



HAL
open science

Méthodes et applications de l'éthologie en Centre de soins de faune sauvage – Première approche de l'évaluation du niveau de bien-être chez le pigeon Biset (*Columba livia*) au Chuv-FS

Chloé Paquet

► To cite this version:

Chloé Paquet. Méthodes et applications de l'éthologie en Centre de soins de faune sauvage – Première approche de l'évaluation du niveau de bien-être chez le pigeon Biset (*Columba livia*) au Chuv-FS. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03979269

HAL Id: dumas-03979269

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03979269v1>

Submitted on 8 Feb 2023

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

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

Année 2022

**MÉTHODES ET APPLICATIONS DE L'ÉTHOLOGIE EN CENTRE
DE SOINS DE FAUNE SAUVAGE – PREMIÈRE APPROCHE DE
L'ÉVALUATION DU NIVEAU DE BIEN-ÊTRE CHEZ LE PIGEON
BISET (*COLUMBA LIVIA*) AU CHUV-FS**

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE
présentée et soutenue publiquement devant
la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)
le 30 novembre 2022

par

Chloé, Julie PAQUET

sous la co-direction de

Pascal ARNÉ et Caroline GILBERT

JURY

Présidente du jury	Mme Bénédicte GRIMARD-BALLIF	Professeur à l'EnvA
Directeur de thèse	M. Pascal ARNÉ	Maître de Conférences à l'EnvA
Examinatrice	Mme Veronica RISCO-CASTILLO	Maître de Conférences à l'EnvA
Examineur	M. Charly PIGNON	Ingénieur de recherche
Invitée co-encadrante	Mme Caroline GILBERT	Professeur à l'EnvA

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



Version du 8 février 2022

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

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

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Arné	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Benckekroun	Ghita	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
M	Bolnot	Francois	Maître de conférences	DPASP
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Constant	Fabienne	Maître de conférences	DPASP
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences	DSBP
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
Mme	Decambroun	Adeline	Maître de conférences	DEPEC
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences associé	DPASP
M	Desbois	Christophe	Maître de conférences	DEPEC
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guétin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
M	Mauffré	Vincent	Maître de conférences	DPASP
Mme	Mtimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
Mme	Mespouhès-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Ravary-Plumioën	Béangère	Maître de conférences	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP

Remerciements

À la Présidente du Jury de cette thèse, Pr Bénédicte Grimard Ballif, Professeure à l'EnvA,

Pour me faire l'honneur de présider ce jury de thèse, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Au Dr Pascal Arné, Maître de conférences à l'EnvA,

Pour me faire l'honneur de diriger cette thèse, pour la réactivité et la gentillesse dont vous avez fait preuve dans l'encadrement de ce projet, pour le soutien enthousiaste que vous avez apporté à tous mes travaux d'éthologie en centre de soins, même Outre-Atlantique, et surtout pour permettre aux étudiants de l'EnvA de s'investir au CHUV-FS, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Au Dr Veronica Risco-Castillo, Maitresse de conférences à l'EnvA, et au Dr Charly Pignon, Ingénieur de recherches et Praticien hospitalier à l'EnvA,

Pour me faire l'honneur de participer à ce jury de thèse, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Au Pr Caroline Gilbert, Professeure à l'EnvA,

Pour me faire l'honneur de co-diriger cette thèse, pour vos conseils et votre enthousiasme, et pour m'avoir soutenue dans la réalisation d'une année de Master en éthologie, à l'origine de ce travail passionnant que j'espère pouvoir poursuivre au cours de ma carrière, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Au Pr Loïc Desquilbet, Professeur à l'EnvA,

Pour avoir pris le temps de répondre à toutes mes questions de biostatistiques sur ce travail, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

À l'ensemble du personnel du CHUV-FS,

Pour votre soutien infailible, votre bonne humeur et le travail incroyable que vous faites pour la faune sauvage, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Table des matières

Table des matières	1
Liste des figures.....	3
Liste des tableaux	7
Liste des abréviations.....	9
Introduction	11
Étude bibliographique : Bien-être des animaux en captivité et biologie du Pigeon biset.....	13
1. Le bien-être des animaux en captivité	13
A. Définitions du bien-être	13
B. Indicateurs du bien-être ou mal-être	15
C. Contraintes et sources de stress en captivité	20
2. Captivité et comportements naturels du pigeon biset	27
A. Origines.....	27
B. Morphologie	27
C. Mode de vie.....	29
D. Entretien en captivité.....	29
E. Budgets d'activité des pigeons bisets	29
Étude expérimentale	33
1. Problématique et objectifs de l'étude.....	33
A. Mise au point d'une méthode d'observation des animaux.....	33
B. Évaluation du bien-être des pigeons.....	33
2. Matériel et méthodes.....	35
A. Matériel biologique	35
B. Dispositif d'acquisition de données.....	40
C. Observations des pigeons et réalisation des budgets d'activité	41
D. Peut-on utiliser une méthode d'observation des pigeons moins chronophage ?	43
E. Les pigeons bisets en soins au CHUV-FS présentent-ils les comportements normaux de l'espèce ?	44
F. Les pigeons observés réagissent-ils à de potentielles contraintes imposées par la captivité ?.....	45
3. Résultats	50
A. Concordance et reproductibilité de deux méthodes d'échantillonnage discontinu avec la méthode d'échantillonnage continu.....	50
B. Budget d'activité des pigeons bisets de l'échantillon.....	51
C. Utilisation de l'espace dans un environnement contraint.....	53
D. Évolution des comportements présentés en fonction de la durée de présence au centre.....	55
E. Prise alimentaire et consommation d'eau	62
F. Comportements des pigeons soumis à différentes conditions sonores	67
4. Discussion.....	81
A. Limites de l'étude	81
B. Analyse des résultats obtenus	82
Conclusion.....	95
Liste des références bibliographiques	97
Annexes	107

Liste des figures

Figure 1 : Représentation du modèle de Fraser (Ryan et al., 2021).....	15
Figure 2 : Photographies représentant le phénotype du Pigeon biset (a; phénotype sauvage; b, c et d : exemples de variations de couleurs) (crédits : publicdomainpictures).....	28
Figure 3 : Budget d'activité de pigeons bisets observés à Singapour. D'après Soh <i>et al.</i> (2021) ...	30
Figure 4 : Budget d'activité de pigeons bisets captifs hébergés en volière.....	31
Figure 5 : Photographies de l'organisation de la salle dédiée aux oiseaux et de la disposition des cages (photographies : Chloé Paquet)	37
Figure 6 : Photographies de la constitution externe des cages (vue de profil ; a, de face ; b, de dessus ; c) (photographies : Chloé Paquet).....	38
Figure 7 : Représentations schématiques de l'organisation interne des cages (coupe de profil et vue de dessus sans couvercle) (réalisation : Chloé Paquet)	39
Figure 8 : Photographie du dispositif d'observation vidéo (photographie : Chloé Paquet).....	41
Figure 9 : Représentation schématique du découpage entre la partie proximale et la partie distale de la cage (coupe longitudinale) (réalisation : Chloé Paquet)	46
Figure 10 : Budget d'activité moyen des pigeons de l'échantillon sans prise en compte du niveau sonore	52
Figure 11 : Budget d'activité moyen des pigeons de l'échantillon après pondération entre les niveaux sonores	53
Figure 12 : Répartition spatiale moyenne entre le sol et le perchoir.....	54
Figure 13 : Répartition spatiale moyenne des pigeons entre les parties distale et proximale de la cage	55
Figure 14 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "inactivité" en fonction du temps passé au centre de soins.....	56
Figure 15 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "alerte" en fonction du temps passé au centre de soins.....	57
Figure 16 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "marche" en fonction du temps passé au centre de soins.....	58
Figure 17 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "prise alimentaire" en fonction du temps passé au centre de soins	59
Figure 18 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "picorage" en fonction du temps passé au centre de soins.....	60
Figure 19 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "étirements" en fonction du temps passé au centre de soins.....	60

Figure 20 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "toilettage" en fonction du temps passé au centre de soins.....	61
Figure 21 : Pourcentage moyen de temps passé au sol en fonction du temps passé au centre de soins.....	62
Figure 22 : Durée totale allouée à la prise alimentaire par plages d'observations définies par rapport au moment de distribution alimentaire	63
Figure 23 : Comparaison des durées moyennes consacrées à la prise alimentaire sur les plages de 5 minutes avant et après la distribution alimentaire	63
Figure 24 : Durée totale allouée au picorage par plages d'observations définies par rapport au moment de distribution alimentaire	64
Figure 25 : Comparaison des durées moyennes consacrées au picorage sur les plages de 5 minutes avant et après la distribution alimentaire	65
Figure 26 : Durée totale allouée à la consommation d'eau par plages d'observations définies par rapport au moment de distribution alimentaire	66
Figure 27 : Comparaison des durées moyennes consacrées à la consommation d'eau sur les plages de 5 minutes avant et après la distribution alimentaire	66
Figure 28 : Proportion des comportements de prise alimentaire et de consommation d'eau réalisés de façon combinée ou non	67
Figure 29 : Budget d'activité dans chaque condition sonore	68
Figure 30 : Proportion moyenne du comportement réalisé dans chaque condition sonore	69
Figure 31 a et b : Proportions de la durée totale des comportements « consommation d'eau » et « picorage » (a) et « étirements » (b), réalisés au cours de la période silence en fonction du pourcentage de temps de « silence » au cours de l'observation	71
Figure 32 : Proportion de la durée totale des comportements « alerte », « marche », et « vol » réalisés au cours de la période de bruit intense en fonction du pourcentage de temps de « bruit intense » au cours de l'observation	72
Figure 33 : Proportion du comportement « inactivité » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	73
Figure 34 : Proportion du comportement « marche » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	74
Figure 35 : Proportion du comportement de « vol » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	75
Figure 36 : Proportion du comportement « Prise alimentaire » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	76
Figure 37 : Proportion du comportement « consommation d'eau » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	77

Figure 38 : Proportion du comportement « picorage » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	78
Figure 39 : Proportion du comportement « battement d'ailes » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	79
Figure 40 : Proportion du comportement « perchage » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre	80
Figures 41 (a,b,c) : Représentation des colinéarités entre les facteurs individuels de durée de présence au CHUV-FS et de masse corporelle le jour de l'admission au centre et le jour de l'observation	108
Figure 42 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "battements d'ailes" en fonction du temps passé au centre de soins	111
Figure 43 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "vol" en fonction du temps passé au centre de soins	112
Figure 44 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "consommation d'eau" en fonction du temps passé au centre de soins.....	113
Figure 45 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "perchage" en fonction du temps passé au centre de soins.....	114
Figure 46 a et b : Pourcentage moyen de temps passé en partie distale (a) ou proximale (b) de la cage en fonction du temps passé au centre de soins	115
Figure 47 : Comparaison entre les différentes conditions sonores de la répartition dans la longueur de la cage.....	117
Figure 48 : Comparaison entre différentes conditions sonores des comportements de perchage ou au sol	118

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des principaux effets délétères secondaires à l'exposition à un stress chronique	18
Tableau 2 : Causes d'entrée au CHUV-FS des pigeons bisets reçus en 2021.....	36
Tableau 3 : Principales caractéristiques des pigeons bisets observés au cours de l'étude	39
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des périodes d'observation des animaux de l'échantillon	42
Tableau 5 : Liste et description des comportements observés.....	42
Tableau 6 : Interprétation du coefficient de concordance de Lin selon Partik (2022)	44
Tableau 7 : Valeurs des coefficients de concordance de Lin obtenus par la comparaison de la méthode d'échantillonnage discontinu de cinq minutes toutes les soixante minutes et de la méthode continue exhaustive.....	50
Tableau 8 : Valeurs des coefficients de concordance de Lin obtenus par la comparaison de la méthode d'échantillonnage discontinu d'une minute toutes les dix minutes une heure sur deux et de la méthode continue exhaustive	51
Tableau 9 : Tableau des valeurs de p (comparaisons post-hoc avec un test de permutation) des comparaisons entre les pourcentages de temps alloués aux différents comportements sans prise en compte des conditions sonores	109
Tableau 10 : Tableau des valeurs de p (comparaisons post-hoc avec un test de permutation) des comparaisons entre les pourcentages de temps alloués aux différents comportements avec pondération selon les conditions sonores.....	110
Tableau 11 : Tableau des valeurs de p obtenue avec un test de permutation pour l'étude de l'association entre le pourcentage de temps alloué à un comportement et la durée de présence au centre	113
Tableau 12 : Tableau des valeurs de p obtenue avec un test de permutation pour la comparaison entre les conditions sonores des pourcentages alloués à chaque comportement.....	116
Tableau 13 : Tableau des valeurs de p obtenue avec un test de permutation pour comparer (comparaison post-hoc avec la méthode de Bonferroni corrigée) les parts de comportements réalisées dans chaque condition sonore.....	119

Liste des abréviations

ACTH : AdrenoCorticoTropic Hormone (Hormone adrénocorticotrope)

Anses : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

CHUV-FS : Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire - Faune Sauvage

EnvA : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

LED : light-emitting diode (diode électroluminescente)

WSAVA : The World Small Animal Veterinary Association (Association mondiale des vétérinaires pour animaux de compagnie)

Introduction

Il existe plus d'une centaine de centres de soins de la faune sauvage en France qui accueillent et réhabilitent un nombre croissant d'animaux sauvages d'espèces variées, menacées par la destruction de leur habitat et les activités humaines. Entre 2016 et 2022, ce sont ainsi 242 611 animaux de 257 espèces différentes qui ont été pris en charge par seulement 26 de ces centres regroupés au sein du Réseau Centres de Soins Faune Sauvage (Réseau des centres de soins de la faune sauvage, 2022).

Les missions de ces établissements sont multiples. Bien que principalement consacrée aux soins et à la réhabilitation de la faune sauvage reçue, une part de leur activité est également dédiée à l'éducation et la sensibilisation du public, à la formation de professionnels de la santé animale ou à la collecte de données pouvant servir à des fins de surveillance sanitaire ou de recherche. Ces structures sont généralement des associations fonctionnant grâce à des subventions, des dons du public et le dévouement de centaines de bénévoles.

Les animaux pris en charge doivent être réintégrés à la vie sauvage avec un état de santé leur permettant de survivre en autonomie. La récupération physiologique exige donc d'être la plus complète possible, mais aussi d'aboutir dans un délai minimal pour répondre aux contraintes, tant logistiques qu'économiques, subies par les centres de soins et diminuer ainsi la durée de la captivité, source de stress pour les animaux sauvages.

Or, ce stress chronique et, plus généralement, l'altération du niveau de bien-être des animaux captifs affectent négativement leur récupération, leur longévité et la croissance des plus jeunes. Promouvoir un niveau de bien-être suffisant semble donc nécessaire à la réhabilitation des animaux reçus et constitue une préoccupation notable des soigneurs particulièrement sensibles à cette question.

Alors que les études d'évaluation du bien-être sont de plus en plus réalisées auprès de la faune sauvage captive des parcs zoologiques et des laboratoires, à ce jour, aucune publication n'existe à notre connaissance sur la faune sauvage reçue en centre de soins.

Le travail présenté ci-après a donc pour objectif de constituer une première approche d'une étude comportementale sur une espèce sauvage reçue en centre de soins ainsi qu'une première évaluation du niveau de bien-être des animaux reçus. Ce travail a été réalisé au CHUV-FS (Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire-Faune Sauvage), le centre de soins de l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort, sur une espèce communément reçue, le Pigeon biset (*Columba livia*) féral ou urbain.

Étude bibliographique : Bien-être des animaux en captivité et biologie du Pigeon biset

La notion de bien-être des animaux en captivité a été traitée dans de nombreuses publications scientifiques et plusieurs ouvrages de synthèse. Le présent document n'a pas la prétention de résumer tout ce qui a été produit sur ce sujet mais juste de reprendre les points clés qui fondent notamment le travail présenté ci-après.

1. Le bien-être des animaux en captivité

A. Définitions du bien-être

Le concept de bien-être animal a plusieurs facettes (politiques, scientifiques, éthiques) et sa définition varie selon les courants de pensées (éthologie appliquée, psychologie cognitive, philosophie ...) (Carenzi and Verga, 2009).

Une classification des différentes définitions du bien-être, inspirée de celle de Carenzi et Verga peut être proposée.

a. Expression des comportements naturels de l'espèce

Le bien-être animal peut être défini comme la possibilité pour les animaux d'exprimer les comportements naturels de l'espèce en lien avec leurs adaptations physiologiques et comportementales.

Toutefois, certains comportements présentés en conditions naturelles comme la fuite face à des prédateurs, les agressions entre congénères ou le fait de faire face à un climat rude pourraient apparaître comme des indicateurs d'un niveau de bien-être dégradé. Ces situations peuvent être évitées ou contrôlées en captivité. La définition du « comportement naturel » pourrait être la suivante : « comportement présenté par l'animal lorsqu'il en a la possibilité en milieu naturel parce qu'il est agréable ou qu'il permet le fonctionnement biologique de l'individu » (Bracke and Hopster, 2006).

Une différence d'expression comportementale entre des animaux captifs et leurs conspécifiques vivant en milieu sauvage peut également mettre en évidence une réduction du niveau de bien-être.

b. Satisfaction des besoins de l'espèce

Une autre définition du bien-être repose sur la satisfaction des besoins intrinsèques de l'individu (Millar, 2013). Les cinq libertés, initialement publiée par la FAWC en 1979 et reprises par plusieurs institutions dans leur forme moderne, définissent les besoins suivants (Organisation mondiale de la santé animale, 2004; Anses, 2018) :

- 1- Absence de faim et de soif par la possibilité d'accéder librement à de l'eau et de la nourriture saine pour le maintien d'un bon niveau de santé et de vigueur ;
- 2- Absence d'inconfort grâce à un environnement approprié, incluant un abri et une aire de repos confortable ;
- 3- Absence de douleur, de blessure et de maladie par des mesures de prévention ou un diagnostic rapide, suivi du traitement approprié ;
- 4- Liberté d'expression d'un comportement normal grâce à un espace suffisant, des installations adaptées et la compagnie d'autres congénères ;
- 5- Absence de peur et de détresse en veillant à garantir des conditions de vie et un traitement des animaux évitant toute souffrance mentale.

Ces cinq libertés correspondent à un ensemble de conditions requises pour le bien-être animal (Anses, 2018). Ce sont des éléments essentiels de la bientraitance animale, mis en place par l'Homme, dans le contexte de la captivité.

c. Adaptation aux contraintes de l'environnement

Broom définit le bien-être comme « la capacité d'un individu à s'adapter à son environnement » (Broom, 1986). Cette approche considère qu'un individu est soumis à diverses contraintes dans son environnement et que sa facilité à y répondre conditionne son niveau de bien-être.

La notion de stress peut s'inscrire dans cette approche. Ce mot est généralement indistinctement utilisé pour exprimer la cause (« stressors » en anglais) ou la conséquence de l'exposition à une contrainte (Broom and Johnson, 2019).

Cette réponse physiologique face à un défi environnemental peut permettre à un individu de réagir en urgence et d'engager les comportements permettant, à court terme, de sauver sa vie et de rétablir son homéostasie ; c'est la réaction de stress aigu. Cette réponse est généralement bénéfique à l'individu (Clinchy et al., 2012; Monaghan and Hausmann, 2015). Un stress bref et de faible intensité peut même être perçu comme un enrichissement (Chamove and Moodie, 1990). En revanche, si la contrainte est trop extrême et que la réponse adaptative de l'individu s'avère insuffisante, il peut en résulter des conséquences négatives allant parfois jusqu'à la mort. De même, si l'individu ne peut fournir une réponse suffisante pour s'adapter à la contrainte et que celle-ci persiste ou se répète au cours du temps, le stress devient chronique et le niveau de bien-être s'en trouve dégradé (Angelier and Wingfield, 2013; Broom and Johnson, 2019).

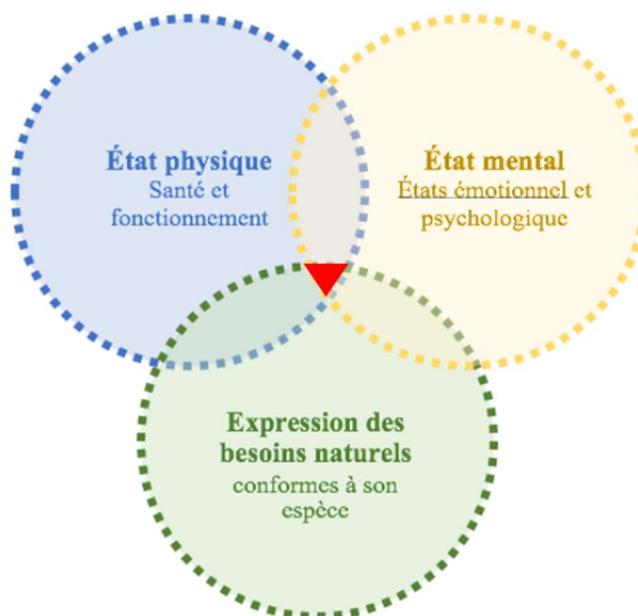
d. État mental et perception du milieu

Les approches précédentes ne prennent pas en compte les émotions et le processus mental intervenant dans la perception qu'a l'animal de son milieu. Or, ces perceptions peuvent influencer le niveau de bien-être de l'individu. Certains courants scientifiques définissent le bien-être comme incluant le bien-être à la fois physique et mental des animaux, dont l'évaluation doit prendre en compte les émotions des individus (GREAT BRITAIN, 1965). Le bien-être requiert alors « l'absence d'un état émotionnel négatif, appelé souffrance » et « la présence d'un état émotionnel positif, appelé plaisir » (Duncan, 2002).

e. Définitions globales et actuelles du bien-être animal

À ce jour, d'autres définitions ont été proposées et intègrent ces différentes composantes. Ainsi, l'association mondiale vétérinaire WSAVA (The World Small Animal Veterinary Association) reprend, dans son guide du bien-être animal, le modèle proposé par Fraser en 2008 qui définit le bien-être comme le point de superposition d'un bon état physique, d'un bon état mental et de la possibilité d'exprimer des comportements naturels et de satisfaire ses besoins tel que représenté dans la Figure 1 (Ryan et al., 2021).

Figure 1 : Représentation du modèle de Fraser (Ryan et al., 2021)



L'état de bien-être d'un individu correspond à la zone de recouvrement des trois cercles (triangle rouge).

L'Anses, propose actuellement une définition plus globale du bien-être animal : « 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 ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal » (Anses, 2018). C'est à cette définition que le mot « bien-être » fait référence dans la suite de cette thèse.

B. Indicateurs du bien-être ou mal-être

Il existe plusieurs méthodes de mesure du bien-être, chacune étant adaptée à la définition dont elle est issue.

a. Indicateurs comportementaux du bien-être ou mal-être

- *Expression des comportements normaux de l'espèce*

Comme évoqué précédemment, le respect du bien-être correspond à la possibilité pour les animaux d'exprimer les comportements normaux de leur espèce. Son évaluation peut donc être réalisée en comparant les budgets d'activités des animaux en captivité à ceux de leur conspécifiques non captifs (Howell and Cheyne, 2019).

- *Expression de comportements anormaux*

Les stéréotypies correspondent à la réalisation répétitive et anormale d'un comportement sans fonction apparente (Broom, 1983; Mason and Latham, 2004). Elles sont associées à un mal-être et à un environnement peu stimulant qui ne permet pas à l'animal d'exprimer ses besoins comportementaux (Mason and Latham, 2004). Repérer et quantifier la réalisation de stéréotypies est une méthode de mesure de mal-être. Il n'existe cependant pas de consensus sur l'interprétation de cet indicateur. Si certains auteurs considèrent qu'aucune stéréotypie n'est tolérable pour évoquer un niveau de bien-être satisfaisant, d'autres mettent en évidence un manque de sensibilité et de spécificité de cette méthode d'évaluation. En effet, certains individus dans des situations de bien-être sub-optimales ne présentent pas de stéréotypie alors que d'autres en expriment dans un environnement *a priori* « idéal ». Il a également été montré que, dans une même situation, les individus présentant des stéréotypies pouvaient bénéficier d'un niveau de bien-être supérieur à ceux n'en manifestant pas (Mason and Latham, 2004).

- *Indicateurs comportementaux de la satisfaction des besoins de l'individu*

Certains comportements pourraient être des indicateurs de bien-être. C'est le cas du comportement de jeu qui semblerait aussi être un indicateur de l'état émotionnel de l'animal (Held and Špinka, 2011).

De plus, la réalisation de comportements relatifs à la satisfaction des besoins peut être considérée une source de bien-être (comme les comportements de repos, de prise alimentaire ou d'entretien du plumage pour les oiseaux). Il est possible d'en déduire des comportements dont la durée ou la fréquence de réalisation constituent des indicateurs de bien-être qui peuvent être utilisés en routine en élevage par exemple (Rushen et al., 2012; Ferrante et al., 2019).

- *Réactions comportementales aux contraintes environnementales*

- Mise en évidence de sources de stress

La réalisation de budgets d'activités permet de détecter la survenue de modifications du comportement sous certaines conditions et ainsi de mettre en évidence des sources de stress et les comportements associés (Huettner et al., 2021).

Certaines contraintes peuvent être évaluées par l'étude plus spécifique de la réalisation d'un comportement. Par exemple, la répartition des animaux dans l'espace qui leur est alloué permet d'évaluer si l'environnement mis à disposition des animaux leur convient (Hunter et al., 2014) ; c'est également une méthode d'évaluation du bien-être (Ross et al., 2009).

□ Habituation ou sensibilisation aux sources de stress

Les animaux peuvent s'habituer à des *stimuli* stressants. Cette habituation permet une diminution de leur niveau de stress et donc une augmentation de leur niveau de bien-être (Adams et al., 2011; Dickens et al., 2009). Certains auteurs considèrent toutefois que l'habituation au stress identifiée par la diminution du taux de corticostéroïdes sanguins ne correspond pas à une réelle réduction de la perception du stress par l'animal (Cyr and Romero, 2009).

Cette habituation n'est pas systématique et dépend de plusieurs paramètres dont le niveau de stress de l'animal face au *stimulus*. Certains individus peuvent s'habituer plus lentement et d'autres peuvent se sensibiliser (c'est-à-dire devenir plus réactifs) à un *stimulus* (Staddon, 1993; Philbin et al., 1994; Ellenberg et al., 2009).

Sous certaines réserves donc, une habituation à un *stimulus* pourrait représenter un indicateur de bien-être sous deux aspects : elle indique que l'animal est dans un état de bien-être suffisant pour pouvoir s'habituer et sa mise en place permettrait une amélioration du niveau de son bien-être.

b. Indicateurs physiologiques du niveau de stress

Le stress, notamment chronique, peut engendrer une altération du niveau du bien-être. Une évaluation indirecte du niveau de bien-être peut donc se faire par la mesure du niveau de stress. La réaction d'un individu au stress passe par des modifications physiologiques qui peuvent en être des indicateurs.

La réaction physiologique à un stress aigu se fait selon deux modalités chez les vertébrés : la plus rapide fait intervenir le système nerveux sympathique et génère la sécrétion de catécholamines. Les effets sont ceux d'une stimulation sympathique sur le système cardio-vasculaire. La seconde, hormonale, passe par la sécrétion sanguine de glucocorticoïdes (corticostérone chez les oiseaux) à la suite de la stimulation de l'axe hypothalamo-hypophysaire, sur lequel ces hormones exercent un rétrocontrôle négatif (Dickens et al., 2009). Les glucocorticoïdes sont impliqués dans la sollicitation des systèmes cardio-vasculaire et immunitaire ainsi que dans la mobilisation d'énergie (Axelrod and Reisine, 1984; Tappy, 2006)

En ce qui concerne le stress chronique, le maintien de la réponse initiée en situation de stress aigu s'avère inadaptée et catécholamines comme glucocorticoïdes sécrétés ont des effets délétères en partie récapitulés dans le Tableau 1. Il pourrait cependant exister une régulation négative de cette réponse au stress avec la chronicité de l'exposition à la contrainte. Chez des étourneaux sansonnets (*Sturnus vulgaris*), une diminution de la sensibilité à une stimulation sympathique semble ainsi survenir en conditions de stress chronique (Cyr et al., 2009). Chez cette même espèce, la concentration basale en corticostérone et l'intensité de la réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire à un stress aigu sont diminuées en conditions de stress chronique (Rich and Romero, 2005).

Tableau 1 : Récapitulatif des principaux effets délétères secondaires à l'exposition à un stress chronique

Type d'effet	Système ou domaine concerné	Effet	Espèces	Références	
Physiologique	Longévité	Augmentation de la mortalité, diminution de la longévité	Homme ; Grand dauphin de l'océan indien (<i>Tursiops aduncus</i>); Rhinocéros noir (<i>Diceros bicornis</i>); Rhinocéros blanc (<i>Ceratotherium simum</i>); Macaque rhésus (<i>Macaca mulatta</i>); Orques (<i>Orcinus orca</i>); Souris grise (<i>Mus musculus</i>); Tortue de mer Caouanne (<i>Caretta caretta</i>)	(Waples and Gales, 2002; Carlstead and Brown, 2005; Maestripieri and Hoffman, 2011; Marino et al., 2020; Kim et al., 2021; Usategui-Martín et al., 2021)	
	Système immunitaire	Immunosuppression ; maladies auto immunes	Homme ; animal	(Dhabhar, 2009; Marino et al., 2020)	
	Appareil cardio-vasculaire	Athérosclérose, hypertension, arythmies, cardiomyopathie, coagulopathie	Homme ; Chien (<i>Canis lupus domesticus</i>); Rat surmulot (<i>Rattus norvegicus</i>)	(Golbidi et al., 2015)	
	Système nerveux central	Modifications des profils lipidiques au niveau cérébral et de troubles de la prise de décision	Homme ; Rat surmulot	(Dias-Ferreira et al., 2009; Oliveira et al., 2016; McEwen, 2017)	
	Système digestif	Ulcérations gastriques	Multiples dont singe vervet (<i>Cercopithecus aethiops</i>); Grand dauphin de l'océan indien; Guépard (<i>Acinonyx jubatus</i>)	(Tarara et al., 1995; Waples and Gales, 2002; Mangiaterra et al., 2022)	
	Croissance	Diminution du taux de croissance	Multiples	(Morgan and Tromborg, 2007)	
	Appareil reproducteur		Baisse reproduction	Rhinocéros noir; Rhinocéros blanc	(Carlstead and Brown, 2005)
			Succès de reproduction, nombre de petits et survie sont altérés	Étourneau sansonnet	(Carlstead and Brown, 2005; Cyr and Romero, 2007)
			Diminution durable en nombre et en variabilité du microbiote intestinal, dérégulation immunitaire associée	Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>)	(Madden et al., 2022)
	Secondaire à la réalisation de comportements anormaux (stéréotypies)	Appareil musculo-squelettique	Altérations musculosquelettiques suite à comportement asymétrique	Chevaux (<i>Equus caballus</i>)	(Cooper and McGreevy, 2007)
Peau ; appareil musculo-squelettique		Automutilations	Psittacidés; Primates	(Hosey and Skyner, 2007; van Zeeland et al., 2009)	
Appareil digestif		Coliques	Chevaux	(Cooper and McGreevy, 2007)	
Dentition		Usure anormale des dents	Chevaux , Orques (<i>Orcinus orca</i>)	(Cooper and McGreevy, 2007; Marino et al., 2020)	

Il est ainsi possible de déduire de ces réponses physiologiques, des indicateurs cliniques, hormonaux, immunologiques ou de croissance et de fertilité pour évaluer le niveau de stress.

