études comportementales : l'absence de jeu par exemple, est souvent associé à des individus malades, désintéressés, anxieux, ennuyés, frustrés, apeurés, ou apathiques. Si l'animal est en réalité introverti, non curieux, et néophobe, les conclusions sont drastiquement différentes (Delfour et Beyer 2012).

De plus l'étude du tempérament, des différences individuelles ou personnalités, peut être intéressante pour étudier les états émotionnels sur le long terme (Boissy et al. 2007). Elle peut aussi permettre de relier les caractéristiques de personnalité et des comportements observés. Il peut alors être plus facile de prévoir et anticiper les comportements des animaux, et de construire des enrichissements adaptés à chacun. Les connaissances des personnalités de chaque individu peuvent aussi

aider au programme de réintroduction et de reproduction (Highfill et Kuczaj, 2007). Des traits de personnalité ont ainsi pu être reliés aux comportements stéréotypiques chez des chimpanzés (Vandeleest et al., 2011), à l'utilisation d'enrichissement chez des panthères des neiges (Gartner et Powell, 2012), au succès reproducteur chez des guépards (Wielebnowski 1999), et à la participation dans des activités de recherche et d'entraînement chez des chimpanzés (Herrelko et al., 2012).

Il existe deux méthodes principales pour évaluer les personnalités chez les animaux. La première, le "coding" comportemental, consiste à prendre en compte les fréquences et durées de certains comportements pendant une période de temps, ou d'analyser les réactions de l'animal à un objet ou environnement nouveau, ce qu'on appelle un test de nouveauté. La deuxième, l'évaluation des caractères ("trait rating"), fait intervenir les soigneurs et autres professionnels familiers avec l'animal étudié, qui vont alors évaluer sa personnalité, en utilisant généralement une liste d'adjectifs (Úbeda et al. 2019). L'accord entre observateurs concernant la personnalité d'un animal augmente si les observateurs sont familiers avec l'animal, et avec la durée de la relation (Martau et al., 1985). La communication entre les observateurs doit être évitée avant l'évaluation des caractères, bien que difficilement absente entre collègues, mais ne semble pas sévèrement affecter l'accord entre observateurs (Gosling, 2001).

Dans l'étude de la personnalité animale, cinq catégories de caractères comportementaux ont été définies : timidité-audace, exploration-évitement, activité, sociabilité et agressivité (Réale et al. 2007b).

Sur ces cinq catégories, le continuum de personnalité audacieux-timide est le plus utilisé pour décrire les personnalités et le caractère le plus intéressant écologiquement (Merrick, Koprowski 2017). Il fait partie de l'axe "proactif-réactif", et comprend des comportements tels que l'exploration, la prise de risque, l'activité.

Il permet de mieux comprendre la capacité d'un individu à faire face aux conditions extérieures de l'environnement. Ces variations dans la réponse à l'environnement vont ensuite influencer la sélection d'un territoire, la recherche de nourriture, les interactions sexuelles (Cassola et al. 2020). Les animaux audacieux, ou proactifs, se développent mieux dans les environnements stables, et vont s'habituer plus rapidement aux nouveautés de l'environnement. Ils ont cependant des comportements plus à risque, notamment en présence de prédateurs, et affichent des réponses combat-fuite. Ils seront aussi plus enclins à rechercher de la nourriture dans des endroits avec un haut risque de prédation, et sur une surface plus étendue (Toscano et al. 2016). Un individu timide, ou réactif, prendra moins de risque, aura tendance à se cacher des prédateurs et sera plus performant dans des environnements instables (Wilson et al. 2019).

C'est aussi l'un des caractères qui va le plus affecter la fitness d'un individu, en effet les animaux audacieux vont avoir un meilleur succès reproductif, mais ont une espérance de vie inférieure par rapport aux animaux timides (Smith et Blumstein 2008).

## IV - 2) Répertoire comportemental

Le répertoire comportemental de chaque animal peut être divisé en plusieurs grandes catégories.

Les comportements sociaux sont très importants chez les animaux vivant en groupe. Ainsi chez les animaux grégaires, des liens forts avec leurs congénères peuvent plus facilement améliorer le bien-être, mais ce sont aussi des animaux qui souffrent potentiellement plus lors de stress social. Par exemple, une étude sur des grands dauphins a montré que le stress social était sûrement la cause de mortalité et morbidité chez trois dauphins, qui subissaient des instabilités sociales et des interactions agressives avec leurs congénères (Waples et Gales 2002). Des marqueurs de stress social sont par exemple l'isolation sociale, l'inappétence, des taux d'agression élevés, des signes de blessures, et sont donc en faveur d'un mauvais bien-être. La difficulté est cependant de trouver quels comportements sociaux sont signes d'un bien-être positif, car ils sont souvent très dépendants de l'espèce recherchée, et il est difficile d'extrapoler des comportements d'une espèce à une autre. Il est important de noter qu'une partie des comportements sociaux comprend les interactions entre l'homme et les animaux. Ces interactions sont pour l'instant encore peu étudiées, mais des études commencent à voir le jour (Clegg et Delfour 2018). De la même façon qu'avec les soigneurs, les parcs zoologiques offrent un nombre important d'interactions visiteur-animal, que ce soit pour des séances de nourrissage contrôlées, des découvertes du métier de soigneurs, etc. Les recherches sur ces interactions sont elles aussi de plus en plus nombreuses, pour étudier les conséquences à la fois pour les animaux et les visiteurs participant à ces interactions (Fernandez et Chiew 2021).

Les comportements solitaires sont les réponses d'un animal à son environnement et ses activités solitaires. Les stéréotypies, qui reflètent chez beaucoup d'espèces un environnement peu stimulant, sont souvent des comportements solitaires, et ont longtemps été au centre des études sur l'évaluation du bien-être. Le lien entre stéréotypies et mauvais bien-être n'est cependant pas aussi direct qu'il puisse paraître, car il est possible chez certains individus que des stéréotypies acquises dans un environnement donné continuent d'être reproduites, même après un changement d'environnement (Miller et al. 2021). Par définition, un comportement stéréotypique est un comportement répétitif, invariant et sans but précis. Selon les espèces et les connaissances de leurs comportements, il peut donc parfois être délicat de classer certains comportements comme des stéréotypies ou non (Shyne 2006). De plus, bien que la présence de stéréotypies soit encore fortement associée à un bien-être altéré, certaines études montrent que le lien de corrélation ne serait pas évident, et que les stéréotypies peuvent aussi être corrélées à un bien-être neutre ou même bon (Mason et Latham 2004). Une méta-analyse de 54 études a cependant montré que, dans 90% de cas présentés, l'ajout d'enrichissement permettait une diminution des comportements stéréotypiques. Parmi ces études, cinq se concentrent sur des pinnipèdes, et la stéréotypie observée était une nage répétitive, en cercle (Shyne 2006).



Certains comportements sont encore sujets à débat entre experts. Le jeu en est un. Une étude chez des bélugas (*Delphinapterus leucas*) a montré que le jeu spontané était présent à tous les âges, bien que l'âge et le sexe influençaient les préférences de jeu. Les jeunes jouent plus, et les enrichissements provoquent des comportements de jeu plus longs et diversifiés que pendant les phases de jeu sans objet (Hill et Ramirez 2014).

Pour d'autres, le jeu reste une caractéristique du développement chez les jeunes individus. Plus présent chez les adultes en captivité, il ne serait pas un bon indicateur du bien-être. En effet, des études chez des chevaux (*Equus caballus*) et des singes (*Macaca mulatta*) adultes ont montré que les individus jouant le plus étaient aussi ceux qui montraient le plus de signes de mauvais bien-être (tels que des stéréotypies) (Blois-Heulin et al. 2015). Les phases de jeu étaient les plus fréquentes lors de perturbations et instabilités sociales. Le jeu adulte était alors considéré comme un moyen d'évacuer le stress, et sa présence reflétait plus un état de bien-être altéré.

Une étude sur des otaries à fourrure d'Afrique du Sud (*Arctocephalus pusillus*) a montré que leurs comportements varient selon les périodes de la journée, et les saisons, notamment à cause de la température (Wierucka et al. 2016). La majorité de leur temps est consacré à de la nage active. La présence et le nombre de visiteurs peut aussi influencer le comportement des animaux, des veaux marins passent en effet plus de temps sous l'eau avec des visiteurs plus nombreux, mais il reste difficile d'en déduire une conséquence sur le bien-être (Stevens et al. 2013).

La plupart des programmes d'enrichissement se sont concentrés sur les entraînements, la réduction de stéréotypies mais n'ont pas pour but d'encourager plus de comportements naturels (Hunter et al. 2002). Malheureusement, la plupart des connaissances sur le comportement des phoques veaux marins et gris proviennent d'études en captivité, et non pas dans leur environnement naturel. Elles montrent alors des animaux interactifs, curieux, joueurs, et avec des interactions sociales nombreuses. Dans la nature, les observations rapportent majoritairement des comportements de reproduction et de mue, car facilement visibles sur la terre ferme (Hunter et al. 2002). Les comportements en mer sont encore peu connus, mais la nage et l'exploration sont évidemment supposées constituer une partie majoritaire des occupations.

Un indicateur de bien-être positif de plus en plus utilisé est la diversité comportementale. Elle peut être définie comme la fréquence et richesse de comportements spécifiques à l'espèce qu'un individu exprime (Miller et al. 2021). Ainsi, si la diversité comportementale est élevée, c'est-à-dire si un individu montre fréquemment une grande variété de comportements adaptés à son espèce, il est plus probable que l'état de bien-être de cet animal soit bon. Au contraire, si cette diversité est faible, cela peut signifier un animal présentant des stéréotypies, ou qui

est léthargique, deux signes d'un bien-être altéré. Ce lien n'a pas encore été prouvé mais de plus en plus d'études le montrent prometteur (Miller et al. 2021).

Il a été montré que la diversité comportementale et la fréquence de stéréotypies sont inversement reliées, ainsi qu'avec la concentration fécale en cortisol (Miller et al. 2021).

Une étude a aussi mis en évidence que la présence de jeunes individus dans le groupe, le nombre d'individus dans le groupe, la présence d'individus dominants, de visiteurs, et la présence d'enrichissement impactent tous la diversité comportementale chez le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) (Delfour et al. 2021).

Une des limites soulevées sur la diversité comportementale est que tous les comportements ne sont pas forcément aussi importants pour l'animal, ce qui est une hypothèse de base de la diversité comportementale, et qu'ils ne sont pas tous détectables et identifiables avec la même précision (Miller et al. 2020).

#### IV - 3) Dosage de corticoïdes

L'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (axe HHS) est constitué de l'hypophyse, de l'hypothalamus, et des glandes surrénales. Il est le système central de réponse au stress, et son activation provoque la synthèse de cortisol. Le cortisol est le marqueur le plus utilisé comme mesure de l'activité de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, on le retrouve dans le plasma, la salive, les fèces, l'urine, et les cheveux (Kelling 2008). D'autres corticoïdes ont été évalués, comme l'aldostérone (marqueur de l'activité surrénalienne), la déhydroépiandrostérone (plus utilisé en médecine humaine, où il est signe de fatigue surrénalienne, dépression, ou maladie), mais le cortisol reste le plus utilisé (Miller et al. 2021).

Le cortisol possède un cycle diurne, circadien avec une baisse progressive sur la journée, et saisonnier de sécrétion (Menargues et al. 2012). Une étude de 2004 sur des phoques veaux marins en Alaska a montré que ce rythme circadien n'est présent qu'en été, et pas en hiver, cette modification étant attribuée à la baisse de la photopériode (Oki et Atkinson 2004).

Chez des singes (*Macaca mulatta*), il a été montré que le niveau sanguin de cortisol augmentait en cas de séparation sociale, de changement d'environnement, de restriction de mouvements, de pollution sonore, et suivait une évolution circadienne, avec une baisse continue du matin au soir (Pfefferle et al. 2018).

Un stress chronique peut induire des changements comportementaux, qui peuvent être reliés à une activité prolongée de l'axe HHS, et à des problèmes de santé et de bien-être sur le long terme. Une activation à long terme de l'axe HHS peut entraîner par exemple une mort de cellules neuronales, une résistance à l'insuline, une atrophie musculaire et osseuse, une cicatrisation de plaies ralentie, de l'hypertension, et même une immunodépression pouvant être fatale (Reeder et Kramer 2005). Une étude sur des dauphins gardés en bassins ouverts ou fermés a montré une concentration salivaire en cortisol plus élevée dans les bassins fermés, où les dauphins étaient aussi moins actifs, et nageaient plus en ronds répétitifs

(Ugaz et al. 2013). Il est intéressant de noter qu'une étude similaire en 2011 arrivait aux mêmes conclusions entre comportementaux répétitifs et ouverture des bassins, mais ne trouvait pas de différence significative dans les taux de cortisol entre bassins ouverts et fermés (Blasio et al. 2011).

Plusieurs substrats peuvent être utilisés pour le dosage du cortisol. Le sang constitue la voie de transport des corticoïdes, et reste donc le principal sujet de recherche. Il est aussi possible de les étudier via leurs voies d'excrétion, c'est-à-dire la voie digestive par la bile, que l'on retrouve ensuite dans les fèces, et la voie urinaire. D'autres substrats, comme la salive, les graisses, l'air expiré et les phanères sont moins étudiés mais proposent des pistes intéressantes (Mercera, 2019).

Le prélèvement sanguin peut se faire de façon volontaire chez les phoques, grâce au training médical, mais le prélèvement en lui-même peut fausser les résultats, si l'environnement, la manipulation ou la prise de sang entraîne un stress.

Le cortisol salivaire est une méthode efficace pour quantifier les niveaux de cortisol, avec de plus la possibilité de suivre les variations journalières, et les fluctuations aiguës dues au stress (Kelling 2008). Son suivi permet une bonne estimation du taux sanguin, avec un délai de quelques minutes. Une étude sur des dauphins a montré une hausse du taux de cortisol salivaire les jours où des travaux étaient réalisés près de leur bassin (Monreal-Pawlowsky et al. 2017), ce qui peut permettre un suivi régulier et précis du stress des animaux. Le fait qu'il s'agisse d'une technique non invasive est un avantage conséquent (Kelling 2008). Le cortisol salivaire est corrélé au cortisol plasmatique : il représente la fraction de cette hormone qui passe dans la cavité orale, principalement par diffusion passive. Le cortisol étant une molécule lipophile et de petite taille, cela lui permet de diffuser rapidement du sang à la salive contenue dans les glandes salivaires. Dans le sang, le cortisol circule soit sous forme libre et biologiquement active, soit liée à la CBG (corticosteroid binding globulin) ou transcortine (Mercera, 2019). Comme seule la fraction non liée du cortisol passe dans la salive, les concentrations salivaires en cortisol sont plus faibles que les concentrations plasmatiques, et nécessitent donc des analyseurs plus précis (Hodges et al., 2010). La concentration salivaire en cortisol représenterait ainsi 10% de la concentration plasmatique chez plusieurs espèces de mammifères dont l'homme (Cook 2012). Il est aussi conseillé de rapidement congeler les échantillons après prélèvement, afin d'inhiber une possible prolifération de bactéries, qui dégraderait alors les molécules et fausserait la concentration en cortisol de l'échantillon.

Chez l'éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*), il a été montré que de nombreux paramètres influent significativement sur la concentration du cortisol salivaire : sexe, stérilisation, âge, environnement de vie courant, temps dans l'environnement avant le test, environnement de test, présence du propriétaire, moyen de collection (Kelling 2008). Les paramètres qui n'ont pas d'effets significatifs sont les suivants : race, poids, couleur de robe, exercice physique, alimentation, stimulant salivaire. L'implémentation d'enrichissements, sans autre modification environnementale, était

aussi associée à des taux de cortisol salivaire plus bas chez des cochons d'élevage (*Sus scrofa domesticus*) (Morgan et Raz 2019).

Il existe des variations intra et inter-individuelles, d'où l'importance d'avoir plusieurs mesures par individus (Cobb et al. 2016).

Outre le cortisol salivaire, une étude a aussi étudié la faisabilité du dosage de cortisol dans la graisse de phoques veaux marins, en comparaison avec la concentration sanguine, en prélèvement unique sur des animaux sauvages lors de captures, et a montré que le cortisol dans la graisse pouvait être un marqueur utile de la réponse au stress, associé à d'autres paramètres (Kershaw et al. 2013). Cette étude a aussi montré que la concentration en cortisol dans les graisses n'était pas affecté par la capture, contrairement à la concentration plasmatique, et que le sexe et la saison avaient une grande influence sur cette valeur. Des concentrations plus élevées ont été obtenues lors de phase de jeûne, et particulièrement pendant la mue. La présence de cortisol dans les poils a aussi mené à des études sur l'utilisation des poils dans le dosage de cortisol. La concentration de cortisol dans le poil serait un bon reflet de l'activité de l'axe HHS au long terme, et permettrait ainsi de mettre en évidence un stress chronique, le cortisol s'accumulant dans le poil au cours du temps. Cependant, avant d'être applicable en pratique aux mammifères aquatiques, des études doivent encore être menées pour estimer la possible contamination par les glandes cutanées, et surtout la détérioration du cortisol par les rayons du soleil et l'eau (Yamanashi 2018).

L'utilisation des fèces est de plus en plus répandue, que ce soit dans le milieu sauvage, où il est facile de récupérer les selles laissées par des animaux sauvages, ou le milieu captif. La concentration mesurée n'est alors pas celle d'un instant t, mais correspond à la moyenne de concentration en cortisol sur une période indéterminée, par accumulation de corticoïdes dans les selles (Cook 2012). Cette période va principalement dépendre du transit de l'animal (Palme 2005). Cela a comme intérêt que la méthode de prélèvement n'a pas d'impact sur la concentration fécale. Chez le dauphin en captivité, la récupération de fèces intra-rectal est possible après habituation, grâce à une sonde anale. Cette méthode de prélèvement, qui ne nécessite aucune contention, est très bien tolérée chez des dauphins habitués à l'introduction d'une sonde thermique anale pour la prise de température centrale (Mercera 2019). Le cortisol fécal est influencé par le sexe, la présence de contraceptifs (à base de progestatifs), la gestation et la saison, alors que le cycle oestral des femelles et la mixité du groupe ne sont pas des facteurs de variations (Mercera 2019).

La récolte d'urines récupérées de façon non-invasive sur la glace de l'environnement, a été testée et approuvée pour étudier la concentration urinaire en cortisol chez des phoques de Weddel (*Leptonychotes weddellii*) (Constable et al. 2006), sans différence entre le rapport cortisol/créatinine de l'urine récupérée sur glace et les urines directement récoltées auprès des phoques. Une relation linéaire

entre la fraction non liée du cortisol plasmatique et l'excrétion urinaire de cortisol avait été démontrée par Berman et al. (1980) chez des moutons (*Ovis aries*).

Il est important de préciser que, dans un contexte de stress chronique, l'utilisation du dosage de corticoïde seul peut ne pas être un bon indicateur de bien-être. En effet, confrontés à un stress chronique, les organismes peuvent s'habituer ou se sensibiliser. Dans le cas de l'habituation, un stress répétitif entraîne une réponse de moins en moins forte et il est possible d'avoir une concentration en cortisol faible. La sensibilisation va au contraire augmenter l'intensité de chaque réponse successive, avec un taux élevé en corticoïdes. Ainsi, une concentration en cortisol isolée est compliquée à interpréter en terme de bien-être, et doit être accompagnée d'analyses comportementales et d'études d'autres indicateurs de stress (Atkinson et Dierauf, 2018, Mercera 2019)

#### IV - 4) Comportements anticipatoires

Les comportements anticipatoires (CA) sont des comportements exprimés avant un événement attendu et désiré, censés être plus fréquents et intenses chez des individus à qui sont présentées moins d'opportunités désirées (Podturkin et al., 2022). Les animaux utilisent des indices environnementaux pour anticiper une récompense, et ainsi dirigent au mieux leurs comportements. L'anticipation a été définie comme la réponse d'un individu à une situation basée sur ses attentes du futur. La période de temps entre le signal et l'arrivée de la récompense est une période où une activité comportementale liée à l'activité dopaminergique - des comportements anticipatoires - peut être observée. Des études chez des rats et des porcs ont montré une augmentation de l'activité locomotrice, et des transitions comportementales plus fréquentes pendant cette période (Boissy et al. 2007). Ces comportements étaient plus présents chez des animaux avec un mauvais environnement, que ceux avec des enclos enrichis.

Chez des grands dauphins, un niveau très élevé de comportements anticipatoires a pu être corrélé à des biais cognitifs pessimistes indiquant un état de bien-être négatif (Clegg et Delfour 2018).

Il existe cependant des hypothèses contradictoires dans la littérature, sur l'interprétation de ces CA. On peut envisager que des animaux avec un état de bien-être bas vont avoir une attente et excitation plus importantes en présence d'une récompense imminente, et ainsi montrent plus de comportements anticipatoires. Mais il est aussi possible que des animaux avec un état de bien-être bas vont avoir un désir et envie moindre de consommer la récompense, et ainsi présenter moins de comportements anticipatoires.

Une théorie médiane est de considérer l'intensité de mouvements anticipatoires comme une courbe en U inversé, avec une fréquence basse avec un bien-être très haut ou très bas, et maximale avec un bien-être moyen (Anderson et al. 2020), comme on peut le voir avec la figure 6.

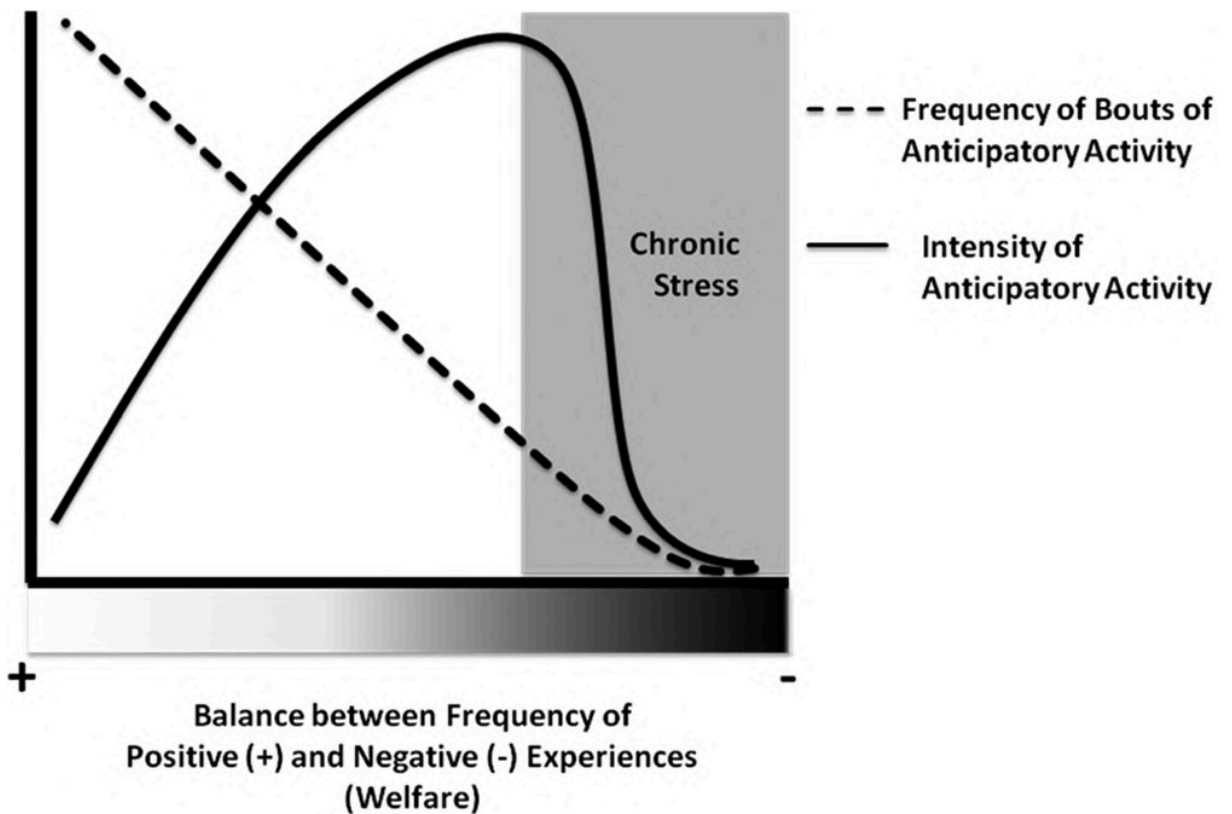


Fig. 6 : Modèle prédictif du comportement anticipatoire (Watters 2014).

L'axe des abscisses représente l'état de bien-être de l'animal comme la balance entre les expériences positives et négatives. Quand de nombreux événements positifs ont lieu, les opportunités de les anticiper sont aussi plus nombreuses, et la fréquence des comportements anticipatoires est plus élevée. Cependant, ils ne génèrent pas d'anticipation trop intense car ils sont fréquents. Si les événements positifs sont plus rares, la sensibilité à la récompense augmente, ainsi que l'intensité des comportements anticipatoires. La partie grise représente un état de stress chronique, où les fonctions normales de l'animal sont interrompues : état d'anhédonie .

Ainsi un animal avec un très bon état de bien-être est moins excité à l'idée d'une récompense, car il n'a pas de besoin à assouvir, et un individu avec un très mauvais mal-être peut être dans un état de dépression, d'anhédonie, et ainsi ne montrer aucune anticipation.

Cela signifie aussi que le risque de mauvaise interprétation est important, et qu'une absence de réaction à une récompense peut soit signifier qu'un animal est complètement satisfait, où dans un état anhédonistique, qui sont deux états à l'opposé en termes de bien-être.

On peut cependant noter qu'une étude chez le dauphin commun a pu mettre en évidence que la présence de comportements anticipatoires était corrélée au niveau de participation de l'événement attendu, plaçant ainsi le comportement anticipatoire comme une mesure de la motivation de l'animal (Clegg et al. 2018).

De façon pratique, certains comportements plus fréquents avant qu'après les phases de training sont considérés comme étant des CA. Une étude sur des lions de mer (*Zalophus californianus*) a montré que la fréquence des comportements d'anticipation varie selon le moment de la journée, avec un maximum sur la première

session de training, et un minimum sur la troisième et dernière (Podturkin et al., 2022). Leur présence suit le rythme circadien de l'animal, ou en réponse à des événements externes à l'animal. Chez des otaries à fourrure d'Afrique du Sud (*Arctocephalus pusillus*), des CA, sous la forme de sorties terrestres brèves, se développent dans un contexte de planning régulier (Wierucka et al. 2016). Si un comportement est anticipatoire, il est attendu qu'il suive certains patterns spécifiques. En effet, il devrait augmenter en intensité et en fréquence alors qu'un événement positif prévisible va se produire, se manifester dans une zone proche de l'endroit où cet événement positif a lieu et diminuer voire s'arrêter une fois l'événement passé (Krebs et al. 2022).

Ces comportements restent espèce-dépendant, mais aussi et surtout individu-dépendant.

Il est d'autant plus important de monitorer ces CA chez les pinnipèdes, voire de mettre en place des mesures pour les limiter, comme certains comportements (nager la tête en dehors de l'eau, passer plus de temps en extérieur) peuvent avoir des conséquences aussi sur la santé des animaux (plus d'expositions aux UV entraînant des problèmes oculaires).

#### IV - 5) Biais cognitif

Un biais cognitif est l'effet que l'état émotionnel d'un individu a sur le processus cognitif, pour par exemple prendre une décision, faire un jugement (Clegg et Delfour 2018).

Les tests de biais cognitifs consistent à tester la perception d'un stimulus ambigu, avec un résultat optimiste (l'animal s'approche du stimulus) et un résultat pessimiste (s'il s'en éloigne). Si le résultat est plus pessimiste, on s'attend à ce qu'il y ait plus d'indicateurs de mauvais bien-être, tels que les stéréotypies (Podturkin et al., 2022).

En psychologie humaine, il existe plusieurs types de biais cognitifs, mais en général, les personnes dont l'état émotionnel est négatif vont avoir des préjugés plus pessimistes sur des stimuli ambigus (biais de jugement), vont porter plus d'attention aux stimuli négatifs (biais d'attention) et vont plus se rappeler de souvenirs négatifs (biais de mémoire). Chez les animaux, le biais de jugement reste le plus utilisé, sans doute car il est plus facile à définir et à étudier que les autres (Clegg 2018)

L'avantage de ces tests est qu'il s'agit de protocoles non-invasifs, mais pour les réaliser, l'environnement doit être très contrôlé, et les animaux doivent être entraînés avant de commencer (Clegg et Butterworth 2017a).

Les tests de biais cognitifs font partie des tests disponibles permettant d'apprécier la cognition d'un animal, un des trois piliers du bien-être selon le principe de triangulation de Webster (2007). D'autres tests, tels que mesurer l'activité cérébrale, sont bien plus invasifs et peu réalisables en dehors des recherches de la médecine humaine. En parcs zoologiques, des études sur l'utilisation de biais cognitifs ont seulement été réalisées sur trois espèces : le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) (Clegg et al., 2017), le Gorille des plaines de l'Ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) (McGuire

et al. 2017) et l'ours noir américain (*Ursus americanus*) (McGuire et al., 2017; Vonk et al., 2021).

En pratique, un test de biais cognitif consiste à entraîner et à familiariser un animal à deux signaux, un avec un résultat positif et l'autre avec un résultat négatif. Un signal intermédiaire, ambigu, est ensuite proposé, et la réponse de l'animal à ce signal permettra d'apprécier son biais de jugement. Par exemple, un chien est présenté avec soit un bol rempli de croquettes d'un côté de la pièce, soit avec un bol vide de l'autre côté de la pièce (Burman et al. 2011). Quand le chien a appris la conséquence entre l'endroit de la gamelle et la récompense attendue, on observe alors une différence dans la vitesse d'approche du chien, selon l'emplacement de la gamelle. Ces deux positions de la gamelle, une positive et une négative, vont alors servir de témoins. On place ensuite des gamelles entre les positions positives et négatives, et on évalue la vitesse d'approche du chien, cette vitesse nous donnant alors un aperçu de la vision du chien, optimiste s'il est rapide, pessimiste s'il est lent. Ces tests font en général appel à des signaux "Go-Go" (comme dans l'exemple ci-dessus), où on regarde la différence de réponses, ou à des signaux "Go-No Go" où le signal positif est censé entraîner une réponse, mais pas le signal négatif (Roelofs et al. 2016).

Les biais cognitifs ont aussi pu être reliés à d'autres critères d'évaluations du bien-être. Par exemple, parmi un groupe de grands dauphins, les plus pessimistes montraient plus de comportements anticipatoires (Clegg et Delfour 2018b).