- *Indicateurs cliniques*

Une augmentation des fréquences respiratoire et cardiaque, peut être un indicateur de stress aigu, bien que peu spécifique (Torné-Noguera et al., 2014).

- *Indicateur thermographique*

La thermographie infra-rouge est une méthode de mesure du stress aigu. Elle permet la détection de variations de température de la surface corporelle, résultant de phénomènes de vasomotricité et de thermogénèse induits par la stimulation du système nerveux sympathique. Chez les oiseaux, la détection d'une telle variation de température est plus sensible au niveau des zones cutanées non emplumées entourant le bec. Un stress aigu peut engendrer une diminution de 1,6°C de la température de ces tissus chez les pigeons bisets, détectable grâce à la thermographie infra-rouge. En revanche, la mesure est délicate et d'autres paramètres, comme l'orientation de la tête peuvent la biaiser (Tabh et al., 2021).

- *Indicateurs hormonaux*

Chez les vertébrés, la réponse au stress passe par la sécrétion de glucocorticoïdes circulants. Chez les oiseaux, il s'agit de la corticostérone, laquelle peut être dosée dans le plasma, dans les plumes et dans les œufs tandis que ses métabolites peuvent l'être dans les fientes (Bortolotti et al., 2008; Royo et al., 2008; Herring and Gawlik, 2009).

La concentration de cette hormone varie au cours de la journée et en fonction des saisons (Romero and Remage-Healey, 2000; Bortolotti et al., 2008) mais elle augmente lorsque l'individu est soumis à un stress (Romero and Remage-Healey, 2000; Bortolotti et al., 2008; Royo et al., 2008).

- *Indicateurs de croissance et de fertilité*

Un stress chronique peut être évalué grâce à des indicateurs de croissance ou de reproduction. Ils sont cependant moins sensibles et moins spécifiques que les dosages hormonaux ciblés (Bessei, 2006; Simitzis et al., 2012; Ritter et al., 2019).

- *Indicateurs immunologiques*

La circulation des cellules sanguines de l'immunité est modulée par le niveau de stress. Le comptage de certaines d'entre elles apparait comme un outil de mesure du stress. Ainsi, chez les oiseaux, le rapport hétérophiles/lymphocytes représente un indicateur sensible du niveau de stress, son logarithme est positivement corrélé, de façon linéaire, au taux de corticostérone circulant (Gross and Siegel, 1983).

c. Évaluation de l'état mental

La cognition (c'est-à-dire la capacité d'analyse d'une situation) et les émotions des animaux impactent leur perception des situations auxquelles ils sont soumis et donc leur niveau de bien-être (Boissy et al., 2007).

Ainsi, comme chez l'Homme, la mesure de l'optimisme ou de la motivation des animaux captifs apparait comme une technique sensible de mesure du niveau de bien-être (Mendl et al., 2009).

Cette mesure fonctionne sur le principe du biais cognitif. Le niveau d'optimisme d'un individu est déterminé selon qu'il anticipe positivement ou négativement un *stimulus* ambigu (qui est la moyenne d'un *stimulus* positif et d'un *stimulus* négatif). Des étourneaux sansonnets ont ainsi été entraînés à retourner un couvercle pour récupérer des vers de farines (*Tenebrio molitor*). Ils ont appris à distinguer visuellement, par la couleur du couvercle, des boîtes blanches contenant des vers appétents de boîtes noires contenant des vers non appétents. Après l'apprentissage de cette discrimination, ils retournaient et mangeaient préférentiellement les vers contenus dans les boîtes blanches. L'optimisme de ces oiseaux a été évalué par leur propension à retourner un couvercle de couleur intermédiaire (gris) et à goûter les vers de farine qui s'y trouvent. Les étourneaux optent pour un choix « pessimiste » (ils ne retournent pas les couvercles gris) lorsqu'ils sont déplacés d'un environnement riche à un environnement pauvre et « optimiste » lorsque le déplacement a lieu en sens inverse (Bateson and Matheson, 2007).

Ce type de mesure semble sensible et permet d'accéder à la composante émotionnelle du bien-être. En revanche elle n'est réalisable que sur des animaux préalablement entraînés.

d. Grilles d'évaluation de bien-être

Plusieurs grilles d'évaluation du bien-être ont été développées sur des critères issus du principe des cinq libertés.

En particulier, le projet Welfare Quality a permis la réalisation d'une grille intégrant l'état émotionnel individuel et ne se focalisant pas uniquement sur des critères de bientraitance tels qu'issus du principe des cinq libertés (Anses, 2018). Ce projet européen a été initié pour les animaux de production mais a pour vocation de servir de base pour d'autres espèces.

Des protocoles semblables ont été testés sur des chevaux, des chiens, des lapins domestiques (*Oryctolagus cuniculus*) et une espèce de lézard (*Tiliqua adelaidensis*) (Dalla Costa et al., 2016; Benn et al., 2019; Berteselli et al., 2019; Botelho et al., 2020).

C. Contraintes et sources de stress en captivité

Les animaux captifs sont susceptibles de souffrir d'une détérioration de leur niveau de bien-être car ils sont confrontés à une grande variété de défis environnementaux et de sources de stress. En centre de soins de faune sauvage, les animaux reçus subissent également un stress additionnel lié à leur capture dans leur environnement naturel et au transfert en captivité. La classification des sources de stress décrite ici est en partie inspirée de celle proposée dans un article de revue sur le sujet (Morgan and Tromborg, 2007).

a. Sources de stress sensoriel

- *Bruit ambiant*

Pour des animaux en captivité, le bruit environnemental est quasiment inévitable et ils ne peuvent s'y soustraire. Il peut provenir des appareils utilisés (ventilation par exemple), des autres animaux, des procédures d'entretien (ouverture de porte, nettoyage...) ou de la présence d'humains. En animalerie de laboratoire, en l'absence de mesures de réduction du niveau sonore, il peut excéder 90 dB alors qu'il atteint au maximum d'une quarantaine de décibels dans une forêt tropicale ou en bordure de rivière. Certaines espèces peuvent également percevoir les ultrasons produits par les appareils électroniques et que l'Homme a tendance à ignorer (Morgan and Tromborg, 2007).

Alors que les bruits imprévisibles peuvent provoquer une réaction de détresse de type stress aigu, les bruits permanents peuvent générer un stress chronique. Les effets de ces *stimuli* sonores sont physiologiques (sécrétion répétée de corticostéroïdes, immunosuppression, diminution du taux de reproduction...) et comportementaux (hypervigilance, difficultés d'apprentissage, de communication, de recherche de l'alimentation) (Morgan and Tromborg, 2007).

Chez les oiseaux, il a été démontré que le bruit peut provoquer des lésions auditives et induire une réponse de stress associée à une sécrétion de glucocorticoïdes, une réduction des télomères, une diminution du taux de reproduction et des modifications comportementales (altération de la recherche alimentaire, vocalisation, hypervigilance) (Corbani et al., 2021).

- *Lumière artificielle*

La lumière artificielle peut être source de stress chez les animaux captifs par la photopériode imposée, son intensité et son spectre.

Une irrégularité dans l'éclairage est source de stress par perturbation du rythme circadien et affecte le ratio mélatonine/sérotonine dont les effets sur le système nerveux sont importants (Morgan and Tromborg, 2007). Chez les oiseaux sauvages, la pollution lumineuse nocturne peut entraîner une augmentation du taux de glucocorticoïdes circulant et une diminution du comportement de nourrissage des jeunes (Injaian et al., 2021).

Plusieurs fonctions physiologiques, notamment celles de reproduction, dépendent du respect des cycles saisonniers, avec une diminution du temps d'éclairage en automne/hiver et une augmentation au printemps/été (Bissonnette, 1930; Rowan, 1938; Whitfield-Rucker and Cassone, 2000) .

Il existe des variations inter- et intra-spécifiques dans la sensibilité à l'intensité lumineuse (les individus albinos sont plus sensibles à la lumière par exemple). Subir une intensité lumineuse inadaptée peut être source de modifications comportementales chez les animaux captifs (Morgan and Tromborg, 2007).

De nombreuses espèces sont sensibles aux rayonnements ultra-violet (longueur d'onde de 400 à 100 nm), classiquement absents des éclairages et qui ne traversent pas les surfaces vitrées. Certaines radiations (longueur d'onde de 294 à 300 nm) peuvent avoir une importance physiologique chez les reptiles et les oiseaux pour le métabolisme de la vitamine D mais aussi être impliqués dans la vision et la communication (sensibilité visuelle maximale

autour de 400-500 nm pour les oiseaux) (Stanford, 2006; Morgan and Tromborg, 2007; Baines et al., 2016; Archer, 2018; Names et al., 2019).

Le spectre d'éclairage a un effet sur les comportements et certains paramètres de croissance des oiseaux. Des poulets de chair (*Gallus gallus domesticus*) allouent plus de temps à des comportements de repos, présentent moins de réactions de peur à la manipulation ainsi qu'un meilleur taux de croissance en lumière bleue plutôt qu'en lumière rouge ou éclairés avec des LED de couleur blanc « froid » plutôt que de couleur blanc « chaud » (avec un spectre lumineux contenant moins de radiations bleues) (Sultana et al., 2013; Archer, 2018).

- *Odeurs*

L'exposition à l'odeur d'un prédateur est une source de stress chronique qui a été démontrée chez les animaux de laboratoire.

Entre individus de la même espèce, il existe probablement une communication olfactive sur l'état de stress et d'alerte. L'odeur d'un congénère stressé peut entraîner chez celui qui la sent un comportement de stress ou une aversion alimentaire (Morgan and Tromborg, 2007).

Le nettoyage des cages peut constituer également une source de stress par le fait d'enlever les odeurs présentes. Après le nettoyage, des modifications comportementales comme une réticence à déféquer, un marquage excessif et une augmentation de l'agressivité ont été observées chez plusieurs espèces de mammifères (Morgan and Tromborg, 2007).

Les arômes associés aux produits de nettoyage ou aux manipulations par les personnes peuvent également engendrer des modifications comportementales avec une augmentation du comportement de vigilance ou liées à une aversion pour l'odeur (Morgan and Tromborg, 2007).

Bien que peu étudiée, l'olfaction serait développée chez plusieurs espèces d'oiseaux et cela pourrait même être un trait commun à tout le taxon (Steiger et al., 2008). Les Corneilles noires (*Corvus corone*) sont ainsi capables de distinguer leur odeur individuelle et de s'en servir pour repérer leur nid, de sentir des prédateurs ou de s'orienter grâce à l'odorat. Elles semblent également bénéficier d'une communication olfactive et présentent une réaction d'évitement face à l'odeur d'un congénère stressé (Wascher et al., 2015). Des répulsifs olfactifs ont par ailleurs été testés avec succès sur des oiseaux sauvages pour les éloigner d'installations électriques (Xiaopo et al., 2021). Ainsi, les stimulations olfactives peuvent également constituer des sources de stress chez les oiseaux.

- *Température*

Des températures ambiantes extrêmes ont été utilisées historiquement comme contraintes expérimentales pour étudier les réactions physiologiques et comportementales des individus au stress. C'est un paramètre qui peut donc être une source majeure d'inconfort chez les animaux captifs.

La sensibilité à la température dépend de l'espèce, de sa provenance mais aussi de paramètres individuels (comme la taille et l'âge) ou des conditions d'hébergement (en groupe ou non) (Morgan and Tromborg, 2007).

- *Hygrométrie*

L'humidité est l'un des principaux facteurs de stress environnemental pour un animal dans un climat chaud. Lorsqu'elle est importante, elle peut réduire les capacités de thermorégulation et contribue à générer une contrainte thermique (Silanikove, 2000). Chez des singes capucins (*Sapajus* spp.) en captivité, un fort taux d'humidité induit la réalisation de stéréotypies (de la Barrera Cardozo et al., 2021). A l'inverse, chez des tapirs malais (*Tapirus indicus*), une faible hygrométrie semble affecter le niveau de bien-être négativement et provoque un léchage imputé au stress (Arumugam et al., 2019).

Chez les oiseaux, le taux d'humidité peut également constituer une contrainte en captivité et impacter le niveau de stress de l'animal. Le taux de corticostérone chez les Diamants mandarins (*Taeniopygia guttata*) augmente avec l'augmentation du taux d'humidité (Beaulieu, 2016). Les conditions climatiques influencent également le taux de métabolites de la corticostérone dans les fientes de Manchots du cap (*Spheniscus demersus*) en captivité. Pour ces individus, l'augmentation de l'hygrométrie semble diminuer l'effet du stress thermique (Ozella et al., 2017).

- *Substrat*

Le substrat peut affecter le confort des animaux captifs sur différents critères.

Sa conductance thermique et sa capacité à réfléchir la lumière modulent directement les contraintes thermiques et lumineuses évoquées précédemment.

La portance du substrat, sa dureté, sa glissance et sa rugosité affectent la facilité de déplacement de l'animal. Un substrat inadapté peut notamment être source de blessure en facilitant la chute de l'animal ou en étant mal adapté au couchage de celui-ci (Morgan and Tromborg, 2007).

Chez des pigeons bisets voyageurs soumis à un décalage horaire artificiel, leur déplacement dans une caisse en plastique (correctement ventilée) est associé à une moins bonne orientation dans l'espace en comparaison d'un déplacement ayant lieu dans une cage classique en bois. Les auteurs supposent que cette différence est liée à un effet du stress associé au transport dans la cage en plastique (le stress pouvant être simplement causé par un déplacement dans un contenant inhabituel) (Sandberg et al., 1999).

Le substrat peut également favoriser la réalisation de comportements normaux pour l'espèce (construction de nid, recherche de nourriture, réalisation d'une cachette...) (Morgan and Tromborg, 2007).

b. Confinement

- *Restriction de mouvements*

La taille d'une cage ou d'un enclos a été négativement associée à l'expression de comportements de mal-être et une diminution du taux de croissance chez plusieurs espèces. Les espèces dont les territoires en milieu naturel sont les plus vastes semblent souffrir davantage du confinement que les autres (Morgan and Tromborg, 2007). Cette contrainte varierait selon les espèces. L'effet inverse a par exemple été mis en évidence chez des grands

singes (Gorille (*Gorilla gorilla*), Chimpanzé (*Pan troglodytes*) et Macaque rhésus) (Morgan and Tromborg, 2007).

Les oiseaux semblent également souffrir du confinement. Le volume de la cage de canaris (*Serinus canarius*) s'est avérée inversement corrélée à la réalisation de stéréotypies (Keiper, 1969).

- *Absence de zone de soustraction et de refuge*

Le logement en espace restreint et contraint empêche les animaux de se soustraire aux sources de stress. Or la possibilité de s'y soustraire ou de se dissimuler permet une meilleure adaptabilité des animaux à leur environnement par l'augmentation de leur contrôle sur celui-ci (Joffe et al., 1973).

Ainsi, plusieurs espèces de mammifères, d'oiseaux et de reptiles présentent plus de comportements de stéréotypies et de comportements indicateurs de mal-être (diminution de l'exploration, du temps de repos et du temps accordé aux soins du plumage chez des poulets et des poules pondeuses par exemple) lorsqu'ils sont hébergés dans une cage standard que lorsque celle-ci est enrichie d'une cachette (Morgan and Tromborg, 2007).

De même, ajouter des barrières visuelles et des zones de retrait dans une cage où plusieurs individus sont hébergés permet de réduire le nombre d'agressions entre congénères (Cornetto and Estevez, 2001; Morgan and Tromborg, 2007).

- *Obstacle à la réalisation de comportements normaux*

La captivité et le confinement restreignent les animaux dans la réalisation de certains comportements normaux de leur espèce.

Un espace trop restreint peut les empêcher de courir ou de voler, l'absence de matériaux les empêcher de construire un nid. Ces privations sont sources de stress (van Hoek and ten Cate, 1998; Kaplan, 2022).

Une des plus importantes modifications du comportement naturel induite par la captivité concerne la recherche de nourriture. Les animaux à l'état sauvage y consacrent généralement la majorité de leur budget d'activité (Prince and Francis, 1984; Cairns et al., 1987). Ce temps et les efforts nécessaires pour obtenir l'alimentation sont extrêmement réduits en captivité avec la mise à disposition régulière de la ration alimentaire (Rose et al., 2022). Or, certaines études suggèrent que le comportement de recherche alimentaire est nécessaire pour les animaux et certains individus essaient de le réaliser même lorsque la nourriture est à disposition. De même, la mise en œuvre de la séquence comportementale de chasse semble importante pour certaines espèces de carnivores. Une frustration du comportement de quête alimentaire pourrait conduire à la réalisation de stéréotypies (Morgan and Tromborg, 2007).

Ainsi, la complexification par enrichissement de la phase de recherche alimentaire en captivité a eu des effets bénéfiques comportementaux (diminution du taux d'agression et de stéréotypies, augmentation des comportements d'exploration et de jeux) chez plusieurs espèces de mammifères (Cheval, Rat surmulot, Chimpanzé, Macaque à queue de lion (*Macaca silenus*), Macaque rhésus, Chat-léopard (*Prionailurus bengalensis*)) (Morgan and Tromborg, 2007). Le même effet a été mis en évidence chez des Psittacidés (diminution du

temps de picage et augmentation du comportement d'exploration) (Meehan and Mench, 2002; Lumeij and Hommers, 2008).

L'absence de variabilité dans le type d'aliment proposé comme de l'heure de distribution pourrait également être une source de stress chez les animaux captifs (Morgan and Tromborg, 2007).

c. Proximité de l'Homme et manipulations

La proximité de l'Homme est une source de stress pour les animaux sauvages captifs. En parc zoologique, notamment, les animaux hébergés présentent des comportements de fuite, une diminution de l'expression des comportements normaux de l'espèce et des indicateurs physiologiques de stress (augmentation du taux de cortisol urinaire et de la fréquence cardiaque) avec l'augmentation de l'affluence du public (Morgan and Tromborg, 2007).

Le contact direct avec les humains et les manipulations peuvent être perçus comme une forme d'enrichissement ou au contraire une source de contraintes, selon l'apprentissage, l'habituation et les expériences préalables de l'animal (Morgan and Tromborg, 2007).

Cette observation est aussi valable chez les oiseaux. Les manipulations peuvent être une source de stress importante. En revanche une habituation effective à des manipulations douces a été mise en évidence chez des faucons pèlerins (*Falco peregrinus*), des poulets, des eiders à duvet (*Somateria mollissima*) et des diamants mandarins (Nash, 1978; Cabanac and Guillemette, 2001; Straub et al., 2003; Collins, 2008) et une habituation à l'approche humaine peut se mettre en place chez des manchots antipodes (*Megadyptes antipodes*), en fonction de diverses caractéristiques individuelles (Ellenberg et al., 2009).

d. Stress social

Certaines espèces vivent au sein de systèmes sociaux complexes. Cette socialité est intimement liée à leur survie et accroît la valeur adaptative des individus. Cela explique pourquoi les comportements de communication et ceux relatifs à la création de liens sociaux sont importants chez ces espèces (Silk, 2007).

- **Privation sociale**

La privation sociale peut générer un stress chronique et rendre les animaux qui y sont soumis plus sensibles aux sources de stress de leur environnement.

Des chimpanzés ayant été hébergés seuls pendant plusieurs années présentent plus de comportements anormaux que leurs conspécifiques maintenus dans d'autres conditions. Retrouver un groupe, même après 20 ans d'isolement permet de diminuer l'incidence de certains comportements anormaux (Kalcher-Sommersguter et al., 2013).

Chez des rats surmulots, le fait d'être maintenus en isolement entraîne une augmentation de la réaction de stress face à un *stimulus*, un accroissement de la réalisation de comportement anormaux et une diminution du comportement d'exploration (Kikusui *et al.*, 2006; Olsson et Westlund, 2007).

Une meilleure adaptation à un environnement stressant a également été montrée chez des oiseaux sociaux (diamants mandarins) lorsqu'ils sont hébergés en groupe plutôt qu'isolés

(Kikusui et al., 2006; Banerjee and Adkins-Regan, 2011) ou pour des poussins (*Gallus gallus*) avec leur mère plutôt que seuls (Edgar et al., 2015).

La privation maternelle est également une source de stress chez les jeunes, dont les effets comportementaux peuvent perdurer à l'âge adulte (Olsson and Westlund, 2007; Siciliano-Martina and Martina, 2018).

- *Surpopulation*

L'hébergement en groupe d'un trop grand nombre d'individus peut également être un facteur de diminution du niveau de bien-être. Par exemple, chez des diamants mandarins, des souris grises et des primates, l'augmentation du nombre d'individus dans le groupe intensifie le nombre d'agressions intraspécifiques (Olsson and Westlund, 2007; Poot et al., 2012).

- *Groupe sociaux anormaux*

La création de nouveaux groupes peut être particulièrement délicate et source de stress chez certaines espèces. Les changements de groupe de chimpanzés sont par exemple à l'origine d'une cortisolémie accrue pendant un an ainsi que d'agressions plus nombreuses (Alford et al., 1995; Yamanashi et al., 2016).

La mise en contact de souris grises est à l'origine d'un stress plus important lorsqu'elles sont non familières que lorsqu'elles sont apparentées (Olsson and Westlund, 2007).

Un effet similaire existe chez les oiseaux : l'introduction d'un nouvel individu dans un groupe de poules pondeuses augmente le nombre d'interactions agonistes (Carvalho et al., 2018).

e. Capture et transfert en captivité à partir du milieu naturel

La capture en milieu naturel et leur manipulation constituent des sources de stress survenant avant l'hospitalisation des animaux reçus au CHUV-FS. Il a été montré, chez des craves à bec rouge (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), des merles noirs (*Turdus merula*), des arlequins plongeurs (*Histrionicus histrionicus*) entre autres, qu'elle induisait une réaction de stress aigu, semblable à celle qui pourrait être observée en réponse à l'attaque d'un prédateur. La capture en milieu naturel est d'ailleurs utilisée comme contrainte pour étudier spécifiquement le stress des oiseaux (Romero and Romero, 2002; Nilsson et al., 2008; Laiolo et al., 2009; Adams et al., 2011). Elle peut également provoquer à des blessures voire le décès de l'animal (Spotswood et al., 2011).

Le transfert de ces animaux sauvages libres dans un environnement de captivité, confiné et nouveau est également générateur d'un stress majeur. Une perte de poids, une augmentation du de la corticostéronémie sont enregistrées dans les premiers jours de captivité des oiseaux sauvages (Adams et al., 2011; Dickens et al., 2009). Des modifications endocrines sont relevées au cours du temps passé en captivité, révélant l'installation d'un stress chronique (Dickens et al., 2009).

2. Captivité et comportements naturels du pigeon biset

À notre connaissance, aucune évaluation du bien-être des animaux sauvages reçus en centre de soins de la faune sauvage n'a été publiée. Les animaux reçus font pourtant face à l'ensemble des contraintes évoquées précédemment. Par ailleurs, les données exposées ci-dessus encouragent à considérer le niveau de bien-être comme un élément clé de la récupération physique attendue au cours de la période d'hospitalisation. Le Pigeon biset est une espèce très communément reçue au CHUV-FS. Elle a servi de modèle lors de la partie expérimentale de cette étude.

A. Origines

Le Pigeon biset appartient à la famille des Columbidae qui regroupe les différentes espèces de Colombes, Tourterelles et Pigeons.

Les pigeons bisets que l'on retrouve en liberté, souvent dans des milieux fortement anthropisés, sont majoritairement issus d'un processus de domestication datant d'au moins 4500 ans avant notre ère. Au XIX^{ème} siècle, les nombreux relâchers de pigeons bisets dont la consommation de viande diminuait, ont conduit au développement de populations citadines de pigeons féroces, commensales de l'Homme, telles qu'on les connaît aujourd'hui (Murton et al., 1972).

En France, les populations relictuelles de Pigeon biset n'existent plus qu'en Corse (LPO, 2022).

B. Morphologie

Le Pigeon biset est un oiseau de taille moyenne (63 à 70 cm d'envergure et 240 à 300 g) (LPO, 2022). Son plumage est généralement gris sombre avec une iridescence vert-rouge au niveau du cou. De nombreuses variations de couleur et de marques du plumage existent résultant de la domestication de l'espèce. Le bec est gris et les pattes roses-rouges (Figure 2).

Figure 2 : Photographies représentant le phénotype du Pigeon biset (a; phénotype sauvage; b, c et d : exemples de variations de couleurs) (crédits : publicdomainpictures)



Les adultes, contrairement aux juvéniles, possèdent de petites plumes sur le pourtour de l'œil et une cire développée de couleur crème à la base de la partie supérieure du bec.

Il n'existe pas de dimorphisme sexuel.

C. Mode de vie

Le Pigeon biset est un oiseau diurne et grégaire. Il est naturellement granivore mais peut présenter un mode d'alimentation opportuniste et se nourrir de résidus alimentaires d'origine anthropique.

Les couples de pigeons restent fidèles à leur site de nidification. La période de reproduction est exceptionnellement étendue, interrompue seulement au cours de l'hiver (LPO, 2022). Le nid est construit par le couple à l'aide de brindilles. Chaque saison de reproduction permet l'élevage de 5 à 7 nichées chacune généralement composée de deux pigeonneaux (Vive l'élevage, n.d.). L'incubation dure entre 17 et 19 jours. Après l'éclosion, les oisillons sont nourris par les deux parents, initialement avec du lait de jabot, puis avec des graines régurgitées. Leur poids au moment de l'éclosion est d'environ 15 grammes et ils croissent jusqu'à peser entre 270 et 350 grammes à l'âge de 30 jours. Les pigeonneaux peuvent quitter le nid au bout de 25 à 32 jours. Ils sont nourris par les parents à l'extérieur du nid une semaine supplémentaire (OvoControl®, 2022; Le-Dantec, 2006; Birdfact, 2021).

D. Entretien en captivité

Les pigeons domestiques sont généralement hébergés en groupe dans des volières comprenant une zone abritée contenant des cases et constituant le « pigeonnier ». La surface minimale de volière conseillée est de 1 m² par couple.

La nourriture est distribuée deux à trois fois par jour dans des mangeoires fermées. L'eau, à disposition dans une fontaine, est changée une fois par jour. Une gamelle de grit (gravillons) est également à disposition.

Des perchoirs, des baignoires remplies d'eau et les matériaux nécessaires à la confection des nids sont également proposés dans la volière (Levi, 1976).

E. Budgets d'activité des pigeons bisets

- *Budget d'activité en milieu naturel*

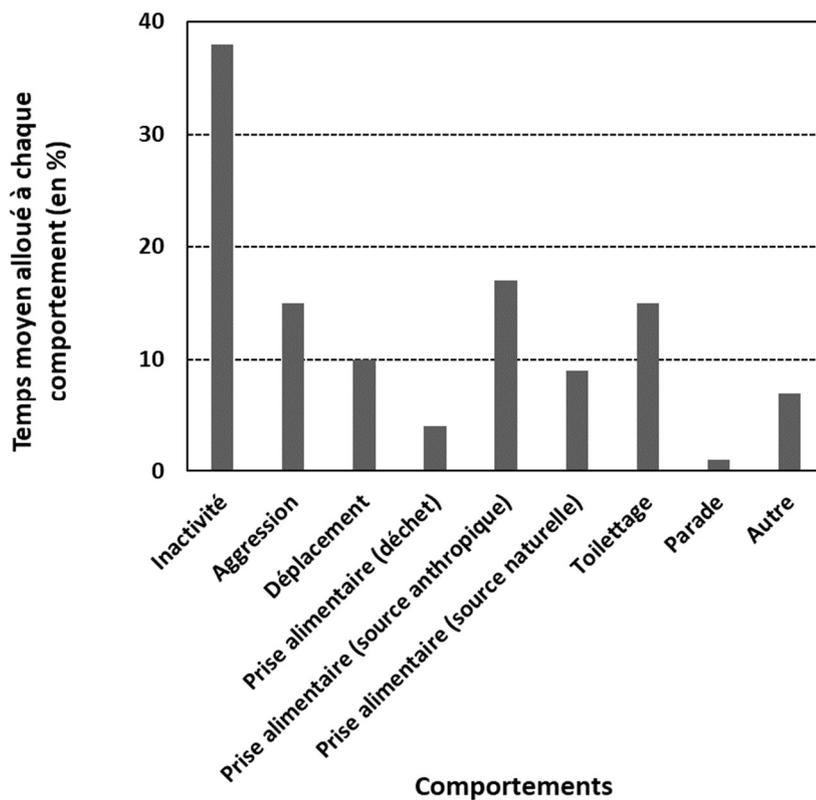
Le budget d'activité des oiseaux varie fortement selon la saison, la phase du cycle de vie de l'individu et le moment de la journée (Basyrov and Leonova, 2021), mais peu d'études existent sur le sujet. La comparaison de budgets d'activités établis dans des conditions différentes doit donc être interprétée avec précautions.

Dans une étude, (Basyrov and Leonova, 2021) un budget d'activité a été établi pour des pigeons bisets évoluant dans un environnement extérieur urbain au printemps en Russie et observés de façon discontinue entre le lever et le coucher du soleil. Ceux-ci passaient environ 20 % de leur temps à se nourrir ou rechercher leur alimentation, moins de 1 % de leur temps à présenter des comportements sociaux (reproduction ou compétition) et 9 % *versus* 30 % de leur temps à se reposer (incluant le toilettage, l'observation des alentours et le perchage près d'une source de chaleur) pour des individus appartenant respectivement à un

groupe qui recherchait sa nourriture ou à un groupe se nourrissant de déchets anthropiques sur une zone habituelle de dépôt de ceux-ci.

La Figure 3 met en évidence les résultats d'une autre étude, réalisée en octobre à Singapour en octobre 2019 sur des pigeons observés de façon discontinue le matin (Soh et al., 2021). De manière similaire aux pigeons exploitant les zones de dépôt de déchets décrits dans l'étude précédente, les animaux passaient 38% de leur temps à se reposer et 30 % de leur temps à s'alimenter.