La latéralisation des fonctions cérébrales est aussi discutée comme pouvant être un test cognitif efficace. L'hémisphère gauche contrôlerait ainsi les comportements de routine, avec par exemple la recherche de nourriture et de proie, alors que la spécialisation de l'hémisphère droit serait les réponses d'urgence, les réponses au stress, et notamment la réponse combat-fuite face à un prédateur ou à une situation de danger. Un animal stressé, agressif utiliserait plus l'hémisphère droit de son cerveau, et exprimerait alors une préférence d'utilisation des membres et de l'oeil gauche (Rogers 2010). Par exemple, une étude chez des orques a montré que les petits étaient gardés à la droite de leur mère lors de situation non dangereuses (avec une intégration dans l'hémisphère gauche), et à gauche de leur mère alors que le niveau de danger augmentait (Karenina et al. 2013). Pour les pinnipèdes, deux otaries de Californie (*Zalophus californianus*) ont montré un usage différentiel de leurs nageoires thoraciques dans un exercice impliquant des conditions positives ou négatives (Le Ray et al., 2017).

#### IV - 6) Motivation à Participer aux Trainings.

La mise en place des entraînements réguliers avec les soigneurs permet plus d'interactions avec les animaux. La possibilité de check-up préventifs et réguliers, avec moins de stress et qui permettent l'habituation des animaux, est très utile en parc zoologique. Les entraînements, initialement intéressants pour l'industrie du divertissement et de la recherche, permettent maintenant d'effectuer des soins dentaires, des prises de sang, des palpations mammaires, des collections de lait ou



d'urine, de sperme, et d'encourager l'exercice physique, tout cela sans sédation ou anesthésie, et en réduisant au maximum le stress pour les animaux, qui deviennent acteurs dans leurs soins.

Chez les phoques, les prises de sang se font principalement aux veines extradurales, dorsales et latérales à la colonne vertébrale, ou veines interdigitales aux postérieurs (Ridgway 1972).

Les méthodes de renforcement positif permettent aussi de construire de la confiance, et un véritable lien entre l'animal et le soigneur, tout en encourageant les comportements adaptés. La mise en place de training de renforcement positif a permis de réduire les comportements anormaux, tels que les stéréotypies, et les comportements agressifs chez de nombreuses espèces de primates, telles que le Gorille des plaines de l'Ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) (Leeds et al., 2016), l'orang-outan (*Pongo pygmaeus*) (Raper et al. 2002), le chimpanzé (*Pan troglodytes*) (Pomerantz, Terkel 2009).

Cela crée aussi un environnement d'apprentissage stimulant, intéressant et sûr, sans punition. Le renforcement peut être primaire, avec la distribution de nourriture, ou secondaire, avec la mise à disposition de jouets ou de changements environnementaux. Il est important que les animaux aient le choix de participer, et conservent le contrôle lors de ces entraînements (Brando 2010).

Les entraînements et la présence d'enrichissement ont aussi des conséquences moins évidentes, telles que l'augmentation du niveau d'activité (augmentation de la dépense d'énergie, et de la distance parcourue dans le bassin) chez le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) (Lauderdale et al. 2021a).

Ainsi, la nature de ces interactions entre humains et animaux, leur régularité, leur durée, le soigneur qui organise cette interaction, ainsi que la personnalité et l'état affectif de l'animal impliqué, peuvent avoir un impact positif, négatif ou neutre sur le bien-être animal en général (Delfour et al. 2020).

Durant ces entraînements, il est possible pour les soigneurs de noter la volonté de participer des animaux. Cette volonté à participer, ou "WtP" pour "Willingness to Participate", permet de juger la motivation et l'enthousiasme de l'animal lors de sessions d'entraînement. Elle se compose alors d'une note de 0 à 4, délivrée par le soigneur responsable de l'entraînement, à la fin de ce dernier. Un zéro signifie que l'animal n'a pas été présent de la séance, sans contact avec le soigneur; un quatre signifie que l'animal a accompli tous les comportements et mouvements demandés, et que la séance s'est déroulée sans encombre avec un animal motivé. Il s'agit donc d'une notation basée sur l'impression générale d'un soigneur sur la séance d'entraînement. Plusieurs études centrées sur le score WtP, notamment chez les dauphins, ont déjà été menées, et semblent prometteuses sur ce paramètre pour l'évaluation du bien-être. Il a été relié chez le grand dauphin à six autres paramètres permettant de juger les interactions homme-animal (Delfour et al. 2020). De plus, il a été établi un lien significatif entre un meilleur score WtP, un meilleur état de santé, un apport de nourriture plus élevé sur la journée, et une quantité moins importante de

blessures. De façon très intéressante, il est aussi un indicateur précoce de modifications de l'état de santé d'un animal (Clegg et al. 2019).

Chez le grand dauphin, il a été montré que le score WtP variait aussi au cours de la journée, était au plus bas lors des séances matinales, et maximal au milieu de journée, avec des valeurs intermédiaires lors d'entraînement en fin d'après-midi. Il serait aussi plus élevé en moyenne chez les jeunes que chez les adultes, et plus élevé chez les femelles adultes que les mâles adultes, sans différence statistique entre jeunes mâles et femelles. Il est aussi intéressant de noter que le WtP était plus élevé lorsque des soigneurs avec moins d'expérience étaient responsables de la séance, avec l'hypothèse que ces séances sont en général plus "faciles" pour l'animal, et que les comportements demandés ne sont que des comportements acquis, et non pas des comportements en cours d'apprentissage, laissés au soigneurs plus expérimentés (Delfour et al. 2020). Il faut cependant noter l'intérêt de comparer le score WtP non pas entre individus, mais surtout pour le même individu, pour pouvoir repérer des variations significatives.

#### IV - 7) Enrichissement

L'enrichissement environnemental est une amélioration du cadre physique et social de l'animal (Makecha et Highfill, 2018). Il peut consister en des objets intéressants pour l'animal, des nouveautés dans l'environnement, des changements de groupe social.

De la même façon que pour d'autres termes relatifs à l'étude relativement nouvelle du bien-être, le terme d'enrichissement mérite d'être défini. On peut citer la définition de Shepherdson (1998) : «l'enrichissement est un principe de gestion animale qui recherche à améliorer la qualité de vie des animaux en identifiant et fournissant les stimuli environnementaux nécessaires à un bien-être psychologique et physique optimal».

Les individus réagissent très différemment par rapport aux mêmes enrichissements, d'où l'intérêt, voir la nécessité, de tester l'efficacité des enrichissements. De plus, en tant qu'humains, nous faisons souvent des hypothèses anthropocentriques sur quel enrichissement améliorerait le plus le bien-être, mais les animaux, et d'autant plus les mammifères aquatiques, vivent dans un environnement très différent du nôtre. Il est ainsi nécessaire d'effectuer un suivi de l'enrichissement, pour tester son efficacité. Depuis les années 2000, les études se concentrent donc sur les conséquences de l'ajout d'enrichissements. Par exemple, une étude sur deux lions de mer australien a montré que la présence d'enrichissement entraîne une diminution des stéréotypies, une augmentation des comportements actifs, et plus d'interactions avec les enrichissements non liés à de la nourriture (Smith et Litchfield 2010). Chez des phoques veaux marins et gris, des enrichissements ont diminué les comportements de nage répétitive et "complètement hors de vue", et ont augmenté la fréquence de la nage aléatoire et des comportements exploratoires, ainsi que la

diversité comportementale (Hunter et al. 2002). Des otaries à fourrure d'Afrique du Sud ont diminué leur fréquence de nage répétitive, et augmenté celle de nage aléatoire et de comportements exploratoires (par leur fréquence et leur diversité), pendant l'ajout d'enrichissements divers et variés basés sur la recherche de nourriture (Hocking et al., 2015).

Des enrichissements efficaces ont aussi permis d'augmenter le temps consacré à la recherche de nourritures chez des jeunes phoques en réhabilitation, et de diminuer la quantité de stéréotypies, chez ces individus ayant pour but d'être relâchés (Chudeau et al., 2019). Cet intérêt de l'enrichissement pour des individus sauvages en centre de soin a aussi été prouvé chez la tortue caouanne (*Caretta caretta*), où ils ont permis d'encourager des comportements sauvages et la prise de distance avec les objets fabriqués par l'homme, après une longue période de captivité de plusieurs années. Toutes ces études ont en commun la prise en compte de mesures basées sur l'animal pendant la présence d'enrichissements, pour confirmer ou non leurs effets positifs sur le bien-être. C'est ainsi ces corrélations qui pourraient permettre aux prochaines études d'utiliser les effets positifs prouvés de l'enrichissement pour améliorer le bien-être des individus (Clegg et Delfour 2018a)

Chaque animal interagit différemment avec un enrichissement donné (Vaicekauskaite et al., 2019). Cela souligne aussi l'intérêt de définir la personnalité de chaque individu. L'absence de jeu et d'interaction avec les enrichissements, souvent associé à un individu anxieux, ennuyé, frustré, apeuré peut être normal pour un animal introverti, non curieux, et néophobe (Delfour et Beyer, 2012). Les réactions à l'enrichissement peuvent aussi varier en fonction du temps, de l'habituation de l'animal. L'âge de l'animal est aussi à prendre en compte, en effet des dauphins juvéniles participent significativement plus aux sessions d'enrichissement que des adultes ou sub-adultes (Eskelinen et al., 2015).

Il faut différencier le renforcement intrinsèque, quand le comportement en lui-même est enrichissant (e.g. exploration, jeux, chasse). La baisse d'intérêt de l'animal est alors due à son habituation. Le renforcement extrinsèque est lui la conséquence d'un élément extérieur au comportement, souvent de la nourriture. La baisse d'intérêt est à ce moment-là causée par l'extinction, la ressource utilisée pour motiver l'animal étant épuisée.

Si l'utilisation d'un enrichissement augmente ou reste stable au cours du temps, l'enrichissement est réussi. Limiter et varier le temps où l'objet est à disposition permet aussi de diminuer l'habituation (Hanna et al., 2002). Le fait qu'un enrichissement avec de la nourriture soit présent, mais que la récompense, la nourriture, ne soit présente qu'à certains moments de la journée, de façon imprévisible peut aussi permettre de conserver l'intérêt d'un animal pour un enrichissement. Ainsi, un rhinocéros noir (*Diceros bicornis*) a été présenté avec un enrichissement interactif, qui ne délivrait une récompense après interaction qu'à intervalles non réguliers, et il a été montré que le nombre d'interactions sur la journée n'avait pas diminué entre le premier jour et le dernier jour de l'étude (Krebs et Watters 2017).

Il peut être intéressant d'effectuer une rotation entre objets, pour garder la nouveauté, notamment pour les enrichissements basés sur le renforcement intrinsèque. Un programme d'enrichissement réussi, avec une fréquence de renouvellement des enrichissements élevée, est ainsi corrélé à une augmentation des durées de plongées et à une utilisation extensive de l'enclos chez le grand dauphin (Lauderdale et al. 2021b). Cependant, on retrouve ici aussi la nécessité de connaître le tempérament des individus recevant ces enrichissements, car de nouveaux objets peuvent augmenter la fréquence de comportements anormaux et de comportements de fuite chez des animaux peureux ou néophobes (Podturkin 2021).

La présence d'objet permet un comportement exploratoire et une plus grande variabilité comportementale. Cependant, il est aussi possible de voir une augmentation de l'agression entre congénères pour la gestion des ressources, qui sera à surveiller. Une conséquence de cela est que les animaux soumis peuvent montrer une hausse de comportements stéréotypiques à cause de la compétition pour l'accès à l'enrichissement avec les autres animaux. C'est aussi une des raisons pour lesquelles il est important d'effectuer un suivi continu de l'efficacité de l'enrichissement (Vaicekauskaite et al., 2019) .

Pour un suivi efficace, on peut notamment retrouver dans la littérature (Mellen et al., 2001) le modèle SPIDER (pour "Setting Goals, Planning, Implementing, Documenting, Evaluating, and Readjusting" en anglais). On retrouve donc cette nécessité d'analyser les résultats des programmes d'enrichissement, et de les modifier si besoin (Monreal-Pawlowsky et al. 2021).

Il existe de nombreux types d'enrichissements différents :

- Enrichissement sensoriel, comme des enrichissements olfactifs (odeur naturelle ou artificielle), visuels (miroirs, télévision), auditifs (vocalisations animales, musique)  
Un ajout d'odeur, naturelle comme artificielle, a permis de diminuer la présence de stéréotypies, ainsi qu'une amélioration de l'utilisation de l'habitat chez des lions de mer californiens (Samuelson et al. 2017). L'avantage de ces enrichissements est qu'il en existe un très grand nombre possible, et qu'il est possible de les intégrer à un enclos à bas coût et rapidement.
- Enrichissement alimentaire (variation de temps de nourrissage, nourriture entière, cachée)
- Enrichissement tactile (objets)
- Enrichissement structurel (changement dans la structure de l'enclos) : exemples de structure en PVC, de matelas de mousse, de plateforme flottante...
- Enrichissement social (changement dans le groupe d'animaux, interactions renforcées positivement avec humains)
- Enrichissement cognitif : ces enrichissements sont difficiles à catégoriser, mais une définition est un enrichissement qui "implique des compétences cognitives évoluées en fournissant des opportunités de résoudre des

problèmes ou contrôler des aspects de son environnement” et “est corrélé à au moins un critère d'évaluation du bien-être validé” (Clark 2017); exemples de puzzles, accès à un contrôle d'une lumière ou d'une fontaine, course d'obstacle immergée. Pour certains auteurs, l'entraînement est une forme d'enrichissement socio-cognitif (Makecha et Highfill 2018), mais les capacités physico-cognitives restent peu mises à l'épreuve en parc zoologique (Clark 2013) .

Concernant l'enrichissement social, regrouper différentes espèces dans le même enclos peut aussi consister en un enrichissement social, avec une augmentation des interactions sociales et de la complexité sociale (Veasey et Hammer, 2010). L'inquiétude première est cependant la possibilité d'interactions négatives entre espèces, comme des comportements agressifs. Un regroupement de phoques gris et phoques veaux marins a l'avantage que les deux espèces partagent le même environnement, le même régime alimentaire, et ont des tailles et poids relativement proches. Dans la nature, il a cependant été observé des comportements de prédation du phoque gris sur des veaux marins (van Neer et al., 2015), ainsi que des comportements sexuels violents entre phoques gris mâles et veaux marins femelles ayant entraîné la mort de ces dernières (Rohner et al. 2020). Aucune hybridation possible entre ces deux espèces n'a par contre été notée dans la littérature.

#### IV - 8) Besoins physiques - mesures basées sur les ressources.

L'AZA (Association of Zoos and Aquariums) publie des Manuels de Soins des Animaux (Animal Care Manuals) par espèce. Ces manuels résument les besoins biologiques et physiques des espèces présentes dans les zoos. Ils contiennent des conseils de gestion, et se concentrent sur les ressources, et les paramètres environnementaux et sociaux, nécessaires -mais pas suffisant- à un bon état de bien-être.

Trente-cinq manuels ont déjà été publiés, et vingt-cinq sont en cours de création. La seule espèce de mammifères marins dans cette liste est le lion de mer californien, dont le manuel n'en est qu'à l'étape 2 sur 6 de publication. Cela montre bien un manque d'informations sur les mammifères marins en général, et plus particulièrement sur les pinnipèdes, qui sont pourtant largement représentés en parcs zoologiques (*Animal Care Manuals | Association of Zoos & Aquariums*). L'Association Européenne des Zoos et Aquariums (EAZA) met cependant à disposition des lignes directrices concernant la captivité des *Otariidae* et *Phocidae* (Gili et al., 2018).

De plus en plus d'études soulignent l'importance de se concentrer sur des mesures basées sur l'animal, mais en gardant en tête que respecter les conditions biologiques et physiques reste une condition nécessaire et préalable au bien-être animal.

La note d'état corporel est utilisée dans beaucoup d'espèces pour estimer objectivement si un individu est en sous-poids, en surpoids ou avec un état d'embonpoint correct. Cela peut ensuite permettre d'identifier des problèmes dans la ration, et de les corriger. Chez les pinnipèdes en général, et chez les phoques en particulier, la notion de note d'état corporel est compliquée car ces animaux ont physiologiquement une couche de graisse importante, leur donnant un aspect très rond, sauf dans les cas de maigreur importante.

Une étude chez le Léopard de mer (*Hydrurga leptonyx*) a montré la possibilité d'entraîner une intelligence artificielle, permettant de classer des individus selon leur score corporel (bon, moyen ou mauvais) à partir de simples photographies, en se basant sur la taille de la silhouette et la présence de saillies osseuses (Warren 2021). Chez des jeunes phoques, des mesures de la couche de graisse sous-cutanée par pli de peau ou échographie ont été évoquées, mais peu de littérature est disponible sur les normes de l'espèce (Castellini et al. 1993). L'utilisation de l'échographie est prometteuse, car elle est sans danger, non-invasive et peu coûteuse une fois le matériel acheté. Il faut cependant atteindre une standardisation de la zone de mesure, car l'épaisseur du tissu graisseux varie selon la localisation (Dierauf et Gulland 2001). Les interactions avec l'âge, le sexe, la saison, et la température de l'eau sont encore à étudier.

Les données physiologiques mesurables sont alors la longueur, le poids, et la circonférence des phoques.



---

**ETUDE EXPÉRIMENTALE DU BIEN-ÊTRE DE  
PHOQUES VEAUX MARINS ET PHOQUE GRIS  
EN PARC ZOOLOGIQUE**

---



Dans cette première partie nous avons pu voir la diversité de définitions et d'approches possibles du bien-être. Nous avons aussi regroupé les paramètres les plus utilisés pour approcher le bien-être d'un animal, avec des paramètres physiologiques (quantité de nourriture, taux de cortisol salivaire, enrichissements proposés) et comportementaux (personnalité, répertoire comportemental, comportements anticipatoires et stéréotypiques, budget temps de chaque animal, et volonté de participer). Certains de ces paramètres sont assez récents, comme la diversité comportementale et la volonté de participer. Nous avons aussi pu voir que les pinnipèdes, et les phoques encore plus, sont assez peu représentés dans la bibliographie. Cette deuxième partie expérimentale a donc pour objectif d'étudier certains de ces paramètres chez des phoques veaux marins et phoque gris du parc Océanopolis à Brest, de les comparer et de tester l'existence de corrélation entre ces paramètres, dans le but de déceler quels paramètres peuvent être utilisables et pertinents dans l'étude du bien-être chez ces deux espèces.

## I- Matériel et méthode

### I-1) Océanopolis et leurs phoques

#### I-1)-a) Océanopolis

Océanopolis est le Centre National de Culture Scientifique dédié à l'Océan. Public, il fait partie de la collectivité Brest métropole océane. Il est géré par Brest'aim, société Anonyme d'Économie Mixte.

Ce centre est le résultat d'un partenariat entre la ville de Brest et la communauté scientifique brestoise, et fait partie des Centres de Culture Scientifique Technique et Industrielle (CCSTI).

La création de ce centre a été réalisée en plusieurs étapes. L'ouverture du premier pavillon (le pavillon tempéré) s'est déroulée en juin 1990, avec un financement initial d'environ 85 millions de francs (13 millions d'euros). Un projet d'extension a ensuite eu lieu en 2000, avec les pavillons polaires et tropicaux, et l'agrandissement et la rénovation du pavillon tempéré, avec cette fois-ci un budget de 50 millions d'euros, résultat d'une collaboration aux niveaux européen, français, régional et départemental. En 2013, le sentier des Loutres voit le jour, avec un bassin abritant des loutres d'Europe (*Lutra lutra*), et un des loutres de mer (*Enhydra lutris*). Le pavillon tempéré, rénové à nouveau en 2016, deviendra le pavillon Bretagne.

Au total, Océanopolis concentre environ 100 espèces différentes, pour 1 000 animaux, répartis en 77 aquariums et plus de quatre millions de litres d'eau de mer (*Grand Aquarium France*).

Océanopolis possède aussi un centre de soin, géré par l'association ACMOM (Association pour la Conservation des Mammifères et Oiseaux Marins de Bretagne). Situé à l'écart des bâtiments principaux, il permet l'accueil, la réhabilitation et le relâchage de plus d'une vingtaine d'individus par an, avec majoritairement des jeunes phoques gris post-sevrage. Le suivi des échouages de cétacés et de pinnipèdes sur toute la Bretagne est aussi géré par l'association (*Centre de soin, soin animalier*, 2020).

Le centre s'étale actuellement sur 5 hectares, et est composé de 8 000 mètres carrés d'exposition, auxquels s'ajoutent 8 000 mètres carrés de zones techniques. Il emploie 125 salariés permanents, et une centaine de saisonniers.

La gestion et la maintenance, notamment dans les domaines techniques, énergétiques, etc, sont assurées par la société COFELY.

Contrôlé par le Ministère de l'Éducation Nationale, il a accueilli depuis son ouverture plus de 10 millions de visiteurs. Ses missions pour la conservation des espèces qu'il présente reposent sur la reproduction en captivité, l'échange d'informations, et la contribution à la recherche scientifique.

#### I-1)-b) Habitat

##### I-1)-a)-(i) Biosécurité

Les soigneurs utilisent du matériel propre à chaque bassin (seau, tenue).

Deux plongées par semaine (mardi et vendredi) sont organisées dans le bassin des phoques, pour lutter contre les poussées algales sur les décors et vitrages. Avant chaque plongée, les plongeurs et les équipements sont abondamment rincés à l'eau douce. Les plongées se font toujours avec 2 plongeurs, un nettoyant la vitre, l'autre aspirant saletés et algues.

Les algues brunes, comme les laminaires et les himanthales sont naturellement conservées, les algues vertes (ulves) sont elles évacuées par un système d'aspiration.

Les algues et les excréments sont récupérés et destinés à l'incinération, les eaux aspirées sont orientées vers le circuit des eaux de mer usées pour un traitement par ozonisation avant rejet.

##### I-1)-a)-(ii) Eau

L'eau utilisée dans le bassin est pompée en mer à proximité du littoral. Les avantages de ce système sont la qualité de l'eau, la possibilité d'un circuit semi-ouvert -pour éviter l'accumulation de produits toxiques tels que les nitrates, phosphates et remplacer les éléments de l'eau (e.g. calcium, strontium, iode), pas de problème de salinité par évaporation, et le remplacement rapide de l'eau est possible si besoin de vider un bassin.

Les inconvénients sont que le lieu d'implantation du pompage a été le fruit d'études importantes, qu'un suivi permanent de la qualité et turbidité de l'eau est obligatoire, et qu'un système de traitement pour pouvoir fonctionner en circuit fermé a dû être créé.

Le point de pompage se situe à 1850 m du centre, et est signalé en mer par une balise. Sa cote d'altitude permet qu'il soit toujours immergé, peu importe la marée.

La première installation, datant de 1989, consistait en deux pompes immergées de 80 m<sup>3</sup>/h chacune, dont une de secours, et de trois canalisations PEHD (90 mm de diamètre), deux en fonctionnement, une en anoxie pour éliminer mollusques, ascidies... et qui était remise en fonctionnement après un coup de chasse.

En 1999, le centre passe à un système à deux pompes immergées de 160 m<sup>3</sup>/h, et trois canalisations de 160mm de diamètre, avec une rotation en anoxie tous les 2 mois. La station de 1989 a été conservée comme station de secours.

Au niveau de la circulation de l'eau au sein du Pavillon Bretagne, elle est assurée par un réseau gravitaire issu de 2 châteaux d'eau, un avec de l'eau de mer brute pour certains invertébrés, le deuxième avec de l'eau de mer filtrée à 25µm. L'eau est stérilisée en sortant du château d'eau. Un apport d'eau neuve est fixé pour chaque bassin à 10% de leur volume par heure. Le trop plein d'eau est collecté dans une bêche tampon de 200 m<sup>3</sup> en sous-sol du bâtiment, avant ozonisation et rejet en mer, ou il peut aussi être réutilisé, filtré et stérilisé pour alimenter le pavillon polaire.

La température de l'eau est relevée tous les jours, la teneur en oxygène, la salinité, et la présence d'ammonium et de nitrites sont contrôlées une fois par semaine.

#### I-1)-a)-(iii) Filtres

Il existe différents systèmes de filtration de l'eau.

Un filtre primaire de l'eau de mer est assuré par des filtres mécaniques sous pression. Sous 1.8 à 2 bar, l'eau passe par du sable de silice, assurant une filtration à 25µm.

Pour le bassin des phoques veaux marins, une filtration mécanique est suivie d'une filtration biologique sous pression, pour permettre la présence d'invertébrés dans le bassin.

La stérilisation de l'eau se fait grâce à un stérilisateur à ultra-violet, selon la réglementation française concernant la potabilisation de l'eau par UV-C.

Après la filtration mécanique, l'eau passe dans une station d'ozonisation.

L'hydrodynamisme du bassin est assuré par une "machine à vague", c'est-à-dire une cuve pivotant sur un axe une fois pleine. Cela permet de maintenir un taux d'oxygène dissous, et d'éviter toute stratification thermique, la création de zones d'eaux "mortes", l'accumulation de déchets sur les décors et la sédimentation.

Des études d'impact sur les rejets d'eau de mer dans le milieu marin sont réalisées, la dernière datant de 1997. Des contrôles bactériologiques et chimiques sont réalisés sur les rejets, l'eau de mer brute et l'eau de rejet avant ozonisation tous les trimestres du 1<sup>er</sup> octobre au 30 mai et tous les mois du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre.

En cas de pollution chimique ou biologique (comme les blooms phytoplanctoniques), de turbidité trop forte, de dysfonctionnement, le pavillon Bretagne est construit pour pouvoir passer en circuit fermé. De l'eau de mer est alors pompée dans la bêche tampon, de 200 m<sup>3</sup>, puis redistribuée après filtration, thermorégulation et stérilisation UV, dans le but de conserver l'apport de 10 %/h dans chaque bassin.

#### I-1)-a)-(iv) Éclairage

L'éclairage naturel est présent en journée car le bassin est en extérieur. Il existe aussi un éclairage artificiel en complément, actif les journées sombres, les matins et les soirs. Il est cependant recommandé de conserver un minimum de six heures d'obscurité complète et ininterrompue la nuit (Rose et al. 2017).

### I-1)-a)-(v) Décors et substrats

Le décor de l'enclos est construit sur une structure de béton projeté et sculpté, avec un mortier thixotrope projeté sur des armatures en tubes PVC et grillages plastiques, recouverte par une couche de finition sculptée et pigmentée. Du béton allégé comble les espaces pour éviter les eaux stagnantes.

Le bassin a une contenance de 400m<sup>3</sup>, avec une vision sous-marine à l'étage inférieure, et une vision aérienne au premier étage. Un barriérage en inox sépare le bassin des visiteurs, et un sas d'accès permet aux soigneurs d'accéder à la plage (voir Fig.7).



*Fig. 7 : enclos des phoques du Pavillon Bretagne*

Des invertébrés (e.g. étoiles de mer, anémones, crustacés, coquillages) et des algues (himanthales) sont présents dans le bassin, pour recréer l'environnement de la mer d'Iroise.

Un bassin d'isolement est présent sur la plage pour séparer un animal si besoin (notamment le cas de Fite, l'un des phoques veaux marins, lors des plongées bi-hebdomadaires). Les animaux sont entraînés à y être enfermés.

Les plans du bassin sont disponibles en annexe 3. Le bassin d'eau fait donc environ 340 m<sup>3</sup>. En surface, les dimensions du bassin sont de 7.5 mètres sur 13 mètres de long, pour une profondeur maximale de 5.3 mètres.

Les pinnipèdes passant une minorité de leur temps hors de l'eau, il est important que la taille du bassin reste supérieure à celle de la plage, et soit suffisante en prenant en compte le nombre d'individus. Au niveau des dimensions du bassin, il est conseillé que la longueur fasse au moins plusieurs fois la taille d'un individu, et que la profondeur minimale soit au moins deux fois la taille adulte, les pinnipèdes pouvant dans la nature plonger à des profondeurs de plusieurs dizaines de mètres (Rose et al. 2017). Pour la plage, tous les animaux de l'enclos doivent pouvoir l'utiliser en même temps, notamment au moment de la mue (CCAC 2014) .

L'Association Européenne des Zoos et Aquariums (EAZA) préconise les valeurs suivantes (Gili et al., 2018), répertoriées dans le tableau 3:

Espèce	Taille moyenne	Taille du groupe	Taille de la plage (m <sup>2</sup> )	Taille du bassin(m <sup>2</sup> )	Volume du bassin (m <sup>3</sup> )
P. vitulina	1.9m	1-6	24	92	233
H. grypus	2.3m		30	120	367

Tableau 3 : Dimensions minimales requises pour des enclos de P. vitulina et H. grypus (Gili et al., 2018)

Une vitre d'observation d'environ trois mètres sur sept est présente dans le bassin des phoques. Cette vitre est importante pour l'observation directe sous-marine des phoques pour les visiteurs, mais aussi pour les soigneurs (Fig.8).



Fig 8 : Vitre sous-marine, côté visiteurs.

### I-1)-b) Nourriture

Les phoques sont nourris entre 2 et 3 fois par jour à base de hareng, capelan, et maquereau. Un repas est distribué le matin, et un à deux repas dans l'après-midi. À Océanopolis, les séances de nourrissage ne sont pas à heures fixes, comme dans certains parcs pour le public. Comme les soigneurs s'occupent de toute la partie mammifère, les horaires des repas varient d'un jour sur l'autre. La mue et la reproduction impactent l'appétit des animaux, et modifient la ration. Des pesées régulières au sein des entraînements sont réalisées.

Des blocs de gélatines sont parfois mélangés aux poissons pour augmenter la prise hydrique des animaux.

Des formules théoriques sont disponibles dans la littérature. La formule suivante est donnée dans le "Handbook of Marine Mammal Medicine" (Dierauf et Gulland 2001) :

$$IE = (FE + UE) + HIF + BMR + Locomotion$$

avec • IE (Ingested Energy) l'énergie ingérée en MJ/jour

• FE (Fecal Energy) et UE (Urinary Energy) les pertes non digérées et les déchets de l'organisme en MJ/jour,  $UE + FE = 0.15 \times IE$

• HIF (Heat Increment of Feeding) aussi appelé l'excès de production de chaleur post prandiale, en MJ/jour,  $HIF = 0.17 \times IE$

• BMR (Basal Metabolic Rate), le coût du métabolisme basal de l'organisme, calculé en watts et converti en MJ ( $1 \text{ W} = 0.0864 \text{ MJ/jour}$ ),  $BMR = 3.4 \times P^{0.75} \text{ W}$ , avec P le poids de l'animal en kilogramme

• Pour l'énergie dépensée dans le déplacement, elle constitue  $0.0015 \text{ MJ/kg/km}$ .

Ainsi, pour un phoque adulte de 100 kg, se déplaçant à 1m/s pour une période de 6 heures sur la journée, l'énergie dépensée est d'environ 18.3 MJ/jour.

Le tableau suivant (tableau 4) répertorie les compositions de référence des espèces de poisson distribuées à Océanopolis :

Tabl. 4 : Compositions de référence des espèces de poisson distribuées à Océanopolis (Dierauf et Gulland 2001, Lawson et al., 1998) :

Espèce	Saison de capture	% H2O	% Protéines	% Graisse	% Cendres brutes	Energie (MJ/kg)	Valeur (MJ/kg) Océanopolis
Capelan	Été	68.2-80.3	12.9-16.1	3.1-13.7	2.1-2.4	4.16-8.4	5.73
Hareng	Été	65.8	15.5	13.6	2.3	9.74	5.23
	Automne	68.2-69.7	16.5-17.5	8.9-9.9	2.3-2.6	6.93-8.15	
	Hiver	65.0	20.1	13.7	0.8	9.4	
Maquereau	Été	74.9	18.8	3.2	3.5	5.59	6.53

Les phoques reçoivent aussi des compléments alimentaires quotidiennement. Il s'agit des compléments "Fish Eaters Tablets" (Mazuri Zoo Foods). Ils sont composés de vitamines, carbonate de calcium, maltodextrine, levure, cellulose, silice, acide stéarique et stéarate de magnésium. La composition précise en vitamines et minéraux est donnée en annexe 4.

La complémentation (principalement en thiamine/vitamine B1, vitamines A et E) est en effet nécessaire, à cause du manque de variété par rapport à au régime naturel, ainsi que de l'utilisation de poissons congelés, ces éléments se dégradant alors rapidement (Mazzaro et al., 2016). Les recommandations sont de 25-30 mg de thiamine et 100 UI de vitamine E par kilogramme de poisson (Bernard et al. 2002).

Chaque phoque reçoit deux comprimés par jour, mélangés à la nourriture, ce qui correspond à un apport de 20 000 UI de vitamine A, 100 mg de thiamine et 320 UI de vitamine E. Pour environ 3 kg de poisson par jour, la dose de compléments apportée suit les recommandations.

Chaque repas et séance d'entraînement est rapporté pour chaque animal dans un fichier informatique. Le nombre de repas dans la journée, la quantité totale de nourriture distribuée par jour, la prise de compléments sont ainsi répertoriés chaque jour, ainsi que des remarques faites par les soigneurs.

#### I-1)-c) Les animaux

Le tableau 5 présente les individus participant à cette étude :

Nom	Espèce	Sexe	Date de naissance (âge)	Date d'arrivée à Océanopolis	Parc d'origine
Naia	<i>H. grypus</i>	femelle	16/12/2005 (16 ans)	01/02/2012	Musée de la Mez, Biarritz
Fite	<i>P.v. vitulina</i>	mâle	07/06/1995 (26 ans)	09/01/1998	Duisburg, Allemagne
Nikko	<i>P.v. vitulina</i>	femelle	20/07/1992 (29 ans)	16/06/1995	Aquarium d'Esbjerg, Danemark
Torpenn	<i>P.v. vitulina</i>	mâle	26/06/2014 (7 ans)	né à Océanopolis	
Milie	<i>P.v. vitulina</i>	femelle	07/06/2012 (9)	15/04/2020	Friesland, Pays-Bas

Tabl. 5 : récapitulatif des phoques veaux marins et gris présents à l'Océanopolis, présents dans cette étude.

Naia était pendant la durée de l'étude sous fluoxétine, à une dose de 0.41mg/kg/j (deux comprimés de 20mg par jour), car des comportements d'agression étaient notés à l'encontre de Nikko notamment. La fluoxétine est un antidépresseur qui

bloque la réabsorption de sérotonine dans le cerveau, et augmente le seul d'activité motrice. Cette molécule est utilisée en médecine vétérinaire pour traiter des désordres psychologiques, notamment l'anxiété de séparation chez le chien. Elle a aussi été prouvée lutter contre la fréquence de stéréotypies, de comportements compulsifs et de comportements d'automutilation chez des Macaques rhésus (Fontenot et al., 2009).

Torpenn est le fils de Nikko et Fite.

Milie est malheureusement décédée l'été suivant cette étude, des suites d'une intussusception diagnostiquée à l'autopsie.

#### I-1)-d) Gestion des animaux

Fite et Nikko ont eu 3 petits : Lilou et Sanna, des femelles parties au parc de Branféré (Loire Atlantique) et Torpenn.

Fite, le mâle adulte reçoit un implant de Suprelorin 9.4 mg (desloréline) une fois par an.

Concernant Torpenn, une pose d'implant a été réalisée en juin 2019. Depuis, des échographies régulières et des prises de sang sont réalisées pour mettre en évidence la reprise de l'activité sexuelle et les taux de testostérone.

Les implants de desloréline sont les plus utilisés en médecine zoologique. La desloréline est une molécule agoniste de la GnRH (Gonadotropin-Releasing Hormone), et va supprimer la fonction de l'axe gonado-hypophysaire. Les hormones responsables du maintien de la fertilité et des comportements sexuels secondaires (l'hormone folliculostimulante -FSH- et l'hormone lutéinisante -LH) ne vont plus être produites. La faible dose continue de desloréline va réduire la fonctionnalité et la taille des organes reproducteurs mâles, la libido et la spermatogenèse et abaisser les taux plasmatiques de testostérone, de 4 à 6 semaines après l'implantation (*Med'Vet - Médicament SUPRELORIN® 9,4 mg*). Durant cette phase, un autre type de contraception, ou la séparation des sexes, est conseillé.

Malheureusement, peu d'informations sont disponibles sur la durée d'efficacité de l'implant, avec de plus une forte variation inter-individuelle. Grâce à des résultats empiriques, la durée minimale d'efficacité d'un implant Suprelorin 9.4mg serait de six mois chez les pinnipèdes. Ces implants sont théoriquement réversibles, et deux cas de réversions ont été observés chez des phoques veaux marins (Cowl 2017).

#### I-1)-e) Santé

Le training médical réalisé par les soigneurs quotidiennement permet de réaliser pesées, soins dentaires, prises de sang, radiographies et échographies sans anesthésie.

Le suivi vétérinaire est réalisé par la société FauneVet, une équipe de 5 vétérinaires basée à Nantes. Cette structure intervient sur 24 parcs zoologiques français, que ce soit en assistance au(x) vétérinaire(s) du parc, ou en tant que vétérinaires officiels. À



Océanopolis, outre les visites d'urgence possible, des visites régulières se font un vendredi sur deux.

Les phoques sont des animaux sensibles aux troubles dentaires, les phoques utilisant très peu leurs dents, et préférant engloutir les poissons. Les pinnipèdes sont sensibles à l'accumulation de plaque dentaire, aux gingivites, et aux maladies parodontales, surtout avec l'âge (CCAC 2014). Bien qu'ils soient entraînés au brossage de dent par les soigneurs, avec de l'Elugel ND (dentifrice à base de Chlorhexidine), des maladies dentaires sont présentes :

- Fite a été opéré à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes en 2006 pour l'extraction des 2 canines supérieures, suite à des abcès dentaires à répétition.
- Nikko a subi une extraction dentaire quasi-totale au CHVA Atlantia à Nantes en 2016, à cause d'une gingivite aiguë et douloureuse.

Naia a elle aussi été opérée au CHVA Atlantia, en 2013, pour une chirurgie de cataracte. Suite à cette opération, elle avait été mise au sec pour l'administration de collyre, mais finalement remise en eau avant la fin du traitement, car trop agressive. Lors de la remise en eau, elle a malheureusement tapé l'œil lors du transport, et un traitement à base d'Optimumme ND (ciclosporine) pendant des mois n'a pas montré d'amélioration. Par conséquent, Naya n'a pas gardé l'entièreté de sa vision, mais arrive cependant à se déplacer et se nourrir sans problème.

Les problèmes oculaires sont malheureusement très communs chez les pinnipèdes captifs en général, avec comme cause principale l'exposition augmentée aux rayons lumineux du soleil. En comparaison avec son environnement sauvage, un pinnipède captif nage moins profondément, et passe plus de temps actif sur terre, notamment lors des entraînements et nourrissages. Cela a pour conséquence d'entraîner des kératopathies, des luxations de cristallin, des cataractes. Les mesures préventives possibles sont l'utilisation de surfaces sombres et non-réfléctives, la présence d'ombre, et le nourrissage dans l'eau. Fite et Torpenn ont eux aussi souffert de problèmes oculaires en 2021, résolus avec un traitement oculaire.

Des suivis échographiques ont aussi pu mettre en évidence la présence de calculs rénaux bilatéraux chez Fite, asymptomatiques pour l'instant. Millie a souvent des comportements d'aérophagie et la présence d'air dans les intestins a été confirmée par échographie. Elle présentait déjà ce comportement dans son ancien parc.

La présentation du centre Océanopolis et des animaux participant à cette étude faite, le reste de cette partie se concentrera sur la présentation des paramètres étudiés, et les tests pour évaluer ces paramètres.

## I-2) Étude de la personnalité

### I-2)-a) Questionnaire aux soigneurs

Un questionnaire a été envoyé à tous les soigneurs (N=6) du centre Océanopolis travaillant avec les veaux marins. Ce questionnaire leur demandait, pour chaque phoque, de noter sur une échelle de 1 à 5 s'ils correspondaient à une liste de 18 adjectifs, de 1 si l'adjectif ne décrit pas du tout l'individu à 5, cet adjectif décrit très bien l'individu.




Nous avons ainsi récolté l'avis des 6 soigneurs qui travaillent quotidiennement avec les phoques sur les 18 adjectifs notés ci-dessous (Tableau 6). La définition de chaque caractère a été expliquée avant la réalisation de questionnaire.

Adjectifs	Définition
Intelligent	Apprend rapidement à associer certains événements, semble avoir une bonne mémoire sur le long terme
Agressif avec les autres animaux	Réagit de façon hostile ou essaie d'attaquer les autres animaux
Agressif avec les soigneurs	Réagit de façon hostile ou essaie d'attaquer/intimider les gens
Agressif avec les plongeurs	Réagit de façon hostile ou essaie d'attaquer/intimider les gens dans le contexte de la plongée
Calme	Difficilement dérangé par des changements dans son environnement
Actif	Se déplace fréquemment
Timide	Réticent à approcher de nouveaux animaux, de nouveaux objets ou de nouvelles situations
Sociable avec les autres animaux	Engage le contact, recherche des interactions positives avec les autres animaux
Sociable avec les soigneurs	Engage le contact, recherche des interactions positives avec les soigneurs
Sociable avec les plongeurs	Engage le contact, recherche des interactions positives avec les plongeurs
Craintif des autres animaux	Prend rapidement ses distances avec les autres animaux
Craintif des soigneurs	Prend rapidement ses distances avec des personnes
Craintif des plongeurs	Prend rapidement ses distances avec les plongeurs
Solitaire	Passe du temps seul, évite la compagnie
Explorateur	Examine son environnement
Coopérant	Est conciliant, obéit de façon volontaire aux demandes
Tactile	Recherche le contact physique avec les autres animaux ou avec des personnes
Vigilant	Attentif, observateur; passe beaucoup de temps à surveiller son environnement

Tabl. 6 : Liste et définition des 18 adjectifs pertinents à l'étude de personnalité.

### I-2)-b) Test à la nouveauté

La réaction des phoques à l'introduction d'objets nouveaux a été testée avec trois objets différents (Tableau 7). Ces trois objets n'ont jamais été placés dans le bassin auparavant, et pour tester les réactions à divers stimuli, un des objets était sur la terre ferme (les caisses), un flottait à la surface (le cerceau), et le dernier était en suspension dans la masse d'eau (la guirlande).

Caisses de glace avec poissons	Cerceau lesté	Guirlande de flotteurs lestée
		

Tabl. 7 : enrichissements nouveaux utilisés pour le test à la nouveauté.

Chaque test n'a été réalisé qu'une unique fois, pour conserver la nouveauté de l'objet. Sur chaque test étaient relevés le temps d'approche (temps entre la mise en place de l'objet et la première approche de l'animal), le temps de premier contact (temps entre la mise en place de l'objet et le premier contact physique de l'animal avec l'objet), ainsi que le nombre de contacts courts (< 5 secondes), de contacts longs (> 5 secondes), d'approches (l'animal s'approche de l'objet et est intéressé mais sans contact), et de regards, sur différentes périodes (0-5 minutes, 5-10 minutes, 10-15 minutes, 15-20 minutes).

Ces tests ont été réalisés à distance des séances d'entraînements et de la mise en place d'enrichissements habituels.

Pour déterminer un "score d'audace" pour chaque individu, nous avons transformé les variables comportementales en variables binomiales, selon la présence ou l'absence des comportements (i.e. oui/non), leur fréquence (i.e. fréquent/peu fréquent) ou leur durée (i.e. long/court) (Charles et al. 2022, Cassola et al. 2020). Pour tous les types de variables, les résultats utilisés proviennent des trois expériences réunies.

L'ensemble des données récoltées est résumé dans le tableau 8 :

Comportements	Variables binomiales	Variables quantitatives
Approche	Oui *	Nombre d'approche
	Non	Latence d'approche (s)
	Latence de l'approche longue	
	Latence de l'approche courte *	
	Fréquence d'approche élevée *	
	Fréquence d'approche basse	
Contact	Oui *	Nombre de contacts courts
	Non	Nombre de contacts longs
	Latence de contact longue	
	Latence de contact courte *	
	Fréquence de contact élevée *	
	Fréquence de contact basse	
	Contact long *	
	Contact court	
Regards	Oui	
	Non	
	Fréquence de regard élevée	
	Fréquence de regard basse	

Tabl. 8 : variables d'intérêt au cours du test à la nouveauté

Parmi ces variables, sept paramètres ont été reliés à des comportements audacieux (voir les astérisques dans le tableau 8) d'après la littérature (Blaszczyk 2017; Carter et al. 2012; Bremner-Harrison et al., 2004; Charles et al. 2022).

Les scores d'audace ont ensuite été calculés pour chaque individu en comptant le nombre de comportements audacieux montrés par l'animal, et en divisant par le nombre total de comportements pris en compte.



Pour inclure la notion de répétabilité, un score de cohérence a été calculé pour chaque animal, c'est-à-dire le nombre d'enrichissements différents où l'animal a réagi, divisé par le nombre total d'enrichissement (Charles et al. 2022)..

Les individus dont les scores d'audace et de cohérence étaient tous les deux supérieurs à la médiane étaient considérés comme audacieux, les autres comme timides.

Pour ce test ainsi que les suivants, nécessitant l'observation directe et simultanée de tous les phoques, l'observation directe s'est faite au niveau de la vitre intérieure, à l'étage inférieur du bâtiment. Cette décision a été motivée par la proportion importante de temps consacrée par les phoques à la nage dans le bassin, et par le fait qu'une observation depuis l'extérieur ne permet pas de suivre avec efficacité les phoques, ni de les reconnaître facilement. Cependant, il a été observé pendant les observations préalables que Millie, la phoque veau marine arrivée en 2020, consacrait une grande partie de son temps dans le bassin de quarantaine, laissé ouvert et accessible si inutilisé. Pour réussir à l'observer en même temps que les autres individus, le choix a été fait d'utiliser une caméra de surveillance et d'observation de la faune (Marque SEMAC, référence commerciale : 990545V2, référence usine : PH700A, voir tableau 9).

Cette caméra était placée avant chaque observation de façon à pouvoir observer le bassin de quarantaine et une partie de la plage, et un enregistrement était commencé, et arrêté à la fin des observations. L'enregistrement, conservé sur une carte SD, était alors visualisé et les observations se faisaient sur cet enregistrement. L'heure de la caméra était préalablement synchronisée, pour garantir une observation simultanée.

Lors des premiers jours de l'étude, la caméra a été testée sur des prises de vidéo pendant la nuit, mais la faible qualité d'images obtenues a découragé l'observation nocturne. Cela aurait pu être intéressant, car l'étude des conséquences de l'absence complète d'humains sur le bien-être des animaux est une des pistes de recherches explicites dans la littérature (Brando et al. 2018).

Modèle de caméra utilisé pour l'étude	Exemple de prise de vue à Océanopolis
<p data-bbox="196 1563 523 1597">(Groupe Normand 2019)</p> 	

Tabl. 9 : caméra utilisée et exemple de prise de vue à l'Océanopolis.

### I-3) Observation comportementale

Un échantillonnage instantané et scan, réalisés par un observateur qui enregistre l'activité d'un animal à des moments pré-sélectionnés ont été choisis pour cette étude. En pratique, les comportements de chaque phoque ont été relevés toutes les 30 secondes pendant les séances d'observation. Observés l'un après l'autre, cette méthode permet un échantillonnage quasi simultané du groupe entier. Il permet de voir le pourcentage de temps accordé par chaque individu à plusieurs activités (Altmann 1974).

Des séquences d'observations de quinze minutes ont été réalisées, à hauteur de trois séquences d'observation par jour, à des moments aléatoires de la journée. La première séquence était réalisée entre 9h et 12h, puis une deuxième entre 13h et 15h, et la dernière entre 15h et 17h. Les observations ont été réalisées sur cinq semaines entre le 29 novembre 2021 et le 4 février 2022.

La zone d'observation était la vitre intérieure, et la caméra présentée précédemment a aussi été utilisée pour visualiser le bassin de quarantaine et une partie de la plage. Une table de reconnaissance pour chaque phoque est disponible en annexe 5, la reconnaissance dans l'eau des phoques demandant une certaine habitude.

Un répertoire comportemental initial a été réalisé à partir des études de Smith et Litchfield (2010), Wierucka et al. (2016), et de Vere 2017. Ce répertoire comportemental a ensuite été mis à jour après plusieurs observations pour représenter au mieux les comportements observés à Océanopolis. Les comportements de reproduction notamment, initialement compris dans le répertoire comportemental, ont été enlevés car non aperçus durant l'étude.

Le répertoire comportemental complet est répertorié dans le tableau 10 :

Tabl. 10: répertoire comportemental complet des phoques gris et veaux marins utilisé dans cette étude.

Catégorie	Comportement	Description
Jeu solitaire	Chasse aux bulles	Souffle des bulles sous l'eau, peut les chasser à la surface
	Saut	Saute hors de l'eau pendant sa nage
	Exploration	Interagit avec avec l'environnement
	Enrichissement sans nourriture	Interagit avec un enrichissement sans présence de nourriture
Nourrissage	Enrichissement avec nourriture	Interagit avec un enrichissement basé sur la nourriture
Jeu social	Nez à nez	Touche avec son museau ou ses moustaches ceux d'un autre animal
	Chasse	Nage rapide chassant un autre animal
	Suivi	Suit un animal de très proche, dans l'eau ou à la surface, sans la rapidité de la chasse
	Fuite	Nage ayant pour but de s'éloigner d'un autre animal
	Boucle	2 animaux nageant en cercle rapproché
	Interaction avec des humains	Regarde ou interagit avec l'observateur, les soigneurs ou autres lorsqu'ils sont présents autour du bassin
Aggression	Déplacement de morsure	Se déplace pour mordre un autre animal (avec succès ou non)
	Morsure	Mord un autre animal, notamment pendant les phases de jeu, de chasse, de nage
	Coup de patte	Donne un coup avec un membre antérieur à un congénère
Claquement de mâchoires		Ouvre la bouche de plus de 20° et la ferme immédiatement après, la bouche vide
Entretien	Se frotte	Frotte une partie de son corps avec une autre
	Se gratte	Gratte une partie de son corps avec ses nageoires ou dents
	S'étire la nuque	S'étire, la tête en l'air et vers l'arrière, les yeux souvent fermés
Nage répétitive		Nage en trajectoire répétée, pour une rotation ou plus, comprenant des parties interrompues par des surveillances actives dans ou hors de l'eau
Déplacement	Nage aléatoire	Nage sans répétition, pas dans une trajectoire répétée

	Nage rapide	Nage sans répétition, rapidement, en se propulsant activement avec ses nageoires
	Nage sur le dos	Nage le nez hors de l'eau sur son dos
	Nage de surface	Nage à la surface de l'eau, sans surveillance active, la tête plus ou moins dans l'eau
	Plongeon rapide	Plongeon et nage rapide/urgent, avec éclaboussure possible, notamment lors de nourrissage
	Déplacement sur terre	N'importe quel mouvement de déplacement sur terre
	Entrée dans l'eau	Se déplace de la terre au bassin
	Sortie de l'eau	Se déplace du bassin à la terre
Patauge		Se repose, bouge, ou roule dans la partie peu profonde du bassin, sans se frotter ni se déplacer vers un endroit précis
Repos	Sur terre	Pas d'autre comportement, pas de surveillance active
	« bottling » (bouteille)	Flotte verticalement dans l'eau, sans propulsion ou surveillance
	« logging » (souche)	Flotte horizontalement dans l'eau, sans propulsion ou surveillance
	Pose la tête	Pose sa tête sur le rebord du bassin en étant dans le bassin, sans intention de sortir de l'eau
	Dans le bassin de quarantaine	Se repose dans le bassin de quarantaine, et pas dans le grand bassin
	Baille	Semble bailler, bouche grande ouverte sans morsure ni fermeture immédiate
Alerte	Surveillance en nageant, tête hors de l'eau	Nage avec les yeux ouverts et la tête hors de l'eau, regardant avec attention l'environnement
	Surveillance en nageant, tête dans l'eau	Nage avec les yeux ouverts, regardant avec attention un point précis
	Surveillance sur terre	Yeux ouverts regardant avec attention l'environnement sur la terre ou partiellement immergé
	Surveillance entre la terre et l'eau, en « position de pompe »	Met ses nageoires sur la terre ou la partie peu profonde du bassin, sans volonté de sortir de l'eau, en regardant avec attention l'environnement
	Surveillance à partir du bassin de quarantaine	Yeux ouverts regardant avec attention l'environnement depuis le bassin de quarantaine



Non visible	Partiellement hors de vue	Animal partiellement hors de vue, difficilement visible
	Complètement hors de vue	Animal complètement hors de vue

#### I- 4) Comportements d'anticipation

De la même façon que l'observation comportementale, des séances d'observation ont été réalisées à la vitre intérieure du bassin, avec utilisation de la caméra. Ces observations se déroulaient pendant 10 minutes, avant les nourrissages et entraînements.

Ainsi, les comportements des six phoques étaient relevés toutes les trente secondes, jusqu'à l'arrivée des soigneurs dans l'enclos.

Comme les entraînements ne sont pas à heure fixe, cette étude des comportements anticipatoires possède un double rôle : tout d'abord, déterminer si les phoques présents à Océanopolis présentent des comportements d'anticipation, c'est-à-dire arrivent à anticiper les sessions de nourrissage. Si oui, quels sont-ils et comment évoluent-ils en fréquence dans le temps, ainsi que le but de cette étude : sont-ils corrélés avec nos autres paramètres étudiés.

#### I- 5) Cortisol salivaire

L'étude du cortisol a ici été réalisée grâce au cortisol salivaire. Pour des raisons de coût, il a été décidé de réaliser une analyse par animal et par semaine au cours d'un entraînement avec les soigneurs, du 30/11/2021 au 25/03/2022 . Le cortisol fécal aurait pu être intéressant à analyser, car il est le reflet d'une concentration sanguine moyenne sur une plus longue durée, mais les phoques étant des animaux majoritairement aquatiques, et faisant leur déjection dans l'eau, il n'est pas possible de les récupérer directement. Des études chez les dauphins utilisent des méthodes de récupération directe des selles dans le rectum des animaux (Mercera 2019), mais cela nécessite un entraînement spécifique que n'ont pas les phoques d'Océanopolis, et qui aurait été trop long à mettre en place pour cette étude.

Le matériel utilisé était la Salivette® Cortisol de Sarstedt, en polypropylène. Au cours d'un entraînement, la salivette était placée à l'intérieur de la bouche du phoque, pour récolter de la salive. Lorsque la salivette était assez imprégnée, elle était placée dans son contenant, puis gardée au réfrigérateur.

Les analyses étaient réalisées au laboratoire Vebio à Arcueil. Les analyses y étaient alors réalisées grâce à l'analyseur Immulite 2000 XPI, et le coffret kit cortisol. Ce procédé utilise un test immunologique par chimiluminescence. Il existe une réactivité croisée connue entre le cortisol et la prednisolone (49%), la méthylprednisolone (21%), le corticostérone (8.6%), la prednisone (5.9%), et la fludrocortisone (0.2%) (Gundlach et al., 2014).

## I- 6) Volonté à participer WtP

Après chaque entraînement sur la période du 30/11/2021 au 31/03/2022, les soigneurs ont répertorié sur un fichier mis à leur disposition :

- la date et l'heure du training
- une note de 0 à 4, 0 si l'animal est absent de l'entièreté de la séance de training, 1 si l'animal est très distant, avec seulement quelques poissons distribués, 2 si l'animal est présent mais peu motivé, 3 si l'animal est présent et motivé, mais qu'il présente quelques comportements incorrects, et enfin 4 si l'animal est très motivé, et que tous les comportements demandés sont réalisés correctement.
- si l'animal entraîné décrochait jamais/parfois/rarement/souvent de la séance, c'est-à-dire s'il s'éloignait du soigneur (repartait dans l'eau par exemple) et revenait ensuite.
- la nature de l'entraînement (training habituel, séance "Soigneur d'un Jour" avec la présence de visiteurs suivant le quotidien des soigneurs pendant une journée, séance avant un nettoyage du bassin par des plongeurs, où Fite doit être enfermé dans le bassin de quarantaine, et nourrissage libre).
- le nom du soigneur ayant conduit l'entraînement de chaque phoque.

## I- 7) Enrichissement

Les interactions entre les animaux et les enrichissements proposés habituellement ont été observées sur des intervalles de vingt minutes après la mise en place des enrichissements. Pendant ce temps, étaient notés le nombre d'interactions de chaque animal avec chaque enrichissement par période de cinq minutes, ainsi que la présence de comportements d'explorations, stéréotypiques et agressifs.

La quantité et le type d'enrichissement n'ont pas été influencés par l'étude, l'objectif étant d'analyser et interpréter les méthodes d'enrichissement pratiqués dans la structure.

Une liste des enrichissements mis à disposition des phoques est disponible en annexe 6.

## I- 8) Grille de suivi par les soigneurs.

Finalement, les soigneurs ont reçu une feuille de suivi du bien-être animal. Cette feuille comprenait des questions sur l'environnement, comment eux le percevaient, à remplir au début de l'étude, puis des questions sur l'alimentation, la santé et le comportement des phoques, qui étaient remplies deux fois par semaine.

Les réponses bihebdomadaires étaient basées sur les interactions entre soigneurs et animaux, sur les trainings, les nourrissages, ainsi que sur quinze minutes d'observation des animaux de la part des soigneurs, en dehors des trainings.

L'intérêt de ce questionnaire est qu'il est facilement réalisable en pratique, et n'est pas trop chronophage pour les soigneurs. Il est alors intéressant de le rajouter à l'étude pour déterminer si l'utilisation de ce questionnaire au long terme est utile, en comparant les données obtenues aux autres critères d'évaluation du bien-être, eux plus chronophages et compliqués à mettre en œuvre dans la journée déjà bien

remplie des soigneurs.

La liste des questions est disponible en annexe 7, les lignes blanches correspondent aux questions à répondre chaque semaine, les lignes grises les questions nécessitant une réponse unique.

Ce questionnaire a été conçu par Fabienne Delfour, et a été inclus dans la grille de suivi de bien-être des animaux en parcs zoologiques, conçue par le comité de bien-être de l'AFdPZ (Association Française des Parcs Zoologiques).

## I- 9) Etudes statistiques.

Le logiciel R Studio a été utilisé pour cette étude (version 2022.07.2, Build 576, © 2009-2022 RStudio, PBC).

Concernant le questionnaire de personnalité rempli par les soigneurs, la corrélation inter-évaluateur a été calculée grâce à deux coefficients de Corrélation Intra-classe (library IRR, modèle : ICC3 : Modèle à deux facteurs à effets aléatoires (two-way random), unité : évaluation unique ou moyenne , relation : concordance absolue). Nous avons utilisé le coefficient ICC (3,1), indiquant la fiabilité du score d'un unique évaluateur, et le coefficient ICC (3,k), qui indique la fiabilité du score individuel d'adjectif à partir de k évaluateurs (*Coefficient de Corrélation Intra-classe*, Charles et al. 2022, Koo, Li 2016).

Les adjectifs dont la concordance était faible ( $ICC < 0.40$ ) sur au moins un des deux coefficients ont été retirés de l'étude, les moyennes entre évaluateur ont alors été calculées pour les adjectifs restants, et utilisées pour les analyses suivantes.

Pour le reste des données, la non-normalité a été mise en évidence grâce à des tests de Shapiro-Wilk.

Pour tester des différences significatives entre deux moyennes, le test de la somme des rangs de Wilcoxon a été utilisé. Il s'agit d'une alternative non paramétrique au test t-test indépendant pour comparer deux groupes d'échantillons indépendants, dans le cas où les données ne sont pas normalement distribuées.

Des tests de corrélation Spearman (non paramétriques) et Pearson (paramétriques) ont ensuite été réalisés pour tester des corrélations significatives entre différents paramètres, avec des résultats statistiquement significatifs avec un risque d'erreur  $p < 0.05$ . Une analyse de variance ANOVA n'a pas pu être réalisée à cause de la non-normalité des données. Des modèles mixtes linéaires sont théoriquement réalisables dans ce contexte, mais n'ont pas été concluants.

Concernant les évolutions comportementales, le nombre d'observations de chaque comportement a été divisé par le nombre total d'observations de chaque séance, pour obtenir les fréquences des comportements.

La diversité comportementale a été obtenue en calculant l'indice de diversité de Shannon (Miller et al. 2020). Cet indice non-linéaire calcule l'incertitude de sélectionner un comportement en particulier par l'ensemble des comportements. Sa valeur augmente lorsque qu'un plus grand nombre de comportements sont

représentés, et lorsque tous les comportements sont également exprimés. Il s'agit d'un des indices les plus utilisés, et il permet de détecter des changements subtils de diversité comportementale, même lorsqu'un comportement est prédominant. L'indice de diversité de Shannon (H) se calcule pour chaque séance de la manière suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \ln p_i$$

avec  $N$  le nombre de comportements différents dans l'éthogramme, et  $p_i$  la fréquence du comportement  $i$ .

## II- Résultats

### II- 1) Environnement - besoins physiques

- Qualité de l'eau

Sur la durée de l'étude, la température de l'eau était à un maximum de 13,9°C, un minimum de 11,4°C pour une moyenne de 13,2°C.

Si on prend les valeurs depuis décembre 2020, pour voir l'évolution des températures sur l'année, la température de l'eau est maximale à 17,4°C en juillet et août 2021, et minimale à 8,7°C en février 2021, pour une moyenne de 13,7°C (Fig. 9).