Figure 3 : Budget d'activité de pigeons bisets observés à Singapour. D'après Soh et al. (2021)

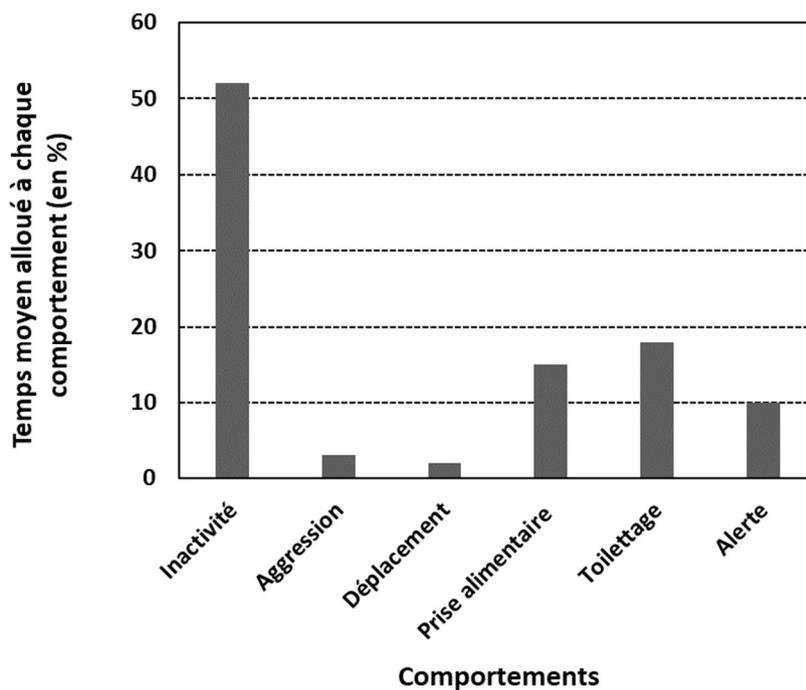


- *Budget d'activité en captivité :*

La figure 4 présente le budget d'activité de pigeons bisets captifs, maintenus en groupe en volières intérieures. Les animaux étaient observés de façon discontinue de 7h à 19h entre juin et octobre (Millar, 2013).

Figure 4 : Budget d'activité de pigeons bisets captifs hébergés en volière.

D'après Millar, (2013)



Les pigeons captifs étaient majoritairement inactifs (environ 50 % de leur temps). Les autres comportements les plus réalisés correspondaient au toilettage (18 %), à la recherche de nourriture (10 %) et au comportement d'alerte (5 %).

Ainsi, les animaux captifs, notamment sauvages, subissent des contraintes pouvant affecter leur niveau de bien-être et leur état de santé. Cependant, à notre connaissance, il n'existe pas d'étude publiée sur le niveau de bien-être des animaux reçus en centre de soins de faune sauvage. C'est pourquoi cette thèse repose sur l'objectif expérimental suivant : Constituer une première approche de l'évaluation du niveau de bien être d'une espèce sauvage communément reçue en centre de soins, le Pigeon biset, au cours de la période de captivité associée à la réalisation des soins. Les éléments bibliographiques détaillés en amont ont permis de choisir l'étude comportementale comme méthode d'évaluation du bien être au regard de l'importante source d'information qu'elle constitue et du souhait de minimiser les manipulations des animaux hébergés.

Étude expérimentale

Le but de ce travail a consisté en une première évaluation du bien-être via une approche éthologique chez les pigeons bisets reçus au CHUV-FS. Les résultats ont été confrontés aux données de la littérature scientifique et permettront de proposer des sources d'optimisation des méthodes déployées pour le suivi et le rétablissement des animaux. La problématique de ce travail peut être résumée comme suit.

1. Problématique et objectifs de l'étude

A. Mise au point d'une méthode d'observation des animaux

Alors que des études comportementales sont de plus en plus réalisées en parc zoologique, aucune donnée n'a été trouvée sur la réalisation de tels projets en centre de soins de la faune sauvage. Un des premiers objectifs de cette thèse a donc été d'adapter les méthodes et techniques utilisées dans d'autres contextes pour observer les animaux pris en charge au CHUV-FS.

Face aux contraintes humaines et financières subies par les centres de soins, il a été décidé de chercher à rendre cette méthode la plus simple et la moins chronophage possible en terme d'exploitation des données. Pour cela, une part du travail a été dédiée à la recherche d'une méthode d'observation des animaux qui soit plus rapide et moins exhaustive que la méthode de référence tout en produisant des résultats concordants et reproductibles.

B. Évaluation du bien-être des pigeons

Comme évoqué précédemment, il existe plusieurs façons d'évaluer le niveau de bien-être. Les méthodes utilisées dans ce travail correspondent à l'approche d'observation du comportement. Ce sont celles concernant la réalisation des comportements normaux de l'espèce et celles de l'étude des réactions aux sources de stress de l'environnement. Ces deux premières approches sont les plus faciles à mettre en œuvre dans le contexte du CHUV-FS et permettent d'obtenir des données préliminaires sur le comportement des pigeons dans ce contexte de captivité, nécessaires à la réalisation ensuite des autres méthodes. Dans cette étude nous avons donc cherché à répondre aux questions suivantes :

a. Les pigeons en captivité au CHUV-FS réalisent-ils les comportements normaux de l'espèce ?

Comme évoqué précédemment, la réalisation des comportements normaux de l'espèce constitue une méthode d'évaluation du bien-être. Nous avons donc recherché des similitudes et des différences comportementales entre les pigeons reçus au CHUV-FS et les pigeons féroces ou domestiques en captivité.

b. Comment les pigeons bisets réagissent-ils aux contraintes imposées par la captivité au CHUV-FS ?

Les différentes contraintes pouvant être subies par les animaux en captivité ont été présentées précédemment. Dans ce travail, il a été décidé d'étudier plus spécifiquement les facteurs environnementaux suivants :

- Le confinement ;
- L'adaptation à un nouvel environnement ;
- La distribution imposée de l'alimentation ;
- Le bruit ambiant.

Nous avons d'abord cherché à savoir si les pigeons percevaient ces paramètres environnementaux comme des contraintes en étudiant leurs réactions comportementales. Dans un deuxième temps, l'adaptation des oiseaux à ces éventuelles contraintes a également été évaluée. Une habitude constituerait en effet un élément en faveur d'un niveau de bien-être satisfaisant et pourrait avoir des implications concrètes pour optimiser la prise en charge des animaux reçus (les animaux nouvellement arrivés pourraient ainsi être placés dans des conditions moins contraignantes pour eux le temps de leur habitude à la captivité par exemple).

En résumé, la partie expérimentale de cette thèse avait pour objectifs de :

- Mettre au point une méthode de collecte des données comportementales réalisable en centre de soins
- Évaluer le niveau de bien-être des pigeons bisets reçus au centre :
 - o En réalisant un budget d'activité de l'espèce dans les conditions de détention du centre ;
 - o En mesurant les réactions comportementales exprimées par les animaux en réponse aux contraintes potentielles suivantes : confinement, durée de présence au centre, bruit ambiant et distribution de l'alimentation imposée.

2. Matériel et méthodes

A. Matériel biologique

a. *Prise en charge des pigeons reçus*

- *Fonctionnement du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire Faune Sauvage (CHUV-FS)*

Le Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire Faune Sauvage (CHUV-FS) est un centre de soins de la faune sauvage localisé à Maisons-Alfort (Val-de-Marne, France). Issu d'un partenariat entre l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et l'association Faune Alfort, le centre permet la prise en charge médicale de plusieurs milliers d'animaux de la faune sauvage autochtone par an (7021 en 2021). Les oiseaux (80 %) et mammifères (20 %) sont, dans un premier temps, hospitalisés et soignés au CHUV-FS puis confiés, dans un second temps, au Centre de Soins, d'Élevage et de Réhabilitation de la Faune Sauvage (CSERFS) situé à Mandres-les-Roses (Val-de-Marne, France) lequel assure les étapes de réhabilitation et de remise en liberté dans le milieu naturel des animaux conformément à la réglementation qui encadre ces établissements (*Arrêté du 11 septembre 1992 relatif aux règles générales de fonctionnement et aux caractéristiques des installations des établissements qui pratiquent des soins sur les animaux de la faune sauvage*.1992)

Le CHUV-FS constitue une plateforme clinique de l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et fonctionne en partie grâce au soutien financier de l'association Faune Alfort. En 2021, deux vétérinaires (1,4 équivalent-temps-plein) et six soigneurs (4,75 équivalent-temps-plein) assuraient la prise en charge des animaux secondés par de nombreux bénévoles, stagiaires et étudiants vétérinaires (environ 250 en 2021).

- *Provenance des pigeons reçus*

Les animaux reçus sont acheminés au centre par leurs découvreurs qui les ont trouvés en situation de détresse. Ils sont invités à renseigner sur la première page du dossier clinique des informations relatives au lieu, à la date et aux circonstances de la découverte de l'animal. Les animaux reçus proviennent très majoritairement de la région Ile-de-France.

- *Motifs d'entrée des pigeons bisets reçus*

En 2021, les causes majoritaires d'entrée au centre de soins des pigeons bisets étaient traumatiques (34 % des cas reçus), infectieuses (24 %) ou inconnues (20 %) (Tableau 2).

Tableau 2 : Causes d'entrée au CHUV-FS des pigeons bisets reçus en 2021**(statistiques CHUV-FS)**

Cause globale	Pourcentage total de cas (%)	Cause détaillée	Pourcentage de cas (%)
Traumatique	34	Corps étrangers	3,2
		Fracture fermée	8,0
		Fracture ouverte	4,3
		Plaie traumatique	10,9
		Traumatisme crânien	7,7
Infectieuse	23,89	Digestive	2,8
		Respiratoire	2,4
		Parasitisme	1,2
		Autre	17,6
Inconnue	19,91		
Autre	11,5	Apprivoisement	0,15
		Défaut de développement	0,74
		Dénutrition	3,1
		Etat de choc	0,89
		Hémorragie	2,2
		Intoxication	0,59
		Paralysie - parésie	1,5
		Autre	2,4
Pas d'anomalie détectable	10,6		

- *Hébergement des pigeons bisets en cours d'hospitalisation*

Les pigeons bisets sont hébergés au CHUV-FS dans une salle dédiée aux oiseaux (hors rapaces). Ils sont généralement placés individuellement dans des boîtes, disposées côte-à-côte sur des portants ou étagères placés à différents niveaux. Chaque cage est ainsi exposée aux cages adjacentes sur deux faces, à un mur sur une face et au reste de la pièce sur une autre face (Figure 5).

La salle d'hébergement bénéficie de la lumière naturelle, suppléée par de la lumière artificielle au besoin pour les interventions humaines. La température, l'hygrométrie et la ventilation ne sont pas connues.

Figure 5 : Photographies de l'organisation de la salle dédiée aux oiseaux et de la disposition des cages (photographies : Chloé Paquet)



□ Constitution externe des cages

Chaque cage est constituée par une boîte trapézoïdale en plastique transparent de 39x56x27 cm au sommet et de 0,0529 m³ de volume. Leurs parois sont opacifiées sauf, sauf celle placée face au mur. Un couvercle en grillage non vulnérant obture la boîte sur le dessus et est lui-même couvert d'une serviette sur la moitié de sa surface, du côté mur, opposé aux soigneurs (Figure 6).

Figure 6 : Photographies de la constitution externe des cages (vue de profil ; a, de face ; b, de dessus ; c) (photographies : Chloé Paquet)

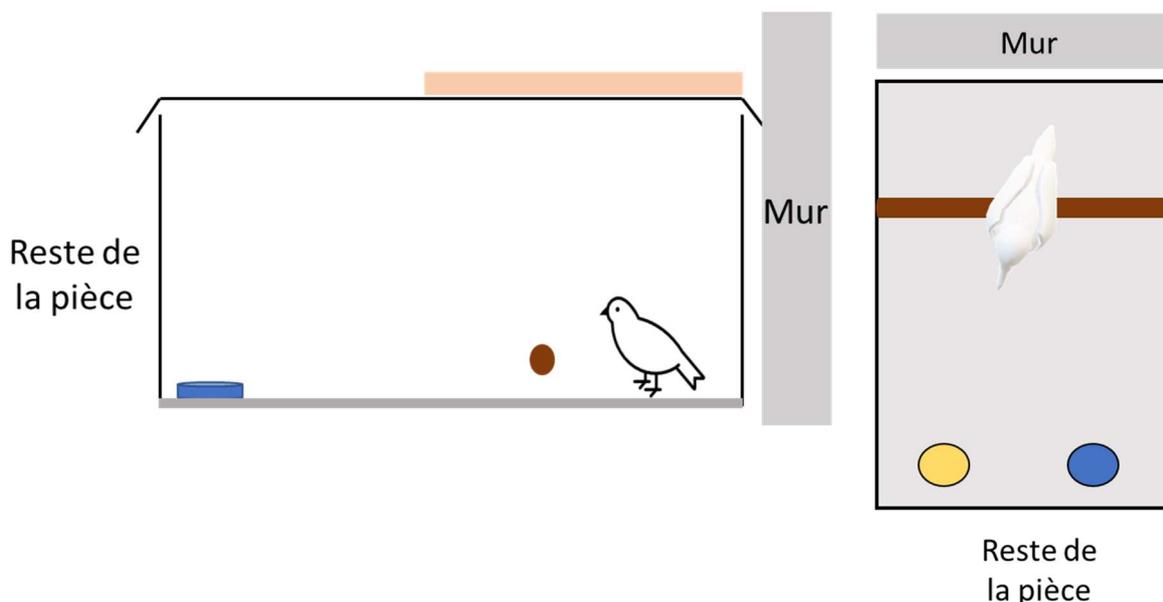


Le dispositif présent sur le dessus de la cage (entouré en pointillés rouges) sert aux études de comportement (Cf. paragraphe 2). Il n'est pas présent en continu.

□ Organisation interne des cages

Le fond de chaque cage est tapissé de plusieurs épaisseurs de papier journal. Un perchoir en bois rainuré de 10 mm de diamètre, placé à 5 cm de hauteur, traverse la largeur de la cage, au tiers de sa profondeur, côté mur. Une gamelle d'eau et une gamelle de nourriture (mélange de graines « pour pigeons » à base de graines de pois, milo, cardy, vesces, katjang idjoe, tournesols, sarrasin, millet jaune, colza) sont placées au sol, à quelques centimètres de la paroi frontale de la cage, côté pièce (Figure 7).

Figure 7 : Représentations schématiques de l'organisation interne des cages (coupe de profil et vue de dessus sans couvercle) (réalisation : Chloé Paquet)



La surface grise représente le papier journal ; la surface beige représente la serviette qui recouvre la cage, le tube marron représente le perchoir ; les cercles bleu et jaune représentent les gamelles d'eau et de nourriture respectivement.

b. Sélection des animaux faisant partie de l'étude

Six pigeons bisets ont été inclus dans l'étude (Tableau 3).

Tableau 3 : Principales caractéristiques des pigeons bisets observés au cours de l'étude

Numéro d'identification	21-1908	21-2351	21-2426	21-3232	21-3537	21- 3559
Poids à l'arrivée (g)	140	245	302	124	143	128
Diagnostic à l'arrivée	Juvénile maigre + endoparasites	Juvénile sans anomalie de santé	Juvénile sans anomalie de santé	Juvénile cachectique	Juvénile partiellement déplumé	Juvénile amaigri
Durée totale de captivité dans un centre de soins (jours)	39	24	24	28	24	30
Date d'observation	06/06/2021	05/06/2021	12/06/2021	06/07/2021	11/07/2021	16/07/2021
Durée de présence lors de l'observation (jours)	13	1	6	11	7	11
Poids le jour de l'observation (g)	166	231	258	186	194	158
Variation relative de poids depuis l'arrivée (%)	19	-5	-15	50	36	23
Variation instantanée de poids au moment de l'observation (%)	3	-5	3	6	6	2

La durée de présence lors de l'observation correspond au temps de présence au CHUV-FS entre l'arrivée et l'observation. La variation de poids instantanée au moment de l'observation correspond à la variation de poids mesurée entre le jour précédant la date d'observation et le jour suivant l'observation et rapportée au poids de l'animal le jour de l'observation.

- *Âge des animaux sélectionnés*

Les pigeons bisets observés au cours de l'étude étaient des animaux juvéniles en phase d'autonomisation (nés au cours de l'année, ayant quitté le nid et en fin de croissance mais n'arborant pas le plumage adulte).

- *État de santé des animaux sélectionnés*

Les animaux observés n'avaient soit aucun trouble de santé révélé par l'examen clinique d'admission soit avaient été soignés pour un trouble spécifique mais dont le traitement avait été arrêté sur décision de la vétérinaire du centre. Ainsi, au moment de l'observation, ces derniers ne présentaient plus de signe clinique (évaluation personnelle).

- *Durée de présence des animaux sélectionnés*

Les durées de présence au CHUV-FS des animaux de l'étude au moment de l'observation variaient de 1 à 13 jours et les durées totales de captivité (c'est-à-dire au CHUV-FS puis CSERFS) variaient de 24 à 39 jours (Tableau 3).

- *Provenance des animaux observés*

Tous les individus observés provenaient d'un environnement très urbanisé. L'un d'entre eux avait cependant été trouvé dans une zone d'espace vert (bordure de rivière aménagée).

B. Dispositif d'acquisition de données

a. Obtention d'enregistrements vidéo

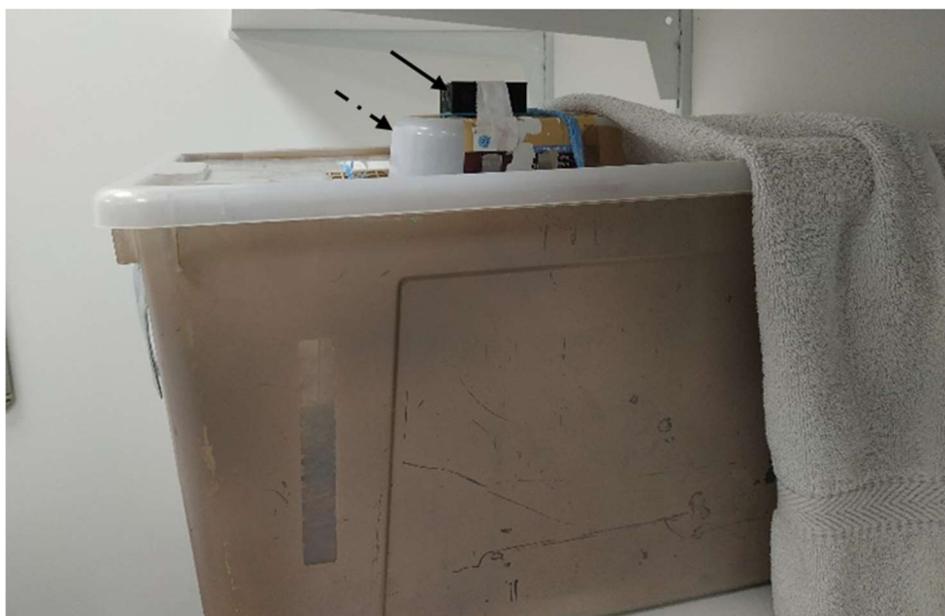
- *Caméra utilisée*

Des petites caméras grand angle de la marque Action Camera permettant un enregistrement vidéo continu sur carte SD ont été utilisées.

- *Installation du dispositif d'enregistrement vidéo*

La caméra a été placée sur un rehausseur de 7 cm fixé sur le couvercle grillagé de la boîte en regard d'une ouverture rectangulaire créée au centre de celui-ci (Figure 8). Une vue plongeante de la totalité de la cage était alors obtenue.

Figure 8 : Photographie du dispositif d'observation vidéo (photographie : Chloé Paquet)



Flèche pleine : caméra ; flèche pointillée : rehausseur

b. Lecture des vidéos et extractions des données comportementales

Le visionnage des vidéos a été réalisé avec le logiciel Boris (v.7.7.3). Il permet de noter le moment de survenue et la durée des comportements détectés par l'observateur qui visionne la vidéo.

C. Observations des pigeons et réalisation des budgets d'activité

Les différentes problématiques étudiées ont nécessité une collecte des données comportementales des pigeons et la réalisation des budgets d'activité.

a. Collecte des données comportementales

Les données comportementales ont été obtenues par visionnage différé des vidéos.

Les enregistrements vidéo ont eu lieu de façon continue pendant 4 à 9 heures selon les individus. Ils ont été réalisés dans la journée, entre 8h et 19h avec une heure de début variable, tels que présentés dans le tableau 4. Les enregistrements des différents individus n'étaient pas simultanés.

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des périodes d'observation des animaux de l'échantillon

Numéro d'identification	Date d'observation	Heure de début d'observation	Durée d'observation (heures)
21-1908	06/06/2021	9h50	9
21-2351	05/06/2021	9h45	4
21-2426	12/06/2021	10h50	8
21-3232	06/07/2021	8h20	9
21-3537	11/07/2021	11h15	7
21- 3559	16/07/2021	9h30	5

L'échantillonnage des comportements a été réalisé par l'observation continue des individus un par un (*focal continuous sampling* ou échantillonnage par observation continue). Une collecte exhaustive du nombre d'occurrences et de la durée de chaque comportement a été faite sur la totalité de l'enregistrement vidéo de chaque individu. Toutes les données ont été obtenues à partir de l'ensemble des animaux de l'échantillon (n=6).

b. Réalisation d'un répertoire comportemental

Les comportements relevés au cours de cette étude sont présentés dans le Tableau 5. Certains comportements sont non exclusifs et pouvaient survenir de manière simultanée (exemple : comportement « marche » et comportements « picorage » ou « étirement »). Dans ce cas, l'ensemble des comportements était relevé. Le positionnement du pigeon a également été enregistré.

Tableau 5 : Liste et description des comportements observés

Comportement	Description
Inactivité	Aucun mouvement n'est réalisé par l'oiseau
Alerte	Les yeux sont grand ouverts, le cou est tendu, la tête est orientée dans différentes directions (au moins deux) rapidement
Battement d'aile	L'oiseau bat des ailes en restant sur place (au moins une fois)
Marche	L'oiseau se déplace au sol sans battre des ailes (au moins un pas)
Vol	L'oiseau se déplace en battant des ailes (au moins un battement d'ailes)
Prise alimentaire	L'oiseau est penché en avant avec le bec dans la gamelle d'aliment (au moins une seconde)
Consommation d'eau	L'oiseau est penché en avant avec le bec dans la gamelle d'eau (au moins une seconde)
Picorage	L'oiseau fait des mouvements d'aller-retour (au moins deux) avec sa tête et le bec tape sur une surface (sol ou paroi)
Toilettage	L'oiseau met son bec dans ses plumes (au moins une seconde)
Étirement	L'oiseau réalise l'extension d'une aile ou d'une patte sans se déplacer (au moins une extension)
Perché	Au moins une patte est accrochée au perchoir (au moins une seconde)
Au sol	Au moins une patte est posée sur le sol (au moins une seconde)
Partie proximale de la cage	Le pigeon se tient sur le devant de la cage, dans la partie proche du reste de la pièce, devant le perchoir (au moins une seconde)
Partie distale de la cage	Le pigeon se tient au fond de la cage, dans la partie proche du mur, derrière le perchoir (au moins une seconde)

c. Réalisation des budgets d'activité

Pour chaque individu, la proportion de la durée allouée à chaque comportement par rapport à la durée d'observation totale a été calculée. Cela permet d'obtenir le budget d'activité de chaque individu.

d. Réalisation d'une pondération en fonction du niveau sonore

Au cours de l'étude, le niveau sonore ambiant a pu avoir un effet sur la réalisation des comportements par les pigeons. Or, comme les observations n'étaient pas synchrones entre les individus, chaque pigeon a été exposé de façon variable aux différentes conditions sonores définies (« silence », « bruit modéré » et « bruit intense » voir partie « Le bruit ambiant constitue-t-il une contrainte ? » (paragraphe 6.D)). Pour éviter toute interférence lors des comparaisons interindividuelles, il a été décidé d'équilibrer de façon artificielle l'exposition aux différentes conditions sonores en faisant comme si chaque oiseau avait été soumis à chacune des trois conditions sonores pendant un tiers de la période d'observation. Ainsi, les pourcentages de temps alloués à chaque comportement ont été recalculés en conséquence. Par exemple, considérons un individu qui aurait passé 10 secondes à réaliser un comportement en condition de silence, alors que la période de silence ne dure que 30 minutes sur 3 heures d'observation. Pour équilibrer l'exposition aux conditions sonores, on augmente artificiellement le temps passé en condition de silence à 1 heure, soit un tiers de l'observation totale (tout comme le temps passé dans les autres conditions sonores est ramené à 1 heure). Le comportement étudié dure alors artificiellement 20 secondes et le pourcentage de temps alloué à ce comportement peut être modifié. Sauf mention contraire, toutes les données utilisées dans ce travail sont les données artificiellement corrigées.

D. Peut-on utiliser une méthode d'observation des pigeons moins chronophage ?

L'objectif de cette partie est de rechercher une méthode d'acquisition des données et d'échantillonnage qui soit la moins chronophage possible pour évaluer la durée allouée à chaque comportement par chaque individu. On cherche à ce que la méthode simplifiée soit concordante avec la méthode de référence d'échantillonnage exhaustif, c'est-à-dire qu'elle fournisse des résultats les plus proches de la réalité. On souhaite aussi que cette méthode simplifiée soit reproductible, c'est-à-dire qu'une bonne concordance soit observée quel que soit l'individu et le comportement.

a. Réalisation de budgets d'activité en échantillonnage discontinu

Deux autres méthodes d'échantillonnage des comportements ont été réalisées à partir des enregistrements vidéo continus préalablement obtenus. Elles ont consisté à relever de façon discontinue les comportements réalisés.

- ***Échantillonnage de 5 minutes toutes les 60 minutes***

Les comportements ont été relevés de façon exhaustive pendant 5 minutes toutes les 60 minutes sur l'ensemble de l'enregistrement vidéo disponible pour chaque individu. À la fin de la période de 5 minutes, le comportement en cours était observé jusqu'à la fin de sa réalisation et sa durée totale était notée.

- ***b. Échantillonnage de 1 minute toutes les 10 minutes une heure sur deux***

Les comportements ont été relevés de façon exhaustive pendant 1 minute toutes les 10 minutes et une heure sur deux sur l'ensemble de l'enregistrement vidéo disponible pour

chaque individu. À la fin de la période d'une minute, le comportement en cours était observé jusqu'à la fin de sa réalisation et sa durée totale était notée.

b. Comparaison des budgets d'activités en échantillonnage discontinu à la méthode d'échantillonnage exhaustive

- *Calcul du coefficient de concordance de Lin*

La concordance entre la méthode exhaustive d'échantillonnage continue (considérée comme méthode de référence) à celle de chacune des deux méthodes discontinues a été évaluée. La mesure de la concordance a été faite par calcul du coefficient de concordance de Lin pour chaque comportement (sur une base de 6 valeurs, une par individu). Ce calcul a été réalisé grâce à l'outil Excel développé par Loïc Desquilbet (Concordance quantitative (Bland et Altman et CC Lin) v3.30) (Desquilbet, 2012).

- *Interprétation du coefficient de concordance de Lin*

Le coefficient de concordance de Lin est de 1 au maximum. Plus il est élevé et plus le niveau de concordance entre les deux méthodes de mesures comparées est important. Les coefficients peuvent être interprétés de la façon suivante (Tableau 6) :

Tableau 6 : Interprétation du coefficient de concordance de Lin selon Partik (2022)

(D'après Desquilbet, 2012)

Partik, 2002	
< 0,50	Inacceptable
0,51-0,60	Mauvais (Poor)
0,61-0,70	Passable (Mediocre)
0,71-0,80	Moyennement satisfaisant
0,81-0,90	Plutôt bon (fairly good)
0,91-0,95	Très bonne (very good)
> 0,95	Excellente

E. Les pigeons bisets en soins au CHUV-FS présentent-ils les comportements normaux de l'espèce ?

Les données comportementales ont été obtenues tel que décrit précédemment et les résultats moyennés. Deux types de résultats sont présentés : bruts et avec pondération en fonction de la condition sonore. La recherche statistique de différences de temps alloué entre les comportements a été réalisée grâce à un test de permutation réalisée sur un modèle linéaire multivarié (prenant en compte l'appariement des données provenant d'un même individu). Des comparaisons post-hoc entre les comportements deux-à-deux ont été faites grâce à la méthode de Bonferroni corrigée. Les intervalles de confiance à 95 % ont été calculés avec un test de Student.

F. Les pigeons observés réagissent-ils à de potentielles contraintes imposées par la captivité ?

Les contraintes potentielles étudiées ont été : l'arrivée dans un nouvel environnement, le bruit ambiant, le confinement et la distribution de la nourriture imposée.

a. L'hébergement dans les cages de soins est-elle une contrainte pour les pigeons bisets ?

Comme évoqué en introduction, l'utilisation de l'espace est un indicateur de bien-être chez les animaux captifs. Il permet d'évaluer si celui-ci est mal exploité ou source de contrainte. L'utilisation de l'espace par les pigeons bisets reçus au centre a donc été étudiée.

- *Acquisition des données comportementales*

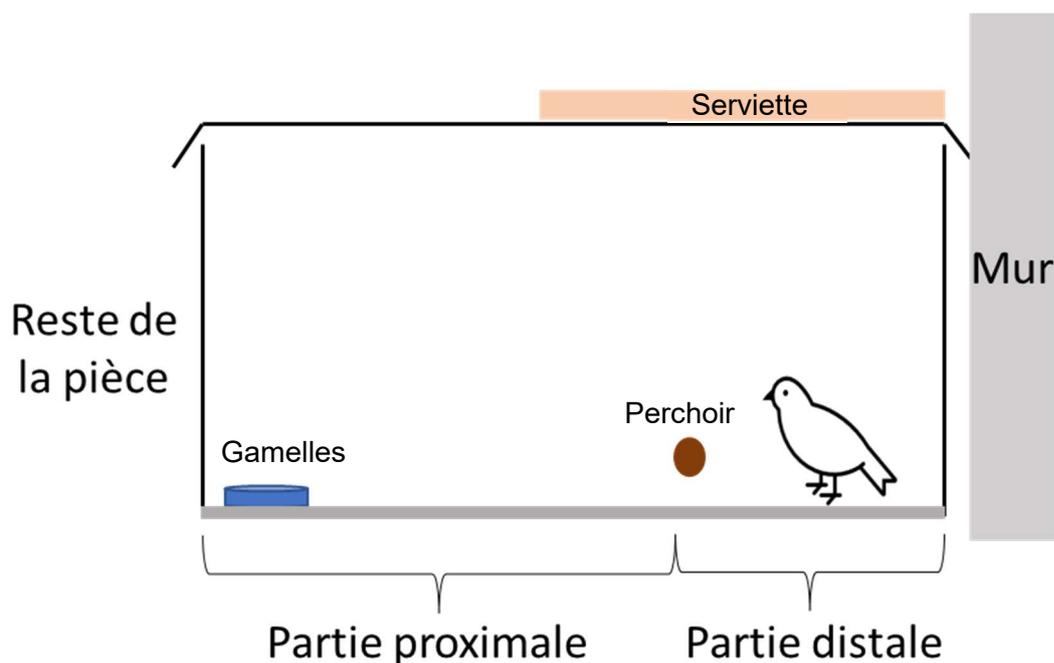
Les données sur la répartition des animaux dans l'espace ont été obtenue de la même façon que les autres données comportementales (échantillonnage continu).