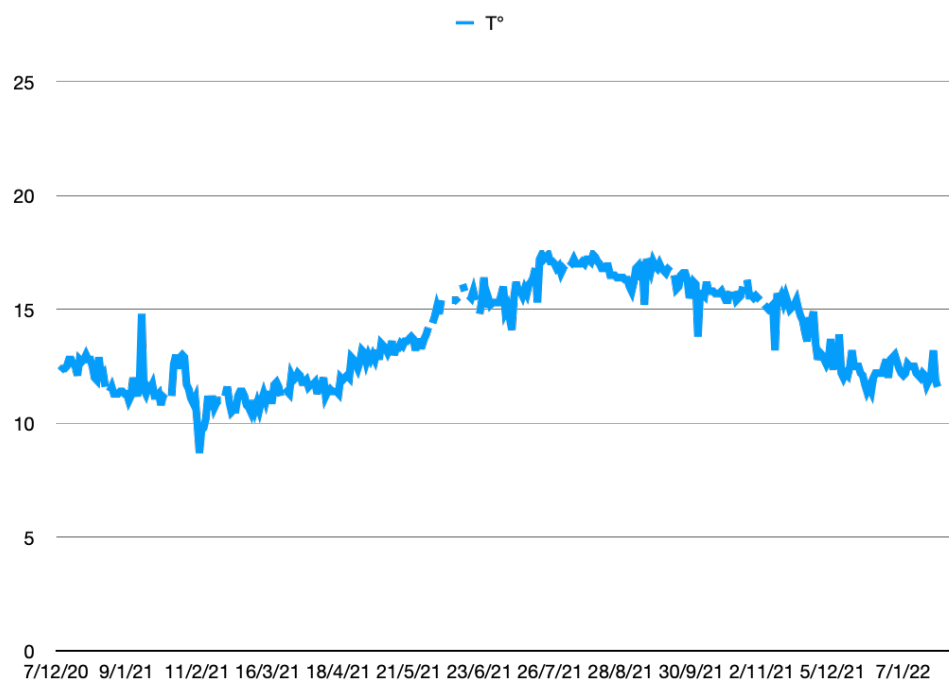


Fig. 9 : évolution de la température de l'eau du bassin des phoques veaux marins et gris à Océanopolis, de décembre 2020 à janvier 2022.

Les taux d'ammonium étaient toujours inférieurs à 0.035mg/L, et les taux de nitrites toujours inférieurs à 0.005mg/L, pour des seuils de danger fixés respectivement à 0.1mg/L et 0.05mg/L.

- Taille de l'enclos

Si on pondère les dimensions minimales données par l'EAZA (Gili et al.,2018), pour un groupe de quatre phoques veaux marins, et un phoque gris, le bassin devrait faire 97.6 m<sup>2</sup> de surface, pour un volume de 260 m<sup>3</sup> (voir tableau 3). La plage devrait faire 25,2 m<sup>2</sup>.

Le bassin actuel, avec une surface de 97,5m<sup>2</sup> et un volume d'environ 340m<sup>3</sup>, respecte donc les réglementations en termes de volume minimal, mais pas celles de surface minimale, bien que très proche. Les dimensions exactes de la plage ne sont pas connues, mais elle fait environ une trentaine de mètres carré (5 m x 6 m). Les phoques ont en tous cas la possibilité de tous être présents sur la plage.

- Alimentation

Les besoins énergétiques théoriques, le poids, la ration moyenne en grammes et en MJ de chaque individu, sont résumés dans le tableau 11. Les besoins énergétiques ont été calculés pour une même activité de la part des phoques, correspondant à une nage à 1 m/s pendant 6 heures, soit 21.6 kilomètres parcourus. La ration a été approximée à 50% de hareng, 40% de maquereau, et 10% de capelan. Les valeurs énergétiques pour chaque poisson sont celles disponibles à Océanopolis (voir Tableau 4).

Nom	Poids (kg) Pesée du 03/02/2022	Besoin énergétique théorique (MJ/jour)	Moyenne ± sd quantité ingérée par jour (g)	Energie ingérée par jour (MJ)
Fite	100	18,3	3352 ± 139	19,44
Millie	63	12,6	2349 ± 386	13,62
Naia	108	19,5	3348 ± 429	19,41
Nikko	71	13,9	3057 ± 589	17,73
Torpenn	73	14,17	3230 ± 560	18,734

Tabl. 11 : ration, besoins énergétiques et poids des phoques d'Océanopolis.

## II- 2) Étude de la personnalité

### II- 2)-a) Test à la nouveauté

Les scores d'audace et de cohérence sont présentés dans le tableau 12 :

Nom	Score d'audace	Score de cohérence
Torpenn	1	1
Fite	0.86	1
Naia	0.86	1
Nikko	0.57	0.66
Millie	0	0

Tabl. 12 : Scores d'audace et de cohérence

Trois individus, Torpenn, Fite et Naia, sont donc classés, sur la base de l'expérience à la nouveauté, comme plus audacieux, et deux individus, Nikko et Millie, comme plus timides.

Parmi les différents critères binomiaux, certains sont discriminants : une latence d'approche courte, ainsi qu'une latence de contact courte, ne sont présentes que chez les individus audacieux, et absentes chez les individus timides. La présence de contact long avec les objets nouveaux n'est aussi retrouvée que chez les individus audacieux.

Concernant les données quantitatives, étant donné le faible nombre de données, les résultats ne sont pas significatifs mais on peut noter une corrélation positive entre le score d'audace et le nombre de touchers courts et le nombre de touchers longs avec les trois objets.

Il n'y a pas de différences significatives entre les groupes "audacieux" et "timides" pour le nombre de touchers courts, de touchers longs, d'approches et de regards.

### II- 2)-a) Questionnaire

Les questionnaires de personnalité ont été remplis par les six soigneurs quotidiens des phoques. Ces soigneurs connaissent donc très bien les individus de l'étude, et travaillent en contact de phoques depuis en moyenne 11.8 ans (de 5 à 23 ans). Ces soigneurs ont donc, individuellement et sans se concerter à l'avance, répondu au questionnaire, qui était sous forme d'un Google Form, en attribuant une note entre un et cinq pour chaque adjectif de l'étude.

Pour tester la fiabilité inter-évaluateur, les coefficients de corrélation intra-classe (ICC) ont été calculés. L'ICC de fiabilité des scores individuels (ICC3) varie de 0.05 à 0.92, avec une moyenne de 0.43. L'ICC de fiabilité sur les scores moyens (ICC3k) varie de 0.25 à 0.97, avec une moyenne de 0.75. Les coefficients sont répertoriés dans le tableau 13 :

Sur les 18 adjectifs au départ, dix ont été exclus pour les analyses suivantes, les huit adjectifs conservés sont ceux ayant des ICC3 et ICC3k supérieurs à 0.40. Ces huit adjectifs sont : “Agressif avec les autres animaux”, “Agressif avec les plongeurs”, “Actif”, “Timide”, “Sociable avec les autres animaux”, “Craintif des autres animaux”, “Explorateur”, et “Tactile”.

On peut noter que les ICC3 et ICC3k par animaux sont élevés, signifiant ainsi une entente importante entre observateurs.

Pour les analyses suivantes ont été retenues les moyennes des huit adjectifs ci-dessus pour chaque individu.

Adjectifs	ICC3	ICC3k		ICC3	ICC3k
Agressif avec les autres animaux	0.754	0.948	<b>FITE</b>	0.757	0.949
Agressif avec les plongeurs	0.921	0.986	<b>MILIE</b>	0.598	0.899
Actif	0.475	0.844	<b>NAIA</b>	0.546	0.878
Timide	0.685	0.929	<b>NIKKO</b>	0.567	0.887
Sociable avec les autres animaux	0.652	0.918	<b>TORPENN</b>	0.778	0.955
Craintif des autres animaux	0.83	0.967			
Explorateur	0.632	0.911			
Tactile	0.503	0.858			

Tabl. 13 : Coefficients de corrélation intra-classe des adjectifs de personnalités, par adjectif retenu et par animal.

Étant donné le faible nombre de données, les résultats ne sont pas significatifs mais on peut quand même noter une corrélation positive entre le score d’audace et la note des adjectifs “actif”, “sociable avec les autres animaux”, “explorateur”, et “tactile”, et une corrélation négative avec “timide”, “craintif des autres animaux” (voir tableau 14). Il n’y a pas de différence significative entre les groupes “audacieux” et “timides” pour les moyennes des notes des 8 adjectifs.

Ainsi les individus ayant reçu une note moyenne plus élevée sur les adjectifs “**actif**”, “**sociable avec les autres animaux**”, “**explorateur**” et “**tactile**” ont été considérés comme audacieux. À l’inverse, les individus timides ont eu des notes plus élevées pour les adjectifs “**timide**” et “**craintif des autres animaux**”.

On peut remarquer que Torpenn et Fite, les deux mâles du bassin, ont les notes les plus hautes pour les adjectifs corrélés positivement au score d’audace, et les plus basses pour les adjectifs corrélés négativement.

Nom	Score d'audace	Actif	Sociable avec les autres animaux	Explorateur	Tactile	Timide	Craintif des autres animaux	Agressif avec les plongeurs	Agressif avec les autres animaux
Torpenn	1	4.8	4.5	4.3	3.3	1	1	1	1.8
Fite	0.86	3.8	3	3.5	1.8	1.3	1.3	4.7	1.2
Naia	0.86	3.5	2.3	3.3	1.7	1.7	1.2	1.8	3.8
Nikko	0.57	3.2	1.8	2.2	1.2	3.8	4	1	1
Millie	0	3.2	1.5	2.3	1.5	2.7	3.7	1	1.5

Tabl.14 : Notes et leurs corrélation (vert = positive, rouge = négative, grise = absence) avec le score d'audace.

## II- 3) Concentration en Cortisol salivaire

Les prélèvements de salive ont été réalisés 75 fois, ce qui correspond à 15 séances de training où la salive a été prélevée.

Les valeurs de cortisol étaient significativement plus importantes le matin (moyenne=  $4.77 \pm \text{sd} = 4.67$ ,  $n=32$ ) que l'après-midi (moyenne=  $1.91 \pm \text{sd}=1.88$ ,  $n=43$ ) (Test de Wilcoxon,  $p = 0.00619$ , taille de l'effet  $r = 0.317$  modéré), comme présenté dans la figure 10.

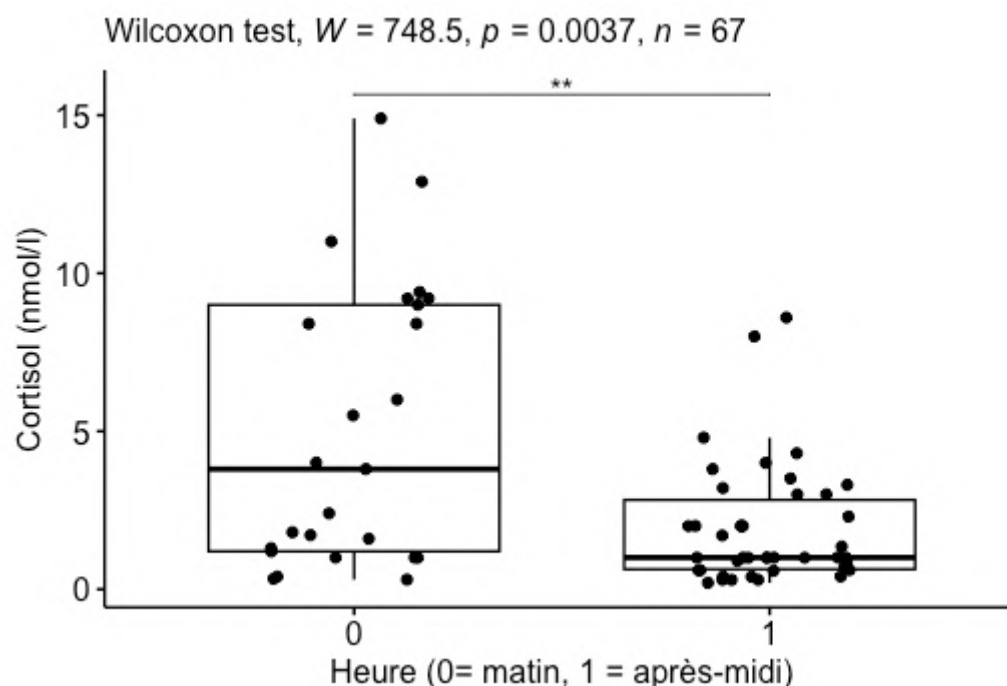


Fig. 10 : taux de cortisol selon le moment de la journée

Il n'y a pas de différences significatives entre les différents phoques, entre les groupes "timides" et "audacieux", ni entre mâles et femelles (tableau 15).



Animal	Matin/après-midi	Moyenne cortisol (nmol/L)	Ecart type
Torpenn (audacieux)	Matin	8.4	8
	Après-midi	1	1,39
Nikko (timide)	Matin	1.71	3
	Après-midi	2.17	2.95
Naia (audacieux)	Matin	1	2,07
	Après-midi	1	1,3
Millie (timide)	Matin	3,8	9,4
	Après-midi	2,3	2,2
Fite (audacieux)	Matin	9	3,4
	Après-midi	1	1,15

Tabl. 15 : Taux de cortisol moyen par animal et moment de la journée.

#### II- 4) Observations comportementales

Au total, 119 séances d'observations ont pu être réalisées. Parmi elles, 75 étaient des séances d'observation "classiques" de quinze minutes, réparties dans la journée, et 44 des séances d'observations d'environ 10 minutes. Des échantillonnages instantanés ont été réalisés toutes les 30 secondes dans les deux cas.

Cela revient donc à environ 26h d'observations, et conduit à 15 650 observations, réparties sur les cinq individus.

##### II- 4)-a) Comportements d'anticipation

Pour permettre la détection de comportements d'anticipation (CA), des tests de Wilcoxon ont été réalisés sur chaque comportement du répertoire comportemental entre les fréquences obtenues pendant les séances d'observations au cours de la journée et celles avant les entraînements. Huit comportements sont significativement plus fréquents pendant les séances d'observations avant les séances d'entraînement et de nourrissage, que pendant les séances d'observations journalières (voir tableau 16). Les CA ainsi identifiés sont le saut, la nage rapide, le déplacement sur terre, l'entrée et la sortie de l'eau, et les comportements de surveillance, ou état d'alerte (avec la surveillance tête hors de l'eau et la surveillance sur terre).

Comportement	Moyenne $\pm$ SD Anticipation	Moyenne $\pm$ SD Observation	Test de Wilcoxon (taille de l'effet)
Saut	0.001 $\pm$ 0.007	0 $\pm$ 0.002	p = 0.018 (r = 0.0970)
Nage rapide	0.011 $\pm$ 0.028	0.007 $\pm$ 0.026	p = 0.0177 (r = 0.0973)
Nage de surface	0.128 $\pm$ 0.114	0.088 $\pm$ 0.099	p = 0.0000303 (r = 0.171)
Déplacement sur terre	0.007 $\pm$ 0.022	0.003 $\pm$ 0.016	p = 0.00307 (r = 0.121)
Entrée dans l'eau	0.016 $\pm$ 0.027	0.002 $\pm$ 0.01	p = 1.72e-15 (r = 0.326)
Sortie de l'eau	0.029 $\pm$ 0.033	0.002 $\pm$ 0.009	p = 9.35e-42 (r = 0.555)
Total Déplacement	0.286 $\pm$ 0.183	0.231 $\pm$ 0.192	p = 0.0000893 (r = 0.161)
Surveillance tête hors de l'eau	0.143 $\pm$ 0.174	0.097 $\pm$ 0.149	p = 2.37e-5 (r = 0.173)
Surveillance sur terre	0.057 $\pm$ 0.133	0.012 $\pm$ 0.046	p = 0.00000000196 (r = 0.246)
Total alerte	0.26 $\pm$ 0.238	0.153 $\pm$ 0.173	p = 2.25e-10 (r = 0.260)

Tabl. 16 : moyenne des fréquences des comportements anticipatoires mis en évidence selon le type d'observation.

Il est intéressant de noter qu'à l'inverse, de nombreux comportements sont significativement plus présents lors des phases d'observation que durant les phases d'anticipation : le jeu solitaire ( avec l'exploration et l'enrichissement sans nourriture), le jeu social (avec la chasse, la fuite, la boucle), l'agression (avec les déplacements de morsure et les coups de patte), l'entretien (claquement de mâchoires, se frotte, s'étire la nuque), la nage aléatoire, le repos (bottling et logging).

La fréquence de CA n'est pas significativement différente selon le nombre de repas dans la journée. Elle est par contre significativement supérieure pour le groupe "audacieux" (moyenne = 0.473  $\pm$  sd=0.241, n= 132) que pour le groupe "timide" (moyenne = 0.27  $\pm$  sd = 0.178, n=88) (Test de Wilcoxon, p < 0.00000001, taille de l'effet r=0.388 modéré).

Les fréquences de CA diffèrent d'un individu à l'autre (Fig. 11), avec un maximum pour Naia (moyenne = 0.74  $\pm$  sd =0.195) et un minimum pour Millie (moyenne = 0.162  $\pm$  sd =0.167). Seuls Nikko et Torpenn présentent autant de comportements anticipatoires l'un que l'autre.

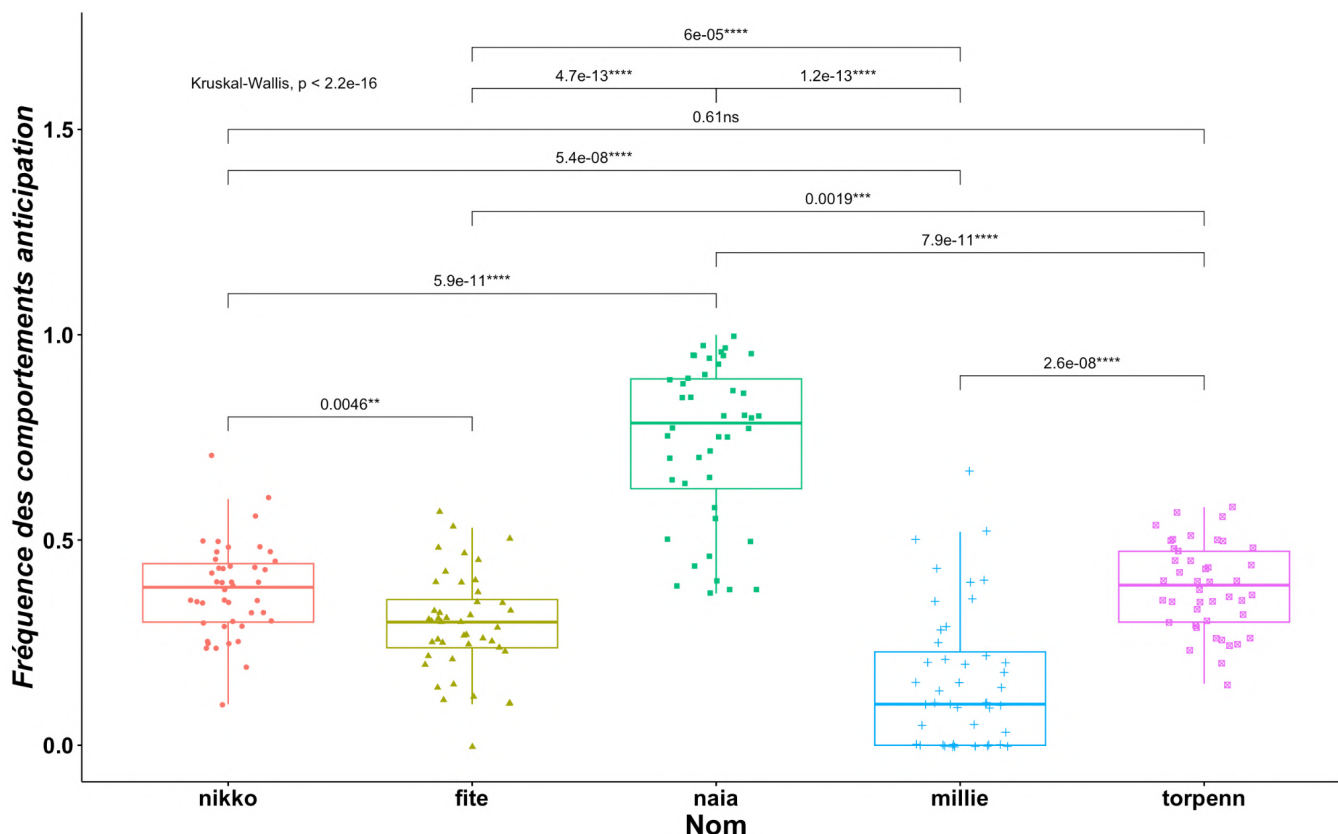


Fig. 11 : fréquence de comportement anticipatoire par individu.

#### II- 4)-b) Éthogramme et diversité comportementale.

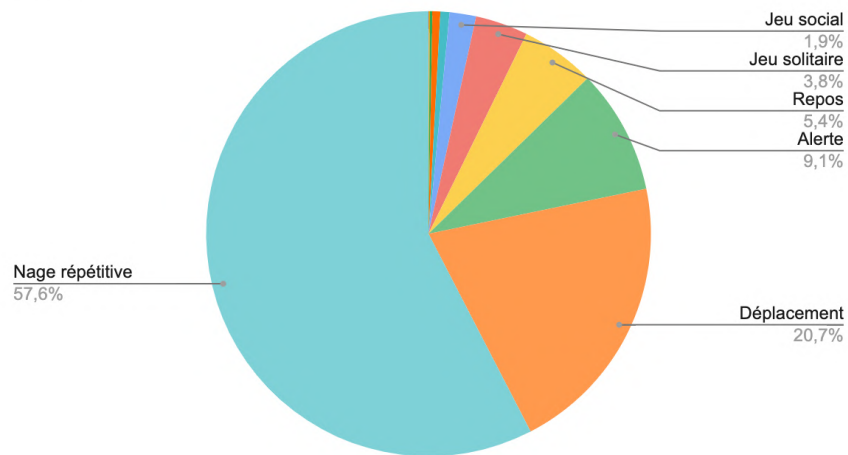
Les budgets temps de chaque individu, basés sur 3 130 observations par animal, sont résumés dans la figure 12. Les comportements ont été réunis dans les douze grandes catégories comportementales de l'éthogramme (voir tableau 10).

Les comportements de stéréotypie, définis par la nage répétitive, ne sont pas significativement différents selon le nombre d'enrichissements, et selon la présence ou non d'enrichissements.

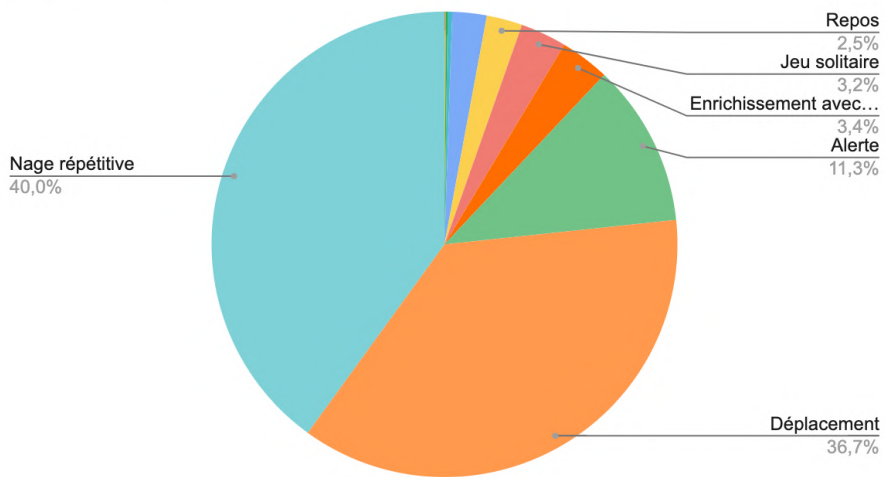
Concernant les fiches remplies par les soigneurs, on peut noter une corrélation positive entre la fréquence d'observation du comportement, réalisés par les différentes séances d'observation durant la journée, et le ressenti des soigneurs ("jamais, rarement, parfois, souvent"), concernant les comportements de repos (Pearson,  $R=0.29$ ,  $p\text{-value} = 3.66e-05$ ) et de stéréotypie (Pearson,  $R = 0.172$ ,  $p = 0.02259$ ).

Fig. 12 : Budget temps de chaque animal selon les catégories comportementales.

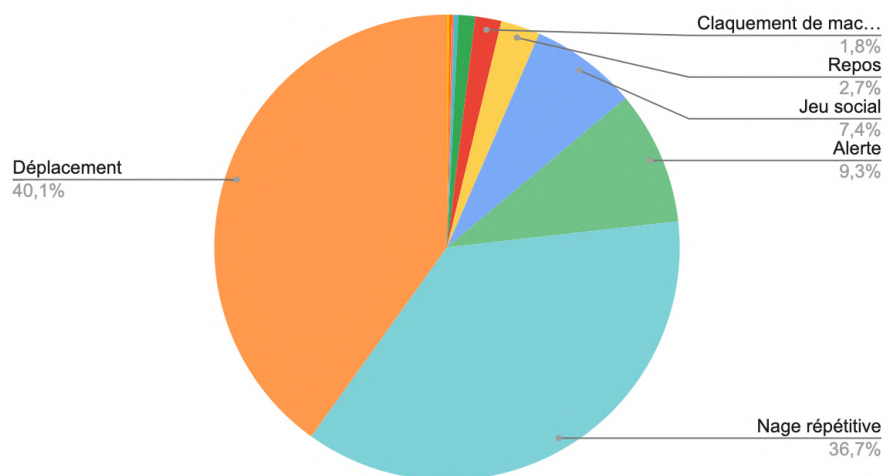
### FITE



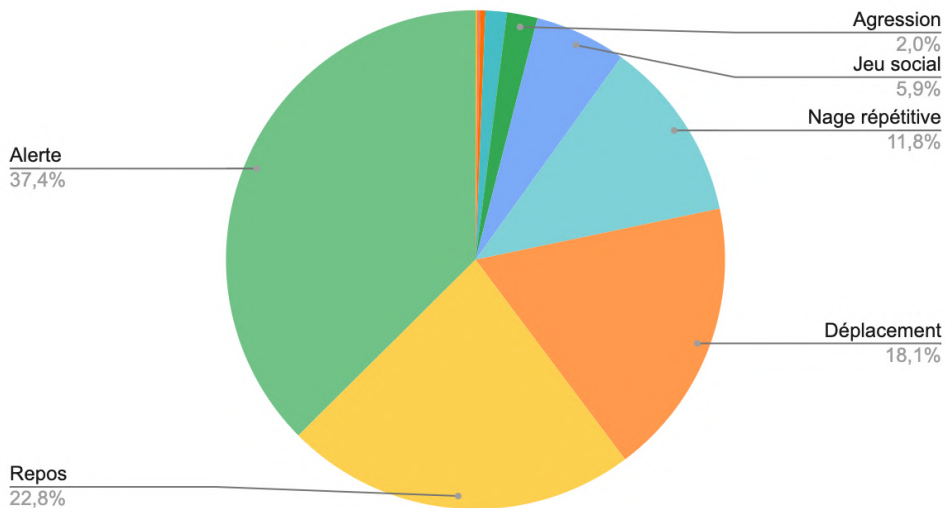
### TORPENN



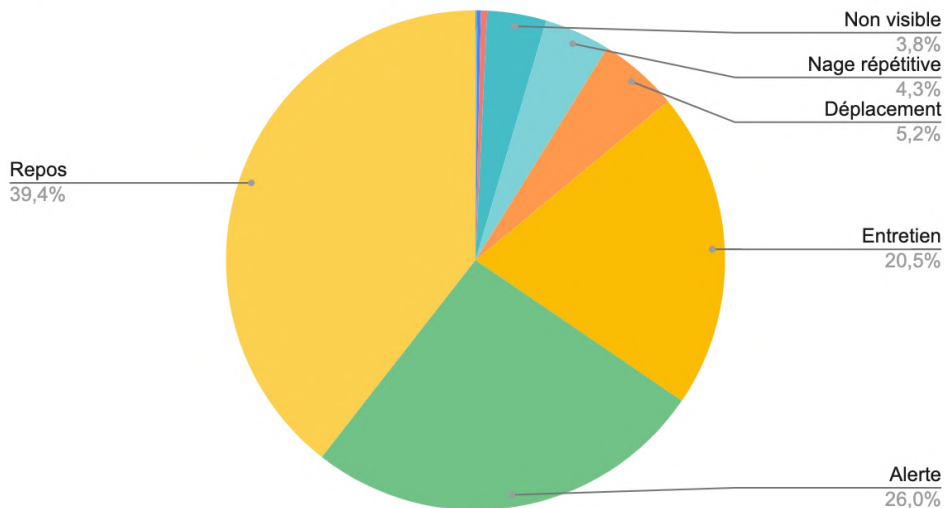
### NIKKO



## NAIA



## MILLIE



L'indice de diversité de Shannon a été calculé pour chaque séance d'observation. Sur la totalité des séances (voir Fig.13), les phoques ont tous des indices significativement différents, aux exceptions de Millie avec Fite, et Torpenn avec Nikko.

L'indice ne dépend pas des groupes "timides" ou "audacieux", ni de la présence ou du nombre d'enrichissements disponibles.

La diversité comportementale dépend des comportements exprimés, du nombre de comportements différents, et de la proportion de chaque comportement.

La diversité augmente significativement quand la fréquence des comportements suivants augmente: (i) jeu solitaire ( $r = 0.27$ ,  $p\text{-value} = 6.135e-11$ ), (ii) interaction avec enrichissement avec nourriture ( $r = 0.16$ ,  $p\text{-value} = 8.461e-05$ ), (iii) jeu social ( $r = 0.3798176$ ,  $p\text{-value} = 2.2e-16$ ), agression ( $r = 0.27$ ,  $p\text{-value} = 2.906e-11$ ), déplacement ( $r = 0.46$ ,  $p\text{-value} < 2.2e-16$ ).

Elle diminue quand la fréquence de nage répétitive augmente (  $r = -0.18$ ,  $p\text{-value} = 1.262e-05$ ), ainsi que pour le repos ( $r = -0.22$ ,  $p\text{-value} = 7.075e-08$ ) et l'entretien ( $r = -0.18$ ,  $p\text{-value} = 2.412e-05$ ).

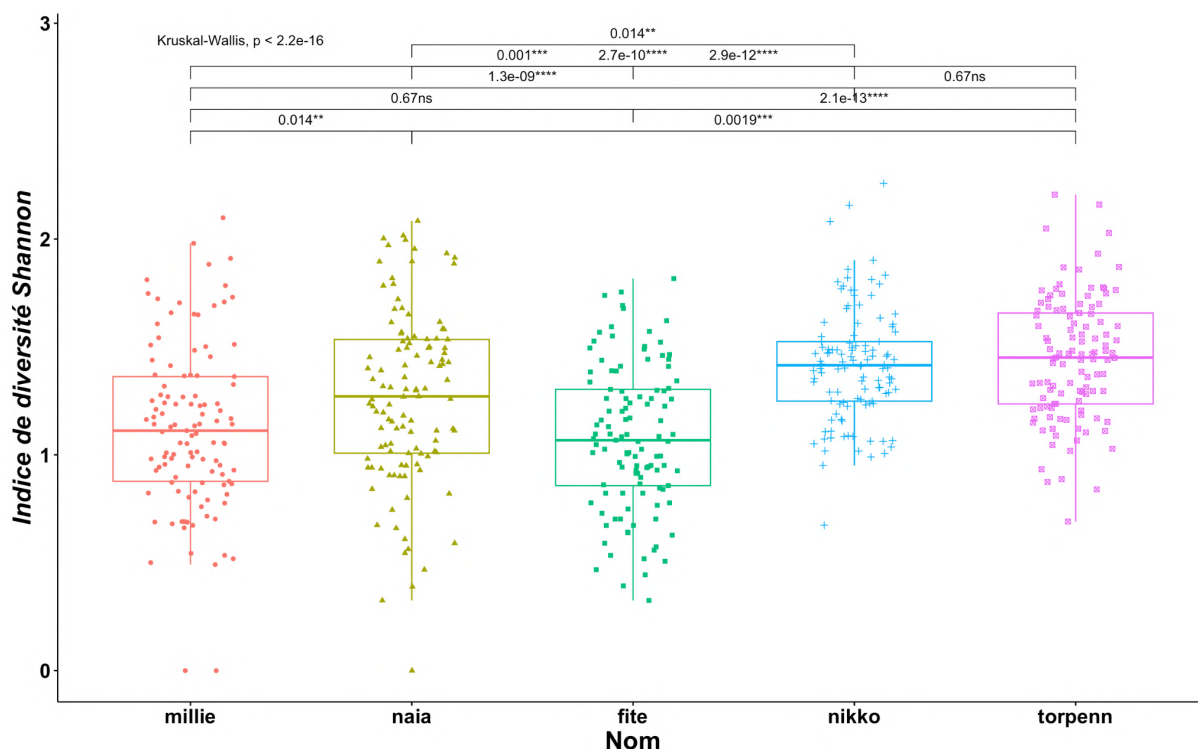


Fig. 13 : Indice de diversité Shannon pour chaque individu.

## II-5) Volonté de participer

Les différents individus ont été notés sur 223 entraînements, par les différents soigneurs, et ont ainsi reçu une note de Volonté à participer, ou WtP, allant de 0 à 4. Il existe des différences significatives entre certains phoques (voir Fig 14) : Naia a en moyenne reçu une note plus basse ( $3.15 \pm 0.92$ ) sur ses entraînements que le reste des autres phoques ( Fite :  $3.28 \pm 1.48$ , Nikko :  $3.59 \pm 0.925$ , Torpenn :  $3.84 \pm 0.439$ , Millie :  $3.40 \pm 1.08$ ). Millie a aussi des notes significativement plus basses que Torpenn.

Les notes des autres phoques entre eux ne sont pas significativement différentes.

Il n'y a pas de différence significative de WtP entre les groupes " timides" et "audacieux", ni entre les notes des séances du matin ou de l'après-midi.

Pour Millie, un des soigneurs (ML) a donné de significativement meilleures notes aux entraînements que trois autres soigneurs. Une telle différence n'a été retrouvée pour aucun autre phoque ou soigneur.

Le nombre de repas a un effet significatif sur le score WtP : en effet, le score WtP est en moyenne plus élevé une journée à deux repas ( $n=380$ ,  $\text{mean} = 3.71 \pm 0.679$ ) qu'un jour à trois repas ( $n=210$ ,  $\text{mean} = 3.62 \pm 0.558$ )

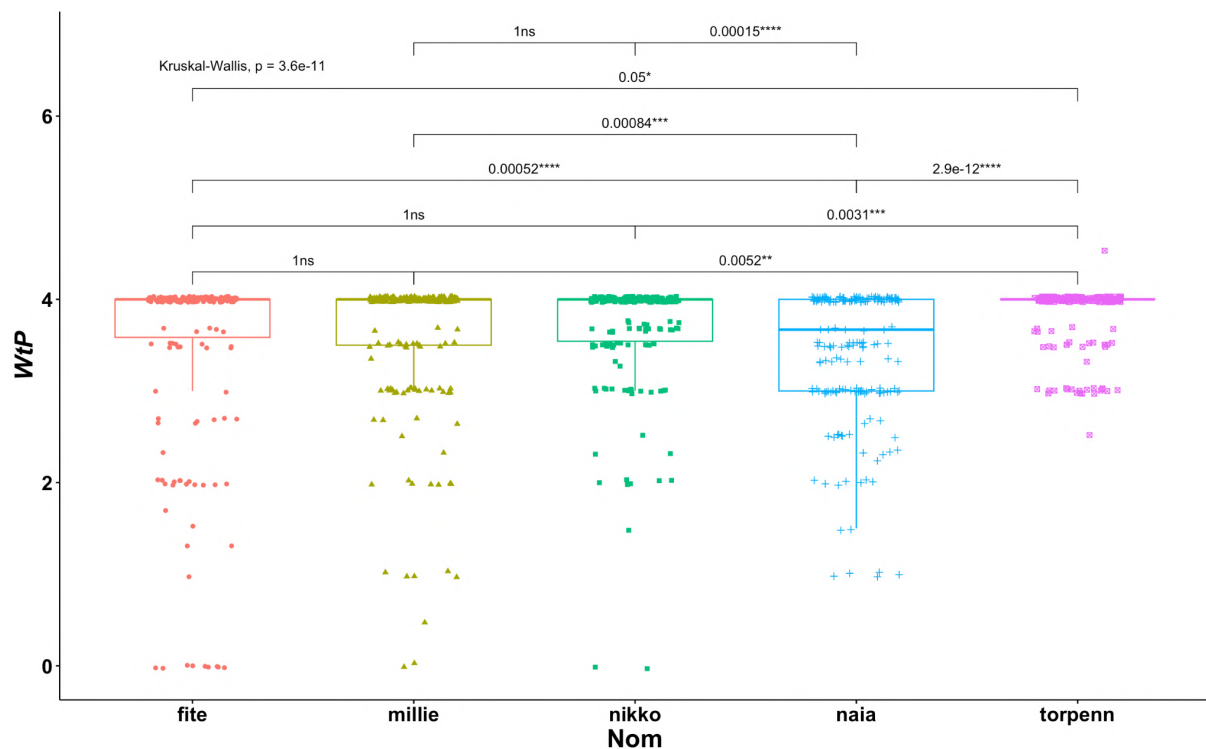


Fig 14 : note WtP selon l'individu.

Le score WtP dépend aussi de la nature de l'entraînement (Fig. 15). Les notes lors d'entraînement avant une plongée ( $2.40 \pm 1.84$ ) sont significativement plus bas que pour les séances "soigneurs d'un jour" ( $3.62 \pm 0.69$ ), les séances de training ( $3.51 \pm 1.05$ ) et les séances de nourrissage gratuit ( $3.52 \pm 1.05$ ).

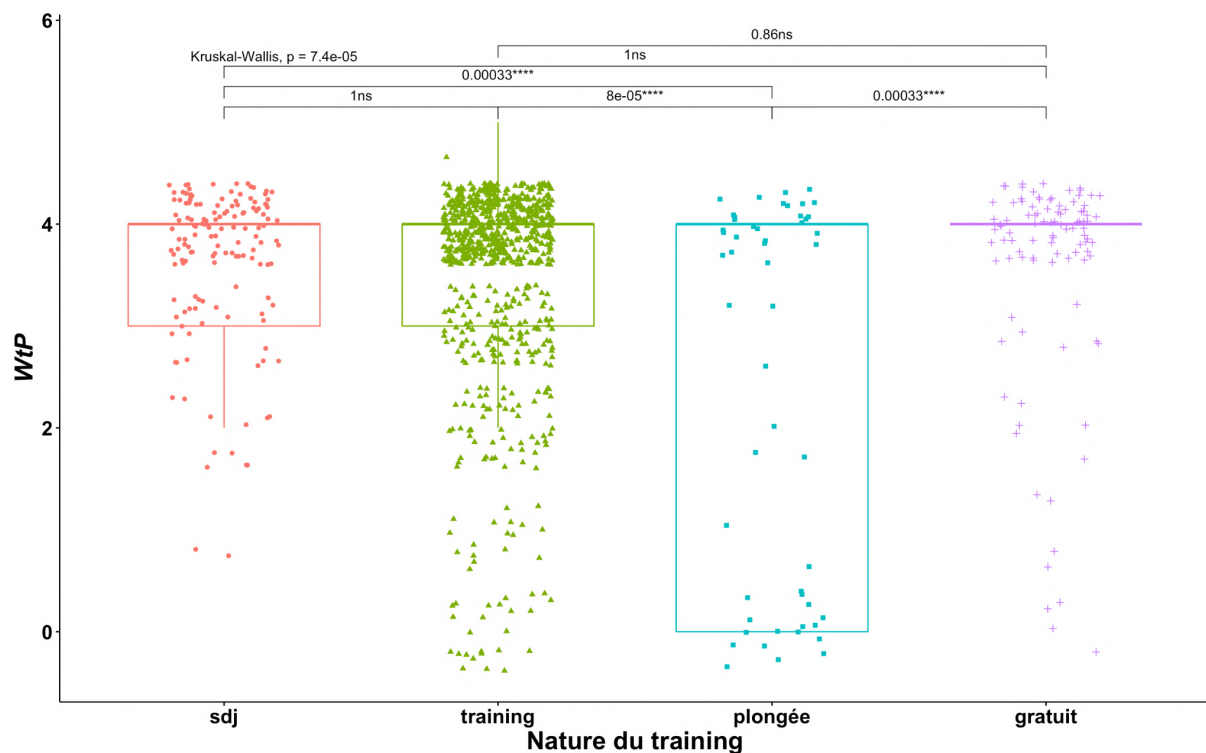


Fig 15 : note WtP selon la nature du training

## II-6) Enrichissement

Sept séances de vingt minutes d'observation des interactions avec les enrichissements ont été réalisées, ayant mené à 720 observations.

Les individus audacieux ( $2.55 \pm 4.39$ ) interagissent significativement plus avec les enrichissements que les animaux timides ( $0.406 \pm 1.4$ ) (Test Wilcoxon :  $p = 9.8e-24$  \*\*\*\*).

En effet, Torpenn ( $3.74 \pm 4.69$ ) interagit plus avec les objets, puis Fite ( $2.68 \pm 4.07$ ), Naia ( $1.29 \pm 4.06$ ) et Nikko ( $0.551 \pm 1.46$ ) sont significativement semblables sur ce point, et enfin Millie ( $0.256 \pm 1.32$ ) (Fig. 16);

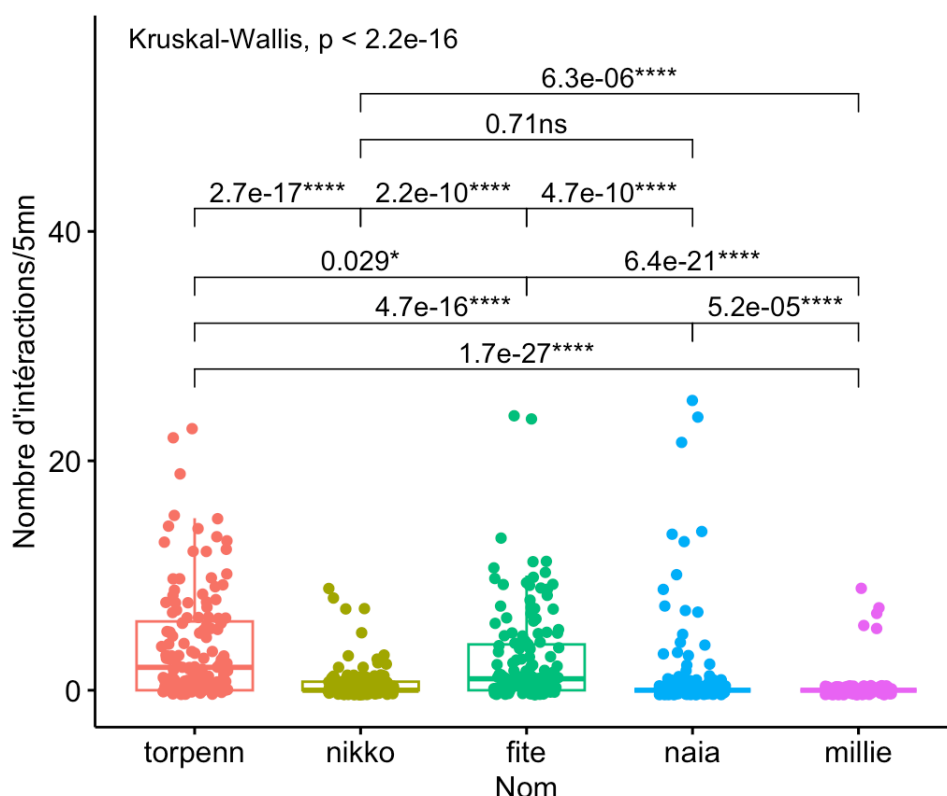


Fig. 16 : Nombre d'interactions avec un enrichissement sur 5 min, par individu.

Pour chaque séance d'observation, les interactions avec l'enrichissement étaient divisées selon si elles avaient lieu dans les cinq premières minutes du test, entre 5 et 10 minutes, 10 et 15 minutes ou entre 15 et 20 minutes. Les résultats associés sont présentés figure 17.

Sur les vingt minutes des séances d'observations, le nombre d'interactions diminue pour chaque individu, sauf pour Millie qui est pour les quatre périodes à un niveau d'interaction bas.



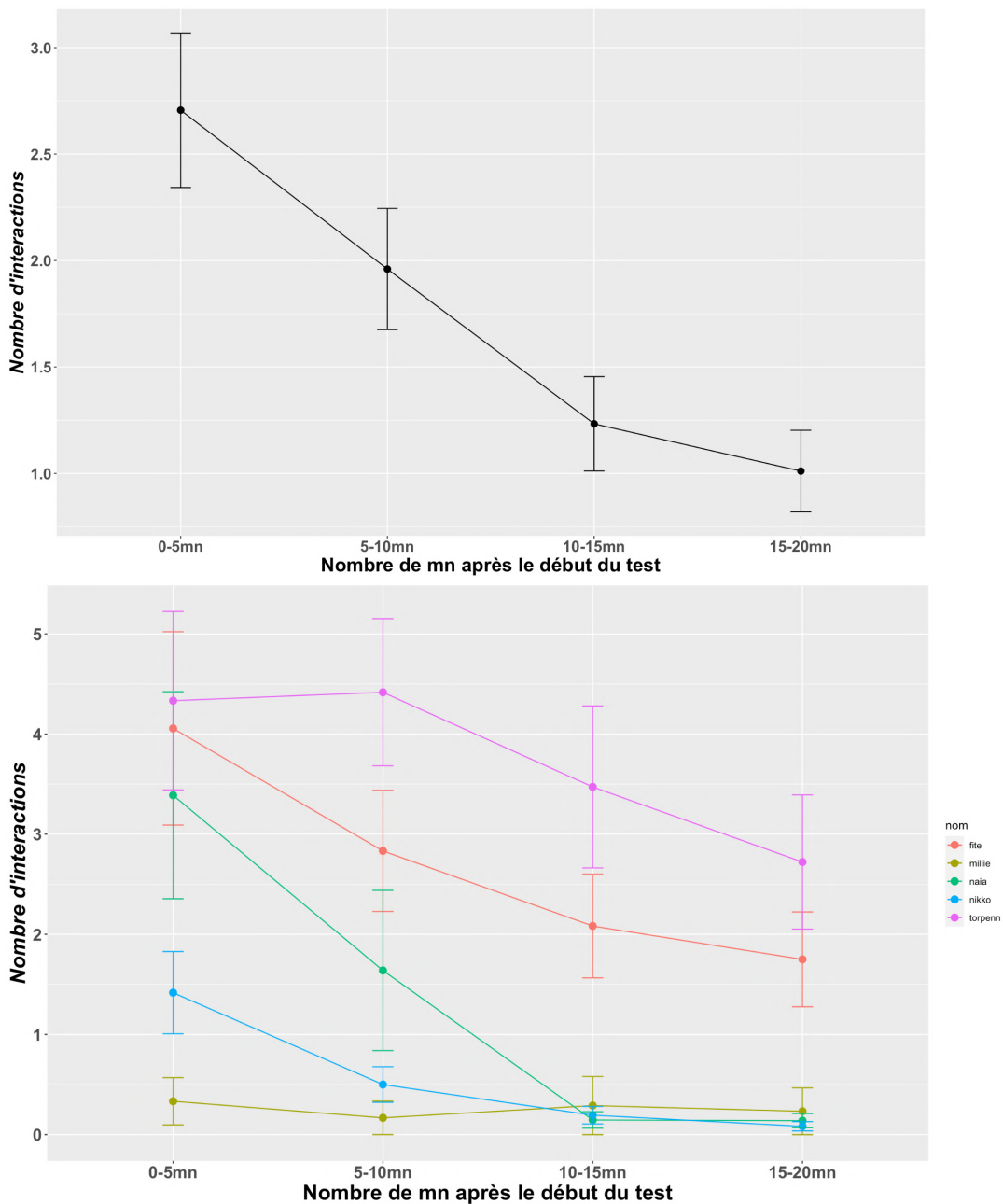


Fig. 17 : Nombre d'interactions sur la durée du test, par animal ou total.

## II-7) Corrélation entre variables d'importance pour le bien-être

Finalement, nous avons testé l'existence de corrélations entre les variables d'importance pour le bien-être, qui ont pu être mises en évidence par la bibliographie dans la partie I. Ces variables sont le cortisol, le score WtP, la fréquence de CA, la fréquence du comportement "Nage répétitive", la quantité de nourriture par jour, la présence d'enrichissement, ainsi que l'indice de diversité comportementale de Shannon.

Toutes les corrélations entre ces différentes variables ont été testées, et les corrélations significatives sont répertoriées dans le tableau 17 :

Variable 1	Variable 2	Test	corrélation	pvalue
Cortisol	Nage répétitive	Pearson	0.22	0.0129
Cortisol	Diversité comportementale	Pearson	-0.22	0.015
Nage répétitive	Anticipation	Pearson	-0.2265147	0.0007125
Nage répétitive	Alimentation	Pearson	0.2757773	3.43e-09
Nage répétitive	Diversité comportementale	Pearson	-0.1825604	1.262e-05
Nage répétitive	WtP	Pearson	-0.1239856	0.0029
Alimentation	WtP	Pearson	0.133	0.0012
Présence d'enrichissement	WtP	Wilcoxon	Avec 3.78 ±0.595 Sans 3.73 ±0.398	0.000102 r= 0.166

Tabl. 17 : Corrélation significative (vert = positive, rouge = négative) entre variables d'intérêt pour le bien-être.

On peut ainsi voir que de nombreux paramètres sont significativement corrélés. Il existe une corrélation significative positive entre le taux de cortisol salivaire et la fréquence de nage répétitive, et entre la quantité de nourriture ingérée et à la fois la fréquence de nage répétitive et le score de volonté à participer.

À l'inverse, le taux de cortisol salivaire est négativement corrélé au score de diversité comportementale, et la fréquence de nage répétitive est négativement corrélé au score de diversité comportementale, à la fréquence de comportements d'anticipation, et au score de volonté à participer.

Le score de volonté à participer est significativement différent selon la présence ou non d'enrichissement : en général, les animaux reçoivent une meilleure note de participation en présence d'enrichissement. Le nombre d'enrichissement n'entraîne cependant pas de différences significatives.

### III- Discussion

Ces données ont été récoltées pendant quatre mois (du 29/11/2021 au 30/03/2022) au centre d'Océanopolis, sur 5 individus phoques gris et veaux marins. Il est donc important de garder en tête qu'extrapoler ces données à d'autres individus, d'autres parcs, d'âges différents, doit se faire avec prudence. Le nombre d'observations et d'expériences a cependant permis d'aboutir à des résultats significatifs.

#### III-1) Besoins physiques

La qualité de l'eau à Océanopolis est à la fois assurée par les différents filtres et traitements de l'eau, et par les contrôles réguliers et fréquents. On peut ainsi voir que l'environnement des phoques du Pavillon Bretagne est relativement stable. Sur l'étude, la température de l'eau a varié au maximum de 0.7°C, et sur l'année de 3.7°C (Fig.9).

Les taux d'ammonium et de nitrites sont constamment restés inférieurs aux seuils d'alerte, grâce au renouvellement de l'eau du bassin.

Bien que les pinnipèdes ne disposent pas de Manuel de Soins de Animaux vérifié par l'AZA, les dimensions du bassin et de la plage respectent les dimensions minimales données par l'EAZA (Gili et al., 2018), à l'exception de la taille de surface du bassin, juste inférieure à la limite basse. Il faut aussi retenir que les dimensions de l'EAZA sont bien des dimensions minimales à respecter, et ne constituent donc pas forcément des dimensions optimales pour les animaux. Comme nous l'avons évoqué, Millie est malheureusement décédée ultérieurement à cette étude. La question de réintroduction d'un nouvel individu, comme cela a été le cas pour Millie en 2020, devrait donc se poser d'un point de vue de capacité du milieu.

Concernant l'alimentation des phoques, ainsi que la complémentation en vitamines, elles semblent couvrir les besoins théoriques calculés, en fonction du poids et de l'activité suggérée (tableau 11). Les besoins de Nikko et Torpenn semblent même surestimés. Cela peut s'expliquer pour Torpenn car les besoins théoriques ne prennent pas en compte le statut physiologique (jeune mâle entier sous implant), qui peut faire augmenter les besoins énergétiques (Dierauf et Gulland 2001). De plus, une hausse de l'activité, modélisée par une plus grande distance parcourue (voir II-1-b)), entraînerait aussi une hausse des besoins théoriques. Cependant, pour Nikko, cette différence entre besoins énergétiques théoriques et réels (3.83 MJ soit 730 g de hareng "en plus") sont plus difficilement explicables.

Les tables de valeur énergétique présentes à Océanopolis datant d'une date inconnue, il pourrait être intéressant de les réitérer, pour approcher les valeurs énergétiques actuelles des poissons reçus au centre.

### III-2) Personnalité

Le test à la nouveauté a permis de classer les individus en plus timide (Nikko et Millie), et en plus audacieux (Fite, Naia et Torpenn) (Tableau 12). Il est intéressant de noter que les deux mâles veaux marins du groupe ont un score d'audace plus élevé que les femelles. Cette relation entre sexe et audace n'avait pas été notée dans des études sur des phoques, des otaries (*Phoca vitulina vitulina* et *Zalophus californianus*) (de Vere 2017) et des lamantins (*Trichechus manatus manatus*) (Charles et al. 2022). Chez des guépards (*Acinonyx jubatus*), les mâles avaient un score plus élevé dans les caractères Agressif et Interactivité (Razal et al., 2016). Chez des hyènes tachetées, espèce possédant une hiérarchie de dominance matriarcale, les notes des femelles étaient significativement plus hautes pour le caractère « assurance » (« assertiveness »), qui comprenait le caractère « audace » (Gosling 1998). Chez les phoques, bien que l'on ne retrouve pas de système de harem comme chez les otaries, les mâles sont polygames et entrent en compétition pour l'accès aux femelles (Nigel et Bonner 1989). Une différence de score d'audace entre mâles et femelles ne serait donc pas surprenant. Une étude sur un nombre plus important de phoques pourrait permettre de généraliser ou non ce lien entre sexe et audace.

Les questionnaires remplis par les soigneurs ont permis de mettre en évidence huit adjectifs sur dix-huit, où les soigneurs ont atteint un niveau d'accord significatif (Tableau 13) : "Agressif avec les autres animaux", "Agressif avec les plongeurs", "Actif", "Timide", "Sociable avec les autres animaux", "Craintif des autres animaux", "Explorateur", et "Tactile".

Sur ces huit adjectifs, "actif", "sociable avec les autres animaux", "explorateur" et "tactile" ont une corrélation positive avec le score d'audace, bien que le nombre limité de données ne permette pas des résultats significatifs. De la même façon, les adjectifs "timide" et "craintif des autres animaux" ont une corrélation négative avec le score d'audace.

On peut ainsi voir une tendance entre le score d'audace et la sociabilité de l'animal, car les individus audacieux ont des notes plus élevées pour les adjectifs "sociable avec les autres animaux" et "tactile", et plus basses au contraire pour les adjectifs "timide" et "craintif des autres animaux". Ce lien entre audace et sociabilité a déjà été montrée chez plusieurs espèces : le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) (Díaz López, 2020), le lamantin (*Trichechus manatus manatus*) (Charles et al. 2022), le chimpanzé (*Pan troglodytes*) (Massen et Koski, 2014). Chez le grand dauphin, une étude suggère même que les individus audacieux jouent un rôle social important dans la cohésion et la stabilité du groupe, ainsi que dans l'échange d'informations (Díaz López, 2020).

L'étude de la personnalité a été la première étape, pour ensuite incorporer le paramètre "audacieux"/"timide" dans les autres expériences.

Les individus audacieux ont ainsi une fréquence plus élevée de comportements anticipatoires, et interagissent significativement plus avec les enrichissements habituels. Une étude sur des passereaux (*Sporophila angolensis*) montrait une corrélation entre audace et utilisation des enrichissements, mais cette conclusion n'a pas été retrouvée dans le reste de la littérature (Meira et al. 2023). Concernant l'interaction avec les enrichissements, nous avons vu que les animaux audacieux avaient un temps d'approche court par rapport aux nouveaux objets, au contraire des animaux timides. La figure 16 nous montre de plus que, pour les enrichissements habituels, le nombre d'interaction est maximal à la mise à disposition de l'enrichissement, et diminue rapidement, l'intérêt des enrichissements étant principalement obtenu par la présence de nourriture. Ainsi on peut envisager que les individus audacieux sont les premiers à interagir avec les enrichissements, consommant ainsi la nourriture associée, et les individus timides vont moins interagir, la nourriture ayant été consommée.

Pour le reste des variables de l'étude (taux de cortisol, budget-temps, volonté de participer, stéréotypies, diversité comportementale), la personnalité de l'animal n'a pas eu d'importance significative.

Concernant le lien entre le taux de cortisol et le comportement, plusieurs études ont des conclusions différentes. Certaines montrent que les individus audacieux ont une concentration en cortisol (plasmatique ou salivaire) plus basse (Baugh et al. 2017; Raoult et al. 2012; Batt et al. 2009), d'autres n'ont pas montré de lien significatif (Oswald et al. 2012).

Quelques études ont montré une corrélation positive entre audace et volonté de participer (Scheid et Noë 2010; Saiyed et al. 2019), mais ne définissait pas la volonté de participer de la même façon (fréquence de participation à une tâche ou une expérience, contre réussite d'un entraînement et fréquence de comportements attendus dans cette étude).

D'autres études seraient ainsi nécessaires pour approfondir les liens entre la personnalité et ces autres paramètres.

### III-3) Etude du cortisol salivaire.

Pour valider une méthode de dosage, il est normalement nécessaire de prouver la validation biologique/physique (les variations de cortisol salivaire doivent refléter une variation de l'activité surrénalienne), la validation du protocole d'extraction (bon rendement d'extraction), et la validation du kit de dosage (Mercera 2019).

La validation physiologique se fait par test de stimulation à l'ACTH, ou par test de freinage à la dexaméthasone, mais elle est très peu réalisée en pratique pour raisons médicales et éthiques. La validation biologique consiste à évaluer les variations de cortisol suite à un événement stressant, mais qui n'est toutefois pas provoqué (pour raisons éthiques).

La validation du kit de dosage consiste à tester la précision (répétabilité, reproductibilité), le parallélisme, ainsi que la linéarité de la dilution et la récupération.

Une méthode de dosage doit donc rassembler tous ces paramètres pour être reconnue.

Dans la bibliographie, seulement deux études se sont intéressées au cortisol salivaire chez les phoques (*Phoca vitulina* par Gundlach et al., 2014, *Arctocephalus gazella* par Nagel et al. 2022), et ont démontré la validation de kits de dosage.

Dans notre étude, le cortisol salivaire a été mesuré par un laboratoire extérieur, et la validation du kit de dosage n'a pas été vérifiée pour les deux espèces de phoques de l'étude.

Un résultat peut cependant aller en faveur d'une possible validation biologique. En effet, les taux de cortisol étaient significativement plus élevés lorsque le prélèvement était effectué le matin que l'après-midi (Fig.10). Cela pourrait être le signe que cette méthode de prélèvement et de dosage a correctement reflété le cycle circadien de sécrétion du cortisol, avec une baisse progressive sur la journée. Cependant, contrairement aux résultats de plusieurs études (Gundlach et al., 2014, Kelling 2008) où les femelles ont des taux de cortisol plus élevés que les mâles, il n'y a pas de différence significative entre mâles et femelles dans notre étude. Il pourrait alors être intéressant de comparer les taux de cortisol plasmatiques, ou fécaux, pour avoir différentes données sur l'axe HHS. Comme moins de données sont disponibles sur la concentration en cortisol salivaire, il pourrait ainsi être utile de comparer ces différentes valeurs. Cela pourrait permettre de distinguer si la non-différence entre les concentrations salivaires des mâles et des femelles est un reflet de concentrations plasmatiques similaires, ou si une erreur ou un biais ont pu être commis dans la méthode de prélèvement ou de dosage.

Il est aussi intéressant de noter que, par rapport aux deux études sur des phoques précédemment citées, les concentrations en cortisol obtenues sont bien inférieures (en moyenne 3.23 nmol/L dans cette étude, contre des moyennes entre 20 et 30 nmol/L). Un problème dans la méthode de prélèvement, de stockage, d'extraction ou d'analyse (sensibilité du kit) pourrait expliquer une telle différence, mais il semble compliqué de connaître l'origine de cette différence.

Malgré cela, des corrélations significatives entre le cortisol et la fréquence de nage répétitive (corrélation positive), et avec la diversité comportementale (corrélation négative) ont pu être mises en évidence (Fig.16), résultats déjà obtenus chez d'autres espèces (Miller et al. 2021). La diversité comportementale, mesurée par l'indice de diversité de Shannon, augmente à la fois avec le nombre de comportements différents observés, et avec la fréquence de chaque comportement. Une diversité comportementale élevée signifie ainsi qu'un animal présente un large répertoire comportemental. Cette corrélation négative entre la diversité comportementale et le taux de cortisol va dans le sens des dernières études chez le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) (Miller et al. 2021), le guépard (*Acinonyx jubatus*) (Miller et al.) et le chimpanzé (*Pan troglodytes*) (Hall et al. 2021). Une diversité comportementale élevée serait un signe que l'animal connaît un bon état de bien-être.