- *Découpage de l'espace*

L'espace disponible dans la cage a été découpé de la façon suivante :

- Perché ou au sol : Le comportement « perché » fait référence à l'utilisation du perchoir mis à disposition dans la cage ;
- Partie proximale ou partie distale de la cage : La cage a été découpée en deux parties selon la position du perchoir (Figure 9). La partie proximale correspond à la zone (2/3 de la surface de la cage) située du côté du perchoir le plus proche du reste de la pièce (où se trouvent les soigneurs) et où est disposée l'alimentation. La partie distale de la cage correspond à la zone (1/3 de la surface de la cage) située du côté du perchoir le plus proche du mur (à l'opposée d'où se trouvent les soigneurs) et complètement abritée par la serviette positionnée sur le couvercle de la cage. On note que cette distinction entre « partie proximale » et « partie distale » de la cage fait intervenir plusieurs composantes : la position par rapport au perchoir, le positionnement sous la serviette et l'éloignement à la zone où se trouvent les soigneurs.

Figure 9 : Représentation schématique du découpage entre la partie proximale et la partie distale de la cage (coupe longitudinale) (réalisation : Chloé Paquet)



- *Analyse des données*

Des moyennes, sur l'ensemble des individus, de la proportion de temps passé dans chaque localisation ont été réalisées. Une comparaison statistique des moyennes a été réalisée avec un test de permutation (test non paramétrique) et les intervalles de confiance à 95 % calculés avec un test de Student.

b. L'arrivée dans un nouvel environnement est-elle une contrainte chez les pigeons bisets reçus au CHUV-FS ?

L'objectif de cette partie était d'étudier l'évolution du budget d'activité des animaux en soins en fonction de leur durée de présence au centre.

- *Acquisition des données comportementales*

Les données comportementales sont les mêmes que celles utilisées pour la réalisation des budgets d'activité.

- *Analyse des données*

Le pourcentage de temps alloué à chaque comportement par chaque individu a été représenté en nuage de point en fonction du temps de présence au CHUV-FS des individus.

L'analyse statistique de l'association entre le pourcentage de temps alloué à chaque comportement et la durée de présence au centre a été réalisée grâce à un test de permutation sur un modèle linéaire. Un coefficient de détermination R^2 a été calculé.

c. La distribution imposée des gamelles une fois par jour est-elle une contrainte pour les pigeons bisets hébergés au CHUV-FS ?

L'objectif de cette partie est d'étudier le comportement de prise alimentaire, de consommation d'eau et de picorage pour rechercher un effet du changement des gamelles sur ceux-ci.

- *Acquisition des données comportementales*

La méthode d'acquisition des données sur les comportements de prise alimentaire, de consommation d'eau et de picorage est la même que celle présentée précédemment. Les données n'ont pas été converties en pourcentage et ont été représentées sur une échelle de temps par rapport au moment de changement de gamelles.

- *Analyse des données*

- Survenue des comportements par rapport au moment de distribution des gamelles

Pour évaluer l'effet de la distribution des gamelles sur les comportements cités précédemment, la durée totale de chaque comportement sur des plages de 5 minutes (300 secondes) a été représentée en fonction du temps et par rapport au moment du changement de gamelle ($t=0s$) sur l'ensemble de la période d'observation de chaque individu.

Une moyenne de la durée par plage de 5 minutes a été réalisée pour chaque comportement avant et après le changement de gamelle. La comparaison statistique des deux moyennes a été faite grâce à un test de permutation.

- Association entre la prise alimentaire et la consommation d'eau

Dans cette partie on cherche à savoir si la prise alimentaire et la consommation d'eau ont lieu de façon combinée. Le nombre d'épisodes de consommation d'eau a été dénombré ainsi que le nombre d'occurrence de ce même comportement survenant avec une prise alimentaire dans un intervalle de temps d'une minute avant et après l'épisode d'abreuvement. Cela a ainsi permis d'exprimer le pourcentage d'épisodes de consommation d'eau associé à au moins un épisode de prise alimentaire dans les deux minutes en fonction du nombre d'épisodes de consommation d'eau au total. Le même pourcentage a été réalisé pour le comportement de prise alimentaire et son association avec le comportement de consommation d'eau.

d. Le bruit ambiant constitue-t-il une contrainte pour les pigeons bisets hébergés au CHUV-FS ?

L'objectif de cette partie était de rechercher un effet de la condition sonore sur la réalisation des différents comportements par les pigeons. Une adaptation des pigeons au bruit a également été recherchée.

- *Mesure du bruit ambiant*

Une mesure du bruit ambiant audible sur l'enregistrement vidéo a été réalisée en parallèle grâce au logiciel Boris (outil de représentation de l'intensité sonore en fonction du temps (sound waveform)).

Trois niveaux sonores ont été définis pour les événements bruyants selon l'échelle d'intensité répertoriée par le logiciel (unité inconnue) : « silence » de 0 à 700, « bruit moyen »

de 700 à 2000 et « bruit fort » au-delà de 2000. Le premier niveau correspondait à l'absence de bruit d'origine humaine audible (condition de « silence »), le second à la présence de bruit d'origine humaine dans des salles adjacentes ou dans la même salle mais de faible intensité (condition de « bruit modéré ») et le dernier à du bruit fort ou à proximité de la cage observée (condition de « bruit intense »).

L'émission de bruit étant discontinue, la condition sonore à un temps donné était celle correspondant à l'évènement bruyant de plus grande intensité sonore survenu au cours des dernières deux minutes.

La condition sonore était notée en parallèle de l'observation des comportements et associée à ceux-ci.

- *Acquisition des données comportementales*

Les données comportementales sont les mêmes que celles utilisées pour la réalisation des budgets d'activité.

- *Analyse des données comportementales*

- Comparaison des budgets d'activité et du positionnement dans l'espace dans les trois conditions sonores

L'objectif de cette partie était de savoir si les comportements réalisés variaient avec le niveau de bruit ambiant.

Pour chaque individu, un budget d'activité a été réalisé pour chaque condition sonore à laquelle il a été soumis. Des budgets d'activités moyens sur tous les individus ont ensuite été réalisés pour chaque situation sonore.

- Part du comportement réalisée dans chaque condition sonore

L'objectif de cette partie était de savoir si certains comportements étaient réalisés préférentiellement dans une condition sonore donnée et donc potentiellement induits par le niveau sonore.

La part de réalisation du comportement dans chaque situation sonore a été calculée. Cette part correspond à la fraction « durée allouée au comportement dans une des conditions sonores » sur « durée totale allouée au comportement quelle que soit la condition sonore ». Ainsi, comme trois classes sonores ont été créées, si cette proportion calculée excède 0,33 dans une condition sonore, cela signifie que le comportement a été réalisé préférentiellement dans cette condition sonore. L'analyse statistique a consisté à réaliser, pour chaque comportement, une comparaison entre les trois proportions correspondant chacune à une condition sonore grâce à un test de permutation.

- Évolution de la part du comportement réalisé dans chaque condition sonore en fonction de l'importance de la condition sonore sur la journée

L'objectif de cette partie était de rechercher s'il existait une adaptation au niveau sonore à l'échelle de la journée. Les proportions, calculées précédemment, de réalisation des comportements dans chacune des trois conditions sonores ont été ré-utilisées pour cela. Elles ont été représentées en nuage de point (un point représentant la proportion d'un comportement dans une condition sonore pour un individu) en fonction du pourcentage de

temps de la condition sonore par rapport à la durée totale de l'observation (logiciel Excel (v. 2206)). L'analyse statistique de l'association entre la proportion de comportement réalisé dans une condition sonore et son occurrence dans la journée a été faite avec un test de permutation réalisé sur un modèle linéaire. Un coefficient de détermination R^2 a été calculé.

- Modulation de l'effet de la durée de présence sur un comportement par le niveau de bruit ambiant : évolution de la part du comportement réalisé dans chaque condition sonore en fonction de la durée de présence au centre

L'objectif de cette partie était de rechercher si le niveau sonore modulait l'effet de la durée de présence au CHUV-FS sur la réalisation des comportements. Les proportions de chaque comportement réalisé dans les trois conditions sonores calculées précédemment ont été ré-utilisées pour cela. Elles ont été représentées en nuage de point (un point représentant la proportion d'un comportement dans une condition sonore pour un individu) en fonction de la durée passée au centre par l'individu. L'analyse statistique de l'association entre la proportion de comportement réalisé dans une condition sonore et la durée de présence au CHUV-FS a été faite avec un test de permutation réalisé sur un modèle linéaire. Un coefficient de détermination R^2 a été calculé.

e. Exploitation statistiques et recherche de biais dans l'étude

Toutes les analyses statistiques ont été faites grâce au logiciel R (v 3.5.1). Les calculs des coefficients de détermination R^2 ont été faits sur Excel (v. 2206).

Des biais de confusion potentiels existent lors de l'étude de l'effet de la durée de présence sur différents comportements. En effet, la durée de présence dans le centre est statistiquement associée au poids à l'arrivée et au poids le jour de l'observation. En revanche il existe une très forte colinéarité entre ces trois facteurs et donc, probablement, une relation de conséquence entre eux. Ils ne peuvent donc pas agir comme facteur de confusion (Figures 41 a,b,c en annexes). Cependant, l'effet de la durée de présence au centre pourrait être également interprété comme l'effet du poids à l'arrivée ou celui du jour d'observation. Dans cette étude, le facteur étudié a été la « durée de présence » car il semblait être le plus pertinent. Il n'existe pas d'association significative entre la proportion de temps passé dans chaque condition sonore au cours d'une journée et la durée de présence au centre, l'effet des deux facteurs a donc été étudié.

3. Résultats

A. Concordance et reproductibilité de deux méthodes d'échantillonnage discontinu avec la méthode d'échantillonnage continu

La concordance entre les résultats obtenus de manière simplifiée et l'approche exhaustive (échantillonnage en continu) a été calculée pour chaque comportement pour chacune des deux méthodes simplifiées. Les résultats des coefficients de concordance de Lin sont présentés dans les Tableaux 7 et 8.

Les niveaux de concordance observés n'étaient pas suffisants pour valider les méthodes simplifiées. La concordance avec la méthode continue était, au mieux, moyennement satisfaisante avec la méthode d'échantillonnage de cinq minutes toutes les soixante minutes. Elle n'était que passable, au mieux, avec la méthode d'échantillonnage d'une minute toutes les dix minutes une heure sur deux. Le niveau de concordance était variable selon le comportement observé. On note que les comportements d'alerte et d'étirements étaient, dans les deux méthodes, ceux pour lesquels l'échantillonnage discontinu était le plus concordant avec l'échantillonnage continu. Le comportement de prise alimentaire était également un des comportements avec un coefficient de concordance supérieur aux autres pour les deux méthodes.

Pour les deux méthodes, les comportements de vol, battements d'ailes et toilettage étaient ceux dont les coefficients de concordance étaient les plus bas.

Aucune des deux méthodes simplifiées ne s'est révélée être suffisamment fiable à ce stade. Le reste des analyses a donc été réalisé sur les données obtenues à partir de la méthode d'échantillonnage exhaustive.

Tableau 7 : Valeurs des coefficients de concordance de Lin obtenus par la comparaison de la méthode d'échantillonnage discontinu de cinq minutes toutes les soixante minutes et de la méthode continue exhaustive

Comportement	Coefficient de concordance de Lin	Écart type du coefficient de Lin	Interprétation
Alerte	0,79	[-0,31 ; 0,99]	Moyennement satisfaisant
Étirements	0,74	[0,4 ; 0,9]	Moyennement satisfaisant
Prise alimentaire	0,59	[-0,42 ; 0,95]	Mauvais
Picorage	0,58	[-0,62 ; 0,97]	Mauvais
Consommation d'eau	0,47	[-0,55 ; 0,93]	Inacceptable
Marche	0,45	[-0,6 ; 0,93]	Inacceptable
Inactivité	0,43	[-0,22 ; 0,82]	Inacceptable
Vol	0,09	[-0,56 ; 0,67]	Inacceptable
Battements d'ailes	-0,01	[-0,04 ; 0,03]	Inacceptable
Toilettage	-0,14	[-0,77 ; 0,63]	Inacceptable

Tableau 8 : Valeurs des coefficients de concordance de Lin obtenus par la comparaison de la méthode d'échantillonnage discontinu d'une minute toutes les dix minutes une heure sur deux et de la méthode continue exhaustive

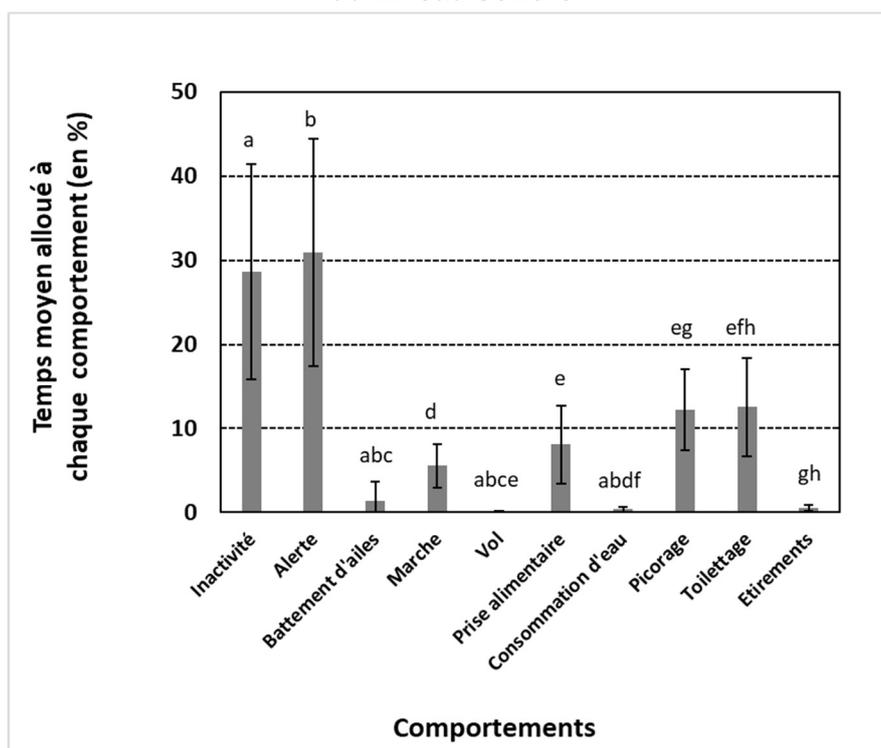
Comportement	Coefficient de concordance de Lin	Écart type du coefficient de Lin	Interprétation
Étirements	0,63	[-0,08 ; 0,91]	Passable
Alerte	0,54	[-0,56 ; 0,95]	Mauvais
Consommation d'eau	0,50	[-0,31 ; 0,89]	Mauvais
Prise alimentaire	0,24	[-0,63 ; 0,85]	Inacceptable
Marche	0,17	[-0,26 ; 0,54]	Inacceptable
Picorage	0,15	[-0,13 ; 0,41]	Inacceptable
Inactivité	0,15	[-0,25 ; 0,51]	Inacceptable
Battements d'ailes	-0,01	[-0,19 ; 0,18]	Inacceptable
Vol	-0,05	[-0,4 ; 0,31]	Inacceptable
Toilettage	-0,3	[-0,73 ; 0,29]	Inacceptable

B. Budget d'activité des pigeons bisets de l'échantillon

a. Budget d'activité moyen sans prise en compte des niveaux sonores

Le budget d'activité, moyenné sur l'ensemble des animaux, est présenté Figure 10. Les pigeons observés ont tous présenté plusieurs comportements de durée variable. Une grande variabilité inter-individuelle est notée dans le pourcentage de temps alloué à chaque comportement. En moyenne, les pigeons de l'échantillon ont passé une plus grande proportion de temps à être alertes ou inactifs qu'à réaliser d'autres comportements. La différence était statistiquement significative pour certains comportements et interprétée subjectivement pour les autres (Cf. Tableau 9 en annexes).

Figure 10 : Budget d'activité moyen des pigeons de l'échantillon sans prise en compte du niveau sonore



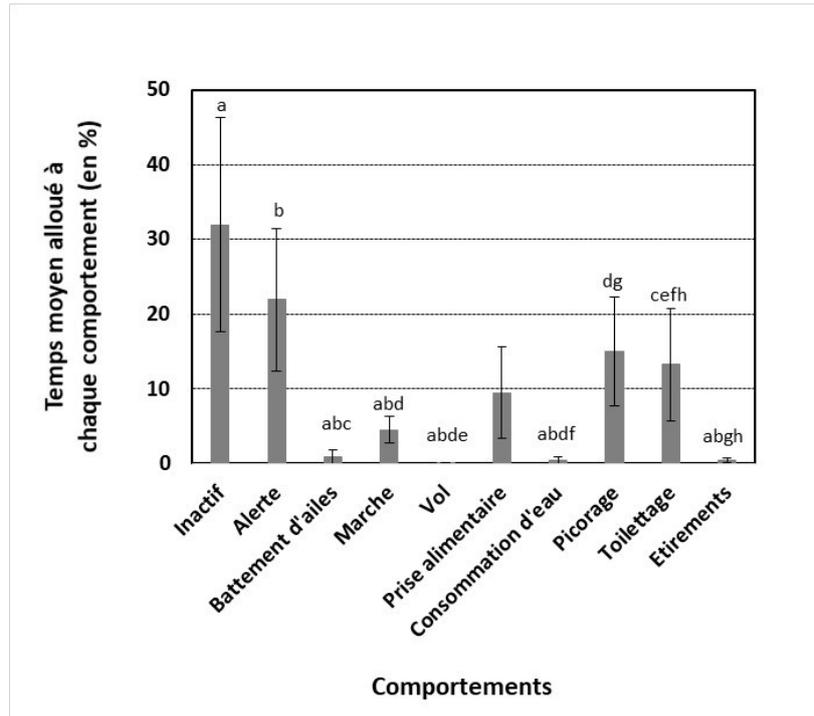
Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95 % ; n=6.

Les barres portant la même lettre (a, b, c, ...) indiquent des données significativement différentes entre elles ($p < 0,001$ dans le cadre des comparaisons post-hoc).

b. Budget d'activité moyen avec pondération entre les niveaux sonores

En moyenne, le pourcentage de temps d'observation était de 8,4 % en condition de « silence », de 22,6 % en condition de « bruit modéré » et de 69 % en condition de « bruit intense ». Après pondération en fonction de la durée des différentes conditions sonores, le comportement individuel des différents pigeons demeurait toujours très variable (Figure 11). On note également une prépondérance des comportements « inactif » et « alerte » sur les autres comportements. Celle-ci était statistiquement significative pour certains comportements et interprétée subjectivement pour les autres comportements (différence non significative) (Cf. Tableau 10 en annexes).

Figure 11 : Budget d'activité moyen des pigeons de l'échantillon après pondération entre les niveaux sonores



Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95 % ; n=6.

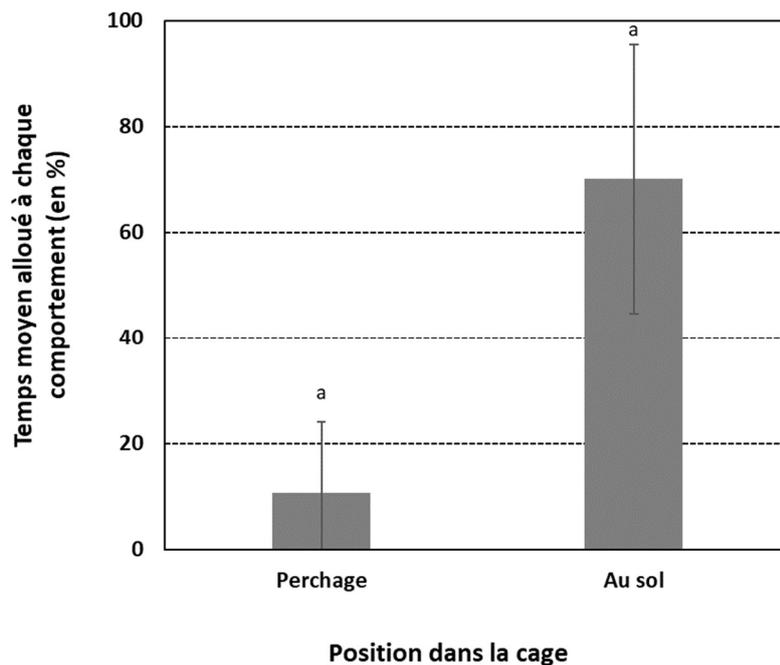
Les barres portant la même lettre (a, b, c, ...) indiquent des données significativement différentes entre elles

C. Utilisation de l'espace dans un environnement contraint

a. Positionnement sur le perchoir

Les pigeons de l'échantillon passaient significativement moins de temps perchés qu'au sol (Figure 12) ($p= 0,004$).

Figure 12 : Répartition spatiale moyenne entre le sol et le perchoir



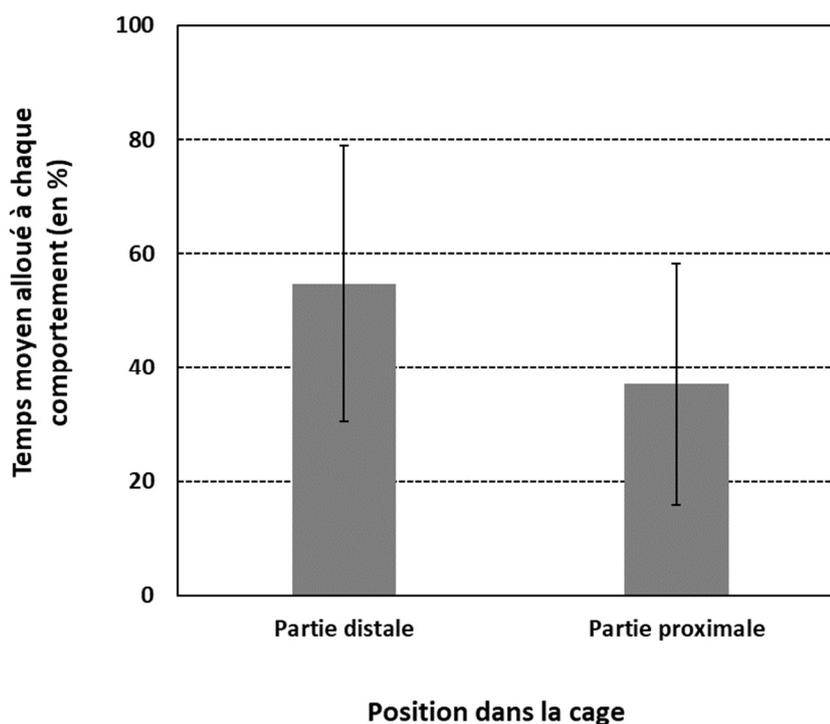
Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95 % ; n=6.

Les barres portant la même lettre (a) indiquent des données significativement différentes entre elles ($p=0,004$).

b. Positionnement dans la longueur de la cage

Aucune différence significative n'a été observée entre le temps passé dans la partie proximale ou distale de la cage (et donc derrière le perchoir ou devant celui-ci) ($p=0,354$) (Figure 13).

Figure 13 : Répartition spatiale moyenne des pigeons entre les parties distale et proximale de la cage



Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95 % ; $n=6$; $p=0,354$.

c. Comportement de fuite

Certains individus observés présentaient des épisodes de marche en longeant les parois avec un port de tête dirigé vers l'extérieur de la boîte et associés à du picorage de la paroi en plastique. Ce comportement n'a pas été dissocié des comportements « marche » et « picorage » au cours des mesures mais pourrait s'interpréter comme étant un comportement de recherche d'une issue.

D. Évolution des comportements présentés en fonction de la durée de présence au centre

a. Budget d'activité en fonction du temps de présence au centre de soins

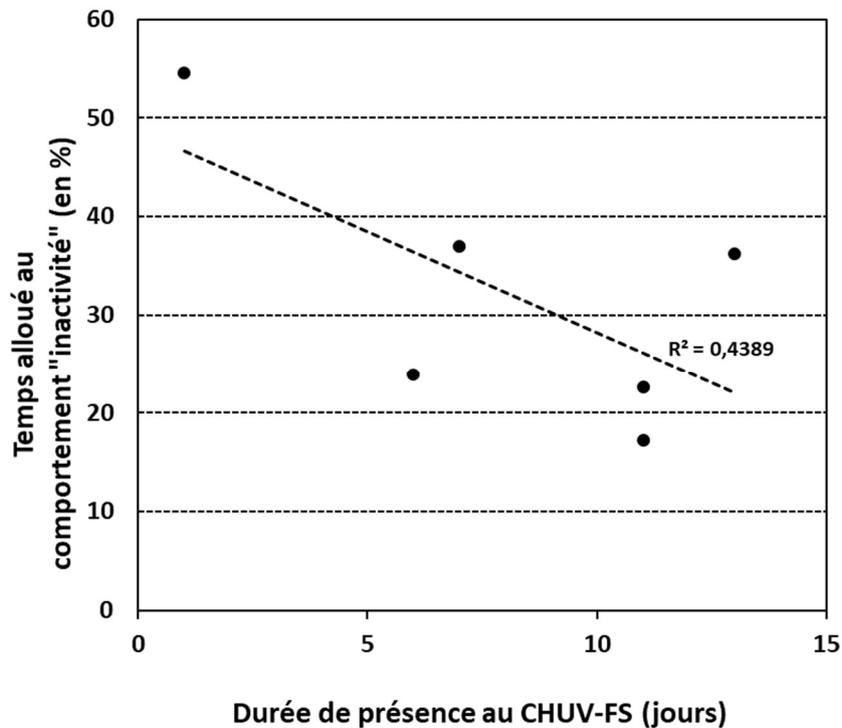
Les figures 14 à 21 présentent les budgets d'activité, comportement par comportement, en fonction de la durée de présence dans le centre. Les pourcentages de temps accordés aux comportements « battement d'ailes », « vol » et « consommation d'eau » n'étaient pas influencés par la durée de présence des pigeons dans le centre et ne sont donc pas présentés dans cette section (Voir Figures 42 à 44 en annexes).

Pour les autres comportements, aucune association significative entre la durée de présence et le pourcentage de temps alloué aux comportements étudiés n'a été mise en évidence (p -valeurs entre 0,06 et 0,86 ; Tableau 11 en annexes) mais certaines tendances subjectives ont été relevées.

- *Inactivité*

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement d'inactivité diminuait, non significativement ($p=0,16$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 14).

Figure 14 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "inactivité" en fonction du temps passé au centre de soins

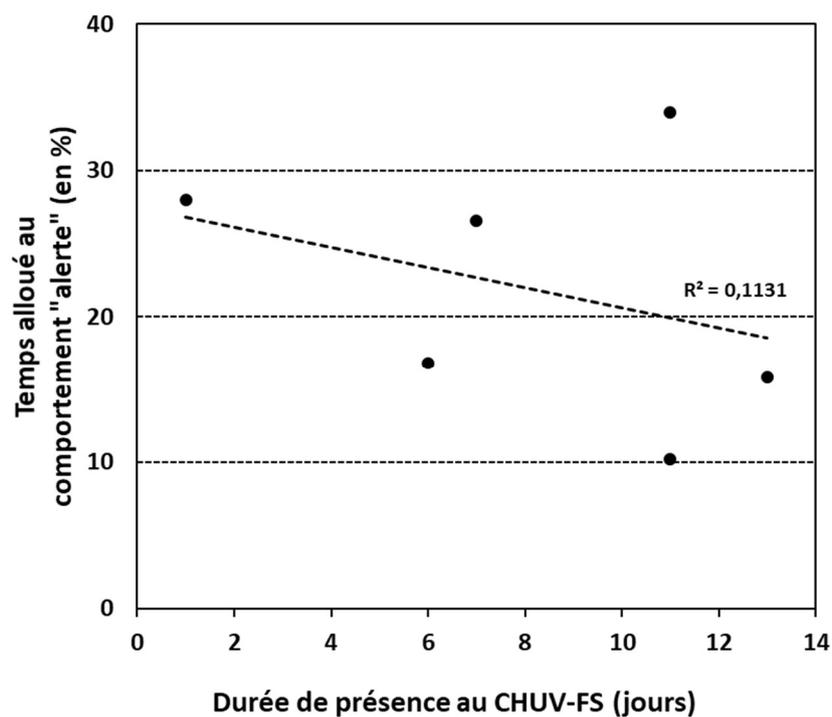


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,16$.

- *Alerte*

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement d'alerte diminuait, non significativement ($p=0,52$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 15).

Figure 15 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "alerte" en fonction du temps passé au centre de soins

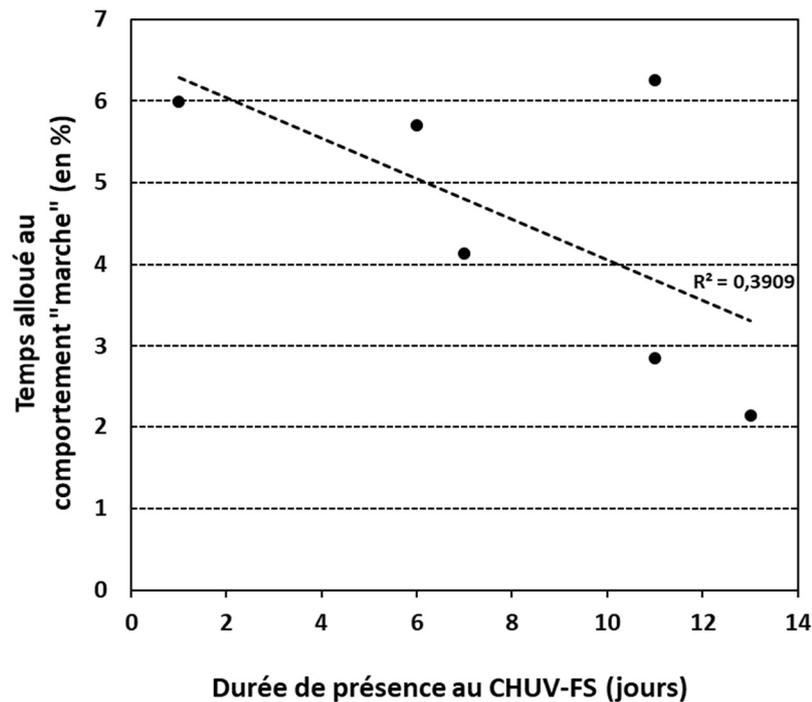


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,52$.

- Marche

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement de marche diminuait, non significativement ($p=0,20$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 16).

Figure 16 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "marche" en fonction du temps passé au centre de soins

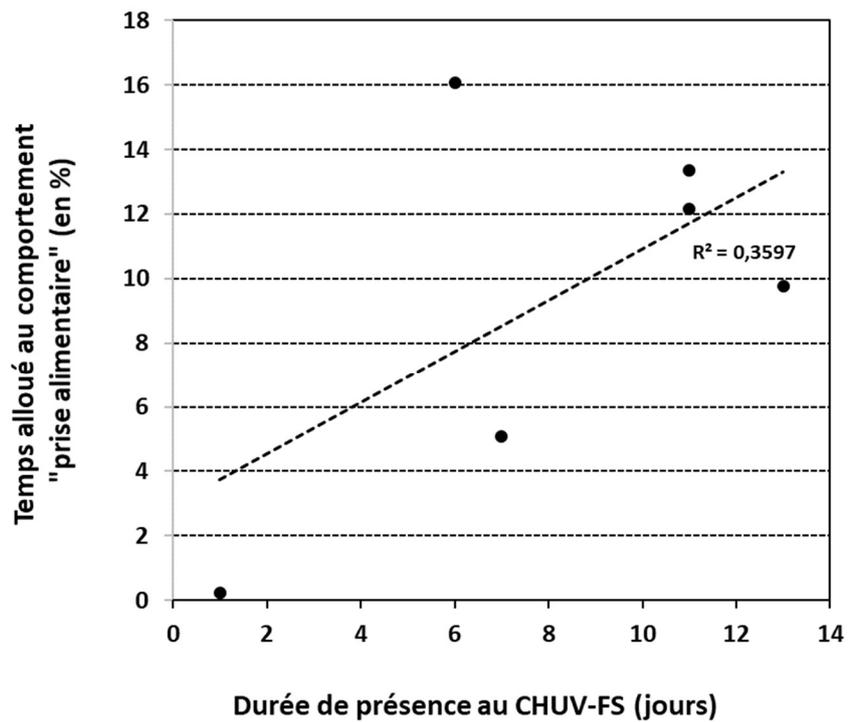


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,20$.

- *Prise alimentaire*

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement de prise alimentaire augmentait, non significativement ($p=0,23$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 17). Cette tendance semblait cependant être très dépendante des données issues de l'individu présent depuis seulement un jour et dont le niveau d'autonomie alimentaire est inconnu. Aucune tendance concernant l'évolution du temps alloué à la prise alimentaire selon la durée de présence au CHUV-FS n'a pu être mise en évidence en retirant les données de cet individu.

Figure 17 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "prise alimentaire" en fonction du temps passé au centre de soins

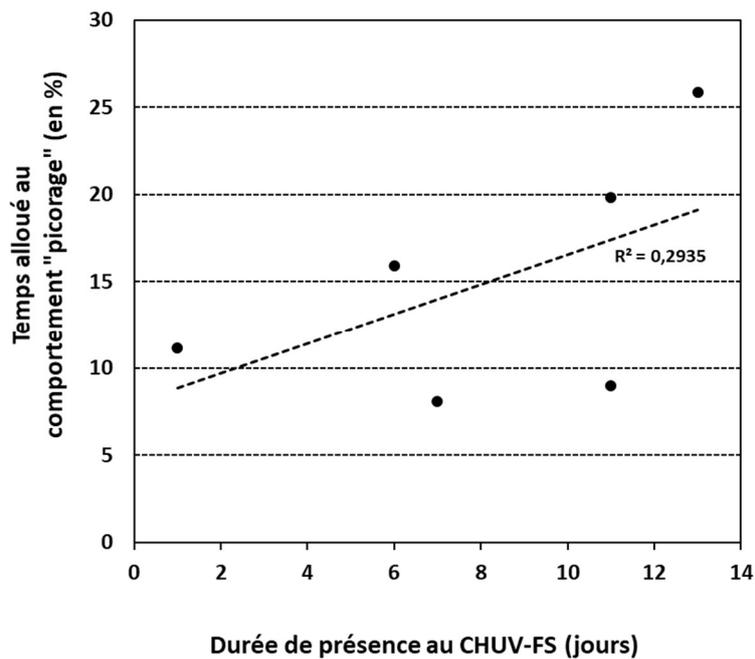


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,23$.

- *Picorage*

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement de picorage augmentait, non significativement ($p=0,28$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 18).

Figure 18 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "picorage" en fonction du temps passé au centre de soins

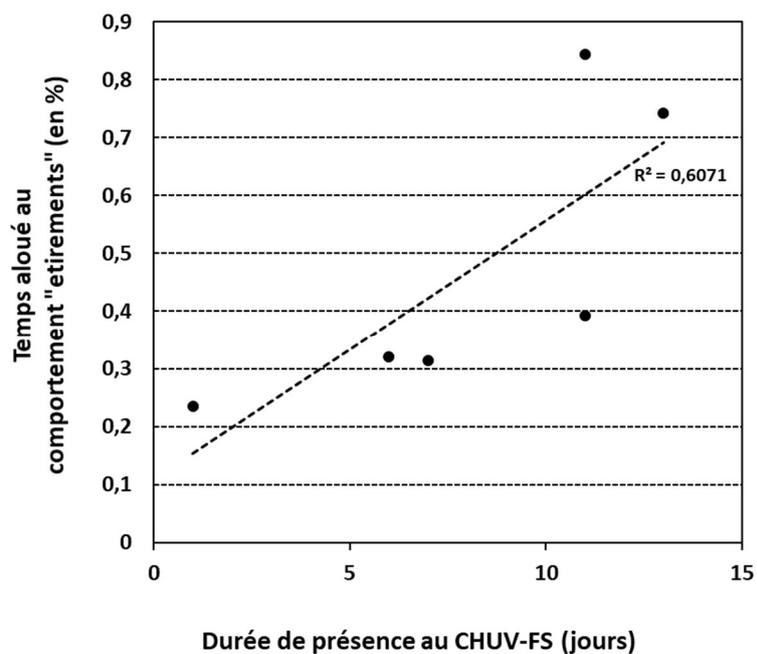


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,28$.

- *Étirements*

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement d'étirement augmentait, non significativement ($p=0,06$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 19).

Figure 19 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "étirements" en fonction du temps passé au centre de soins

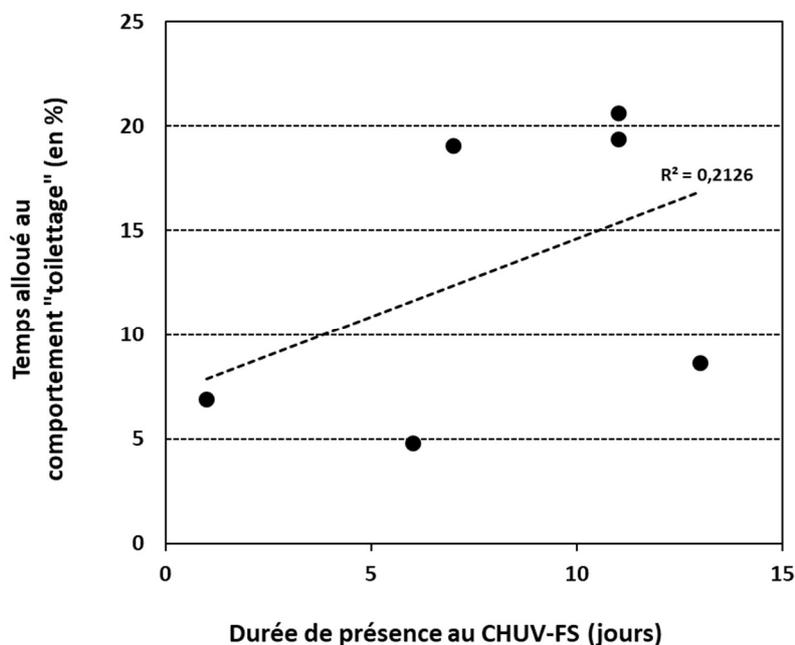


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,06$.

- *Toilettage*

Le pourcentage de temps alloué par les pigeons au comportement de toilettage augmentait, non significativement ($p=0,35$), lorsque leur durée de présence au CHUV-FS s'allongeait (Figure 20).

Figure 20 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "toilettage" en fonction du temps passé au centre de soins



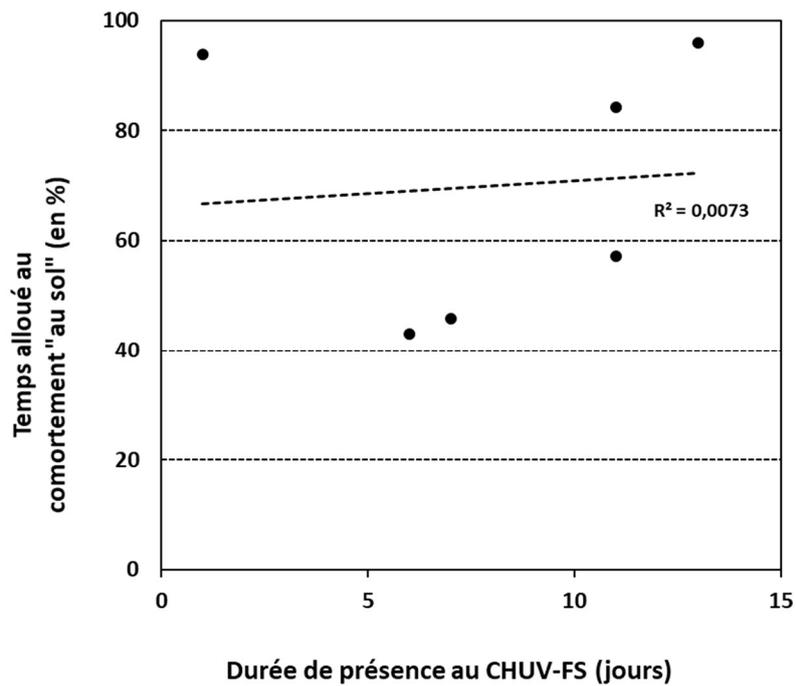
Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,37$.

b. Positionnement dans l'espace en fonction du temps de présence au centre

Les pourcentages de temps alloués aux comportements de perchage et de positionnement dans la longueur de la cage ne semblaient pas être influencés par la durée de présence des pigeons au CHUV-FS (Figures 45 et 46 en annexes).

Le pourcentage de temps passé au sol augmentait, non significativement ($p=0,88$), lorsque la durée de présence des pigeons au CHUV-FS s'allongeait. On note cependant le comportement d'un individu ayant passé une grande partie de son temps au sol dès son arrivée au centre (Figure 21). Ceci concourt probablement à la très faible significativité de l'association.

Figure 21 : Pourcentage moyen de temps passé au sol en fonction du temps passé au centre de soins



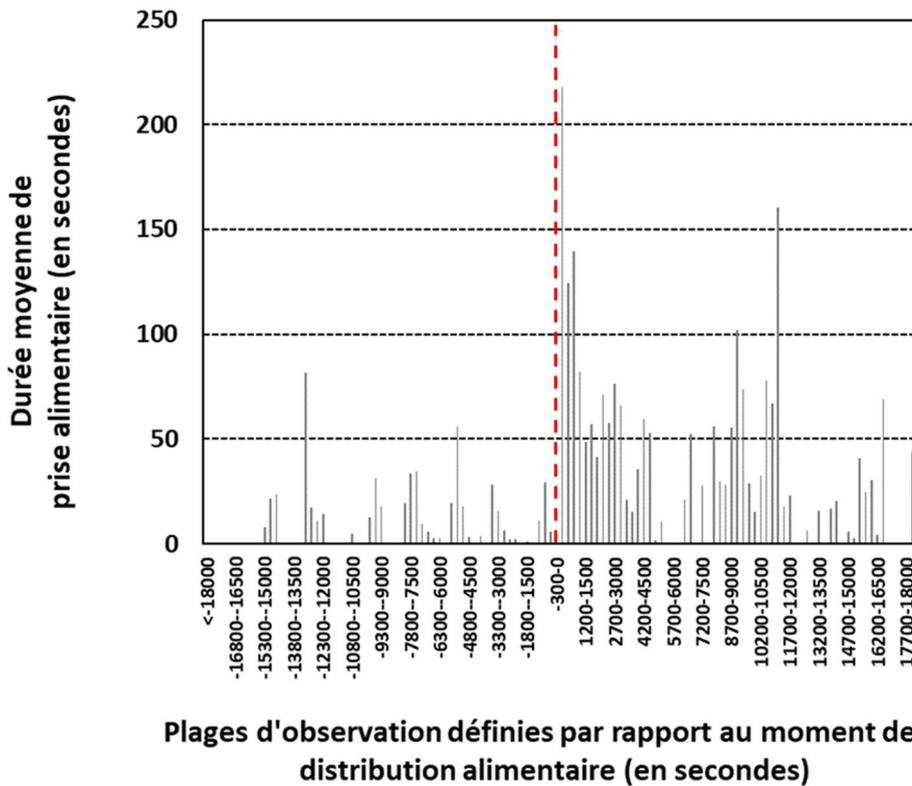
Chaque point représente les données obtenues sur un individu, $p = 0,88$.

E. Prise alimentaire et consommation d'eau

a. Moment de la prise alimentaire et d'eau

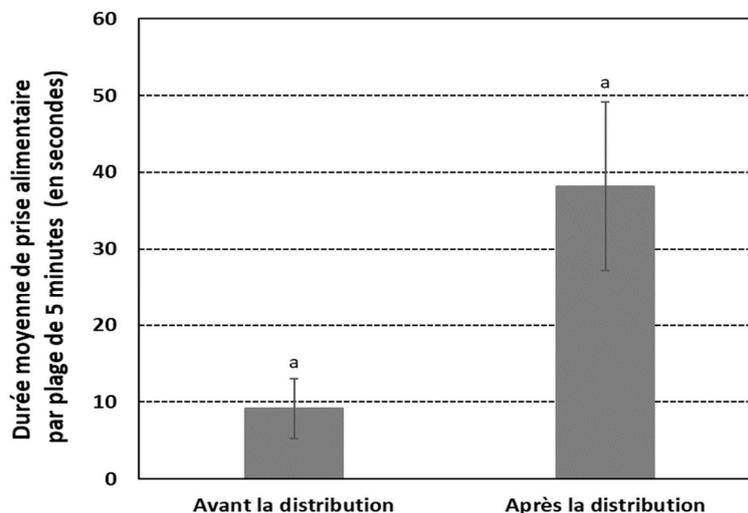
La prise alimentaire semblait être réalisée de façon cyclique (Figure 22). Après le retrait des restes d'aliments de la veille et la distribution d'un aliment « frais », les phases de prise alimentaire semblaient être plus longues et leur durée moyenne était significativement plus importante ($p < 0,001$) (Figure 23).

Figure 22 : Durée totale allouée à la prise alimentaire par plages d'observations définies par rapport au moment de distribution alimentaire



La distribution de l'aliment a lieu à T0 (ligne pointillée rouge). Les nuances de gris plus foncé correspondent à la superposition de certaines données du fait de leur très grand nombre.

Figure 23 : Comparaison des durées moyennes consacrées à la prise alimentaire sur les plages de 5 minutes avant et après la distribution alimentaire

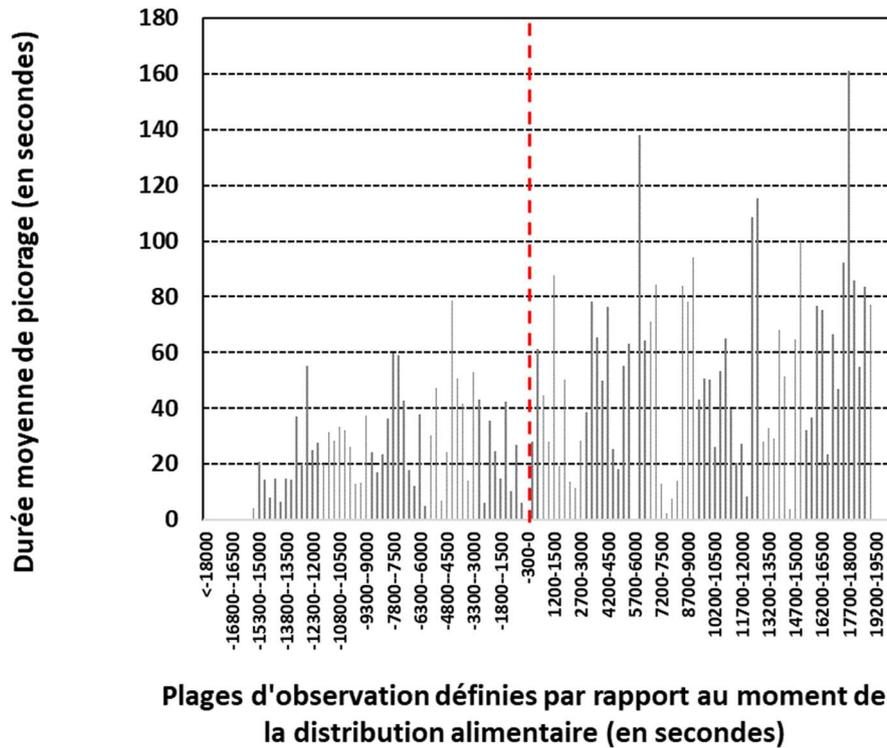


Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95 % ; n=6.

Les barres portant la même lettre (a) indiquent des données significativement différentes entre elles ($p < 0,001$).

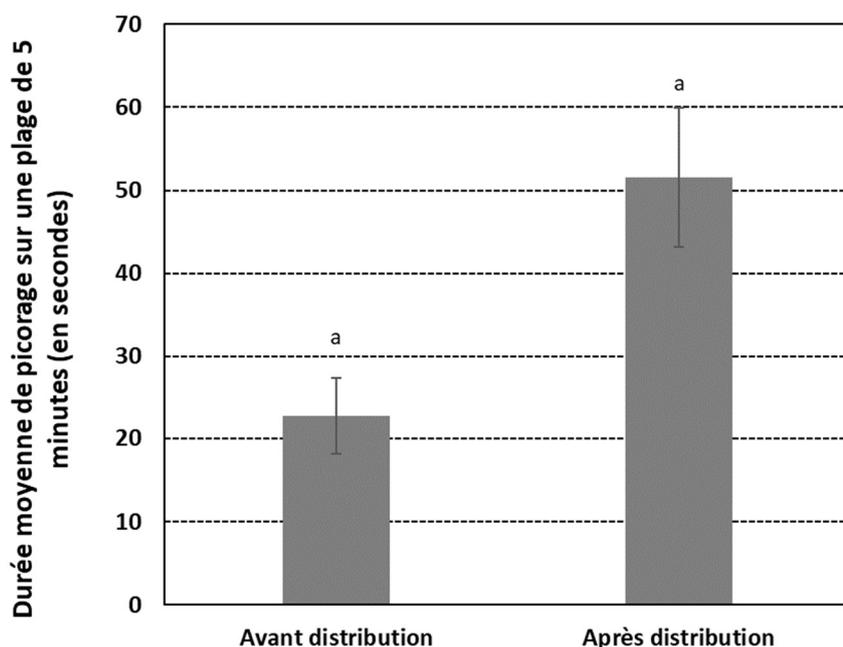
Contrairement à la prise alimentaire, le temps de picorage semblait réparti au cours de la journée des pigeons (Figure 24), bien qu'il soit significativement plus important juste après la distribution alimentaire ($p < 0,001$) (Figure 25).

Figure 24 : Durée totale allouée au picorage par plages d'observations définies par rapport au moment de distribution alimentaire



La distribution de l'aliment a lieu à T0 (ligne pointillée rouge). Les nuances de gris plus foncé correspondent à la superposition de certaines données du fait de leur très grand nombre.

Figure 25 : Comparaison des durées moyennes consacrées au picorage sur les plages de 5 minutes avant et après la distribution alimentaire

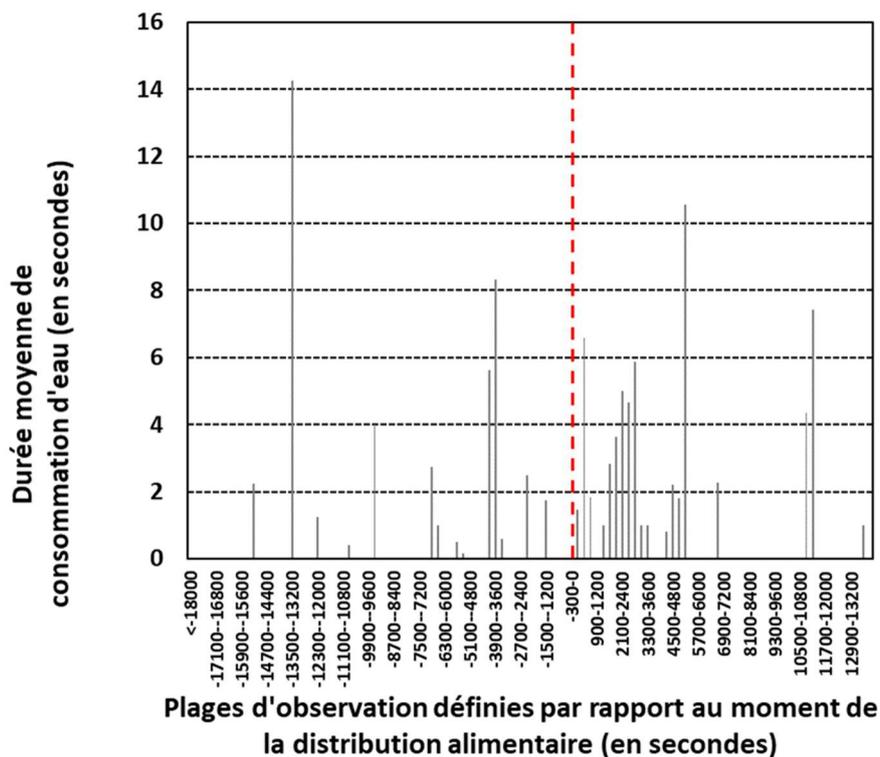


Les barres d'erreur représentent l'écart type à 95 % ; $n=6$.

Les barres portant la même lettre (a) indiquent des données significativement différentes entre elles ($p<0,001$).

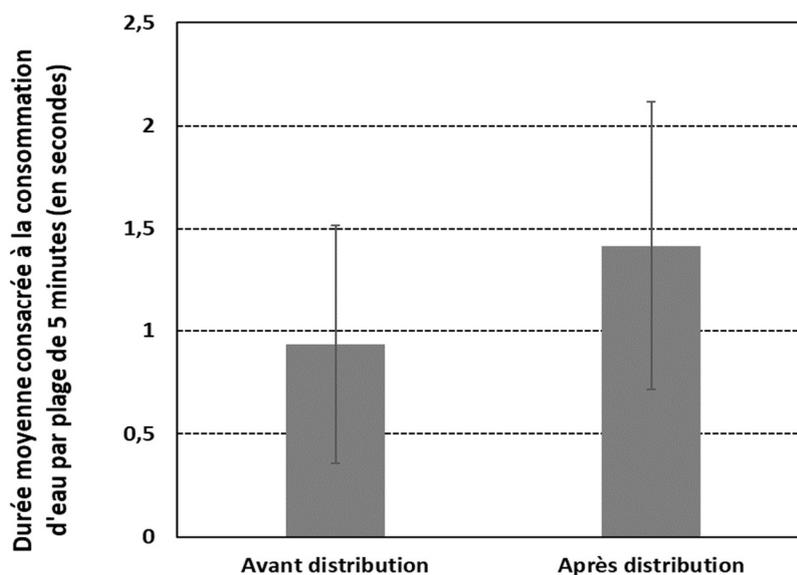
La consommation d'eau semblait épisodique au cours de la journée. En revanche elle apparaissait plus fréquemment après la distribution alimentaire (Figure 26) et s'avérait très réduite lorsque le récipient était souillé (données non présentées). La durée moyenne allouée au comportement «consommation d'eau» semblait, de façon non significative, plus importante après la distribution alimentaire ($p=0,16$) (Figure 27).

Figure 26 : Durée totale allouée à la consommation d'eau par plages d'observations définies par rapport au moment de distribution alimentaire



La distribution de l'aliment a lieu à T0 (ligne pointillée rouge). Les nuances de gris plus foncé correspondent à la superposition de certaines données du fait de leur très grand nombre.

Figure 27 : Comparaison des durées moyennes consacrées à la consommation d'eau sur les plages de 5 minutes avant et après la distribution alimentaire

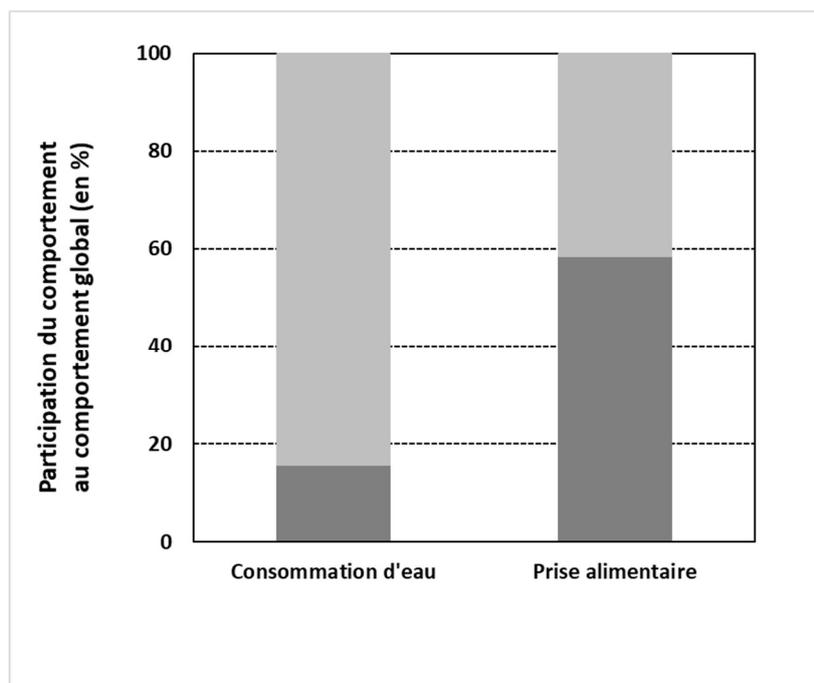


Les barres d'erreur représentent l'écart type à 95 % ; $n=6$; $p=0,16$.

b. Association entre prise alimentaire et consommation d'eau

Au sein de l'échantillon, les épisodes de consommation d'eau étaient majoritairement associés à des épisodes de prise alimentaire (environ 84 % du nombre d'occurrences total) (Figure 28). Cette proportion n'était pas majoritaire pour la prise alimentaire (environ 40 %).

Figure 28 : Proportion des comportements de prise alimentaire et de consommation d'eau réalisés de façon combinée ou non



Le graphique distingue les prises alimentaires ou d'eau uniquement (■) des prises alimentaires et d'eau combinées (▒).

F. Comportements des pigeons soumis à différentes conditions sonores

a. Budget d'activité pour chaque condition sonore

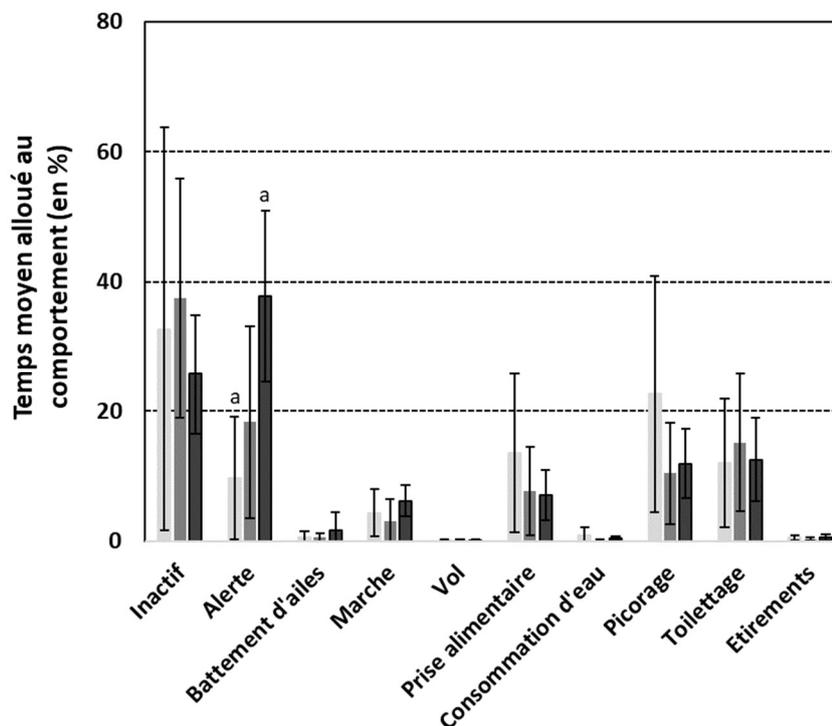
Dans l'échantillon, une différence significative a été mise en évidence entre le pourcentage moyen de temps alloué au comportement d'alerte entre les différentes conditions sonores ($p=0,031$). La proportion de temps allouée à ce comportement semblait plus importante en condition de « bruit intense » qu'en condition de « bruit modéré » et de « silence » (Figure 29).

Il n'y avait pas d'effet significatif de la condition sonore sur le pourcentage de temps alloué aux autres comportements (Tableau 12 en annexes). Cependant, en condition silencieuse, une proportion plus importante du temps semblait être allouée à la prise alimentaire (picorage, prise de nourriture, consommation d'eau) que dans les autres conditions sonores (Figure 29).

Comme pour le budget d'activité global, en conditions de « bruit modéré » et de « bruit intense », les individus de l'échantillon passaient globalement plus de temps inactifs ou en alerte (respectivement entre 30 et 40 % de leur temps et entre 20 et 35 %) alors qu'en

conditions de « silence », les pigeons de l'échantillon semblaient passer plus de temps inactifs ou à picorer (environ 30 % et 20 % respectivement).

Figure 29 : Budget d'activité dans chaque condition sonore



Les barres d'erreur représentent l'écart type à 95 % ; n=6.

Les barres portant la même lettre (a) indiquent des données significativement différentes entre elles.

Les conditions sonores testées sont le « silence » (■), le « bruit modéré » (■) et le « bruit intense » (■).

b. Localisation dans l'espace pour chaque situation sonore

La proportion de temps passé dans chaque zone de l'espace de la cage ne semblait pas différer entre les conditions sonores (Figures 47 et 48 en annexes).

c. Influence des conditions sonores sur les comportements

- **Proportion du comportement réalisée dans chaque situation sonore**

Chaque comportement observé a été associé à une condition sonore. La Figure 30 présente la part moyenne de chaque comportement réalisé durant chacune des trois conditions (« silence », « bruit modéré » ou « bruit intense »).