Un des inconvénients du cortisol salivaire, surtout dans cette étude, est le fait qu'il soit un aperçu rapide, à un temps donné, du cortisol plasmatique (Kelling 2008), et ainsi du stress corticoïde de l'animal. C'est dans cette étude un inconvénient, car il n'est alors pas possible d'extrapoler les valeurs de cortisol salivaire à une période entière, comme avec le cortisol fécal (Cook 2012). L'autre solution est alors de multiplier les prélèvements salivaires, pour avoir plus de valeurs utilisables, mais cela augmente alors d'autant le coût de l'étude.

### III-4) Observations comportementales

#### III-4)a) Comportements d'anticipations

Les observations avant entraînement ont permis de mettre en évidence huit comportements d'anticipation chez nos individus : le saut hors de l'eau, la nage rapide, la nage de surface, le déplacement sur terre, l'entrée et la sortie de l'eau, la surveillance tête hors de l'eau et sur terre. Ces comportements d'anticipation, des comportements actifs, d'alerte ou de déplacements, sont en effet plus fréquents que lors des observations avant entraînement que lors des phases d'observation quotidiennes.

Pour certains de ces comportements très visibles, tels que l'entrée et la sortie de l'eau, il était facile de les reconnaître lors des phases d'observation, et ils avaient principalement lieu immédiatement avant l'arrivée des soigneurs. Cependant, le fait qu'autant de comportements anticipatoires soient présents, et pour certains dans des fréquences très significativement différentes des fréquences normales, est presque étonnant alors qu'il n'y a pas d'heure fixe des repas et entraînements, et pas de signes clairs et précoces de l'arrivée des soigneurs.

Il pourrait être intéressant dans un deuxième temps, maintenant que ces comportements d'anticipations sont identifiés, de ré-effectuer ces observations pré-entraînements pour distinguer à quel point ils sont précoces. En effet, lors de la sortie des soigneurs, des mouettes sont souvent observées au niveau du bassin des phoques. Elles ont sûrement associé la présence des soigneurs avec l'arrivée de nourriture dans le bassin. Si par exemple les phoques remarquent la présence de ces mouettes, la présence de comportements anticipatoires dans les trente secondes avant l'arrivée des soigneurs pourrait être explicable.

Une autre hypothèse à la présence de comportements anticipatoires malgré l'absence de planning fixe pourrait être l'apparition d'un sentiment de faim chez les phoques, qui sont habitués à avoir deux à trois repas par jour. Pour évaluer cette hypothèse, des observations plus continues sur la journée pourrait être réalisées, en essayant de mettre en évidence une évolution de la fréquence des comportements d'anticipation selon l'heure de la journée, et le temps écoulé depuis le dernier repas.

Comme on l'avait vu dans la partie I, il existe des hypothèses contradictoires sur la relation entre bien-être et CA. Dans notre étude, les CA sont plus présents chez les individus audacieux, et est négativement corrélé avec la fréquence de stéréotypies,

ou nage répétitive. Il n'y a donc pas de lien direct entre la présence de CA et un bien-être altéré.

#### III-4)a) Budget temps et diversité comportementale

Alors que le déplacement et la nage répétitive constituent plus de 75% des occupations de Nikko, Fite et Torpenn, ils ne représentent que 30% et 9.5% chez Naia et Millie, respectivement (Fig.11).

Millie occupe son temps majoritairement entre repos, surveillance et entretien. Il est à noter que le comportement principal (à 99.8%) dans la catégorie "entretien" est "s'étire la nuque", où Millie fait des mouvements de tête à répétition. L'ancien parc de Millie avait déjà notifié ce comportement lors du transfert, et le rapportait peut être à des problèmes d'aérophagie. L'hésitation de placer ce comportement en tant que stéréotypie est alors très présente, mais son absence complète dans la bibliographie a fait pencher la balance en défaveur de ce choix. Il faut aussi faire remarquer que 65% des comportements de Millie ont été effectués à l'intérieur du bassin de quarantaine.

Les occupations principales de Naïa sont la surveillance et le repos. Elle passait en effet parfois des séances d'observations entières immobile, à la surface ou au fond de l'eau.

Il existe une corrélation négative significative entre diversité comportementale et à la fois le taux de cortisol et la nage répétitive. On retrouve ces résultats dans de nombreuses études et espèces (*Tursiops truncatus* par Miller et al. 2021, *Acinonyx jubatus* par Miller et al., 2016, *Pan troglodytes* par Hall et al. 2021). Comme vu précédemment (III-3), ces conclusions montrent que la diversité comportementale est significativement corrélée à des paramètres d'évaluation du bien-être très utilisés dans la littérature. La diversité comportementale semble ainsi une mesure très prometteuse dans l'évaluation d'un état de bien-être positif chez les phoques veaux marins et gris. Son implémentation dans de futures études serait donc à encourager, à la fois pour continuer de vérifier sa pertinence dans l'étude du bien-être, et pour rechercher des causes de variations de celle-ci.

#### III-5) Volonté de participer.

Tout d'abord, nous avons montré que les notes de participation sont sensiblement similaires selon la nature du training, sauf pour les entraînements avant le nettoyage du bassin par les plongeurs (Fig. 14), où elles sont significativement plus basses. Cela peut sûrement s'expliquer par le fait que, Fite devant être enfermé dans le bassin de quarantaine pour ne pas déranger les plongeurs, cela peut rajouter un stress à l'entraînement. En effet, pendant les autres types de training, un phoque peut refuser de participer à l'entraînement, et il n'y sera pas contraint. Pour les entraînements avant plongée, il est important que Fite rentre dans le bassin, et les soigneurs sont peut être alors plus insistants quant au résultat du training. Il est



important de préciser que si Fite ne rentre pas dans le bassin, la plongée est alors reportée.

Il existe une corrélation négative significative entre le score WtP et la nage répétitive sur une journée, et le score WtP est significativement plus élevé lorsque des enrichissements étaient présents la journée. L'utilisation de la volonté à participer étant très récente dans l'étude du bien-être, ces conclusions n'ont pas été retrouvées dans la bibliographie. De manière plus générale, les interactions homme-animal n'ont pris une place plus importante que depuis quelques années, avec notamment leur ajout à la version 2020 du modèle des cinq domaines (Mellor et al. 2020), et plusieurs études ont déjà montré l'importance de relations positives entre soigneurs et animaux sur le bien-être animal (Cole et Fraser, 2018; Rault et al. 2020). Les études sur le score WtP ont néanmoins montré qu'il s'agissait d'un indicateur potentiel de bien-être animal, et qu'il pouvait être relié à l'état de santé de l'animal, ainsi qu'à plusieurs facteurs d'alerte du bien-être animal (Clegg et al. 2019; Delfour et al. 2020). La corrélation négative entre le score WtP et la fréquence de comportements stéréotypiques, un paramètre souvent associé à un état de bien-être altéré, va donc dans le sens de ces études.

Le score WtP est aussi plus élevé en moyenne les jours à deux repas que les jours à trois repas. Cela est peut être dû au fait qu'une plus grande quantité de nourriture est distribuée par repas lorsqu'il y a moins de repas, ou il se peut qu'une moins grande motivation soit présente lorsqu'il y a trois repas.

Contrairement à une étude chez le grand dauphin (Delfour et al. 2020), le score WtP ne varie pas significativement entre les séances du matin ou de l'après-midi.

### III-6) Enrichissement.

Contrairement aux résultats de nombreuses études (Shyne 2006, Smith et Litchfield 2010, Hunter et al. 2002, Hocking et al., 201), la fréquence de nage répétitive ne dépend pas du nombre ou de la présence d'enrichissements. Ils n'ont pas non plus d'influence sur les autres variables d'importance pour le bien-être (taux de cortisol, diversité comportementale, voir tableau 16). De plus, on voit sur la figure 16 que le nombre d'interactions avec les enrichissements diminue très rapidement au cours du temps. Au bout de 15 minutes, Naia, Nikko et Millie n'interagissent déjà plus avec les enrichissements. Sur toutes les séances d'observations où des enrichissements étaient présents, la moyenne de fréquence des interactions avec un enrichissement est de 1.76%. Comme la plupart des enrichissements utilisent le renforcement extrinsèque, et contiennent de la nourriture, l'épuisement de la ressource et l'extinction de l'intérêt pour l'enrichissement surviennent très vite, c'est à dire dès que l'enrichissement ne contient plus de nourriture. Ainsi, dans la plupart des séances d'observation, les enrichissements n'ont plus d'intérêt pour les phoques. Cela pourrait donc expliquer que la présence et le nombre d'enrichissements n'ont pas d'influence sur la fréquence de stéréotypies, le taux de cortisol et la diversité comportementale.

De plus, les individus timides (Nikko et Millie) interagissent très peu avec les enrichissements proposés, ce qui pourrait signifier que ces derniers ne sont pas adaptés aux animaux plus timides. Avec ces conclusions, on pourrait donc supposer que le protocole d'enrichissement du bassin n'est pas optimal, car tous les animaux n'interagissent pas avec, et ces interactions sont concentrées au moment de la mise à disposition de ces enrichissements. L'utilisation d'autres types d'enrichissements, avec un renforcement intrinsèque par exemple (c'est à dire qui ne se reposent pas sur la nourriture) pourrait être proposé, mais il est possible que les phoques ne soient pas intéressés.

Il est aussi possible de jouer sur la quantité de temps pendant laquelle les enrichissements sont laissés disponibles, pour ne pas laisser en place trop longtemps un enrichissement qui n'est plus efficace. Modifier le nombre d'enrichissements est aussi une modification facile du protocole d'enrichissement, cela pouvant permettre de diminuer la compétition pour avoir accès aux objets, et ainsi permettre aux individus plus timides d'y accéder.

## IV- Conclusion

Notre étude sur le bien-être de phoques communs (*Phoca vitulina*) et phoque gris (*Halichoerus grypus*) en captivité est la première étude sur des espèces peu représentées dans la bibliographie testant simultanément autant de paramètres d'importance pour le bien-être. Cette pierre à l'édifice de l'étude du bien-être chez des phoques communs et gris a permis de mettre en évidence de nouvelles données et des corrélations significatives entre plusieurs de ces paramètres, notamment :

- la sensibilité d'un questionnaire rempli par les soigneurs pour classer les individus en timide ou audacieux.
- la mise en évidence de huit comportements anticipatoires, et une corrélation négative entre leur fréquence et la présence de stéréotypies.
- une corrélation négative entre diversité comportementale et taux de cortisol, ainsi qu'avec la présence de stéréotypies.
- une corrélation positive entre volonté de participer et présence d'enrichissement, et négative avec la présence de stéréotypie.

Ces données montrent ainsi que de nombreux paramètres permettant d'approcher le bien-être animal peuvent être reliés entre eux, confirmant parfois le résultat d'études antérieures chez d'autres espèces. Cette étude s'inscrit ainsi dans une démarche holistique du bien-être des pinnipèdes, en s'intéressant à la fois à des mesures basées sur les ressources, et sur des mesures basées sur l'animal. Les paramètres "Diversité comportementale", "Cortisol salivaire" et "Volonté de participer", encore très peu utilisés chez les pinnipèdes, semblent prometteurs dans l'étude du bien-être, comme cela avait pu être montré dans d'autres espèces.

Après avoir étudié à la fois la diversité de définitions, d'approches et d'évaluations du bien-être, ainsi que la difficulté à l'évaluer chez des animaux marins, cette étude permet d'ajouter ces résultats et ces conclusions à une bibliographie en cours de développement, mais des études ultérieures seront nécessaires pour confirmer, ou non, ces conclusions. Il serait intéressant pour des études suivantes de prendre en compte un nombre plus important d'individus, pour augmenter la puissance statistique des données. Pour cela, réaliser l'étude sur plusieurs parcs est possible, bien que cela puisse rajouter des variables à prendre en compte. Des études similaires, avec une durée d'observation plus importante, ou à d'autres moments de l'année, pourraient aussi montrer de nouveaux résultats.

Cette étude s'intéressant à de très nombreux paramètres, il serait aussi intéressant de se concentrer sur certains points d'intérêt. Le dosage de cortisol salivaire notamment, présent dans deux autres études, mériterait une étude entière à son sujet, avec de plus nombreux prélèvements et la validation du modèle de dosage.

## Bibliographie

- ALTMANN, Jeanne, 1974. Observational study of behavior - Sampling methods. . 1974. pp. 258-261.
- ANDERSON, C, VON KEYSERLINGK, Mag, LIDFORS, Lm et WEARY, Dm, 2020. Anticipatory behaviour in animals: A critical review. *Animal Welfare*. 1 août 2020. Vol. 29, n° 3, pp. 231-238. DOI 10.7120/09627286.29.3.231.
- Animal Care Manuals | Association of Zoos & Aquariums. [Consulté le 25 octobre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.aza.org/animal-care-manuals>
- ANSES, 2018. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif au « Bien-être animal : contexte, définition et évaluation »*. 16 février 2018.
- ATKINSON, S. et DIERAUF, L.A, 2018. Stress and marine mammals. In CRC handbook of marine mammal medicine, 3rd ed. . 2018. pp. 153-168.
- S. Barnard, C. Pedernera, A. Velarde, P. Dalla Villa, 2014 : SHELTER QUALITY. Welfare Assessment Protocol for Shelter Dogs Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G. Caporale' (Teramo, Italy)
- BATT, Lara S., BATT, Marjoly S., BAGULEY, John A. et MCGREEVY, Paul D., 2009. The relationships between motor lateralization, salivary cortisol concentrations and behavior in dogs. *Journal of Veterinary Behavior*. 1 novembre 2009. Vol. 4, n° 6, pp. 216-222. DOI 10.1016/j.jveb.2009.02.001.
- BARRET, C., 2009. *Arrêté du 12 décembre 2000- diplômés et les conditions d'expérience professionnelle requis par l'article R. 413-5 du code de l'environnement pour la délivrance du certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques*. 8 octobre 2009. Légifrance. NOR : ATEN0090478A
- BAUGH, Alexander T., SENFT, Rebecca A., FIRKE, Marian, LAUDER, Abigail, SCHROEDER, Julia, MEDDLE, Simone L., VAN OERS, Kees et HAU, Michaela, 2017. Risk-averse personalities have a systemically potentiated neuroendocrine stress axis: A multilevel experiment in *Parus major*. *Hormones and Behavior*. 1 juillet 2017. Vol. 93, pp. 99-108. DOI 10.1016/j.yhbeh.2017.05.011.
- BERMAN, D. G., JOHNSON, D. E., PHILLIPS, R. W. et BARRY, B. P., 1980. Physiological and urinary metabolite responses to cold shock and confinement of sheep. *Journal of Animal Science*. avril 1980. Vol. 50, n° 4, pp. 713-722. DOI 10.2527/jas1980.504713x.
- BERNARD, Joni B, ALLEN, Mary E, BAER, David J, CRISSEY, Susan D et ULLREY, Duane E, 2002. FEEDING CAPTIVE PISCIVOROUS ANIMALS: NUTRITIONAL ASPECTS OF FISH AS FOODa. . mars 2002. pp. 12.
- BLACKETT, T, MARSH, S, GROVES, G, MORGAN, A, WHITTAKER, M et MORGAN, D, 2020. Core Fundamental Standard of Practice for Captive Wild Animals. . octobre 2020. pp. 66.
- BLASIO, Arturo Luna, PÉREZ, Ricardo Valdez, PARDO, Marta Romano et MALDONADO, Francisco Galindo, 2011. Maintenance behaviour and cortisol levels in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in closed and open facilities. . 2011. pp. 10.
- BLASZCZYK, Maryjka, 2017. Boldness towards novel objects predicts predator inspection in wild vervet monkeys. *Animal Behaviour*. 31 janvier 2017. Vol. 123, pp. 91-100. DOI 10.1016/j.anbehav.2016.10.017.
- BLOIS-HEULIN, Catherine, ROCHAIS, Celine, CAMUS, Sandrine, FUREIX, Carole, LEMASSON, Alban, LUNEL, Christopher, BEZARD, Erwan et HAUSBERGER,

- Martine, 2015. Animal Welfare: Could Adult Play be a False Friend? *Animal Behavior and Cognition*. 1 mai 2015. Vol. 2, n° 2, pp. 156-185. DOI 10.12966/abc.05.04.2015.
- BOISSY, Alain, MANTEUFFEL, Gerhard, JENSEN, Margit Bak, MOE, Randi Oppermann, SPRUIJT, Berry, KEELING, Linda J., WINCKLER, Christoph, FORKMAN, Björn, DIMITROV, Ivan, LANGBEIN, Jan, BAKKEN, Morten, VEISSIER, Isabelle et AUBERT, Arnaud, 2007. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behavior*. octobre 2007. Vol. 92, n° 3, pp. 375-397. DOI 10.1016/j.physbeh.2007.02.003.
  - BRANDO, Sabrina, BROOM, Donald M., ACASUSO-RIVERO, Cristina et CLARK, Fay, 2018. Optimal marine mammal welfare under human care: Current efforts and future directions. *Behavioural Processes*. novembre 2018. Vol. 156, pp. 16-36. DOI 10.1016/j.beproc.2017.09.011.
  - BRANDO, Sabrina I. C. A., 2010. Advances in Husbandry Training in Marine Mammal Care Programs. *International Journal of Comparative Psychology* [en ligne]. 2010. Vol. 23, n° 4. [Consulté le 7 janvier 2022]. Disponible à l'adresse : <https://escholarship.org/uc/item/9r30c5j1>
  - BREMNER-HARRISON, Samantha, PRODÖHL, Paulo et ELWOOD, Robert, 2004. Behavioural trait assessment as a release criterion: Boldness predicts early death in a reintroduction programme of captive-bred swift fox (*Vulpes velox*). *Animal Conservation*. 12 février 2004. Vol. 7, pp. 313-320. DOI 10.1017/S1367943004001490.
  - Broom D.M., Indicators of poor welfare, *British Veterinary Journal*, Volume 142, Issue 6, 1986, Pages 524-526, ISSN 0007-1935, [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0).
  - BURMAN, Oliver, MCGOWAN, Ragen, MENDEL, Michael, NORLING, Yezica, PAUL, Elizabeth, REHN, Therese et KEELING, Linda, 2011. Using judgement bias to measure positive affective state in dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. 1 juillet 2011. Vol. 132, n° 3, pp. 160-168. DOI 10.1016/j.applanim.2011.04.001.
  - BURNS, John J., 2008. Harbor Seal and Spotted Seal, in *Encyclopedia of marine Mammals*, 2nd edition, page 533-542. . 2008.
  - CARTER, Alecia, MARSHALL, Harry, HEINSOHN, Robert et COWLISHAW, Guy, 2012. Evaluating animal personalities: Do observer assessments and experimental tests measure the same thing? *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 1 janvier 2012. Vol. 66. DOI 10.1007/s00265-011-1263-6.
  - CASSOLA, Francesca Maura, HENAUT, Yann, CEDEÑO-VÁZQUEZ, José Rogelio, MÉNDEZ-DE LA CRUZ, Fausto Roberto et MORALES-VELA, Benjamín, 2020. Temperament and sexual behaviour in the Furrowed Wood Turtle *Rhinoclemmys areolata*. *PloS One*. 2020. Vol. 15, n° 12, pp. e0244561. DOI 10.1371/journal.pone.0244561.
  - CASTELLINI, M. A., DAVIS, R. W., LOUGHLIN, T. R. et WILLIAMS, T. M., 1993. BLOOD CHEMISTRIES AND BODY CONDITION OF STELLER SEA LION PUPS AT MARMOT ISLAND, ALASKA. *Marine Mammal Science*. avril 1993. Vol. 9, n° 2, pp. 202-208. DOI 10.1111/j.1748-7692.1993.tb00446.x.
  - CCAC, (Canadian Council on Animal Care), 2014. *Recommendations for the care and maintenance of marine mammals*. 2014.
  - CCAC guidelines: Animal welfare assessment, 2021. . pp. 31.
  - Centre de soin, soin animalier, 2020. *Océanopolis* [en ligne]. [Consulté le 19 octobre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.oceanopolis.com/connaître-nos-missions/conservation/acmom>
  - Chapitre IV : La protection des animaux. (Articles L214-1 à L214-23) - Légifrance. [Consulté le 18 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000006152208/>

- CHARLES, Aviva, HENAUT, Yann, SAINT JALME, Michel, MULOT, Baptiste, LECU, Alexis et DELFOUR, Fabienne, 2022. Studying Antillean manatees' (*Trichechus manatus manatus*) temperament in zoological parks: exploration of boldness, sociality and reactivity to humans. *Applied Animal Behaviour Science*. janvier 2022. Vol. 246, pp. 105512. DOI 10.1016/j.applanim.2021.105512.
- Chudeau KR, Johnson SP, Caine NG (2019) : Enrichment Reduces Stereotypical Behaviors and Improves Foraging Development in Rehabilitating Eastern Pacific Harbor Seals (*Phoca vitulina richardii*), *Applied Animal Behaviour Science*, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.07.001>
- CLARK, Fay, 2017. Cognitive enrichment and welfare: Current approaches and future directions. *Animal Behavior and Cognition*. 1 février 2017. Vol. 4, n° 1, pp. 52-71. DOI 10.12966/abc.05.02.2017.
- CLARK, Fay E, 2013. Marine mammal cognition and captive care: . 2013. pp. 6.
- CLEGG, Ilk, BORGER-TURNER, JI et ESKELINEN, Hc, 2015. C-Well: The development of a welfare assessment index for captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Animal Welfare*. 1 août 2015. Vol. 24, n° 3, pp. 267-282. DOI 10.7120/09627286.24.3.267.
- CLEGG, Isabella, 2018. Cognitive Bias in Zoo Animals: An Optimistic Outlook for Welfare Assessment. *Animals*. 27 juin 2018. Vol. 8, n° 7, pp. 104. DOI 10.3390/ani8070104.
- CLEGG, Isabella L. K. et BUTTERWORTH, Andy, 2017a. Assessing the Welfare of Pinnipeds. In : BUTTERWORTH, Andy (éd.), *Marine Mammal Welfare* [en ligne]. Cham : Springer International Publishing. pp. 273-295. *Animal Welfare*. [Consulté le 25 octobre 2022]. ISBN 978-3-319-46993-5. Disponible à l'adresse : [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-46994-2\\_16](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-46994-2_16)
- CLEGG, Isabella L. K. et BUTTERWORTH, Andy, 2017b. Assessing the Welfare of Cetacea. In : BUTTERWORTH, Andy (éd.), *Marine Mammal Welfare* [en ligne]. Cham : Springer International Publishing. pp. 183-211. *Animal Welfare*. [Consulté le 25 octobre 2022]. ISBN 978-3-319-46993-5. Disponible à l'adresse : [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-46994-2\\_12](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-46994-2_12)
- CLEGG, Isabella L. K. et DELFOUR, Fabienne, 2018a. Can We Assess Marine Mammal Welfare in Captivity and in the Wild? Considering the Example of Bottlenose Dolphins. *Aquatic Mammals*. 15 mars 2018. Vol. 44, n° 2, pp. 181-200. DOI 10.1578/AM.44.2.2018.181.
- CLEGG, Isabella L. K. et DELFOUR, Fabienne, 2018b. Cognitive judgement bias is associated with frequency of anticipatory behavior in bottlenose dolphins. *Zoo Biology*. mars 2018. Vol. 37, n° 2, pp. 67-73. DOI 10.1002/zoo.21400.
- CLEGG, Isabella L. K., RÖDEL, Heiko G. et DELFOUR, Fabienne, 2017. Bottlenose dolphins engaging in more social affiliative behaviour judge ambiguous cues more optimistically. *Behavioural Brain Research*. 30 mars 2017. Vol. 322, n° Pt A, pp. 115-122. DOI 10.1016/j.bbr.2017.01.026.
- CLEGG, Isabella L. K., RÖDEL, Heiko G., MERCERA, Birgitta, VAN DER HEUL, Sander, SCHRIJVERS, Thomas, DE LAENDER, Piet, GOJCETA, Robert, ZIMMITTI, Martina, VERHOEVEN, Esther, BURGER, Jasmijn, BUNSKOEK, Paulien E. et DELFOUR, Fabienne, 2019. Dolphins' Willingness to Participate (WtP) in Positive Reinforcement Training as a Potential Welfare Indicator, Where WtP Predicts Early Changes in Health Status. *Frontiers in Psychology*. 25 septembre 2019. Vol. 10, pp. 2112. DOI 10.3389/fpsyg.2019.02112.
- CLEGG, Isabella L.K., RÖDEL, Heiko G., BOIVIN, Xavier et DELFOUR, Fabienne, 2018. Looking forward to interacting with their caretakers: dolphins' anticipatory behaviour indicates motivation to participate in specific events. *Applied Animal Behaviour Science*. mai 2018. Vol. 202, pp. 85-93. DOI 10.1016/

j.applanim.2018.01.015.

- COBB, M.L., ISKANDARANI, K., CHINCHILLI, V.M. et DRESCHER, N.A., 2016. A systematic review and meta-analysis of salivary cortisol measurement in domestic canines. *Domestic Animal Endocrinology*. octobre 2016. Vol. 57, pp. 31-42. DOI 10.1016/j.domaniend.2016.04.003.
- Coefficient de Corrélation Intra-classe Dans R: Meilleure Référence. *Datanovia* [en ligne]. [Consulté le 2 octobre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.datanovia.com/en/fr/lessons/coefficient-de-correlation-intra-classe-dans-r/>
- COLE, Justine et FRASER, David, 2018. Zoo Animal Welfare: The Human Dimension. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 31 août 2018. Vol. 21, n° sup1, pp. 49-58. DOI 10.1080/10888705.2018.1513839.
- CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE, 1999. *DIRECTIVE 1999/22/CE DU CONSEIL du 29 mars 1999 relative à la détention d'animaux sauvages dans un environnement zoologique*. 9 avril 1999.
- CONSTABLE, Sophie, PARLOW, Arana, DUTTON, Geoff, ROGERS, Tracey et HOGG, Carolyn, 2006. Urinary cortisol sampling: a non-invasive technique for examining cortisol concentrations in the Weddell seal, *Leptonychotes weddellii*. *Zoo Biology*. mars 2006. Vol. 25, n° 2, pp. 137-144. DOI 10.1002/zoo.20088.
- COOK, Nigel, 2012. Minimally invasive sampling media and the measurement of corticosteroids as biomarkers of stress in animals. *Canadian Journal of Animal Science*. 1 septembre 2012. Vol. 92, pp. 227-259. DOI 10.4141/cjas2012-045.
- COWL, Veronica, 2017. Guidelines for contraception in Pinnipedia & Sirenia, EGZAC. [en ligne]. juin 2017. [Consulté le 21 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://eazarmg.org/home/viewdocument?filename=Pinnipedia%20taxon%20sheet%202017.pdf>
- DE GRAAF, Nicolas, GUSSET, Markus, HANULIAKOVA, Julia, HOFERT, Heriber, HOGG, Carolyn, HOSEY, Geoff et HUNT, Susan, 2015. *Prendre soin de la faune sauvage*. Gland : World Association of Zoos and Aquariums WAZA. ISBN 978-2-8399-1695-0.
- DELFOUR, Fabienne et BEYER, Helen, 2012. Assessing the effectiveness of environmental enrichment in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Effectiveness of Environmental Enrichment for Dolphins. *Zoo Biology*. mars 2012. Vol. 31, n° 2, pp. 137-150. DOI 10.1002/zoo.20383.
- DELFOUR, Fabienne, MONREAL-PAWLOWSKY, Tania, VAICEKAUSKAITE, Ruta, PILENGA, Cristina, GARCIA-PARRAGA, Daniel, RÖDEL, Heiko G., GARCÍA CARO, Nuria, PERLADO CAMPOS, Enrique et MERCERA, Birgitta, 2020. Dolphin Welfare Assessment under Professional Care: 'Willingness to Participate', an Indicator Significantly Associated with Six Potential 'Alerting Factors'. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*. 31 octobre 2020. Vol. 1, n° 1, pp. 42-60. DOI 10.3390/jzbg1010004.
- DELFOUR, Fabienne, VAICEKAUSKAITE, Ruta, GARCÍA-PARRAGA, Daniel, PILENGA, Cristina, SERRES, Agathe, BRASSEUR, Isabelle, PASCAUD, Ana, PERLADO-CAMPOS, Enrique, SÁNCHEZ-CONTRERAS, Guillermo J., BAUMGARTNER, Katrin et MONREAL-PAWLOWSKY, Tania, 2021. Behavioural Diversity Study in Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) Groups and Its Implications for Welfare Assessments. *Animals*. 8 juin 2021. Vol. 11, n° 6, pp. 1715. DOI 10.3390/ani11061715.
- DE RUGY, François et TRAVERT, Stéphane, 2021. *Arrêté du 8 octobre 2018 fixant les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques*. 23 avril 2021. Légifrance. NOR : TREL1806374A
- DE VERE, Amber J, 2017. DO PINNIPEDS HAVE PERSONALITY? CODING HARBOR SEAL (*PHOCA VITULINA*) AND CALIFORNIA SEA LION (*ZALOPHUS*

- CALIFORNIANUS) BEHAVIOR ACROSS CONTEXTS. . mai 2017. pp. 63.
- Díaz López, B. (2020). When personality matters : personality and social structure in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Animal Behaviour*, 163(May), 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2020.03.001>
  - DIERAUF, Leslie A. et GULLAND, Frances M. D. (éd.), 2001. *CRC handbook of marine mammal medicine*. 2nd ed. Boca Raton, FL : CRC Press. ISBN 978-0-8493-0839-0. SF997.5.M35 C73 2001
  - ESKELINEN, Holli, WINSHIP, Kelley et BORGER-TURNER, Jill, 2015. Sex, Age, and Individual Differences in Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Response to Environmental Enrichment. *Animal Behavior and Cognition*. 1 août 2015. Vol. 2, n° 3, pp. 241-253. DOI 10.12966/abc.08.04.2015.
  - FAWC Report on Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future, 2009. *GOV.UK* [en ligne]. [Consulté le 11 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gov.uk/government/publications/fawc-report-on-farm-animal-welfare-in-great-britain-past-present-and-future>
  - FERNANDEZ, Eduardo J. et CHIEW, Samantha J., 2021. Animal-Visitor Interactions: Effects, Experiences, and Welfare. *Animal Behavior and Cognition*. 1 novembre 2021. Vol. 8, n° 4, pp. 462-467. DOI 10.26451/abc.08.04.01.2021.
  - FONTENOT, M Babette, MUSSO, Mandi W, MCFATTER, Robert M et ANDERSON, George M, 2009. Dose-Finding Study of Fluoxetine and Venlafaxine for the Treatment of Self- Injurious and Stereotypic Behavior in Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 2009. Vol. 48, n° 2, pp. 9.
  - FORKMAN, B et KEELING, L, 2009. *Assessment of animal Welfare Measures for Dairy Cattle, Beef Bulls and Veal Calves*. school of City and regional planning, Cardiff university.
  - FREE, Danielle, JUSTICE, William S. M., SMITH, Sarah Jayne, HOWARD, Vittoria et WOLFENSOHN, Sarah, 2022. An Approach to Assessing Zoo Animal Welfare in a Rarely Studied Species, the Common Cusimanse *Crossarchus obscurus*. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*. 24 août 2022. Vol. 3, n° 3, pp. 420-441. DOI 10.3390/jzbg3030032.
  - GARTNER, Marieke Cassia et POWELL, David, 2012. Personality assessment in snow leopards (*Uncia uncia*). *Zoo Biology*. 2012. Vol. 31, pp. 151-165. DOI 10.1002/zoo.20385.
  - GAYMARD, Hervé et BACHELOT-NARQUIN, Roselyne, 2004. *Arrêté du 25 mars 2004-règles générales de fonctionnement et caractéristiques générales des installations des établissements zoologiques à caractère fixe et permanent, présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère et relevant de la rubrique 21-40 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement*. 1 avril 2004. Légifrance. NOR : DEVN0430016A
  - GILI, Claudia, MEIJER, Gerard et LACAVE, Geraldine, 2018. *Best Practice Guidelines for Otariidae et Phocidae*. 2018. EAZA et EAAM. Grand Aquarium France, [sans date]. *Océanopolis* [en ligne]. [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.oceanopolis.com/connaître-nos-missions/qui-sommes-nous>
  - GOSLING, S. D., 2001. From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychological Bulletin*. janvier 2001. Vol. 127, n° 1, pp. 45-86. DOI 10.1037/0033-2909.127.1.45.
  - GROUPE NORMAND, 2019. *Notice d'utilisation - Caméra de surveillance et d'observation Spéciale faune/flore*. 1 avril 2019.
  - GUNDLACH, Neele, PIECHOTTA, Marion et SIEBERT, Ursula, 2014. Is Lachrymal Fluid a Potential Method for Cortisol Measurement in Wild Harbor Seals?: A Pilot