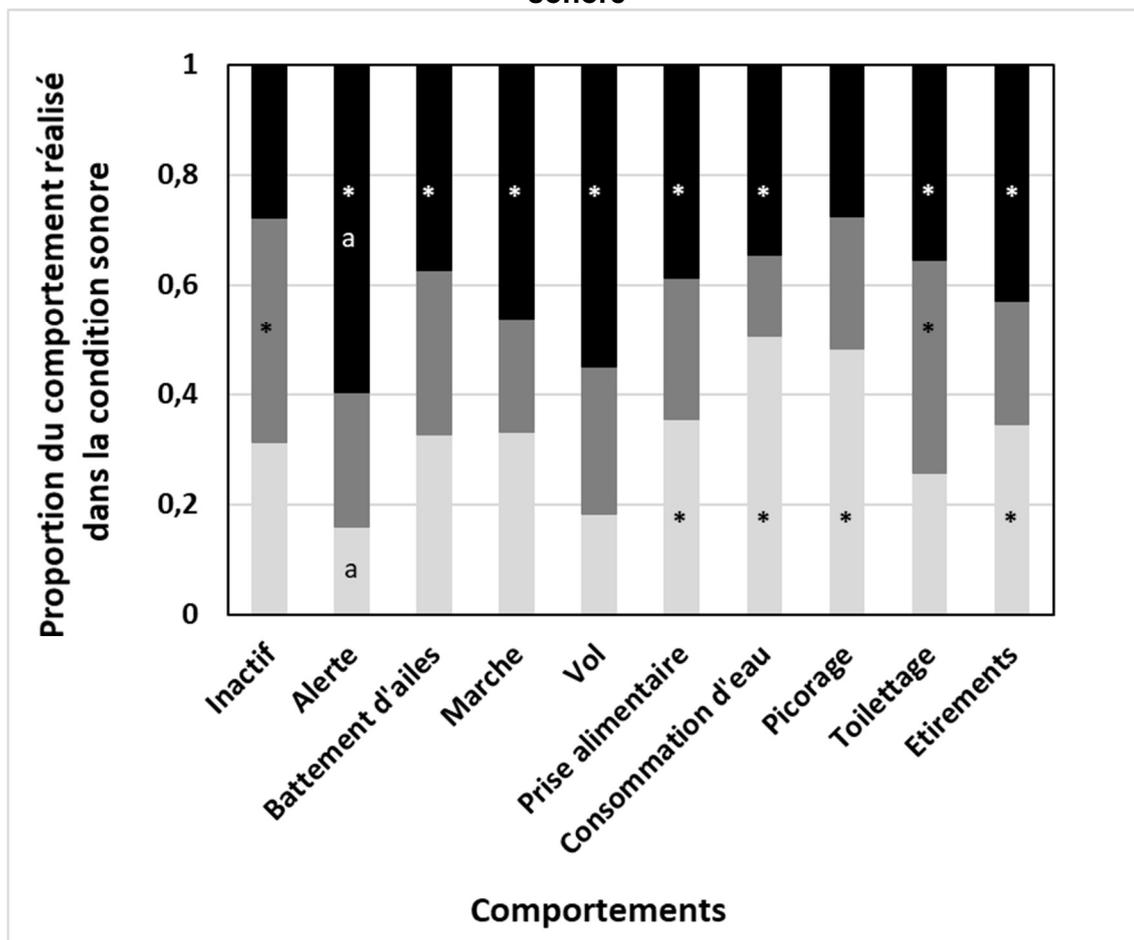
Les comportements n'étaient pas réalisés de façon équivalente selon les conditions sonores.

Les parts du comportement d'alerte ayant lieu dans les différentes conditions sonores étaient significativement différentes ($p < 0,001$) avec une nette prédominance de réalisation durant les périodes de « bruit intense ». De la même façon, les comportements de vol, et, dans une moindre mesure de marche et d'étirements, étaient réalisés de façon privilégiée, mais non

significative, pendant les périodes de « bruit intense » plutôt qu'au cours des périodes de « bruit modéré » ou de « silence » (voir Tableau 13 annexes).

A l'inverse, les comportements de consommation d'eau et de picorage semblaient mis en œuvre de façon privilégiée pendant les périodes de « silence » plutôt qu'au cours des périodes de « bruit modéré » ou « bruit intense ».

Figure 30 : Proportion moyenne du comportement réalisé dans chaque condition sonore



Les conditions sonores testées sont le « silence » (□), le « bruit modéré » (■) et le « bruit intense » (■).

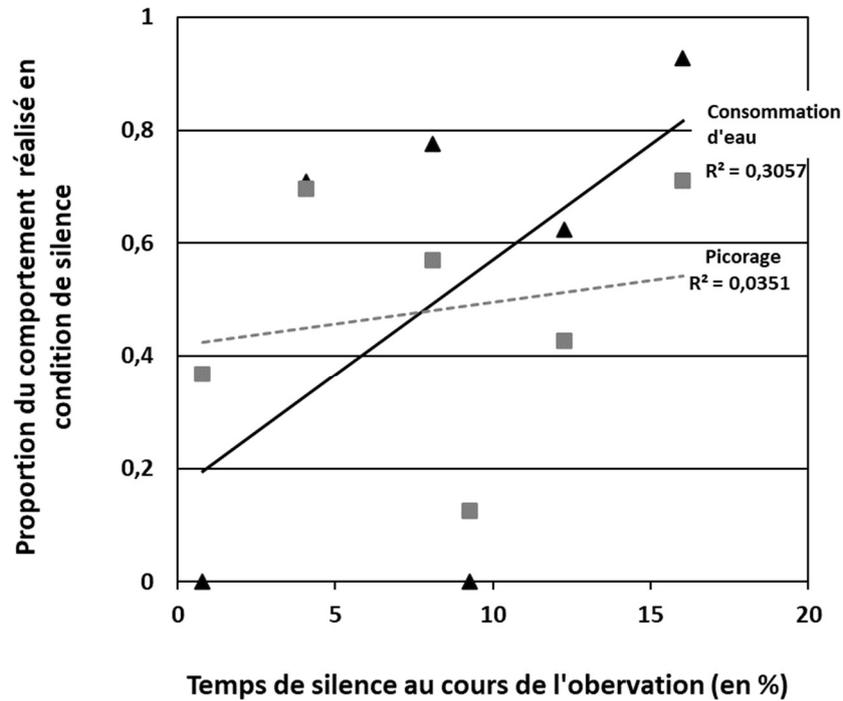
Les conditions sonores privilégiées pour un comportement spécifique (> 33 % du temps) sont indiquées par un astérisque (*). Les barres portant la même lettre (a) indiquent des données significativement différentes entre elles ($p < 0,001$).

- *Évolution de la proportion de comportement réalisée dans chaque condition sonore en fonction de la durée de la condition sonore au cours de la journée*

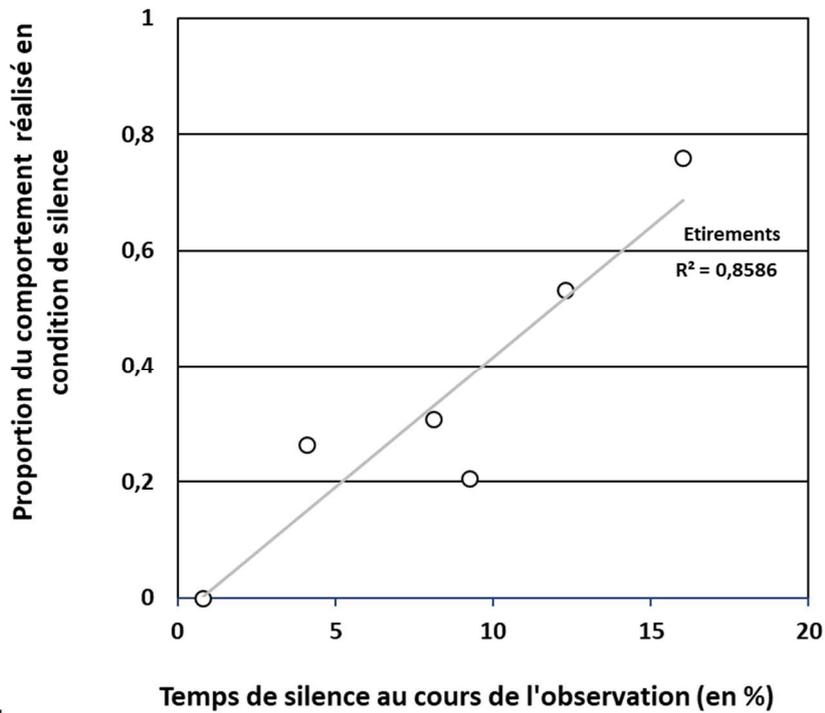
L'influence des conditions sonores sur la réalisation d'un comportement a été étudiée en fonction de la durée de chacune des conditions sonores. Par souci de simplification, ne seront présentés ici que les comportements identifiés comme survenant de façon majoritaire durant une condition sonore déterminée (« alerte », « vol » et « marche » pour le « bruit intense » et « picorage » et « consommation » d'eau durant les périodes de « silence ») ainsi que les comportements identifiés comme étant très sensibles à la durée de la condition sonore.

Les comportements de picorage et de consommation d'eau étaient, de façon non significative, réalisés d'autant plus préférentiellement au cours de la période de « silence » que celle-ci dure plus longtemps (*pour le comportement de consommation d'eau $p=0,242$ et pour le comportement de picorage $p=0,73$*) (Figure 31a). La part du comportement « étirements » réalisée au cours de la période de « silence » et qui n'était pas exprimée de façon prépondérante au cours de cette période, augmentait significativement avec la durée du « silence » (*$p=0,015$*) (Figure 31b).

Figure 31 a et b : Proportions de la durée totale des comportements «consommation d'eau» et «picorage» (a) et «étirements» (b), réalisés au cours de la période silence en fonction du pourcentage de temps de « silence » au cours de l'observation



a

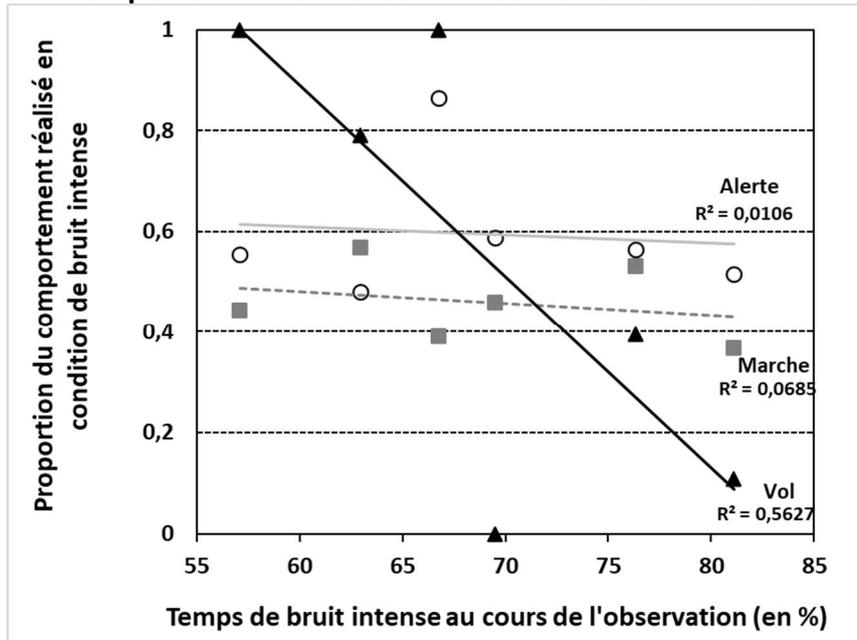


b

Les symboles représentent les données individuelles pour la consommation d'eau (▲) le picorage (■) et les étirements (○) ; pour le comportement de consommation d'eau $p=0,242$; pour le comportement de picorage $p=0,73$; pour le comportement d'étirement $p=0,015$).

La durée de la période de « bruit intense » ne semblait pas avoir d'influence sur le comportement d'alerte ni de marche (*pour le comportement d'alerte $p=0,86$, pour le comportement de marche $p=0,60$*). La part du comportement « vol » réalisée en période de « bruit intense » se réduisait, de façon non significative, lorsque le pourcentage de temps d'observation en condition de « bruit intense » augmentait (*$p=0,12$*) (Figure 32).

Figure 32 : Proportion de la durée totale des comportements « alerte », « marche », et « vol » réalisés au cours de la période de bruit intense en fonction du pourcentage de temps de « bruit intense » au cours de l'observation

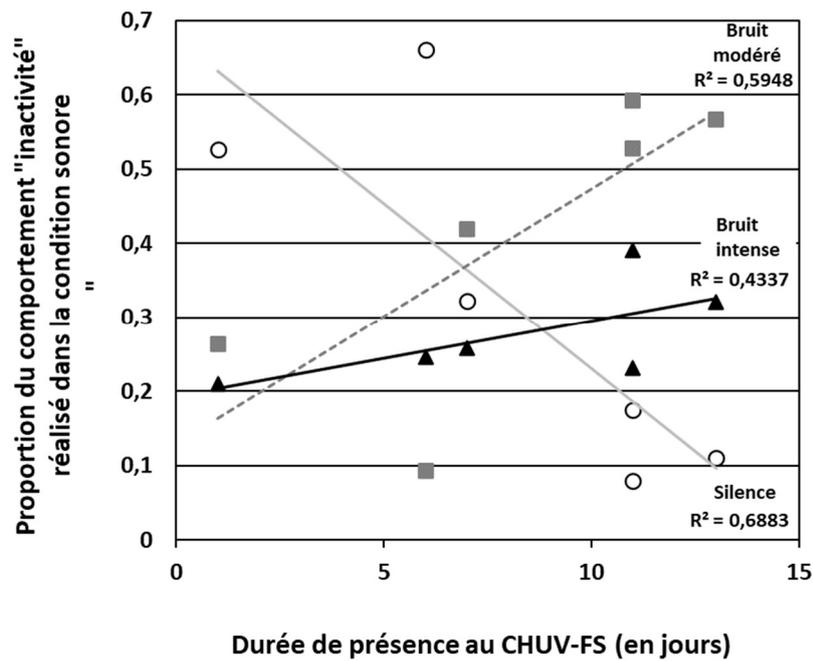


Les symboles représentent les données individuelles pour le vol (▲) la marche (■) et l'alerte (O). Pour le comportement d'alerte $p=0,86$, pour le comportement de marche $p=0,60$, pour le comportement de vol $p=0,12$.

d. Modulation, par la durée de présence au centre, de certains comportements au cours d'une situation sonore.

La réalisation du comportement « inactif » pendant les périodes de « silence » diminuait significativement avec l'augmentation du temps de présence ($p=0,042$) (Figure 33). Pour les pigeons présents depuis plus de 10 jours, le comportement « inactif » semblait être préférentiellement réalisé en période de « bruit modéré ».

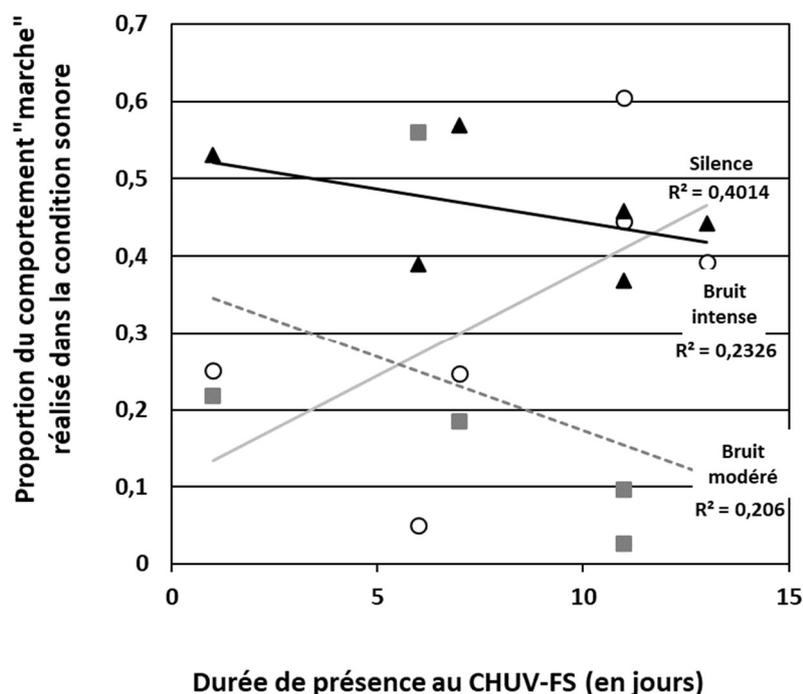
Figure 33 : Proportion du comportement « inactivité » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (○). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,042$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,07$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,17$.

Le comportement de marche semblait être davantage réalisé en condition de « bruit intense » quelle que soit la durée de présence au centre. La part de réalisation de ce comportement en condition de « silence » augmentait, de façon non significative, avec le temps de présence au CHUV-FS ($p=0,18$) (Figure 34).

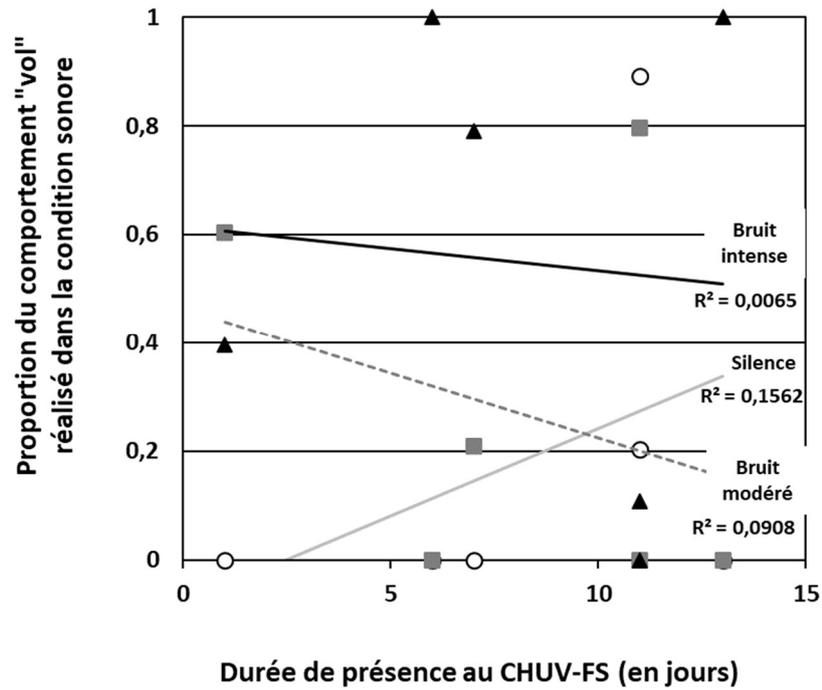
Figure 34 : Proportion du comportement « marche » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (O). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,18$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,37$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,32$.

Le comportement « vol » semblait être réalisé de façon plus équilibrée entre les conditions sonores avec l'augmentation du temps de présence au centre mais restait préférentiellement réalisé en condition de « bruit intense » (Figure 35).

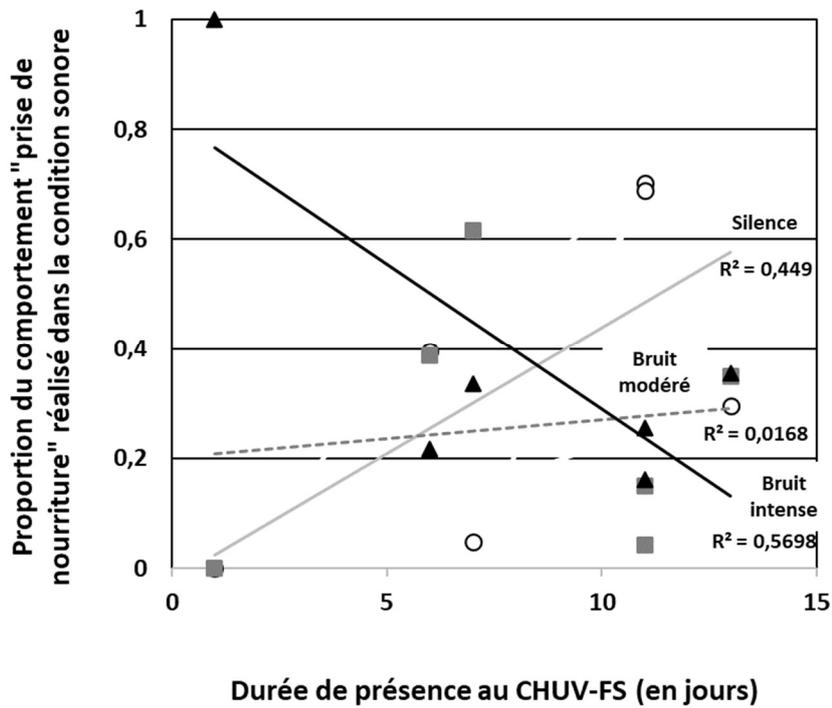
Figure 35 : Proportion du comportement de «vol» réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (○). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,47$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,54$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,89$.

Le comportement de prise alimentaire qui était préférentiellement réalisé en période de « bruit intense » par les animaux en début de séjour au centre semblait, de façon non significative, évoluer avec le temps pour être majoritairement réalisé en condition de « silence » chez des animaux présents depuis plus de dix jours (Figure 36).

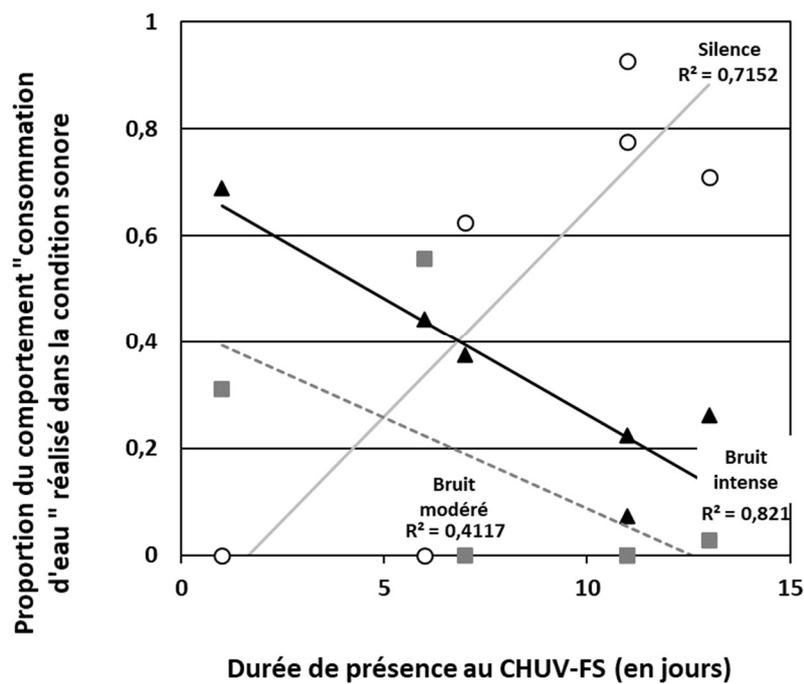
Figure 36 : Proportion du comportement « Prise alimentaire » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (○). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,12$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,82$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,12$.

La tendance, non significative, à une association entre la condition sonore et la consommation d'eau était modulée de façon significative par la durée de présence au centre. Les animaux arrivés depuis peu de temps au CHUV-FS consommaient l'eau majoritairement en période de « bruit intense » ($p=0,022$) alors que les animaux présents depuis plus de sept jours buvaient préférentiellement en condition de « silence » ($p=0,01$) (Figure 37).

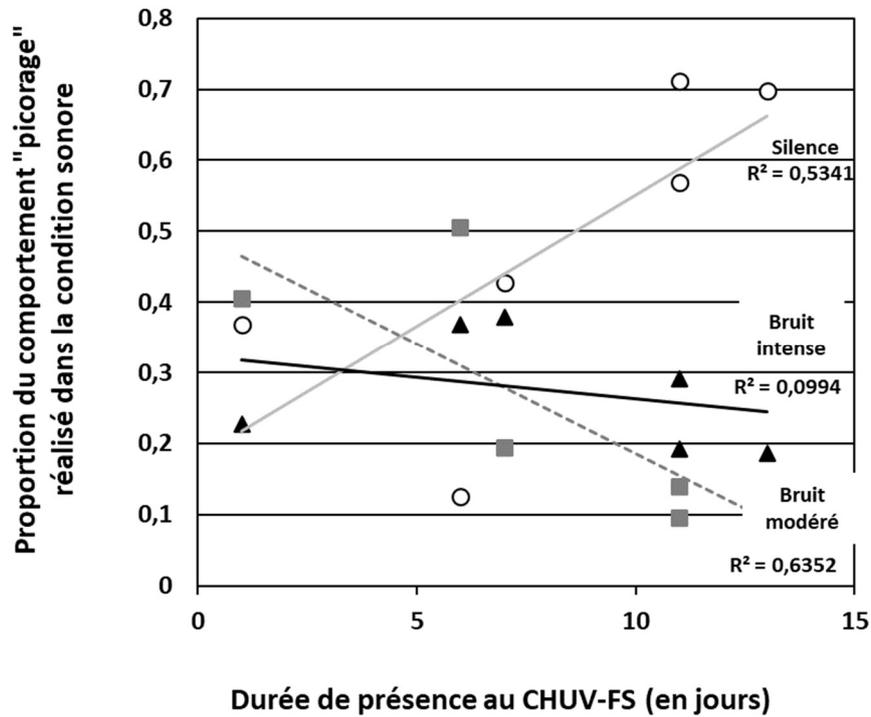
Figure 37 : Proportion du comportement « consommation d'eau » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (○). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,01$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,17$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,022$.

Le comportement de picorage semblait indépendant des conditions sonores chez les animaux nouvellement arrivés. Il devenait, de façon non significative, de plus en plus prépondérant en condition de « silence » ($p=0,1$) (Figure 38).

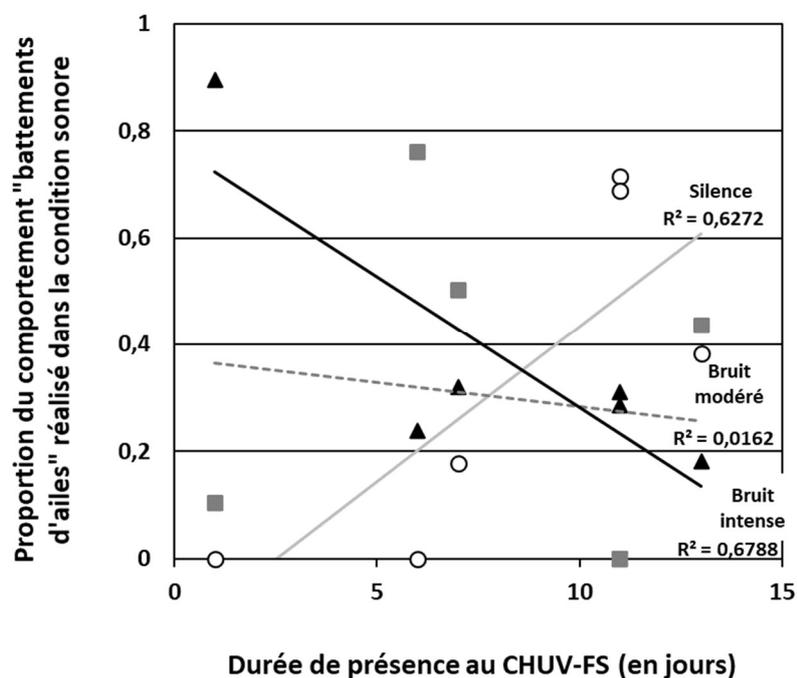
Figure 38 : Proportion du comportement « picorage » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (O). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,1$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,06$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,54$.

La part du comportement de battements d'ailes réalisée au cours de la période de « silence » augmentait, de façon non significative, avec la durée de présence au CHUV-FS ($p=0,083$) tandis que la part du même comportement en condition de « bruit intense » diminuait de façon significative ($p=0,04$) avec la durée de présence au CHUV-FS (Figure 39).

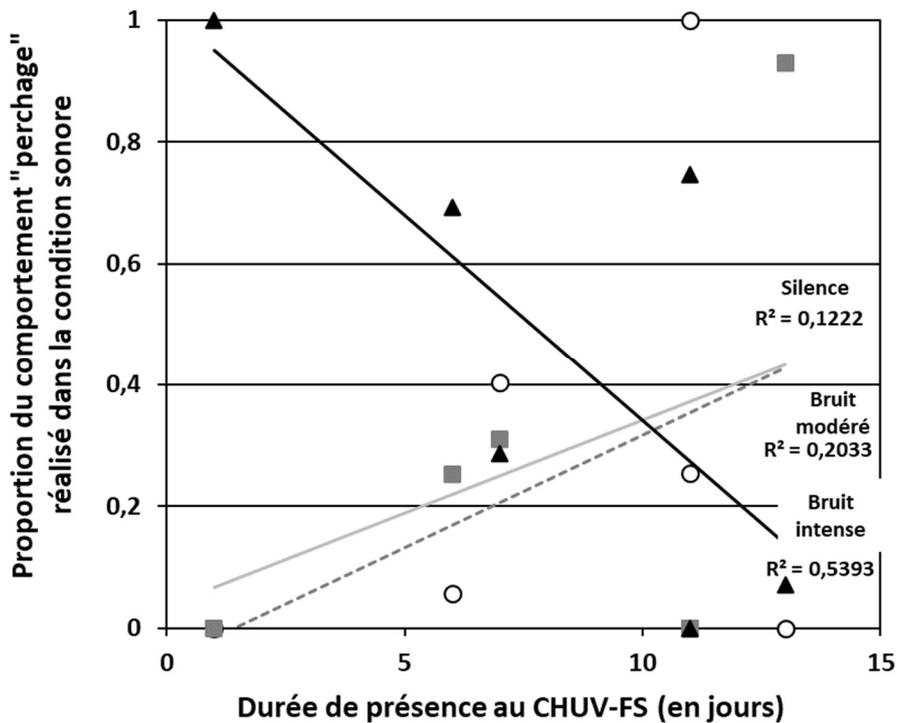
Figure 39 : Proportion du comportement « battement d'ailes » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (○). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,083$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,83$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,04$.

La part du comportement de perchage en condition de « bruit intense » semblait majoritaire en début de séjour au CHUV-FS et décroître, de façon non significative, au cours du temps ($p=0,50$) (Figure 40).

Figure 40 : Proportion du comportement « perchage » réalisé dans chacune des trois conditions sonores en fonction de la durée de présence des animaux au centre



Les symboles représentent les données individuelles en condition de « bruit intense » (▲) de « bruit modéré » (■) et de « silence » (○). Pour la condition sonore de « silence » $p=0,50$; pour la condition sonore de « bruit modéré » $p=0,36$, pour la condition sonore de « bruit intense » $p=0,11$.

4. Discussion

A. Limites de l'étude

Les données présentées dans cette étude sont les premières de ce type à notre connaissance, obtenues sur des pigeons captifs en centre de soins. L'obtention de ce genre de données, notamment dans ce type de structure, reste complexe et très chronophage. Ainsi, la partie expérimentale n'a pu être que partielle et souffre de quelques biais et insuffisances qui ne permettent pas d'être conclusif à ce stade.

L'ensemble de ces limites ne doit pas pour autant minimiser l'originalité des données présentées, qui gagneront en significativité si elles étaient complétées par un travail de plus grande envergure, mené sur un nombre plus important d'individus et pendant une période plus longue. Ce travail peut donc être considéré comme préliminaire et ouvrant la voie à de nouvelles investigations.

Les principales réserves de l'étude peuvent être formulées comme suit :

a. *Faible nombre d'individus*

Le nombre restreint d'individus dans l'étude ($n=6$) est un frein à la réalisation d'analyses plus poussées. En premier lieu, bien que l'on puisse supposer que l'absence de significativité de plusieurs résultats était liée à un manque de puissance statistique, la taille de l'échantillon ne permet pas de tirer de conclusion définitive. En second lieu, il n'a pas été possible d'étudier les interactions entre les différents facteurs liés aux caractéristiques individuelles des pigeons. Par exemple il aurait été intéressant d'étudier la modulation par la variation de poids de l'effet de la durée de présence au CHUV-FS sur chaque comportement.

b. *Présence de biais non pris en compte*

Certains biais potentiels n'ont pas été pris en compte dans l'étude. Ainsi, le fait que les observations aient toutes été réalisées en été crée un biais éventuel de sélection qui peut se répercuter sur les comportements observés (le toilettage pourrait être plus important qu'en réalité car c'est la période de mue).

L'état de santé à l'arrivée des animaux pourrait également représenter un biais. Ces animaux ont pu être soumis ou non à d'autres contraintes ou sources de stress avant l'étude dont l'effet sur leur niveau de bien-être pourrait persister au moment de l'observation. Cette étude ne prend pas en compte le devenir des animaux observés. Ainsi, certains individus auraient pu présenter des caractéristiques les excluant normalement de l'étude (comme un mauvais état de santé ou une absence d'autonomie dans la prise alimentaire) qui auraient pu n'être révélées que plus tardivement au cours de l'hospitalisation, ce qui constituerait un biais.

Enfin, un biais d'échantillonnage fort peut exister pour les comportements observés en conditions de « silence ». En effet, cette condition était plus rare que les autres (8 % en moyenne). Les comportements observés au cours de cette période ne sont donc peut-être pas très représentatifs des comportements réellement réalisés en condition de « silence ».

c. Collecte partielle de données

Il aurait pu être intéressant d'exploiter le nombre d'occurrences des comportements et non uniquement leur durée. En effet, dans ce travail, des comportements ponctuels, pouvant pourtant être des indicateurs de stress ou de bien-être n'ont pas été pris en compte (comme le fait d'émettre une fiente par exemple).

B. Analyse des résultats obtenus

a. Choix de la méthode d'observation

Le dispositif d'acquisition des données comportementales par enregistrement vidéo a été adapté à l'étude menée. L'observation des animaux en vue plongeante n'a cependant pas permis de détecter certains comportements comme celui de couchage, ni de voir si les animaux avaient les yeux ouverts ou fermés.

Les deux méthodes d'échantillonnage étudiées se sont avérées être faiblement concordantes avec la méthode d'échantillonnage continu, considérée comme exhaustive. Une part de cette faible concordance est très probablement liée au manque de précision résultant du petit nombre de mesures. Pour calculer un coefficient de concordance de Lin dont on espère qu'il soit au minimum de 0,60 avec un niveau de confiance à 80 %, il faudrait en théorie 81 mesures (contre 6 dans cette étude) (Desquilbet, 2012).

Le niveau de concordance des échantillonnages discontinus varie selon les comportements observés. Sa version simplifiée semble plus fiable pour les comportements d'alerte, d'étirement et de prise alimentaire que pour les autres comportements. On peut penser que ces méthodes d'échantillonnage discontinu sont plus fiables pour l'étude des comportements réalisés fréquemment par l'animal et répartis de manière homogène au cours de la plage d'observation.

La détermination d'une méthode d'échantillonnage des comportements la moins chronophage possible doit être poursuivie avec un nombre plus important d'individus.

b. Évaluation du niveau de bien-être des pigeons reçus au CHUV-FS grâce à la réalisation de budgets d'activité

- *Comparaison des budgets d'activité entre les pigeons reçus au CHUV-FS et des pigeons observés en milieu naturel ou en captivité*

Les données obtenues au CHUV-FS concordent majoritairement avec celles de la littérature scientifique. Les pigeons étudiés passent environ 30 % de leur temps à être inactifs, environ 25 % à rechercher de la nourriture ou à s'alimenter et 12 % à se toiletter.

Les individus observés dans cette étude, comme ceux placés en volière (Millar, 2013), ont un budget d'activité similaire aux pigeons féraux exploitant des lieux de dépôts de déchets. Ils partagent avec ce dernier groupe le fait de ne pas avoir à rechercher activement leur alimentation.

En revanche, les individus observés au CHUV-FS présentaient plus de comportements d'alerte (environ 20 %) que ce qui est rapporté dans la littérature. Il s'agit potentiellement d'une

réponse aux stimulations propres à l'environnement contraint du centre de soins et à la captivité.

- *Comportements minoritaires absents du budget d'activité*

Les pigeons reçus au CHUV-FS sont privés de la possibilité de réaliser certains comportements normaux pour l'espèce.

Logés dans des cages individuelles, ils ne peuvent engager les interactions intraspécifiques observées dans le milieu naturel (Basyrov and Leonova, 2021; Soh et al., 2021) et il a été montré que l'isolement est un facteur de stress pour les oiseaux grégaires (Aydinonat et al., 2014).

De même, l'organisation de la cage ne leur permet pas de se baigner. Or, au-delà de l'effet positif des bains sur la qualité du plumage, il a été démontré que des étourneaux sansonnets ayant la possibilité de se baigner restent en phase de vigilance moins longtemps et sont plus prompts à consommer leur alimentation après un cri d'alarme que les étourneaux n'ayant pas la possibilité de se baigner (Brilot and Bateson, 2012). La privation de baignade pourrait engendrer un stress chronique lié à un biais de perception de l'environnement. La possibilité de se baigner permet également une meilleure résistance au stress thermique (Shoukary et al., 2018).

- *Réalisation de comportements « anormaux »*

Certains pigeons observés au cours de l'étude au CHUV-FS ont présenté des comportements de fuite. Ce comportement a également été observé chez des étourneaux sansonnets capturés et placés en cage individuelle pour la première fois (Feenders and Bateson, 2012). Les individus présentant ce comportement dans leurs premiers jours de captivité étaient plus susceptibles de développer la stéréotypie de « culbute » (l'oiseau roule sur lui-même sur le sol). Ce comportement pourrait donc être un indicateur précoce de mal-être chez les pigeons reçus ainsi qu'un précurseur de certains comportements anormaux (autres stéréotypies).

- *Conclusion sur l'évaluation du niveau de bien-être grâce à la réalisation de budgets d'activités*

L'importante variabilité du budget d'activité des pigeons selon leurs conditions de vie complique la définition du budget d'activité normal de l'espèce. Face à cette grande variabilité, il est possible de s'interroger sur l'interprétation d'un budget d'activité « anormal » vis-à-vis du niveau de bien-être. Ces variations pourraient être témoins d'une grande capacité d'adaptation de l'espèce à un environnement contraint, plutôt en faveur d'un niveau de bien-être élevé.

Malgré cela, la prédominance du comportement d'alerte et la réalisation, même anecdotique, d'un comportement de fuite, sont plutôt indicatrices d'un état de stress.

De plus, l'impossibilité de mettre en œuvre certains comportements normaux essentiels à l'espèce pourrait affecter négativement le niveau de bien-être.

c. Évaluation du niveau de bien-être des pigeons reçus au CHUV-FS grâce à l'étude de l'utilisation de l'espace

- *Utilisation du perchoir*

Peu d'études existent sur le temps et les préférences de perchage des pigeons bisets. Dans la nature, certains groupes de pigeons peuvent passer jusqu'à 30 % de leur temps perchés. La durée allouée au perchage par les poules pondeuses est d'environ 25 % du temps (Appleby et al., 1992). Ces proportions sont supérieures à celle observée dans cette étude (10 % en moyenne) et pourraient indiquer une sous-utilisation du perchoir mis à disposition.

Pourtant, les effets du perchage seraient bénéfiques dans le but d'optimiser la récupération des oiseaux reçus en centre de soins. En effet, l'étude du sommeil des pigeons a montré que celui-ci était plus long et plus profond lorsque les individus avaient accès à un perchage haut en comparaison d'un perchage bas (Tisdale et al., 2018). On peut émettre l'hypothèse que l'accès à un perchage haut favorise une meilleure récupération. La présence d'un perchoir induit un meilleur développement de l'appareil musculosquelettique et des capacités cognitives spatiales des poules pondeuses (Liu et al., 2018).

Bien que le diamètre et la texture du perchoir mis à disposition des pigeons semblent adaptés (une préférence pour des perchoirs rigides a été démontrée chez une autre espèce de Colombidé, la Géopélie diamant (*Geopelia cuneata*) (Crandell et al., 2018)), la réalisation de tests de préférence de perchoirs sur les pigeons reçus au centre permettrait possiblement d'optimiser leur perchage.

- *Utilisation du fond de cage comme « refuge »*

La différence de temps passé entre la partie distale de la cage (sous la serviette) et la partie proximale, n'est pas significative dans cette étude.

Cette absence de différence n'exclut pas que l'espace du fond de la cage ne soit pas perçu comme un « refuge ». Il a été démontré que la possibilité de se cacher augmente le niveau de contrôle sur leur environnement des animaux de laboratoire. Il en découle une meilleure adaptabilité à cet environnement et un niveau de stress réduit (Joffe et al., 1973). Chez les diamants mandarins, si l'ajout d'une couverture sur le tiers de la cage n'a pas d'effet sur la durée d'agitation après l'entrée d'un humain dans la pièce, il permet cependant un retour plus rapide à un comportement normal après cette phase d'agitation (Collins et al., 2008). La barrière visuelle pourrait donc avoir un double effet positif dans le contexte du centre de soins : une absence d'habituation excessive à l'Homme et une diminution de l'effet de la perturbation. Les auteurs de l'étude supposent que l'effet bénéfique pour le bien-être de la barrière visuelle serait augmenté si le refuge ainsi créé était perçu comme « sûr » pour les animaux par le fait qu'ils n'y soient jamais attrapés (Collins et al., 2008).

Des investigations supplémentaires réalisées au centre de soins pourraient permettre de tester l'effet d'autres aménagements pouvant augmenter la valeur du « refuge » déjà créé. Par exemple, des panneaux verticaux placés dans la volière d'un groupe de poulets ont permis une augmentation de la proportion de temps accordée au repos et au toilettage ainsi qu'une diminution de la proportion de temps consacré aux déplacements et à la station debout. Ces modifications de comportements étaient d'autant plus marquées que les panneaux verticaux étaient opaques (Cornetto and Estevez, 2001). Ce type d'aménagement permettrait de réduire le dérangement et la vulnérabilité des animaux et pourrait améliorer leur niveau de bien-être.

- *Conclusion sur l'évaluation du niveau de bien-être grâce à l'évaluation de l'utilisation de l'espace*

L'utilisation de l'ensemble de la cage par les pigeons observés est en faveur d'un bon niveau général de bien-être chez les animaux observés. La faible proportion du temps accordé au perchage pourrait toutefois signifier que les modalités ne sont pas adaptées et générer une réduction du bien-être.

d. Changement d'environnement

Dans cette étude préliminaire, les comportements de prise alimentaire (prise de nourriture/picorage), de confort (étirements et toilettage) et de positionnement sur le sol augmentaient avec la durée de présence effective des pigeons dans le centre. A l'inverse, avec le temps, les animaux semblaient consacrer moins de temps à être alertes, inactifs et à marcher. Ces résultats sont concordants avec des observations menées sur des merles noirs capturés et placés en captivité. Au cours de celle-ci, les individus présentaient une diminution de l'expression des comportements d'alerte et une augmentation des comportements de toilettage et de locomotion en fonction du temps (Adams et al., 2011). Ces changements comportementaux pourraient s'interpréter comme une diminution progressive du niveau de stress des animaux capturés et une adaptation à leur environnement (le comportement de locomotion est difficile à interpréter pouvant être l'expression d'une exploration de l'environnement, d'une stéréotypie ou d'une activité d'anticipation).

L'hypothèse d'une adaptation des animaux à la captivité et d'une diminution de leur niveau de stress est soutenue par des observations d'ajustements de la sécrétion de corticostéroïdes en réponse à un stress chronique. Ainsi, les variations dans la sécrétion de corticostérone induite par un stress chronique lié à la capture et l'encagement de merles noirs capturés en milieu naturel disparaissent 9 jours après la capture (Dickens et al., 2009; Adams et al., 2011).

L'existence d'une adaptation au cours du temps des pigeons aux conditions de leur hospitalisation au CHUV-FS pourrait témoigner d'une amélioration de leur niveau de bien-être et d'une diminution de la perception des contraintes liées à la captivité.

Le suivi individuel des pigeons au cours du temps permettrait d'obtenir des données plus fiables prenant également en compte la variabilité de tempérament qui existe chez ces oiseaux (Angelier et al., 2016a). Cette adaptation pourrait également être explorée à plus long terme. En effet, la persistance de comportements qui pourraient rendre l'animal plus vulnérable vis-à-vis des prédateurs pourrait nuire à leur retour à la liberté qui constitue l'objectif final de la prise en charge (Adams et al., 2011).

e. Prise alimentaire

- *Association entre la prise alimentaire et la consommation d'eau*

L'observation de la prise alimentaire des pigeons de l'étude a mis en évidence une consommation alimentaire ayant lieu de façon cyclique, globalement en phase avec l'abreuvement. Ces données sont cohérentes avec des observations menées chez la Tourterelle domestique (*Streptopelia risoria*) et le Pigeon biset dans un contexte de neutralité thermique (McFarland, 1967; Spudeit et al., 2013).

D'autres études montrent qu'il existe, chez le Pigeon, une association significative entre la prise alimentaire et la consommation d'eau avec un ratio constant chez chaque individu entre la masse d'aliment consommé et le volume d'eau bu. De plus, une privation d'eau entraîne une réduction de la consommation d'aliment et inversement (Zeigler et al., 1972).

Pour favoriser leur bien-être physique, il serait intéressant de chercher à optimiser la prise alimentaire et donc d'eau chez les pigeons reçus au centre de soins.

Les gamelles d'eau sont rapidement souillées par les pigeons en captivité or ceux-ci sont capables de distinguer certains goûts et couleurs (Duncan, 1960; Olah and Rozsa, 2006). Il serait donc intéressant de vérifier que la présence de souillure dans les gamelles ne réduit pas l'abreuvement effectif bien qu'il existe une étude ne mettant en évidence aucune sélectivité vis-à-vis de l'eau en fonction de sa concentration en acide urique (Olah and Rozsa, 2006).

- *Mise à disposition limitée de l'aliment*

Chez des pigeons captifs nourris à volonté (distributeur automatique), la prise alimentaire est fractionnée en de nombreux épisodes de courte durée, distribués irrégulièrement au cours de la journée, de sorte que la majorité de la nourriture est ingérée pendant deux phases ; une le matin et l'autre l'après-midi. Chaque individu présente un profil stable de prise alimentaire (Zeigler, 1974). Ce mode de prise alimentaire est différent de celui observé chez les pigeons de l'étude qui présentent un épisode de prise alimentaire majoritaire après la distribution de l'aliment. Ce profil de sustentation peut suggérer que les individus observés n'étaient pas nourris *ad libitum* malgré la présence d'aliments résiduels relevée lors du changement de gamelle.

Il a été montré que l'intensité de la faim chez le pigeon peut être appréciée par leur niveau de précipitation à s'alimenter au moment de la distribution de la ration. Plus leur faim est importante, plus les phases d'ingestion sont prolongées, en particulier la première (Zeigler, 1974). Ainsi un animal ayant perdu 20 % de son poids vif consacre environ 700 secondes à son premier épisode d'alimentation. Dans cette étude, les pigeons mettaient entre 0 et 79 secondes à entamer leur prise alimentaire une fois replacés dans leur cage après son nettoyage et le renouvellement de la ration. Ils consacraient également une durée plus importante au premier épisode de prise alimentaire qu'aux autres (données non présentées). Il est ainsi possible de suspecter que les pigeons de l'étude étaient en situation de privation alimentaire avant la distribution.

Par ailleurs, il a été montré que des comportements de confort (toilette, sommeil) sont induits par la prise alimentaire au cours d'une séquence comportementale de satiété (c'est-à-dire suivant la prise alimentaire). Dans un contexte de privation temporaire de nourriture, il existe une corrélation positive entre la quantité de nourriture consommée et le temps de sommeil survenant au cours de cette phase (Spudeit et al., 2013).

Dans l'objectif d'optimiser le niveau de bien-être des pigeons reçus (selon le premier principe des cinq libertés : Absence de faim, soif, malnutrition), de favoriser leur prise alimentaire en évitant toute restriction, et de promouvoir une augmentation des temps de repos, il serait intéressant de comparer ce comportement d'ingestion à celui présenté par des pigeons bénéficiant de deux distributions alimentaires au cours de la journée.

f. Réactions des pigeons au niveau de bruit ambiant

- **Réaction au niveau sonore**

Des associations semblent exister entre le niveau sonore extérieur et les comportements présentés par les pigeons de l'étude. Un niveau sonore important serait associé à la manifestation d'un comportement d'alerte tandis qu'un niveau sonore bas serait associé à des comportements de prise alimentaire.

Ces résultats sont concordants avec des données préexistantes chez les oiseaux. Suite à une exposition bruyante aiguë, une augmentation de l'activité stationnaire et une diminution de l'activité générale ont été mises en évidence chez des diamants mandarins (Corbani et al., 2021). En étant soumis à un bruit aversif de façon chronique, les oiseaux consacrent moins de temps à la recherche de leur alimentation, présentent des réactions d'évitement de la source de bruit s'il le peuvent et une hypervigilance (Ortega, 2012; Rose et al., 2021). Une aversion des oiseaux pour le bruit pouvant générer des effets négatifs sur leur bien-être semble donc très probablement exister.

En revanche, les oiseaux sont capables de discriminer les sons entre eux et tous n'ont pas le même effet sur eux. Ainsi, des enrichissements acoustiques ont montré un effet positif sur la reproduction d'un groupe d'ibis chauves (*Geronticus eremita*) (Clark et al., 2012). Chez des psittacidés, les modifications comportementales observées variaient selon le type de musique proposé (Williams et al., 2017). La classification du niveau sonore réalisée dans cette étude ne constitue donc qu'une première approche et semble trop réductrice au regard de ces éléments. Une classification des bruits par types de sons, grâce à un algorithme dédié ou de façon subjective, semblerait plus appropriée.

Dans le contexte du centre de soins et afin de maximiser le niveau de bien-être des pigeons reçus, il pourrait s'avérer utile de limiter le plus possible l'émission de bruits auprès des animaux, ce qui demeure un principe de base dans un secteur d'hospitalisation qui plus est. Certains types de bruits pourraient être plus contraignants que d'autres pour les oiseaux et devraient être limités en priorité.

- **Adaptation au bruit**

- **Au cours de la journée**

La durée relative de l'expression d'un comportement réalisé dans une condition sonore par les pigeons reçus au centre de soins pourrait être associée au temps passé sous cette même condition sonore dans une journée.

Ainsi, les comportements de picorage et d'abreuvement semblent être réalisés d'autant plus au cours de la période de « silence » que celle-ci dure longtemps. La proportion du comportement « vol » réalisé en condition de « bruit intense » diminue lorsque le temps d'exposition à cette condition sonore augmente.

On pourrait émettre l'hypothèse que les pigeons s'habituent au niveau sonore au cours de la journée. Cela expliquerait que le comportement de fuite (« vole ») soit moins marqué lorsque la durée d'exposition au « bruit intense » s'accroît. Si cette hypothèse était vérifiée, cela pourrait aussi permettre l'expression des comportements de confort en conditions de « bruit modéré » et de « bruit intense », contrairement à la préférence des pigeons, s'il n'y a

pas de périodes de « silence » suffisamment longues au cours de la journée. On pourrait également supposer que le niveau sonore sur la journée affecte le niveau de stress des pigeons et que l'augmentation du temps de « silence » au cours de la journée entraîne une diminution du niveau de stress et une augmentation de la réalisation de comportements de confort ne survenant qu'au cours d'une période de « silence ».

Ces données et cette hypothèse doivent être évaluées avec précaution. En effet, un biais d'échantillonnage important existe pour les conditions sonores très faiblement représentées au cours de la journée. Par exemple, si la condition silencieuse a lieu pendant seulement 5 minutes au cours de la journée, il n'est pas exclu qu'elle soit, sous l'effet du hasard, entièrement dédiée au comportement « inactif » ce qui impliquerait que les autres comportements seraient considérés comme réalisés moins préférentiellement sous cette condition sonore.

Par ailleurs, la confirmation de l'hypothèse d'une adaptation sur une journée rendrait impropre la réalisation d'une équilibration artificielle entre les niveaux sonores pour l'analyse des données comportementales. Le pourcentage de temps passé sous chaque condition sonore devrait être pris en compte comme un facteur à part entière dans un modèle linéaire multivarié.

□ Au cours de la période de soins

La durée de présence au centre de soins semble moduler le niveau de réalisation de certains comportements dans certaines conditions sonores.

Ainsi, les comportements de prise alimentaire, de consommation d'eau, de picorage, de battement d'aile, de perchage et, dans une moindre mesure, de marche semblent être réalisés de façon préférentielle en condition de « silence » chez les individus présents au centre depuis plus de 10 jours alors qu'ils étaient réalisés préférentiellement en condition de « bruit modéré ou intense » chez les individus nouvellement arrivés.

A l'inverse, le comportement « vol » semble être réalisé de façon plus équilibrée entre les différentes conditions sonores, sans réelle évolution au cours du temps. L'inactivité serait prépondérante en condition de « silence » chez les animaux nouvellement arrivés, mais plus importante en condition de « bruit modéré ou intense » chez des animaux présents depuis plus longtemps.

Sous l'hypothèse que la durée de présence au centre module la sensibilité au bruit des oiseaux reçus on pourrait envisager que :

- Une sensibilisation au bruit existerait pour la réalisation des comportements de prise alimentaire, de battement d'aile, de marche, de perchage et d'inactivité ;
- Une habituation au bruit pour le comportement « vol » pourrait ne pas être réellement mise en avant alors qu'elle semble pourtant présente à l'échelle de la journée avec l'augmentation de la condition sonore de bruit intense.

L'interprétation de ces résultats est complexe d'autant qu'ils semblent s'opposer aux résultats mis en avant précédemment sur l'habituation des pigeons à leur captivité et aux différentes conditions sonores.

La communauté scientifique est également partagée en ce qui concerne l'adaptation au bruit des oiseaux. Si celle-ci a été montrée dans certaines situations, notamment pour leurs comportements de vocalisation (Conomy et al., 1998; Slabbekoorn and Peet, 2003), d'autres études mettent en évidence une absence d'habituation aux bruits voire une sensibilisation (c'est-à-dire une augmentation des réactions négatives) à la présence humaine (Gil and Brumm, 2015; Torné-Noguera et al., 2014; Planck-Gesellschaft, 2019).

Certains auteurs suggèrent que l'habituation au bruit pourrait ne pas survenir pour certains comportements importants pour la survie de l'individu. Ce serait le cas du comportement d'alerte au cours de la prise alimentaire, augmenté en fréquence lorsque le niveau sonore ambiant s'accroît. En effet, les oiseaux ne peuvent surveiller la survenue de prédateur que grâce à leur ouïe lorsqu'ils mangent, la tête tournée vers le sol. Si le fond sonore ambiant diminue la sensibilité de ce sens, la surveillance des prédateurs exige alors d'interrompre la prise alimentaire pour redresser la tête (comportement d'alerte ou de vigilance) (Quinn et al., 2006).

D'autres études réalisées chez des rats surmulots suggèrent que l'habituation pourrait suivre une phase de sensibilisation de quelques jours (Krebs et al., 1996). Ce délai nécessaire pourrait ne pas être encore atteint chez les pigeons observés au cours de l'étude d'autant qu'il pourrait être plus long que chez des rats domestiques du fait de l'origine des animaux étudiés.

Une autre interprétation serait que les pigeons reçus ne s'habituent pas de la même façon aux différents bruits dont certains pourraient être perçus comme des bruits neutres qui constituent seulement une gêne auditive tandis que d'autres seraient identifiés comme des menaces (Quinn et al., 2006). La non-discrimination de ces deux types de bruits dans l'étude pourrait fausser la classification des situations sonores. Il pourrait également exister un effet négatif de la cacophonie (stimulation par des bruits divers simultanés) sur l'habituation sonore (Philbin et al., 1994).

Enfin, l'âge des pigeons à leur arrivée pourrait être un biais de confusion majeur dans l'interprétation de ces résultats. En effet, une période critique pour la sensibilisation au bruit a été mise en évidence chez des poules. Des poussins ainsi soumis à un environnement de soins bruyant au cours de la période suivant leur éclosion ont manifesté une impossibilité à s'habituer à un bruit blanc (composé de l'ensemble des fréquences d'une bande passante, au même niveau d'intensité) contrairement aux poussins élevés dans un environnement plus calme. Dans le cadre de cette étude, les pigeons restés plus longtemps au centre de soins sont également ceux étant arrivés les plus jeunes et donc seraient davantage susceptibles de souffrir d'un manque d'adaptabilité au bruit (Philbin et al., 1994). De la même façon, un biais lié à l'état de santé de l'animal à son arrivée peut être évoqué. Une sensibilisation à un *stimulus* peut survenir lorsqu'il est associé à un événement négatif pour l'animal (Kissiwaa and Bagley, 2018). On peut supposer que les pigeons ayant passé plus de temps au centre de soins ont aussi reçus des soins médicaux plus invasifs ou nécessitant davantage de manipulations et ont pu associer les interventions humaines désagréables au niveau de bruit ambiant.

Le bruit pourrait également, selon l'expérience de l'individu, être un indicateur de la présence humaine dont les conséquences peuvent être perçues soit comme agréables (distribution de la gamelle), soit comme désagréables (manipulation).

- *Conclusion sur l'effet du bruit sur le niveau de bien-être des pigeons reçus*

La présence de bruit semble être une source de stress pour les pigeons reçus et pourrait altérer leur niveau de bien-être. Bien que l'évolution de la sensibilité au bruit doive être encore étudiée, il se pourrait que les pigeons deviennent de plus en plus sensibles au bruit au cours de leur captivité et que leur niveau de bien-être diminue en conséquence.

g. Perspectives

Les résultats présentés dans cette étude mériteraient d'être confirmés par des observations menées sur du long terme et avec un nombre plus important d'animaux. Ces études pourraient ensuite être complétées par d'autres qui étudieraient de façon spécifique d'autres sources de stress, telles que celles décrites dans le paragraphe suivant. Enfin, des approches complémentaires à celle suivie ici pourraient être développées et sont proposées ci-après.

- *Étude de l'effet d'autres contraintes sur le niveau de bien-être*

- Effet des manipulations

Les manipulations des animaux sont fréquentes en centre de soins (nettoyage des installations, pesée, administration des médicaments ou de l'alimentation ...). Or ces manipulations sont sources de stress pour les oiseaux (Le Maho et al., 1992; Balcombe et al., 2004; Fucikova et al., 2009; Torné-Noguera et al., 2014). Identifier des facteurs influençant le niveau de stress au cours des manipulations des oiseaux (comme le nombre de manipulations déjà subies, la durée de ces manipulations, le fait que la tête de l'animal soit cachée ou qu'il puisse s'agripper à un perchoir) pourrait permettre d'améliorer le niveau de bien-être des animaux reçus. Il serait en effet possible de limiter au maximum les facteurs augmentant le niveau de stress des animaux et de mettre en place des mesures visant à le réduire.

- Élevage des jeunes

En 2017, plus d'un tiers des causes d'entrées des animaux reçus au centre de soins concernait un animal juvénile (Laurent, 2018). L'élevage des jeunes représente donc une part importante de l'activité du centre.

Cette période affecte le comportement, le développement physique et la santé du futur adulte (Widowski and Torrey, 2018). Les besoins particuliers des animaux de cette classe d'âge, notamment en ce qui concerne leurs apprentissages et leurs contacts intraspécifiques, soulèvent des défis supplémentaires pour assurer leur bien-être à court et long termes. Plusieurs études ont mis en évidence des déficits comportementaux (stéréotypies, déficit du comportement d'exploration) et physiques chez des oiseaux élevés à la main ou dans un environnement plus pauvre que leur environnement naturel (Williams et al., 2017; Widowski and Torrey, 2018).

Il apparaît donc primordial d'étudier le comportement à plus long terme des pigeons élevés à la main au centre de soins et d'évaluer notamment leur capacité à rechercher leur alimentation et à évoluer dans un environnement plus complexe (perchage, exploration...).

- Isolement des individus

L'isolement est un facteur de stress pour les oiseaux grégaires (Aydinonat et al., 2014) et des contacts sociaux ont permis une meilleure tolérance de plusieurs mammifères à des sources

de stress (Kikusui et al., 2006). Les jeunes seraient particulièrement sensibles à la déprivation sociale. Des rats surmulots élevés seuls servent de modèles pour le syndrome d'isolement social décrit chez l'Homme se manifestant par des déficits de l'attention, un taux réduit de dopamine et la présentation d'un stress chronique (Heidbreder et al., 2000). A l'inverse, héberger des animaux en groupe peut également être source de compétition et de conflits.

Mettre en place une étude comportementale se focalisant sur les effets sur le comportement de l'hospitalisation en groupe des pigeons pourrait permettre d'enrichir l'environnement social des individus reçus et éventuellement d'améliorer leur niveau de bien-être.

- *Favoriser la résistance aux contraintes en apportant des modifications de l'environnement*

Faire face et s'adapter aux contraintes auxquelles les animaux sont soumis est un élément essentiel permettant de concourir à leur bien-être. L'enrichissement de l'environnement des animaux peut favoriser cette capacité d'adaptation en leur donnant un moyen de contrôle sur celui-ci. L'enrichissement leur permet aussi de développer diverses capacités (notamment physiques et cognitives) et de réaliser leurs besoins comportementaux intrinsèques (comme la recherche de nourriture). Il existe plusieurs catégories d'enrichissement de l'environnement : social, sensoriel, physique, nutritionnel et cognitif (Millar, 2013). Dans le cadre du centre de soins, des enrichissements physiques seraient plus accessibles (cachettes ou perchoirs variés par exemple). Une comparaison entre un groupe de pigeons bénéficiant d'un enrichissement et un groupe n'en bénéficiant pas permettrait d'objectiver l'effet de l'enrichissement sur le niveau de bien-être.

- *Développer des outils diagnostiques*
 - Évaluation de l'état de santé et du niveau de souffrance

Une des composantes du bien-être selon le principe des cinq libertés est l'absence de souffrance physique.

L'évaluation de la douleur et de l'état de santé constituent des défis en médecine des oiseaux (Desmarchelier et al., 2012). Disposer de critères comportementaux pour évaluer le niveau de souffrance de l'animal (douleur ou maladie) permettrait de suivre l'état des patients ou d'ajuster leur traitement de façon non invasive, personnalisée et probablement plus sensible.

Des modifications dans l'expression de certains comportements (couché sur le sol, perché, comportement exploratoire ou de repos) ont été utilisés comme des indicateurs sensibles de douleur post-opératoire chez le Pigeon (Desmarchelier et al., 2012). Une étude comparant le budget d'activité de pigeons sains à celui de pigeons en cours de soins (avec un niveau de souffrance supposé non nul) pourrait permettre de mettre en évidence des critères comportementaux de souffrance physique adaptés au contexte de l'hospitalisation au centre de soins.