- Study. *International Journal of Veterinary Medicine: Research & Reports*. 27 avril 2014. pp. 1-12. DOI 10.5171/2014.967043.
- GUNDLACH, Neele, SCHMICKE BORN PIECHOTTA, Marion et SIEBERT, Ursula, 2014. Is Lachrymal Fluid a Potential Method for Cortisol Measurement in Wild Harbor Seals? : A Pilot Study. *International Journal of Veterinary Medicine: Research & Reports*. 26 avril 2014. Vol. International Journal of Veterinary Medicine: Research&Reports, Vol. 2014 (2014), Article ID 967043,. DOI 10.5171/2014.967043.
  - HALL, Ailsa et THOMPSON, David, 2008. Gray Seal, in *Encyclopedia of marine Mammals*, 2nd edition, page 500-503. . 2008.
  - HALL, K, BRYANT, J, STALEY, M, WHITHAM, JC et MILLER, LJ, 2021. Behavioural diversity as a potential welfare indicator for professionally managed chimpanzees (Pan troglodytes): Exploring variations in calculating diversity using species-specific behaviours. *Animal Welfare*. 30 novembre 2021. Vol. 30, n° 4, pp. 381-392. DOI 10.7120/09627286.30.4.002.
  - HANNA, Pepper, FRICK, Erin et KUCZAJ, Stan, 2016. A Tool Use Task Proves Enriching for a Captive Sea Otter (*Enhydra lutris*). *Animal Behavior and Cognition*. 1 mai 2016. Vol. 3, n° 2, pp. 88-94. DOI 10.12966/abc.03.05.2016.
  - HATT, JM, GALEFFI, C et RUDOLF VON ROHR, C, 2017. *THE WELFARE ASSESSMENT QUESTIONNAIRE AT ZURICH ZOO - A TOOL TO MONITOR QUALITY OF LIFE IN GERIATRIC OR CHRONICALLY ILL ANIMALS*. 2017. Proc Zoo Wildlife Health Conference.
  - HERRELKO, Elizabeth S., VICK, Sarah-Jane et BUCHANAN-SMITH, Hannah M., 2012. Cognitive research in zoo-housed chimpanzees: influence of personality and impact on welfare. *American Journal of Primatology*. septembre 2012. Vol. 74, n° 9, pp. 828-840. DOI 10.1002/ajp.22036.
  - HIGHFILL, Lauren E. et KUCZAJ II, Stan A., 2007. Do Bottlenose Dolphins (<l>Tursiops truncatus</l>) Have Distinct and Stable Personalities? *Aquatic Mammals*. 1 septembre 2007. Vol. 33, n° 3, pp. 380-389. DOI 10.1578/AM.33.3.2007.380.
  - HILL, Heather et RAMIREZ, Domonique, 2014. Adults Play but Not Like Their Young: The Frequency and Types of Play by Belugas (*Delphinapterus leucas*) in Human Care. *Animal Behavior and Cognition*. 2014. Vol. 2, n° 2, pp. 166. DOI 10.12966/abc.05.07.2014.
  - HILL, Sonya P. et BROOM, Donald M., 2009. Measuring zoo animal welfare: theory and practice. *Zoo Biology*. 2009. pp. n/a-n/a. DOI 10.1002/zoo.20276.
  - HOCKING, David P., SALVERSON, Marcia et EVANS, Alistair R., 2015. Foraging-Based Enrichment Promotes More Varied Behaviour in Captive Australian Fur Seals (*Arctocephalus pusillus doriferus*). BEATTY, Brian Lee (éd.), *PLOS ONE*. 6 mai 2015. Vol. 10, n° 5, pp. e0124615. DOI 10.1371/journal.pone.0124615.
  - HODGES, Keith, BROWN, Janine et HEISTERMANN, Michael, 2010. Endocrine Monitoring of Reproduction and Stress. *Wild Mammals in Captivity*. 2010. Vol. 2, pp. 449.
  - HOPSTER, Hans et DE JONG, Ingrid, 2014. Welfare of sea lions in travelling circuses. [en ligne]. 2014. [Consulté le 13 juin 2022]. DOI 10.13140/RG.2.1.1157.1921. Disponible à l'adresse : <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.1157.1921>
  - HUGHES B.O., 1976. Behaviour as index of welfare. In: Proc 5th Europ. Poult. Conf., Malta p.1005-1018.
  - HUNTER, Sue A., BAY, Monika S., MARTIN, Michele L. et HATFIELD, Jeff S., 2002. Behavioral effects of environmental enrichment on harbor seals (*Phoca vitulina concolor*) and gray seals (*Halichoerus grypus*). *Zoo Biology*. 2002. Vol. 21, n° 4, pp. 375-387. DOI 10.1002/zoo.10042.

- JEFFERSON, Thomas A., WEBBER, Marc A., PITMAN, Robert L. et GORTER, Uko, 2015. *Marine Mammals of the World - A Comprehensive Guide to Their Identification*. Second Edition. Elsevier.
- KAGAN, Ron, CARTER, Scott et ALLARD, Stephanie, 2015. A Universal Animal Welfare Framework for Zoos. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 8 octobre 2015. Vol. 18, n° sup1, pp. S1-S10. DOI 10.1080/10888705.2015.1075830.
- KARENINA, Karina, GILJOV (GILEV), Andrey, IVKOVICH, Tatiana, BURDIN, Alexander et MALASHICHEV, Yegor, 2013. Lateralization of spatial relationships between wild mother and infant orcas, *Orcinus orca*. *Animal Behaviour*. 1 janvier 2013.
- KELLING, Angela Swilley, 2008. *An examination of salivary cortisol concentrations and behavior in three captive African elephants (Loxodonta africana) at Zoo Atlanta*. décembre 2008.
- KERSHAW, Joanna L, RAMP, Christian A, MOSS, Simon et HALL, Ailsa J, 2013. BLUBBER CORTISOL LEVELS IN A BALEEN WHALE (*Megaptera novaeangliae*) AND A PHOCID SEAL (*Phoca vitulina*). . 2013. pp. 1.
- KING, Judith E., 1983. *Seals of the world - 2nd edition*. Oxford University Press. ISBN 0-19-858513-6.
- KOO, Terry K. et LI, Mae Y., 2016. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*. juin 2016. Vol. 15, n° 2, pp. 155-163. DOI 10.1016/j.jcm.2016.02.012.
- KREBS, Bethany, CHUDEAU, Karli, ESCHMANN, Caitlin, TU, Celina, PACHECO, Eridia et WATTERS, Jason, 2022. Space, time, and context drive anticipatory behavior: Considerations for understanding the behavior of animals in human care. *Frontiers in Veterinary Science*. 6 septembre 2022. Vol. 9. DOI 10.3389/fvets.2022.972217.
- KREBS, Bethany et WATTERS, Jason, 2017. Simple but temporally unpredictable puzzles are cognitive enrichment. *Animal Behavior and Cognition*. 1 février 2017. Vol. 4, n° 1, pp. 119-134. DOI 10.12966/abc.09.02.2017.
- KUCZAJ, Stan, LACINAK, Thad, FAD, Otto, TRONE, Marie, SOLANGI, Moby et RAMOS, Joana, 2002. Keeping Environmental Enrichment Enriching. *International Journal of Comparative Psychology* [en ligne]. 2002. Vol. 15, n° 2. [Consulté le 17 août 2022]. DOI 10.46867/C4XK5N. Disponible à l'adresse : <https://escholarship.org/uc/item/1bj376tj>
- LAUDERDALE, Lisa K., SHORTER, K. Alex, ZHANG, Ding, GABALDON, Joaquin, MELLE, Jill D., WALSH, Michael T., GRANGER, Douglas A. et MILLER, Lance J., 2021a. Bottlenose dolphin habitat and management factors related to activity and distance traveled in zoos and aquariums. LI, Songhai (éd.), *PLOS ONE*. 30 août 2021. Vol. 16, n° 8, pp. e0250687. DOI 10.1371/journal.pone.0250687.
- LAUDERDALE, Lisa K., SHORTER, K. Alex, ZHANG, Ding, GABALDON, Joaquin, MELLE, Jill D., WALSH, Michael T., GRANGER, Douglas A. et MILLER, Lance J., 2021b. Habitat characteristics and animal management factors associated with habitat use by bottlenose dolphins in zoological environments. LI, Songhai (éd.), *PLOS ONE*. 30 août 2021. Vol. 16, n° 8, pp. e0252010. DOI 10.1371/journal.pone.0252010.
- LAWSON, Jw, MAGALHÃES, Am et MILLER, Eh, 1998. Important prey species of marine vertebrate predators in the northwest Atlantic: proximate composition and energy density. *Marine Ecology Progress Series*. 1998. Vol. 164, pp. 13-20. DOI 10.3354/meps164013.
- LE RAY, Sophie, LE GAL, Manon et DELFOUR, Fabienne, 2017. Does emotional state influence motor lateralization in California sea lions (*Zalophus californianus*)? *acta ethologica*. 27 juillet 2017. DOI 10.1007/s10211-017-0273-4.

- LEEDS, Austin, ELSNER, Roby et LUKAS, Kristen, 2016. The Effect of Positive Reinforcement Training on an Adult Female Western Lowland Gorilla's (*Gorilla gorilla gorilla*) Rate of Abnormal and Aggressive Behavior. *Animal Behavior and Cognition*. 1 mai 2016. Vol. 3, n° 2, pp. 78-87. DOI 10.12966/abc.02.05.2016.
- MAKECHA, Radhika N. et HIGHFILL, Lauren E., 2018. Environmental Enrichment, Marine Mammals, and Animal Welfare: A Brief Review. *Aquatic Mammals*. 15 mars 2018. Vol. 44, n° 2, pp. 221-230. DOI 10.1578/AM.44.2.2018.221.
- Martau, P. A., Caine, N. G., & Candland, D. K. (1985). Reliability of the Emotions Profile Index, primate form, with *Papio hamadryas*, *Macaca fuscata*, and two *Saimiri* species. *Primates*, 26, 501-505.
- MASON, G. J. et LATHAM, N. R., 2004. Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare*. 2004. Vol. 13, pp. S57-S69.
- MASSEN, Jorg J. M. et KOSKI, Sonja E., 2014. Chimps of a feather sit together: chimpanzee friendships are based on homophily in personality. *Evolution and Human Behavior*. 1 janvier 2014. Vol. 35, n° 1, pp. 1-8. DOI 10.1016/j.evolhumbehav.2013.08.008.
- MAZZARO, L M, KOUTSOS, E A et WILLIAMS, J J, 2016. Current practices in aquatic animal supplementation. . 2016. pp. 7.
- MCGUIRE, Molly C., VONK, Jennifer, FULLER, Grace et ALLARD, Stephanie, 2017. Using an Ambiguous Cue Paradigm to Assess Cognitive Bias in Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) during a Forage Manipulation. *Animal Behavior and Cognition* [en ligne]. 1 février 2017. Vol. 4, n° 1. DOI 10.12966/abc.06.02.2017. Disponible à l'adresse : <http://www.animalbehaviorandcognition.org/article.php?id=908>
- MCGUIRE, Molly C., VONK, Jennifer et JOHNSON-ULRICH, Zoe, 2017. Ambiguous Results When Using the Ambiguous-Cue Paradigm to Assess Learning and Cognitive Bias in Gorillas and a Black Bear. *Behavioral Sciences (Basel, Switzerland)*. 9 août 2017. Vol. 7, n° 3, pp. E51. DOI 10.3390/bs7030051.
- Med'Vet - Médicament SUPRELORIN® 9,4 mg Implant pour chiens et furets, 2021. [en ligne]. [Consulté le 21 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.med-vet.fr/medicament-suprelorin-9-4-mg-implant-chiens-furets-p2307>
- MEIRA, Jaqueline E. S., NOGUEIRA-FILHO, Sérgio L. G., MENDEL, Michael, LIMA, Stella G. C., FUREIX, Carole et NOGUEIRA, Selene S. C., 2023. Responses to environmental enrichment are associated with personality characteristics in chestnut-bellied seed finches (*Sporophila angolensis*). *Behavioural Processes*. 1 janvier 2023. Vol. 204, pp. 104801. DOI 10.1016/j.beproc.2022.104801.
- MELLEN, Jill et SEVENICH MACPHEE, Marty, 2001. Philosophy of environmental enrichment: Past, present, and future. *Zoo Biology*. 2001. Vol. 20, n° 3, pp. 211-226. DOI 10.1002/zoo.1021.
- MELLOR, David J., BEAUSOLEIL, Ngaio J., LITTLEWOOD, Katherine E., MCLEAN, Andrew N., MCGREEVY, Paul D., JONES, Bidda et WILKINS, Cristina, 2020. The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals*. 14 octobre 2020. Vol. 10, n° 10, pp. 1870. DOI 10.3390/ani10101870.
- MENARGUES, Asunción, URIOS, Vicente, LIMIÑANA, Ruben et MAURI, Montserrat, 2012. Circadian Rhythm of Salivary Cortisol in Asian Elephants (*Elephas maximus*): A Factor to Consider During Welfare Assessment. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. octobre 2012. Vol. 15, n° 4, pp. 383-390. DOI 10.1080/10888705.2012.709157.
- MERCERA, Karl, 2019. *DOSAGE DU CORTISOL FÉCAL - FAISABILITÉ INTÉRÊTS ET LIMITES DANS L'ÉTUDE DU BIEN ÊTRE DU GRAND DAUPHIN*. ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT.
- MEREDITH, Anna et BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION (éd.),

2015. *Small animal formulary: part B: exotic pets, page 314*. 9th edition, reprinted with corrections. Quedgeley, Gloucester : BSAVA, British Small Animal Veterinary Association. ISBN 978-1-905319-82-4.
- MILLER, Lance J., LAUDERDALE, Lisa K., BRYANT, Jocelyn L., MELLEN, Jill D., WALSH, Michael T. et GRANGER, Douglas A., 2021. Behavioral diversity as a potential positive indicator of animal welfare in bottlenose dolphins. LI, Songhai (éd.), *PLOS ONE*. 30 août 2021. Vol. 16, n° 8, pp. e0253113. DOI 10.1371/journal.pone.0253113.
  - MILLER, Lance J., VICINO, Greg A., SHEFTEL, Jessica et LAUDERDALE, Lisa K., 2020. Behavioral Diversity as a Potential Indicator of Positive Animal Welfare. *Animals*. 16 juillet 2020. Vol. 10, n° 7, pp. 1211. DOI 10.3390/ani10071211.
  - MILLER, Lj, PISACANE, Cb et VICINO, Ga, 2016. Relationship between behavioural diversity and faecal glucocorticoid metabolites: a case study with cheetahs *(Acinonyx jubatus)*. *Animal Welfare*. 1 août 2016. Vol. 25, n° 3, pp. 325-329. DOI 10.7120/09627286.25.3.325.
  - MILLER, R. Eric et FOWLER, Murray E., 2015. Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8. In : [en ligne]. Elsevier. pp. 436-449. [Consulté le 21 novembre 2022]. ISBN 978-1-4557-7397-8. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781455773978000839>
  - MONREAL-PAWLOWSKY, T., CARBAJAL, A., TALLO-PARRA, O., SABÉS-ALSINA, M., MONCLÚS, L., ALMUNIA, J., FERNÁNDEZ-BELLON, H. et LOPEZ-BEJAR, M., 2017. Daily salivary cortisol levels in response to stress factors in captive common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): a potential welfare indicator. *The Veterinary Record*. 17 juin 2017. Vol. 180, n° 24, pp. 593. DOI 10.1136/vr.103854.
  - MONREAL-PAWLOWSKY, Tania, VAICEKAUSKAITÉ, Ruta, PALENCIA MEMBRIVE, Gemma, DELFOUR, Fabienne et MANTECA, Xavier, 2021. Goal-oriented behavioural and environmental enrichment in aquarium species. *Journal of Zoo and Aquarium Research*. 31 octobre 2021. Vol. 9, n° 4, pp. 273-280. DOI 10.19227/jzar.v9i4.588.
  - MORGAN, Liat et RAZ, Tal, 2019. Providing Meaningful Environmental Enrichment and Measuring Saliva Cortisol in Pigs Housed on Slatted Flooring. *Journal of Visualized Experiments*. 30 septembre 2019. N° 151, pp. 60070. DOI 10.3791/60070.
  - MORMEDE, Pierre, BOISSEAU-SOWINSKI, Lucille, CHIRON, Julie, DIEDERICH, Claire, EDDISON, John, GUICHET, Jean-Luc, LE NEINDRE, Pierre et MEUNIER-SALAÜN, Marie-Christine, 2018. Bien-être animal : contexte, définition, évaluation. *INRA Productions Animales*. 25 octobre 2018. Vol. 31, n° 2, pp. 145-162. DOI 10.20870/productions-animales.2018.31.2.2299.
  - NAGEL, Rebecca, KAISER, Sylvia, STAINFIELD, Claire, TOSCANI, Camille, FOX-CLARKE, Cameron, PAIJMANS, Anneke J., COSTA CASTRO, Camila, VENDRAMI, David L. J., FORCADA, Jaume et HOFFMAN, Joseph I., 2022. Low heritability and high phenotypic plasticity of salivary cortisol in response to environmental heterogeneity in a wild pinniped. *Ecology and Evolution*. 2022. Vol. 12, n° 3, pp. e8757. DOI 10.1002/ece3.8757.
  - NIGEL BONNER, W., 1989. *The Natural History of Seals*. ISBN 0-7470-0203-7.
  - OIE, 2015. *Code sanitaire pour les animaux terrestres* [en ligne]. titre 7 bien-être animal, chapitre 7.1 Introduction sur les recommandations relatives au bien-être animal, article 7.1.1 Définition. Disponible à l'adresse : <http://www.oie.int/fr/normes-internationales/code-terrestre/acces-en-ligne/>
  - OKI, C et ATKINSON, S, 2004. Diurnal patterns of cortisol and thyroid hormones in the Harbor seal (*Phoca vitulina*) during summer and winter seasons. *General and Comparative Endocrinology*. avril 2004. Vol. 136, n° 2, pp. 289-297. DOI 10.1016/j.ygcen.2004.01.007.

- OSWALD, Mary E., DREW, Robert E., RACINE, Matt, MURDOCH, Gordon K. et ROBISON, Barrie D., 2012. Is behavioral variation along the bold-shy continuum associated with variation in the stress axis in zebrafish? *Physiological and biochemical zoology*: PBZ. 2012. Vol. 85, n° 6, pp. 718-728. DOI 10.1086/668203.
- PALME, Rupert, 2005. Measuring fecal steroids: guidelines for practical application. *Annals of the New York Academy of Sciences*. juin 2005. Vol. 1046, pp. 75-80. DOI 10.1196/annals.1343.007.
- PASCAUD, Ana, 2021. *Mise en place d'un protocole d'évaluation du bien-être animal chez le grand dauphin en parc zoologique*.
- PFEFFERLE, Dana, PLÜMER, Sina, BURCHARDT, Leonore, TREUE, Stefan et GAIL, Alexander, 2018. Assessment of stress responses in rhesus macaques (*Macaca mulatta*) to daily routine procedures in system neuroscience based on salivary cortisol concentrations. ROQUES, Pierre (éd.), *PLOS ONE*. 2 janvier 2018. Vol. 13, n° 1, pp. e0190190. DOI 10.1371/journal.pone.0190190.
- PODTURKIN, A, KREBS, Bethany L. et WATTERS, Jason V., 2022. A quantitative approach for using anticipatory behavior as a graded welfare assesment. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 2022.
- PODTURKIN, Aleksei A., 2021. In search of the optimal enrichment program for zoo-housed animals. *Zoo Biology*. novembre 2021. Vol. 40, n° 6, pp. 527-540. DOI 10.1002/zoo.21642.
- POMERANTZ, Ori et TERKEL, Joseph, 2009. Effects of positive reinforcement training techniques on the psychological welfare of zoo-housed chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology*. 2009. Vol. 71, n° 8, pp. 687-695. DOI 10.1002/ajp.20703.
- RAOULT, Vincent, BROWN, Culum, ZUBERI, Amina et WILLIAMSON, Jane E., 2012. Blood cortisol concentrations predict boldness in juvenile mulloway (*Argyrosomus japonicus*). *Journal of Ethology*. mai 2012. Vol. 30, n° 2, pp. 225-232. DOI 10.1007/s10164-011-0314-9.
- RAPER, J. R, BLOOMSMITH, M. A., STONE, A et MAYO, L., 2002. Use of positive reinforcement training to decrease stereotypic behaviours in a pair of orang-utans (*Pongo pygmaeus*). *American Journal of Primatology*. 2002. Vol. 57, n° 70- 71.
- RAULT, Jean-Loup, WAIBLINGER, Susanne, BOIVIN, Xavier et HEMSWORTH, Paul, 2020. The Power of a Positive Human–Animal Relationship for Animal Welfare. *Frontiers in Veterinary Science* [en ligne]. 2020. Vol. 7. Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.590867>
- RAZAL, Catherine, PISACANE, Corrine et MILLER, Lance, 2016. Multifaceted Approach to Personality Assessment in Cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Animal Behavior and Cognition*. 1 février 2016. Vol. 3, n° 1, pp. 22-31. DOI 10.12966/abc.02.02.2016.
- RÉALE, Denis, READER, Simon M., SOL, Daniel, MCDOUGALL, Peter T. et DINGEMANSE, Niels J., 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*. mai 2007. Vol. 82, n° 2, pp. 291-318. DOI 10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x.
- REEDER, DeeAnn et KRAMER, Kristin, 2005. Stress in Free-Ranging Mammals: Integrating Physiology, Ecology, and Natural History. *Journal of Mammalogy - J MAMMAL*. 1 avril 2005. Vol. 86. DOI 10.1644/BHE-003.1.
- RIDGWAY, SH, 1972. Homeostasis in the Aquatic Environment}. 1972. *Mammals of the Sea*, pages 590-747
- RIEDMAN, M., 1990. *The Pinnipeds : Seals, Sea Lions, and Walruses*. ISBN 0-520-06497-6.
- ROELOFS, Sanne, BOLEIJ, Hetty, NORDQUIST, Rebecca E. et VAN DER STAAY, Franz Josef, 2016. Making Decisions under Ambiguity: Judgment Bias Tasks for

- Assessing Emotional State in Animals. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* [en ligne]. 2016. Vol. 10. [Consulté le 8 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2016.00119>
- ROGERS, Lesley J., 2010. Relevance of brain and behavioural lateralization to animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. octobre 2010. Vol. 127, n° 1-2, pp. 1-11. DOI 10.1016/j.applanim.2010.06.008.
  - ROHNER, Simon, HÜLSKÖTTER, Kirsten, GROSS, Stephanie, WOHLSEIN, Peter, ABDULMAWJOOD, Amir, PLÖTZ, Madeleine, VERSPOHL, Jutta, HAAS, Ludwig et SIEBERT, Ursula, 2020. Male grey seal commits fatal sexual interaction with adult female harbour seals in the German Wadden Sea. *Scientific Reports*. 13 août 2020. Vol. 10, n° 1, pp. 13679. DOI 10.1038/s41598-020-69986-w.
  - ROSE, Naomi A., HANCOCK SNUSZ, Georgia, BROWN, Danielle M. et PARSONS, E. C. M., 2017. Improving Captive Marine Mammal Welfare in the United States: Science-Based Recommendations for Improved Regulatory Requirements for Captive Marine Mammal Care. *Journal of International Wildlife Law & Policy*. 2 janvier 2017. Vol. 20, n° 1, pp. 38-72. DOI 10.1080/13880292.2017.1309858.
  - RYDER, Richard D., 1998. Measuring Animal Welfare. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. janvier 1998. Vol. 1, n° 1, pp. 75-80. DOI 10.1207/s15327604jaws0101\_7.
  - SAIYED, Sana T., HOPPER, Lydia M. et CRONIN, Katherine A., 2019. Evaluating the Behavior and Temperament of African Penguins in a Non-Contact Animal Encounter Program. *Animals*. juin 2019. Vol. 9, n° 6, pp. 326. DOI 10.3390/ani9060326.
  - SAMUELSON, Mystera M., LAUDERDALE, Lisa K., PULIS, Kelly, SOLANGI, Moby, HOFFLAND, Tim et LYN, Heidi, 2017. Olfactory Enrichment in California Sea Lions (*Zalophus californianus*): An Effective Tool for Captive Welfare? *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 2 janvier 2017. Vol. 20, n° 1, pp. 75-85. DOI 10.1080/10888705.2016.1246362.
  - SCHEID, Christelle et NOË, Ronald, 2010. The performance of rooks in a cooperative task depends on their temperament. *Animal Cognition*. mai 2010. Vol. 13, n° 3, pp. 545-553. DOI 10.1007/s10071-009-0305-1.
  - SEAL CONSERVATION SOCIETY, 2011. Informations on Harbour Seal. [en ligne]. 2011. Disponible à l'adresse : <https://www.pinnipeds.org/seal-information/species-information-pages/the-phocid-seals/harbour-seal>
  - SHEPHERDSON, D., 1998. Tracing the path of environmental Enrichment in zoos. In: *Second Nature - Environmental Enrichment for Captive Animals. Animal Welfare Institute* [en ligne]. 1998. [Consulté le 21 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://awionline.org/lab-animal-search/shepherdson-d-1998-tracing-path-environmental-enrichment-zoos-second-nature>
  - SHIRIHAI, Hadoram, 2020. *Mammifères marins du monde*. Delachaux et Niestlé.
  - SHYNE, Amanda, 2006. Meta-analytic review of the effects of enrichment on stereotypic behavior in zoo mammals. *Zoo Biology*. juillet 2006. Vol. 25, n° 4, pp. 317-337. DOI 10.1002/zoo.20091.
  - SMITH, Bradley P. et LITCHFIELD, Carla A., 2010. An Empirical Case Study Examining Effectiveness of Environmental Enrichment in Two Captive Australian Sea Lions (*Neophoca cinerea*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 23 mars 2010. Vol. 13, n° 2, pp. 103-122. DOI 10.1080/10888700903371863.
  - STEVENS, Jeroen M G, THYSSEN, Anya, LAEVENS, Hans et VERVAECKE, Hilde, 2013. The influence of zoo visitor numbers on the behaviour of harbour seals. . 2013. pp. 4.
  - Titre ler : La garde et la circulation des animaux et des produits animaux (Articles R210-1 à R215-15) - Légifrance, [sans date]. [en ligne].

[Consulté le 18 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section\\_lc/LEGITEXT000006071367/LEGISCTA000006138393/#LEGISCTA000006138393](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006071367/LEGISCTA000006138393/#LEGISCTA000006138393)

- ÚBEDA, Yulán, ORTÍN, Sara, ST. LEGER, Judy, LLORENTE, Miquel et ALMUNIA, Javier, 2019. Personality in captive killer whales (*Orcinus orca*): A rating approach based on the five-factor model. *Journal of Comparative Psychology*. mai 2019. Vol. 133, n° 2, pp. 252-261. DOI 10.1037/com0000146.
- UGAZ, Cristian, VALDEZ, Ricardo A., ROMANO, Marta C. et GALINDO, Francisco, 2013. Behavior and salivary cortisol of captive dolphins (*Tursiops truncatus*) kept in open and closed facilities. *Journal of Veterinary Behavior*. juillet 2013. Vol. 8, n° 4, pp. 285-290. DOI 10.1016/j.jveb.2012.10.006.
- VAICEKAUSKAITE, Ruta, SCHNEIDER, Jennifer N. et DELFOUR, Fabienne, 2019. Does Enrichment Improve Well Being in Animals under Human Care? A Case Study of Two Harbor Seals ( *Phoca Vitulina* ). *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 3 juillet 2019. Vol. 22, n° 3, pp. 255-266. DOI 10.1080/10888705.2018.1479964.
- VANDELEEST, Jessica J., MCCOWAN, Brenda et CAPITANIO, John P., 2011. Early rearing interacts with temperament and housing to influence the risk for motor stereotypy in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Applied Animal Behaviour Science*. 1 juin 2011. Vol. 132, n° 1-2, pp. 81-89. DOI 10.1016/j.applanim.2011.02.010.
- VAN NEER, Abbo, JENSEN, Lasse Fast et SIEBERT, Ursula, 2015. Grey seal (*Halichoerus grypus*) predation on harbour seals (*Phoca vitulina*) on the island of Helgoland, Germany. *Journal of Sea Research*. mars 2015. Vol. 97, pp. 1-4. DOI 10.1016/j.seares.2014.11.006.
- VEASEY, Jake et HAMMER, Gabriele, 2010. Managing Captive Mammals in Mixed-Species Communities. *Wild Mammals in Captivity*. 2010. Vol. 2, pp. 151.
- WAPLES, Kelly A. et GALES, Nicholas J., 2002. Evaluating and minimising social stress in the care of captive bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Zoo Biology*, 21(1), 5-26. <https://doi.org/10.1002/zoo.10004> [en ligne]. 20 mars 2002. [Consulté le 22 novembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/zoo.10004>
- Veissier, I., Butterworth, A., Bock, B., Roe, E., 2008. European approaches to ensure good animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 113, 279–297.
- Vonk, J., McGuire, M. C., & Johnson-Ulrich, Z. (2021). Bearing fruit: Piloting a novel judgment bias task in an American black bear. *Zoo biology*, 40(2), 89–97. <https://doi.org/10.1002/zoo.21584>
- WARREN, Jodie, 2021. A comparison of statistical techniques for evaluating body condition in New Zealand leopard seals (*Hydrurga leptonyx*) using citizen science data. 2021.
- WATTERS, Jason V., 2014. Searching for behavioral indicators of welfare in zoos: Uncovering anticipatory behavior: Anticipatory Behavior as a Welfare Tool. *Zoo Biology*. juillet 2014. Vol. 33, n° 4, pp. 251-256. DOI 10.1002/zoo.21144.
- WEBSTER, A., 2007. Animal Welfare: Limping Towards Eden: A Practical Approach to Redressing the Problem of Our Dominion Over the Animals. *Animal Welfare: Limping Towards Eden: A Practical Approach to Redressing the Problem of Our Dominion Over the Animals*. 30 novembre 2007. pp. 1-283. DOI 10.1002/9780470751107.
- WEBSTER, John, 1995. *Animal Welfare: A Cool Eye Towards Eden*. Blackwell Science.
- Welfare Quality® 2009 (a) : Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.
- Welfare Quality® 2009 (b) : Welfare Quality® assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs).

- Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.
- Welfare Quality® 2009 (c). Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens).
- Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.
- WelFur 2015 (a) : WelFur Welfare Assessment Protocol for Foxes.
- WelFur Consortium, Brussels, Belgium
- WelFur 2015 (b) : WelFur Welfare Assessment Protocol for Mink.
- WelFur Consortium, Brussels, Belgium
- WIELEBNOWSKI, Nadja C., 1999. Behavioral differences as predictors of breeding status in captive cheetahs. *Zoo Biology*. 1999. Vol. 18, pp. 335-349. DOI 10.1002/(SICI)1098-2361(1999)18:4<335::AID-ZOO8>3.0.CO;2-X.
- WIERUCKA, Kaja, SIEMIANOWSKA, Sonia, WOŹNIAK, Marta, JASNOSZ, Katarzyna, KIELISZCZYK, Magdalena, KOZAK, Paulina et SERGIEL, Agnieszka, 2016. Activity Budgets of Captive Cape Fur Seals ( *Arctocephalus pusillus* ) Under a Training Regime. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 2 janvier 2016. Vol. 19, n° 1, pp. 62-72. DOI 10.1080/10888705.2015.1106945.
- WOLF, Max et WEISSING, Franz J., 2012. Animal personalities: consequences for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*. août 2012. Vol. 27, n° 8, pp. 452-461. DOI 10.1016/j.tree.2012.05.001.
  - YAMANASHI, Yumi, 2018. Is Hair Cortisol Useful for Animal Welfare Assessment? Review of Studies in Captive Chimpanzees. *Aquatic Mammals*. 15 mars 2018. Vol. 44, n° 2, pp. 201-210. DOI 10.1578/AM.44.2.2018.201.

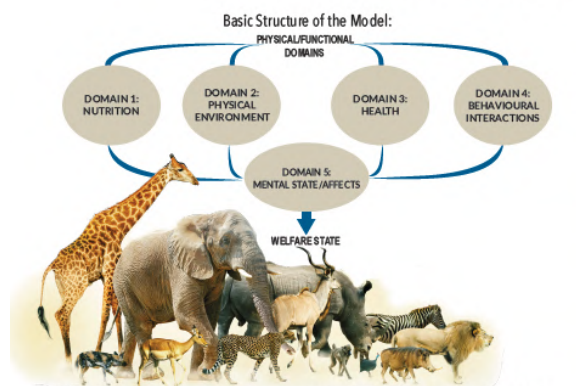




# Annexes

Annexe 1 : fiche récapitulative du concept des cinq domaines (version 2020), réalisé par le magazine Horse and People, Australia.  
 Disponible en ligne au lien suivant : <https://app.box.com/s/88rakysmtmseh4eha21fx4jdy6ps47fp>.

## The 2020 Five Domains Model for Animal Welfare Assessment and Monitoring



Domain 3: Health Conditions and their Associated Domain 5 Affects

Negative Conditions		Positive Conditions	
<b>Presence of:</b> Injury: acute, chronic, husbandry mutilations Disease: acute, chronic	<b>Negative affects:</b> Pain (many types), breathlessness, debility, weakness, sickness, malaise, nausea, dizziness	<b>Minimal or no:</b> Injury Disease	<b>Positive affects:</b> Comfort of good health and functional capacity Comfort of good health and functional capacity
<b>Functional impairment:</b> due to limb amputation, other therapies; genetic, lung, heart, vascular, kidney, gut, neural, or other problems		<b>Functional impairment</b>	Comfort of good health and functional capacity
<b>Obesity or leanness:</b> physical and metabolic consequences	Affects of being too fat or thin, and of metabolic and pathophysiological sequelae	<b>Extreme body condition scores</b>	Comfort of good health and functional capacity
<b>Poisons</b>	Many affects due to mode of action	<b>Poisoning</b>	Comfort of good health and functional capacity
<b>Poor physical fitness, muscle de-conditioning</b>	Physical weakness and exhaustion	<b>Poor fitness (fitness level good)</b>	Vitality of fitness and pleasurable vigorous exercise

Domain 1: Nutritional Conditions and their Associated Domain 5 Affects

Negative Conditions		Positive Conditions	
<b>Nutritional inadequacies:</b>	<b>Negative affects:</b>	<b>Nutritional opportunities:</b>	<b>Positive affects:</b>
Restricted water intake	Thirst	Drink correct quantities of water	Wetting/quenching pleasures of drinking
Excessive water intake	Water intoxication	Eat enough food	Postprandial satiety Pleasure of salt taste
Restricted food intake	Hunger (general) Hunger (salt) Weakness of starvation	Eat a balanced diet Eat a variety of foods	Pleasures of food tastes/smells/textures Masticatory pleasures
Poor food quality Low food variety	Malaise of malnutrition Eating-related boredom	Eat correct quantities of food	Gastrointestinal comfort
Voluntary overeating	Feeling bloated or overfull		
Force-feeding, excessive energy intake	Gastrointestinal pain, nausea/malaise		



Domain 4: Behavioural Interactions and their Associated Domain 5 Affects



Domain 2: Physical Environmental Conditions and their Associated Domain 5 Affects

Negative Conditions		Positive Conditions	
<b>Unavoidable physical conditions:</b>	<b>Negative affects - forms of discomfort:</b>	<b>Enhanced physical conditions:</b>	<b>Positive affects - forms of comfort:</b>
Close confinement; overcrowding	Physical: general stiffness, muscle tension	Space for spontaneous locomotion	Physical comfort
Unsuitable substrate, wet/soiled ground	Physical: musculoskeletal pain, skin irritation	Suitable substrate, well-drained ground	Physical comfort
Air pollutants: NH <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , dust, smoke	Respiratory: breathlessness, air passage irritation/pain	Fresh air dissipates contaminants	Respiratory comfort
Aversive odours	Olfactory: revulsion to foul or repellent odours	Foul smells dissipated by fresh air & good hygiene	Olfactory comfort
Thermal extremes	Thermal: chilling, dampness, overheating	Effective shelter and shade available	Thermal comfort
Loud or otherwise unpleasant noise	Auditory: impaired hearing or ear pain	Effective noise control measures are in place	Auditory comfort
Light: inappropriate intensity	Visual: eye strain due to flashing, glare or darkness	Light intensity kept at tolerable levels	Visual comfort
Monotony: ambient, physical, lighting	Malaise from unnatural constancy	Within-day environmental variability maintained	Congenial variety and predictability
Unpredictable events	Anxiety, fear, hypervigilance	Predictability achieved by established routines	Relaxation-based ease and calmness
Physical limits on rest and sleep	Exhaustion	Conditions conducive to rest and sleep	Well rested

INTERACTIONS WITH THE ENVIRONMENT			
<b>Exercise of 'agency' is impeded:</b>	<b>Negative affects:</b>	<b>Exercise of 'agency' is promoted:</b>	<b>Positive affects:</b>
Invariant, barren, confined environment (ambient, physical, biotic)	Boredom, helplessness Depression, withdrawal	Varied, novel environment	Interested, pleasantly occupied
Inescapable sensory impositions	Various combinations: startled by unexpected events, neophobia, hypervigilance, anger, frustration, negative cognitive bias	Congenial sensory inputs	Likes novelty, post-inhibitory rebound
Choices markedly restricted		Available engaging choices	Calm, in control
Environment-focussed activity constrained		Free movement	Engaged by activity
Foraging drive impeded		Exploration, foraging	Energised, focussed
INTERACTIONS WITH OTHER ANIMALS			
Animal-to-animal interactive activity constrained	Loneliness, depression Yearning for company	Bonding/reaffirming bands Rearing young	Affectionate sociability Maternal, paternal or group rewards
	Thwarted desire to play Sexual frustration Thwarted hunting drive	Playing Sexual activity Hunting	Excitation/playfulness Sexually gratified Alert engagement, highly stimulated
Significant threats	Anger, anxiety, fear, panic, insecurity, neophobia	Absence of threats Using refuges, retreat or defensive attack	Secure, protected, confident
Limits on threat avoidance, escape or defensive activity		Sleep/rest sufficient	Energised, refreshed; post-inhibitory rebound
Limitations on sleep/rest	Exhaustion		
INTERACTIONS WITH HUMANS			
<b>Negative human attributes and behaviour:</b>	<b>Animal behaviours and negative affects:</b>	<b>Positive human attributes and behaviour:</b>	<b>Animal behaviours and positive affects:</b>
Attitude: uncertain, fearful, indifferent, insensitive, impatient, oppressive, belligerent, domineering, callous, cruel, vindictive Voice: hesitant, angry, loud, shouting Aptitude: inexperienced, unskilled, untrained, unqualified	Behaviours (e.g.): long flight distance, hypervigilant, attack/fight, hyper-reactive, escape avoidance, freezing, cowering, appeasing, withdrawn, non-compliant	Attitude: confident, caring, sensitive, patient, kind, empathetic Voice: confident, calm, clear, encouraging, pleasantly rhythmic Aptitude: experienced, skilled, trained, qualified	Behaviours: short flight distance, calm alertness, at ease with imposed hands-off or hands-on contact, compliantly responsive, explores novel events, seeks contact, variably bonded with humans
Handling/controlling: erratic, rough (slap, hit, kick, grab, poke, beat, whip); excessively forceful, violent; punishment-focussed; more negative pressure than is needed for training objective	Affects: anxiety, fear, panic, terror, neophobia; insecurity, confusion, uncertainty, persistent unease; helplessness; pain from injuries; negative cognitive bias	Handling/controlling: skillful, gentle (stroke, touch, push, guide); firm, temperate; restrained; reward-focussed; mimics allo-grooming by conspecifics; using subtle pressure cues, secondary reinforcers and timely release of aversive stimuli	Affects: calm, confident, at ease, feels in control; enjoys variety; finds being bonded with humans rewarding

The Model emphasises that what matters to animals in welfare terms is their subjective experiences, i.e., their affects. It also recognises that particular physiological mechanisms and specific affects interact dynamically. When the conditions in Domains 1 to 4 give rise to negative affects, they tend to be welfare compromising; when they give rise to positive affects, they tend to be welfare enhancing. Thus, the Model provides a coherent and informative basis for evaluating the welfare significance of different conditions.

Adapted from: The 2020 Five Domains Model: Including Human-Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare, by D.J. Mellor, N.J. Beausoleil, K.E. Littlewood, A.N. McLean, P.D. McGreevy, B. Jones and C. Wilkins. *Animals* 2020, DOI: 10.3390/ani10101870

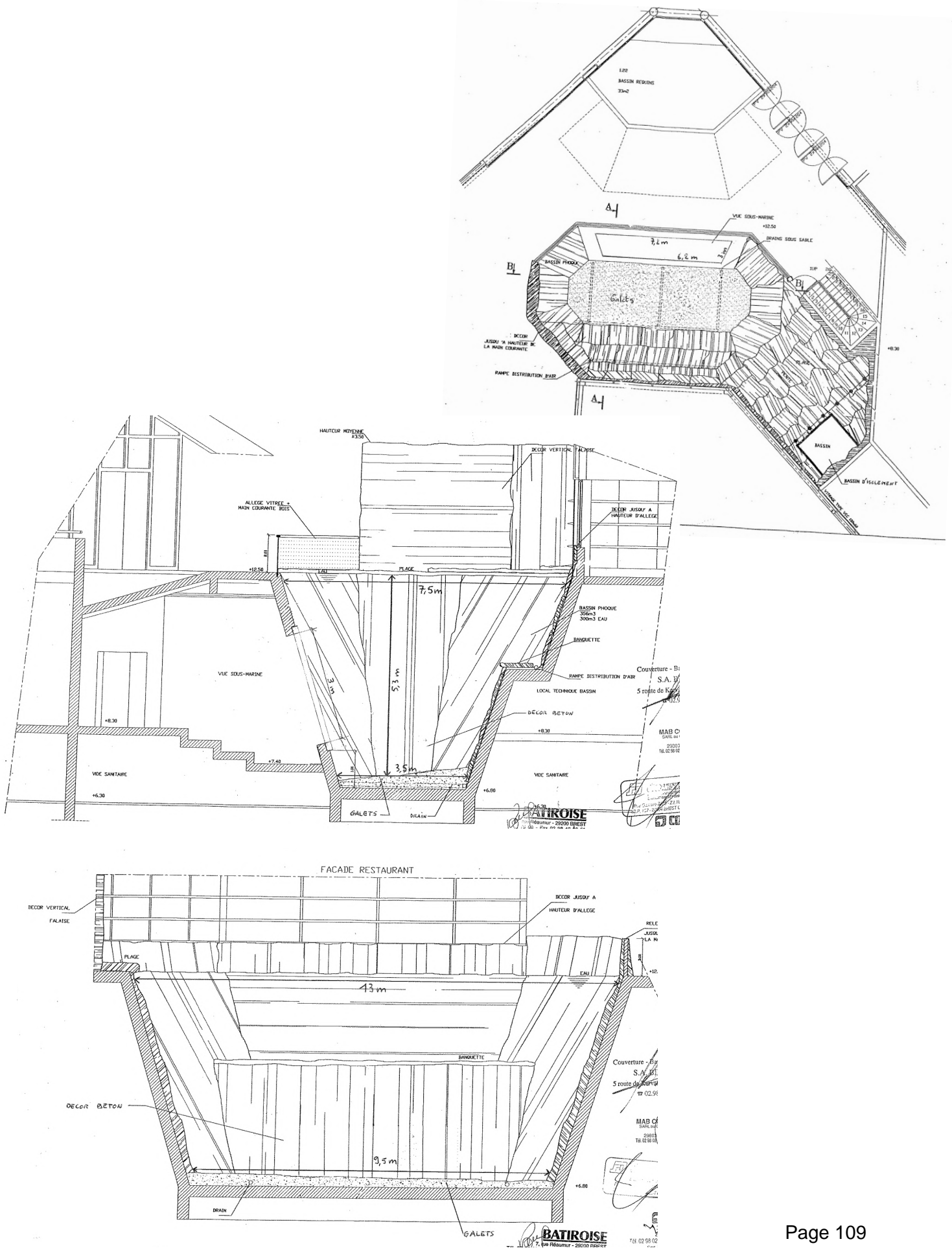


Annexe 2 : Dimensions, critères et paramètres mesurables à la base des protocoles d'évaluation du bien-être : applications chez les bovins laitiers selon les résultats du projet européen «Welfare Quality Research Project» (“Assessment protocol for cattle”, 2009), Traduit par ANSES 2018 du rapport de Forkman, Keeling 2009

En caractères gras : mesures sur animaux, en italique : ressources à la disposition des animaux.

<b>Dimensions</b>	<b>Critères</b>		<b>Paramètres mesurables</b>
Alimentation appropriée	1	Absence de faim prolongée	<b>Score d'état corporel</b>
	2	Absence de soif prolongée	<i>Disponibilité en eau, propreté des points d'eau, débit d'eau, fonctionnement des points d'eau</i>
Hébergement approprié	3	Confort autour du repos	<b>Temps nécessaire pour se coucher</b> <b>Collisions avec les équipements durant le coucher</b> <b>Animaux couchés en partie ou complètement hors de la zone de couchage</b> <b>Propreté mamelle, flancs, membres postérieurs</b>
	4	Confort thermique	Pas de mesures actuellement
	5	Facilité de mouvement	<i>Les animaux sont-ils attachés ?</i> <i>Accès à une aire d'exercice extérieure ou au pâturage</i>
Bonne santé	6	Absence de blessures	<b>Boiteries (nombre et gravité), lésions du tégument</b>
	7	Absence de maladies	<b>Problèmes respiratoires (toux, écoulement nasal ou oculaire, respiration difficile)</b> <b>Problèmes digestifs (diarrhée)</b> <b>Problèmes de reproduction (écoulement vulvaire, taux de cellules somatiques dans le lait, « syndrome de la vache couchée », dystocie)</b> <b>Mortalité</b>
	8	Absence de douleur induite par les procédures de gestion	<b>Écornage, coupe de queue (procédures, âge des animaux, utilisation d'analgésiques)</b>
Comportement approprié	9	Expression des comportements sociaux	<b>Comportements agonistiques</b>
	10	Expression des autres comportements	<i>Accès à la pâture</i>
	11	Bonne relation homme-animal	<b>Distance de fuite/d'évitement</b>
	12	Etat émotionnel positif	<b>Evaluation qualitative du comportement</b>

Annexe 3 : Plan du bassin des phoques gris et veaux marins, vue de dessus et en coupes transversales et longitudinales.



Annexe 4 : Composition des compléments alimentaires “Fish Eater Tablets” de la marque Mazuri Zoo Foods, par comprimé de 1g,

Vitamine A	10 000 UI
Vitamine D3	2 000 UI
Vitamine E	160 UI
Vitamine B2	1.2 mg
Vitamine K	0.5 mg
Acide nicotinique	5.7 mg
Acide panthoténique	6.7 mg
Acide folique	0.16 mg
Vitamine B1	50 mg
Vitamine B6	1.5 mg
Biotine	0.028 mg
Vitamine C	47 µg
Vitamine B12	1.5 µg

Annexe 5 : Table de reconnaissance individuelle des phoques de l'enclos à Océanopolis.

NAIA	
	
	
<p>Signes particuliers : Seule phoque gris du bassin, forme de la tête très différente des veaux phoques gris Taille importante, fourrure plus grise que les phoques veaux marins, mousse sur le pelage entre les mues</p>	
FITE	
	



Signes particuliers :  
Taches homogènes sur l'ensemble du corps  
Plus clair que Torpenn, ressemble beaucoup à Nikko  
2 orifices abdominaux

TORPENN



Signes particuliers :  
Pelage sombre avec de nombreuses taches sur l'ensemble du corps.  
Corps fin

NIKKO



Signes particuliers :  
Ressemble à Fite, mais un peu plus clair, les griffes des membres antérieurs sont plus longues, et présence d'un seul orifice abdominal.



#### MILIE



Signes particuliers :  
Abdomen clair avec peu de taches.  
Un seul orifice abdominal



Annexe 6 : Liste des enrichissements mis à disposition des phoques.

Nom de l'enrichissement	Photographie
Balle	
Bidon	

Bidon troué



Bidon-tuyau



Carwash



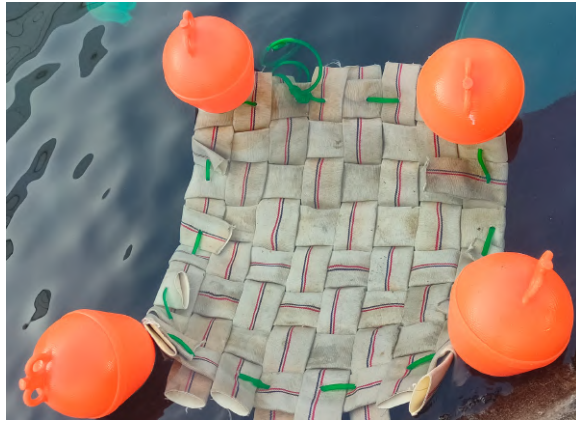
Guirlande



Panier



Radeau



Scoobidoo



Annexe 7 : Questionnaire de suivi de bien-être, (ligne blanche = remplie par les soigneurs deux fois par semaine, ligne grise = une réponse unique)

ESPECE:		Age				sexe	
Date: Observateur:                      Nom/ ID de l'animal:	Habitat:						
Observateur est à l'extérieur: oui /non L'observateur est visible de l'animal:                      oui /non							
L'animal est-il castré?            Sous contraceptif?                      Souffre d'une pathologie longue?							
<b>NUTRITION</b>	<b>non/oui</b>		<b>faible/suffisante/excessive</b>			<b>n/a</b>	<b>?</b>
Dispose d'une nourriture de qualité	non	oui				n/a	?
Dispose d'une nourriture variée et équilibrée	non	oui				n/a	?
Aujourd'hui mange en quantité			faible	suffisante	excessive	n/a	?
Son alimentation tient compte des meilleures pratiques nutritionnelles	non	oui				n/a	?
Est nourri/hydraté de force	non	oui				n/a	?
<b>HABITAT</b>	<b>non/oui</b>		<b>jamais/rarement/parfois/souvent</b>			<b>n/a</b>	<b>?</b>
Dispose d'un habitat sûr et sécurisé (risque de se blesser 0 ou faible)	non	oui				n/a	?
Vit dans un espace respectant des densités d'élevage acceptables (non surpeuplé)	non	oui				n/a	?
Vit avec des congénères uniquement de même sexe	non	oui				n/a	?
Vit dans un groupe avec des congénères des 2 sexes	non	oui				n/a	?
Est hébergé avec d'autres espèces	non	oui				n/a	?
En extérieur, dispose d'un substrat adéquat pour la locomotion (risque d'abrasion 0 ou faible)	non	oui				n/a	?

En extérieur, dispose d'un substrat/lieu adéquat pour le repos (propre, confortable)	non	<b>oui</b>						n/a	?
Les substrats sont naturels et variés et engendrent une grande diversité de comportements	<b>non</b>	oui						n/a	?
Les substrats sont naturels et artificiels (non naturels) et engendrent une grande variété de comportements	<b>non</b>	oui						n/a	?
Les substrats ne peuvent pas être manipulés et n'offrent aucune opportunité d'activités, d'expressivité comportementale	non	<b>oui</b>						n/a	?
Vit dans un milieu respectant la photopériode propre à l'espèce	non	<b>oui</b>						n/a	?
Milieus terrestres: le substrat est bien drainé, pas d'accumulation d'eau dans loges extérieurs et/ou intérieures	non	<b>oui</b>						n/a	?
Est exposé à des bruits excessifs (non conformes/ espèce)			jamais/rarement/parfois/souvent					n/a	?
Dispose d'un habitat dont la taille, la complexité, la topographie permettent à l'animal de se déplacer et d'explorer son habitat	non	<b>oui</b>						n/a	?
Dispose d'un habitat dont la taille, la complexité, la topographie permettent à l'animal de se déplacer et d'explorer son habitat en 3 dimensions	non	<b>oui</b>						n/a	?
Dispose d'un habitat propre et sain (respect des traces olfactives naturelles et de la sécurité chimique)	non	oui						n/a	?
A accès à l'extérieur et à l'intérieur 24h/24H	non	<b>oui</b>						n/a	?
A accès à l'extérieur et à l'intérieur >18h/jour	<b>non</b>	oui						n/a	?
A accès à l'intérieur OU extérieur <7h/jour	<b>non</b>	oui						n/a	?

Vit dans un milieu avec une température (ou gradient de température) adéquat /espèce	non	<b>oui</b>						n/a	?
Dispose de zones ombragées/ chaleur excessive et/ou de zones chauffées/froid excessif	<b>non</b>	oui						n/a	?
Est exposé à un environnement pollué (NH3, CO2, fumées, poussières)			<b>jamais</b>					n/a	?
Son habitat est complexe, riche et permet l'expression de divers comportements en 3D	<b>non</b>	oui						n/a	?
Son habitat est assez complexe et permet l'expression de qq comportements mais il pourrait être amélioré	non	<b>oui</b>						n/a	?
Son habitat est simple et est limité à l'expression de certains comportements "naturels"	<b>non</b>	oui						n/a	?
Son habitat est très simple (0 variété et complexité)	<b>non</b>	oui						n/a	?
Des routines ont été mises en place lui permettant de prédire la survenue d'évènements (horaires fixes /alimentation, soin, enrichissement)	<b>non</b>	oui						n/a	?
Au cours de la journée, une certaine variabilité dans son environnement survient (e.g. diversité des enrichissements, des soigneurs s'occupant du secteur)			<b>souvent</b>					n/a	?
Son habitat lui permet de se retirer, de se cacher, de s'éloigner de la proximité/de la vue des visiteurs	<b>non</b>	oui						n/a	?
La constitution du groupe correspond à celle de son espèce (avec/sans congénère)	<b>non</b>	oui						n/a	?
Des enrichissements lui sont fournis quotidiennement	non	<b>oui</b>						n/a	?
Des enrichissements lui sont fournis hebdomadairement	non	<b>oui</b>						n/a	?
Des enrichissements lui sont fournis mensuellement	non	<b>oui</b>						n/a	?

Des enrichissements sensoriels lui sont fournis	<b>non</b>	oui						n/a	?
Des enrichissements structurels lui sont fournis	<b>non</b>	oui						n/a	?
Des enrichissements sociaux lui sont fournis	<b>non</b>	oui						n/a	?
Des enrichissements nutritionnels lui sont fournis	non	<b>oui</b>						n/a	?
Des enrichissements cognitifs lui sont fournis	<b>non</b>	oui						n/a	?
<b>INDICATEURS BASÉS SUR L'ANIMAL</b>	<b>Non/oui</b>			<b>mauvais/moyen/bon</b>				n/a	?
<b>SANTÉ</b>									
Son aspect général (pelage, peau, dents, etc) est				mauvais/moyen/bon				n/a	?
Son état physique (note d'état corporel, poids, tonus musculaire) est				mauvais/moyen/bon				n/a	?
Présente des signes de souffrance/douleur (boiterie, tressaillement, apathie, grimace...)	non	oui						n/a	?
Présente des signes de désorientation, de confusion, de faiblesse,	non	oui						n/a	?
Présente des signes de blessures ou de maladie (nausée, malaise, essoufflement...)	non	oui						n/a	?
Est atteint d'une maladie chronique	<b>non</b>	oui						n/a	?
Dans le cas d'une maladie chronique, l'animal a un suivi vétérinaire spécifique	<b>non</b>	oui						n/a	?
Consomme sa ration alimentaire (calculée en fonction de ses besoins/espèces)	non	oui						n/a	?
<b>COMPORTEMENT</b>	<b>non/oui</b>			<b>jamais/rarement/parfois/souvent</b>				n/a	?
Manifeste des comportements néophobiques (peur excessive) lors de l'apparition de nouveautés dans son habitat				jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?

Réagit de manière adéquate aux changements qui surviennent dans son habitat (curiosité, exploration)			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Explore ou joue avec des éléments de son environnement			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
A la possibilité de se déplacer librement dans son environnement et de choisir où aller	non	<b>oui</b>					n/a	?
A la possibilité de s'écarter de congénères	non	<b>oui</b>					n/a	?
A la possibilité de se soustraire de la vue des animaux vivant dans les habitats contigus	<b>non</b>	oui					n/a	?
Participe, interagit avec les enrichissements proposés			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Participe, interagit de manière adéquate* avec les enrichissements (*objectifs des enrichissements atteints)			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Exprime des comportements de soin ou de confort auto-dirigés (toiletage, grattages, épouillages)			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Présente des comportements anormaux (pacing, stéréotypies, automutilation...)			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Est craintif, apeuré à l'égard des visiteurs			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Est agressif à l'égard des visiteurs			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Réagit ou interagit de manière neutre ou positive avec les visiteurs			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Recherche le contact de congénères			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Evite le contact de congénères			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?
Exprime des comportements agonistiques ou agressifs excessifs vis-à-vis de ses congénères			jamais/rarement/parfois/souvent				n/a	?



Exprime des comportements agonistiques ou agressifs excessifs vis-à-vis d'un individu d'une autre espèce présent dans l'habitat			jamais/rarement/parfois/souvent		
Exprime des comportements sexuels à l'égard de ses congénères			jamais/rarement/parfois/souvent	n/a	?
Emet des vocalises qualifiées d'agressive			jamais/rarement/parfois/souvent	n/a	?
Emet des vocalises qualifiées de positives			jamais/rarement/parfois/souvent	n/a	?
Réagit ou interagit de manière positive avec les soigneurs			jamais/rarement/parfois/souvent	n/a	?
Se repose			jamais/rarement/parfois/souvent	n/a	?
Reste à l'écart de ses congénères			jamais/rarement/parfois/souvent	n/a	?

# Étude bibliographique et multiparamétrique du bien-être de phoques communs (*Phoca vitulina*) et phoque gris (*Halichoerus grypus*) en captivité.

NOM et Prénom : JACQUET Fabien

## Résumé :

Le bien-être des phoques communs (*Phoca vitulina*) et phoques gris (*Halichoerus grypus*) est très peu étudié. Cette thèse s'inscrit dans une démarche holistique d'étude du bien-être des pinnipèdes, en s'intéressant à la fois à des mesures basées sur les ressources dont l'animal dispose et sur l'animal lui-même. Notre étude a consisté à observer et récolter des paramètres physiologiques (quantité de nourriture, taux de cortisol salivaire, enrichissements proposés) et comportementaux (personnalité -basée sur l'axe timidité-audace, répertoire comportemental, budget temps de chaque animal, et volonté de participer) sur quatre phoques communs et une femelle phoque gris au centre Océanopolis à Brest. Les résultats ont mis en évidence des paramètres (e.g. diversité comportementale, volonté de participer, taux de cortisol salivaire, comportements d'anticipation) très prometteurs pour l'évaluation du bien-être chez ces espèces.

Mots clefs : bien-être animal, phoque commun, phoque gris, pinnipède, parc zoologique, captivité

# Bibliographic and multi-parametric welfare study for harbor seals (*Phoca vitulina*) and gray seals (*Halichoerus grypus*) in captivity.

Surname and given name : Jacquet Fabien

## Summary :

The welfare of harbor seals (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) is little studied. This thesis is part of an holistic approach to the study of the welfare of pinnipeds, and focuses on both resource-based and animal-based measures. Our study focused on the observation and the collection of physiological parameters (the quantity of food ingested, salivary cortisol rate, enrichment) and behavioral parameters (the personality of each seal - based on boldness-shyness axis, behaviors, time-budget of each animal, and willingness to participate) on four harbor seals and one grey seal, in the park Oceanopolis in Brest. This study therefore shows the interest of several very promising parameters (e.g. behavioral diversity, willingness to participate, salivary cortisol rate, anticipatory behaviors) in the study of animal welfare study in both species.

Keywords : welfare, grey seal, harbor seal, pinniped, zoo, captivity