Une échelle de notation numérique de la douleur a déjà montré son efficacité chez le Pigeon. Sa justesse et sa sensibilité pourrait être évaluée dans le contexte du centre de soins avec le même objectif (Desmarchelier et al., 2012).

□ Capacité d'adaptation à la captivité dans le centre

La réponse au stress, l'adaptabilité à un nouvel environnement et donc le niveau de bien-être des animaux soumis à la captivité dépend de plusieurs facteurs individuels comme le stade de vie de l'animal, son âge, son sexe, sa provenance géographique (urbaine ou non), son historique ou son tempérament (Partecke et al., 2006; Müller et al., 2007; Day et al., 2008; Laiolo et al., 2009; Lattin et al., 2012; Torné-Noguera et al., 2014). Évaluer le niveau individuel de bien-être des pigeons reçus en prenant en compte ces différents facteurs pourrait permettre de mettre en évidence des caractéristiques prédictives du niveau de bien-être des pigeons reçus. Une attention particulière pourrait être apportée aux individus potentiellement plus sensibles à la captivité au centre.

□ Détermination du tempérament de l'individu

Il existe des variabilités de tempérament chez les oiseaux qui peuvent résulter en des sensibilités différentes au stress (Adams et al., 2011; Angelier et al., 2016a, 2016b) ou des facultés d'adaptation distinctes à des environnement bruyants (Quinn et al., 2006). Cette variabilité peut influencer le niveau de bien-être individuel.

Apprécier la personnalité d'un individu peut permettre de mieux appréhender son niveau d'adaptabilité à la captivité et/ou sa capacité à mieux réintégrer le milieu naturel.

Pour cela, la notation de la réactivité à la manipulation s'est avéré être un critère discriminant de tempérament chez des mésanges charbonnières juvéniles (*Parus major*) (Fucikova et al., 2009). Des outils statistiques comme l'analyse en composantes principales permettent de mettre en évidence des types de personnalités par regroupement de schémas comportementaux. Ce type d'analyse pourrait s'avérer prometteur, certains comportements (notamment exploratoires) ayant déjà été associés au tempérament chez les oiseaux (Fucikova et al., 2009; Adams et al., 2011).

• *Transposer l'étude au centre de réhabilitation*

La phase de réhabilitation est une étape de réadaptation à la vie en milieu naturel. Réaliser une étude comportementale sur les oiseaux au cours de cette phase permettrait de mettre en évidence des facteurs favorisant l'expression et la réappropriation de comportements nécessaires à leur retour à la vie sauvage (comportements anti-prédateurs, de recherche alimentaire, de locomotion...).

• *Favoriser la mise en application en centre de soins*

Cette étude préliminaire a été axée autour de la faisabilité pratique d'une telle étude au centre de soins. Pérenniser ce type d'étude de façon effective nécessite majoritairement la mise en place de moyens humains pour y accorder du temps. Ce facteur étant l'un des plus limitant en centre de soins, il conviendrait d'enquêter sur l'adhésion et la volonté d'investissement du personnel des centre de soins dans ce type de projet. Travailler conjointement avec les équipes de soins pour adapter au mieux ce type d'étude à leurs contraintes sera une étape nécessaire dans la poursuite du projet.

Conclusion

Ce travail s'inscrit dans le contexte des efforts déployés pour assurer les soins et la réhabilitation des animaux sauvages reçus dans de nombreux centres de soins en France. L'importance, attestée par les études scientifiques, du niveau de bien-être dans les processus de récupération physique et de réhabilitation comme le sentiment, partagé par les personnes impliquées dans ces établissements, de la nécessité éthique d'assurer un niveau de bien être satisfaisant pour les animaux reçus, rendent plus que nécessaires la mise en place de méthodes d'évaluation du niveau de bien-être chez les animaux sauvages qui y sont admis. Cette thèse, portant sur les pigeons bisets reçus au CHUV-FS, constitue une première étude comportementale réalisée sur une espèce sauvage en centre de soins ainsi qu'une première évaluation du niveau de bien-être des animaux pris en charge.

Cet objectif a conduit à l'élaboration d'un protocole expérimental pour la mesure de bien-être de pigeons en bonne santé reçus en hospitalisation et adapté aux contraintes d'un centre de soins. Il reposait sur la résolution de deux questions principales portant, d'une part sur l'évaluation de la similarité entre les comportements présentés par les pigeons en hospitalisation et ceux présentés par leur conspécifiques libres et, d'autre part, sur la réaction de ces oiseaux aux contraintes liées à la captivité (confinement, bruit ambiant, distribution alimentaire imposée).

Cette étude a permis de mettre en évidence un bien-être globalement satisfaisant des pigeons reçus au CHUV-FS mais également une tendance à l'expression de comportements de vigilance et de fuite pouvant être un signe de stress et de mal-être chez les pigeons en soins. Les études menées n'ont pas permis de statuer sur l'adaptation des animaux à la captivité. Certains résultats ont évoqué une certaine acclimatation au bruit durant la journée tandis que d'autres semblaient suggérer au contraire une sensibilisation aux nuisances sonores durant le séjour.

Si ces travaux doivent être poursuivis, sur un plus grand nombre d'animaux et sur une période plus longue, ils mettent aussi en lumière le potentiel d'approches complémentaires. Développer des outils opérationnels pour mieux appréhender l'état de santé des animaux, leurs capacités d'adaptation ou leur tempérament individuel pourrait constituer un moyen d'optimiser la récupération et la réhabilitation des animaux reçus. Une réflexion doit également être poursuivie sur l'application de ces méthodes durant la phase de réhabilitation des animaux, et sur leur déploiement à plus grande échelle, sur d'autres taxons ou dans d'autres centres.

Cette étude s'est aussi révélée être pertinente sur plusieurs aspects complémentaires aux objectifs posés. En effet, les résultats obtenus mettent parfois en évidence des tendances subjectivement marquées malgré le faible nombre d'individus. Ainsi, compléter cette étude devrait permettre de facilement obtenir des résultats significatifs, pouvant être indicateurs de mesures à mettre en œuvre pour améliorer le bien-être des pigeons reçus en hospitalisation. De plus, le choix d'étudier le pigeon biset comme modèle pour cette étude s'est révélé être intéressant. Des résultats suggèrent que les individus reçus en hospitalisation, malgré l'origine domestique de l'espèce, ressentent un stress. Cela confirme l'importance de poursuivre ce type d'évaluation sur les autres espèces de la faune sauvage reçues en centre de soins, probablement plus sensibles encore aux contraintes imposées par l'hospitalisation. Par ailleurs, la mise en place d'un tel dispositif expérimental s'est révélé être adapté à l'acquisition de données comportementales, de façon non invasive sur les pigeons. Dans le contexte de réduction maximale des interactions entre l'Homme et

les animaux dans les centres de soins, la réalisation de vidéo apparaît comme un outil intéressant de surveillance des animaux et pourrait être utilisé dans des situations moins complexes que celles liées à des projets de recherche (par exemple, dans la surveillance de la mise en contact d'individus rassemblés dans la même cage). Les enregistrements vidéo obtenus vont par ailleurs être stockés et pourront servir à d'autres études et être exploités *a posteriori*. Enfin, la réalisation de ce projet a permis de susciter la curiosité des intervenants au CHUV-FS pour les études comportementales sur les animaux reçus en centre de soins. Cet intérêt pourrait être à l'origine d'une participation de ces acteurs à l'observation des animaux répondant ainsi à leur curiosité naturaliste et permettant de réaliser des études comportementales de plus grande ampleur.

Liste des références bibliographiques

- Adams, N.J., Farnworth, M.J., Rickett, J., Parker, K.A., Cockrem, J.F., 2011. Behavioural and corticosterone responses to capture and confinement of wild blackbirds (*Turdus merula*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 134, 246–255. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.07.001>
- Alford, P.L., Bloomsmith, M.A., Keeling, M.E., Beck, T.F., 1995. Wounding aggression during the formation and maintenance of captive, multimale chimpanzee groups. *Zoo Biol.* 14, 347–359. <https://doi.org/10.1002/zoo.1430140406>
- Angelier, F., Parenteau, C., Ruault, S., Angelier, N., 2016a. Endocrine consequences of an acute stress under different thermal conditions: A study of corticosterone, prolactin, and thyroid hormones in the pigeon (*Columbia livia*). *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* 196, 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.02.010>
- Angelier, F., Parenteau, C., Trouvé, C., Angelier, N., 2016b. Does the stress response predict the ability of wild birds to adjust to short-term captivity? A study of the rock pigeon (*Columbia livia*). *R. Soc. Open Sci.* 3, 160840. <https://doi.org/10.1098/rsos.160840>
- Angelier, F., Wingfield, J.C., 2013. Importance of the glucocorticoid stress response in a changing world: Theory, hypotheses and perspectives. *Gen. Comp. Endocrinol.* 190, 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2013.05.022>
- Anses, 2018. Avis de l'ANSES relatif au "Bien-être animal : contexte, définition et évaluation" saisine n° «2016-SA-0288 » [WWW Document]. Anses. URL <https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-lanses-relatif-au-%C2%AB%C2%A0bien-%C3%AAtre-animal-contexte-d%C3%A9finition-et-%C3%A9valuation-%C2%BB> (accessed 8.9.22).
- Appleby, M.C., Smith, S.F., Hughes, B.O., 1992. Individual perching behaviour of laying hens and its effects in cages. *Br. Poult. Sci.* 33, 227–238. <https://doi.org/10.1080/00071669208417462>
- Archer, G.S., 2018. Color temperature of light-emitting diode lighting matters for optimum growth and welfare of broiler chickens. *Animal* 12, 1015–1021. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002361>
- Arumugam, K.A., Buesching, C.D., Annavi, G., 2019. Lip licking behavior in captive Malayan tapirs (*Tapirus indicus*): manifestation of a stereotypic or stress related response? *Int. J. Recent Adv. Multidiscip. Res.* 6, 4724–4727.
- Axelrod, J., Reisine, T.D., 1984. Stress hormones: their interaction and regulation. *Science* 224, 452–459. <https://doi.org/10.1126/science.6143403>
- Aydinonat, D., Penn, D.J., Smith, S., Moodley, Y., Hoelzl, F., Knauer, F., Schwarzenberger, F., 2014. Social Isolation Shortens Telomeres in African Grey Parrots (*Psittacus erithacus erithacus*). *PLoS One* 9, e93839. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093839>
- Baines, F.M., Chattell, J., Dale, J., Garrick, D., Gill, I., Goetz, M., Skelton, T., Swatman, M., 2016. How much UVB does my reptile need? The UV-Tool, a guide to the selection of UV lighting for reptiles and amphibians in captivity. *J. Zoo Aquar. Res.* 4, 42–63. <https://doi.org/10.19227/jzar.v4i1.150>
- Balcombe, J.P., Barnard, N.D., Sandusky, C., 2004. Laboratory Routines Cause Animal Stress. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 43, 42–51.
- Banerjee, S.B., Adkins-Regan, E., 2011. Effect of isolation and conspecific presence in a novel environment on corticosterone concentrations in a social avian species, the zebra finch (*Taeniopygia guttata*). *Horm. Behav.* 60, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2011.05.011>
- Basyrov, A., Leonova, T., 2021. *Columba livia* time budget in the conditions of Kazan in spring. *E3S Web Conf.* 265, 01003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126501003>
- Bateson, M., Matheson, S.M., 2007. Performance on a categorisation task suggests that removal of environmental enrichment induces 'pessimism' in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Anim. Welf.* 16, 33–36.
- Beaulieu, M., 2016. A Bird in the House: The Challenge of Being Ecologically Relevant in Captivity. *Front. Ecol. Evol.* 4. <https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00141>
- Benn, A.L., McLelland, D.J., Whittaker, A.L., 2019. A Review of Welfare Assessment Methods in Reptiles, and Preliminary Application of the Welfare Quality® Protocol to the Pygmy Blue-

- Tongue Skink, *Tiliqua adelaidensis*, Using Animal-Based Measures. *Animals* 9, 27. <https://doi.org/10.3390/ani9010027>
- Berteselli, G.V., Arena, L., Candeloro, L., Dalla Villa, P., De Massis, F., 2019. Interobserver agreement and sensitivity to climatic conditions in sheltered dogs' welfare evaluation performed with welfare assessment protocol (Shelter Quality protocol). *J. Vet. Behav.* 29, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.09.003>
- Bessei, W., 2006. Welfare of broilers: a review. *Worlds Poult. Sci. J.* 62, 455–466. <https://doi.org/10.1017/S0043933906001085>
- Birdfact, 2021. Baby Pigeons: All You Need To Know (With Pictures) [WWW Document]. Bird Fact. URL <https://birdfact.com/articles/baby-pigeons> (accessed 8.25.22).
- Bissonnette, T.H., 1930. Studies on the sexual cycle in birds. III. The normal regressive changes in the testis of the European starling (*Sturnus vulgaris*) from May to November. *Am. J. Anat.* 46, 477–497. <https://doi.org/10.1002/aja.1000460306>
- Boissy, A., Arnould, C., Chaillou, E., Désiré, L., Duvaux-Ponter, C., Greiveldinger, L., Leterrier, C., Richard, S., Roussel, S., Saint-Dizier, H., Meunier-Salaün, M.-C., Valance, D., Veissier, I., 2007. Emotions and cognition: A new approach to animal welfare. *Anim. Welf.* 16, 37–43.
- Bortolotti, G.R., Marchant, T.A., Blas, J., German, T., 2008. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. *Funct. Ecol.* 22, 494–500. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01387.x>
- Botelho, N., Vieira-Pinto, M., Batchelli, P., Pallisera, J., Dalmau, A., 2020. Testing an Animal Welfare Assessment Protocol for Growing-Rabbits Reared for Meat Production Based on the Welfare Quality Approach. *Animals* 10, 1415. <https://doi.org/10.3390/ani10081415>
- Bracke, M.B.M., Hopster, H., 2006. Assessing the Importance of Natural Behavior for Animal Welfare. *J. Agric. Environ. Ethics* 19, 77–89. <https://doi.org/10.1007/s10806-005-4493-7>
- Brilot, B.O., Bateson, M., 2012. Water bathing alters threat perception in starlings. *Biol. Lett.* 8, 379–381. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.1200>
- Broom, D.M., 1986. Indicators of poor welfare. *Br. Vet. J.* 142, 524–526. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0)
- Broom, D.M., 1983. Stereotypies as Animal Welfare Indicators, in: Smidt, D. (Ed.), *Indicators Relevant to Farm Animal Welfare: A Seminar in the CEC Programme of Coordination of Research on Animal Welfare, Organized by Dr. D. Smidt, and Held in Mariensee, 9-10 November 1982, Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 81–87. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6738-0_11
- Broom, D.M., Johnson, K.G., 2019. Stress and Welfare: History and Usage of Concepts, in: Broom, D.M., Johnson, K.G. (Eds.), *Stress and Animal Welfare: Key Issues in the Biology of Humans and Other Animals, Animal Welfare*. Springer International Publishing, Cham, pp. 71–97. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32153-6_4
- Cabanac, A.J., Guillemette, M., 2001. Temperature and heart rate as stress indicators of handled common eider. *Physiol. Behav.* 74, 475–479. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00586-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00586-8)
- Cairns, D., BREDIN, K., Montevecchi, W., 1987. Activity Budgets and Foraging Ranges of Breeding Common Murres. *Auk* 104, 218–224. <https://doi.org/10.1093/auk/104.2.218>
- Carenzi, C., Verga, M., 2009. Animal welfare: review of the scientific concept and definition. *Ital. J. Anim. Sci.* 8, 21–30. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.21>
- Carlstead, K., Brown, J.L., 2005. Relationships between patterns of Fecal corticoid excretion and behavior, reproduction, and environmental factors in captive black (*Diceros bicornis*) and white (*Ceratotherium simum*) rhinoceros. *Zoo Biol.* 24, 215–232. <https://doi.org/10.1002/zoo.20050>
- Carvalho, R.R., Palme, R., da Silva Vasconcellos, A., 2018. An integrated analysis of social stress in laying hens: The interaction between physiology, behaviour, and hierarchy. *Behav. Processes* 149, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.016>
- Chamove, A.S., Moodie, E.M., 1990. Are alarming events good for captive monkeys? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27, 169–176. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(90\)90016-7](https://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90016-7)

- Clark, J.A., Haseley, A., Van Genderen, G., Hofling, M., Clum, N.J., 2012. Increasing breeding behaviors in a captive colony of Northern Bald Ibis through conspecific acoustic enrichment. *Zoo Biol.* 31, 71–81. <https://doi.org/10.1002/zoo.20414>
- Clinchy, M., Sheriff, M.J., Zanette, L., 2012. Predator-induced stress and the ecology of fear. *Funct. Ecol.* 27, 56–65. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12007>
- Collins, 2008. Welfare and mate choice in zebra finches: effect of handling regime and presence of cover [WWW Document]. *Cent. Zoo Aquar. Anim. Welf.* URL <https://czaw.org/resources/welfare-and-mate-choice-in-zebra-finches-effect-of-handling-regime-and-presence-of-cover/> (accessed 7.25.22).
- Collins, S., Archer, J.A., Barnard, C., 2008. Welfare and mate choice in zebra finches: effect of handling regime and presence of cover. *Anim. Welf.* 17, 11–17.
- Conomy, J.T., Dubovsky, J.A., Collazo, J.A., Fleming, W.J., 1998. Do Black Ducks and Wood Ducks Habituate to Aircraft Disturbance? *J. Wildl. Manag.* 62, 1135–1142. <https://doi.org/10.2307/3802568>
- Cooper, J., McGreevy, P., 2007. Stereotypic behaviour in the stabled horse : causes, effects and prevention without compromising horse welfare, in: *The Welfare of Horses*. pp. 99–124.
- Corbani, T.L., Martin, J.E., Healy, S.D., 2021. The Impact of Acute Loud Noise on the Behavior of Laboratory Birds. *Front. Vet. Sci.* 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.607632>
- Cornetto, T., Estevez, I., 2001. Behavior of the Domestic Fowl in the Presence of Vertical Panels. *Poult. Sci.* 80, 1455–1462. <https://doi.org/10.1093/ps/80.10.1455>
- Crandell, K.E., Smith, A.F., Crino, O.L., Tobalske, B.W., 2018. Coping with compliance during take-off and landing in the diamond dove (*Geopelia cuneata*). *PLoS One* 13, e0199662. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199662>
- Cyr, N.E., Dickens, M.J., Romero, L.M., 2009. Heart Rate and Heart-Rate Variability Responses to Acute and Chronic Stress in a Wild-Caught Passerine Bird. *Physiol. Biochem. Zool.* 82, 332–344. <https://doi.org/10.1086/589839>
- Cyr, N.E., Romero, L.M., 2009. Identifying hormonal habituation in field studies of stress. *Gen. Comp. Endocrinol.* 161, 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.02.001>
- Cyr, N.E., Romero, L.M., 2007. Chronic stress in free-living European starlings reduces corticosterone concentrations and reproductive success. *Gen. Comp. Endocrinol.* 151, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2006.12.003>
- Dalla Costa, E., Dai, F., Lebelt, D., Scholz, P., Barbieri, S., Canali, E., Zanella, A., Minero, M., 2016. Welfare assessment of horses: the AWIN approach. *Anim. Welf.* 25, 481–488. <https://doi.org/10.7120/09627286.25.4.481>
- Day, L.B., Guerra, M., Schlinger, B.A., Rothstein, S.I., 2008. Sex differences in the effects of captivity on hippocampus size in brown-headed cowbirds (*Molothrus ater obscurus*). *Behav. Neurosci.* 122, 527–534. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.122.3.527>
- de la Barrera Cardozo, M., Chiba de Castro, W.A., Aguiar, L.M., 2021. Stress behaviors in captive robust capuchins: Effects of humidity, visitors, management and sex. *Am. J. Primatol.* 83, e23265. <https://doi.org/10.1002/ajp.23265>
- Desmarchelier, M., Troncy, E., Beauchamp, G., Paul-Murphy, J.R., Fitzgerald, G., Lair, S., 2012. Evaluation of a fracture pain model in domestic pigeons (*Columba livia*). *Am. J. Vet. Res.* 73, 353–360. <https://doi.org/10.2460/ajvr.73.3.353>
- Desquilbet, L., 2012. Guide pratique de validation statistique de méthodes de mesure : répétabilité, reproductibilité, et concordance.
- Dhabhar, F.S., 2009. Enhancing versus Suppressive Effects of Stress on Immune Function: Implications for Immunoprotection and Immunopathology. *Neuroimmunomodulation* 16, 300–317. <https://doi.org/10.1159/000216188>
- Dias-Ferreira, E., Sousa, J.C., Melo, I., Morgado, P., Mesquita, A.R., Cerqueira, J.J., Costa, R.M., Sousa, N., 2009. Chronic Stress Causes Frontostriatal Reorganization and Affects Decision-Making. *Science* 325, 621–625. <https://doi.org/10.1126/science.1171203>
- Dickens, M.J., Earle, K.A., Romero, L.M., 2009. Initial transference of wild birds to captivity alters stress physiology. *Gen. Comp. Endocrinol.* 160, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2008.10.023>

- Duncan, C.J., 1960. Preference tests and the sense of taste in the feral pigeon (*Columba livia* var *gmelin*). *Anim. Behav.* 8, 54–60. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(60\)90009-9](https://doi.org/10.1016/0003-3472(60)90009-9)
- Duncan, I.J.H., 2002. Poultry welfare: Science or subjectivity? *Br. Poult. Sci.* 43, 643–652. <https://doi.org/10.1080/0007166021000025109>
- Edgar, J., Held, S., Paul, E., Pettersson, I., l'Anson Price, R., Nicol, C., 2015. Social buffering in a bird. *Anim. Behav.* 105, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.04.007>
- Ellenberg, U., Mattern, T., Seddon, P.J., 2009. Habituation potential of yellow-eyed penguins depends on sex, character and previous experience with humans. *Anim. Behav.* 77, 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.09.021>
- Feenders, G., Bateson, M., 2012. The development of stereotypic behavior in caged european starlings, *Sturnus vulgaris*. *Dev. Psychobiol.* 54, 773–784. <https://doi.org/10.1002/dev.20623>
- Ferrante, V., Lolli, S., Ferrari, L., Watanabe, T.T.N., Tremolada, C., Marchewka, J., Estevez, I., 2019. Differences in prevalence of welfare indicators in male and female turkey flocks (*Meleagris gallopavo*). *Poult. Sci.* 98, 1568–1574. <https://doi.org/10.3382/ps/pey534>
- Fucikova, E., Drent, P.J., Smits, N., Van Oers, K., 2009. Handling Stress as a Measurement of Personality in Great Tit Nestlings (*Parus major*). *Ethology* 115, 366–374. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2009.01618.x>
- Gil, D., Brumm, H., 2015. Avian Urban Ecology : Behavioural and Physiological Adaptations. *Zool. J. Linn. Soc.* 174, 650. <https://doi.org/10.1111/zoj.12161>
- Golbidi, S., Frisbee, J.C., Laher, I., 2015. Chronic stress impacts the cardiovascular system: animal models and clinical outcomes. *Am. J. Physiol.-Heart Circ. Physiol.* 308, H1476–H1498. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00859.2014>
- GREAT BRITAIN, 1965. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. London, House on Commons Library.
- Gross, W.B., Siegel, H.S., 1983. Evaluation of the Heterophil/Lymphocyte Ratio as a Measure of Stress in Chickens. *Avian Dis.* 27, 972–979. <https://doi.org/10.2307/1590198>
- Heidbreder, C.A., Weiss, I.C., Domeney, A.M., Pryce, C., Homberg, J., Hedou, G., Feldon, J., Moran, M.C., Nelson, P., 2000. Behavioral, neurochemical and endocrinological characterization of the early social isolation syndrome. *Neuroscience* 100, 749–768. [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(00\)00336-5](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(00)00336-5)
- Held, S.D.E., Špinko, M., 2011. Animal play and animal welfare. *Anim. Behav.* 81, 891–899. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.01.007>
- Herring, G., Gawlik, D.E., 2009. Stability of Avian Fecal Corticosterone Metabolite Levels in Frozen Avian Feces. *J. Wildl. Manag.* 73, 1010–1013. <https://doi.org/10.2193/2008-398>
- Hosey, G.R., Skyner, L.J., 2007. Self-injurious Behavior in Zoo Primates. *Int. J. Primatol.* 28, 1431–1437. <https://doi.org/10.1007/s10764-007-9203-z>
- Howell, P., Cheyne, M., 2019. Complexities of Using Wild versus Captive Activity Budget Comparisons for Assessing Captive Primate Welfare. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 22. <https://doi.org/10.1080/10888705.2018.1500286>
- Huettner, T., Dollhaeupl, S., Simon, R., Baumgartner, K., von Fersen, L., 2021. Activity Budget Comparisons Using Long-Term Observations of a Group of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) under Human Care: Implications for Animal Welfare. *Animals* 11, 2107. <https://doi.org/10.3390/ani11072107>
- Hunter, S.C., Gusset, M., Miller, L.J., Somers, M.J., 2014. Space Use as an Indicator of Enclosure Appropriateness in African Wild Dogs (*Lycaon pictus*). *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 17, 98–110. <https://doi.org/10.1080/10888705.2014.884401>
- Injaian, A.S., Uehling, J.J., Taff, C.C., Vitousek, M.N., 2021. Effects of Artificial Light at Night on Avian Provisioning, Corticosterone, and Reproductive Success. *Integr. Comp. Biol.* 61, 1147–1159. <https://doi.org/10.1093/icb/icab055>
- Joffe, J.M., Rawson, R.A., Mulick, J.A., 1973. Control of Their Environment Reduces Emotionality in Rats. *Science* 180, 1383–1384. <https://doi.org/DOI:10.1126/science.180.4093.1383>
- Kalcher-Sommersguter, E., Franz-Schaidler, C., Preuschhof, S., Crailsheim, K., 2013. Long-Term Evaluation of Abnormal Behavior in Adult Ex-laboratory Chimpanzees (*Pan troglodytes*) Following Re-socialization. *Behav. Sci.* 3, 99–119. <https://doi.org/10.3390/bs3010099>

- Kaplan, G., 2022. Casting the Net Widely for Change in Animal Welfare: The Plight of Birds in Zoos, Ex Situ Conservation, and Conservation Fieldwork. *Animals* 12, 31. <https://doi.org/10.3390/ani12010031>
- Keiper, R.R., 1969. Causal factors of stereotypies in caged birds. *Anim. Behav.* 17, 114–119. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(69\)90119-5](https://doi.org/10.1016/0003-3472(69)90119-5)
- Kikusui, T., Winslow, J.T., Mori, Y., 2006. Social buffering: relief from stress and anxiety. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 361, 2215–2228. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1941>
- Kim, K.-T., Lee, S.-H., Lee, K.-K., Han, J.E., Kwak, D., 2021. Enhanced Virulence of *Aeromonas hydrophila* Is Induced by Stress and Serial Passaging in Mice. *Animals* 11, 508. <https://doi.org/10.3390/ani11020508>
- Kissiwaa, S.A., Bagley, E.E., 2018. Central sensitization of the spino-parabrachial-amygdala pathway that outlasts a brief nociceptive stimulus. *J. Physiol.* 596, 4457–4473. <https://doi.org/10.1113/JP273976>
- Krebs, H., Macht, M., Weyers, P., Weijers, H.-G., Janke, W., 1996. Effects of Stressful Noise on Eating and Non-eating Behavior in Rats. *Appetite* 26, 193–202. <https://doi.org/10.1006/appe.1996.0015>
- Laiolo, P., Banda, E., Lemus, J.A., Aguirre, J.I., Blanco, G., 2009. Behaviour and stress response during capture and handling of the red-billed chough *Pyrrhocorax pyrrhocorax* (Aves: Corvidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 96, 846–855. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2008.01174.x>
- Lattin, C.R., Bauer, C.M., de Bruijn, R., Michael Romero, L., 2012. Hypothalamus–pituitary–adrenal axis activity and the subsequent response to chronic stress differ depending upon life history stage. *Gen. Comp. Endocrinol.* 178, 494–501. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2012.07.013>
- Laurent, G., 2018. Création d'un nouveau dossier clinique permettant l'amélioration de la prise en charge des animaux de la faune sauvage européenne reçu au Centre d'Accueil de la Faune Sauvage (CEDAF), ainsi que l'enregistrement et le traitement statistique des données de l'année 2017 (Thèse de Médecine Vétérinaire). Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort.
- Le Maho, Y., Karmann, H., Briot, D., Handrich, Y., Robin, J.P., Mioskowski, E., Cherel, Y., Farni, J., 1992. Stress in birds due to routine handling and a technique to avoid it. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 263, R775–R781. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1992.263.4.R775>
- Le ministre de l'environnement et le ministre de l'agriculture et de la forêt, 1992. Arrêté du 11 septembre 1992 relatif aux règles générales de fonctionnement et aux caractéristiques des installations des établissements qui pratiquent des soins sur les animaux de la faune sauvage. NOR: ENVN9250300A [WWW Document]. Legifrance. URL <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000541669/> (accessed 8.24.22).
- Le-Dantec, D., 2006. Pigeon biset - *Columba livia* - Rock Dove [WWW Document]. Oiseaux.net. URL <https://www.oiseaux.net/oiseaux/pigeon.biset.html> (accessed 8.24.22).
- Levi, W.M., 1976. Making Pigeons Pay - A Manual of Practical Information on the Management, Selection, Breeding, Feeding, and Marketing of Pigeons. Orange Judd Publishing Company, Ithaca (NY).
- Liu, K., Xin, H., Shepherd, T., Zhao, Y., 2018. Perch-shape preference and perching behaviors of young laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 203, 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.009>
- LPO, 2022. Pigeon biset [WWW Document]. Agir Pour Biodiversité. URL <https://www.lpo.fr/decouvrir-la-nature/fiches-especes/fiches-especes/oiseaux/pigeon-biset> (accessed 8.4.22).
- Lumeij, J.T., Hommers, C.J., 2008. Foraging 'enrichment' as treatment for pterotillomania. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.015>
- Madden, A.A., Oliverio, A.M., Kearns, P.J., Henley, J.B., Fierer, N., Starks, P.T.B., Wolfe, B.E., Romero, L.M., Lattin, C.R., 2022. Chronic stress and captivity alter the cloacal microbiome of a wild songbird. *J. Exp. Biol.* 225, jeb243176. <https://doi.org/10.1242/jeb.243176>
- Maestriperi, D., Hoffman, C.L., 2011. Chronic stress, allostatic load, and aging in nonhuman primates. *Dev. Psychopathol.* 23, 1187–1195. <https://doi.org/10.1017/S0954579411000551>

- Mangiaterra, S., Marker, L., Cerquetella, M., Galosi, L., Marchegiani, A., Gavazza, A., Rossi, G., 2022. Chronic Stress-Related Gastroenteric Pathology in Cheetah: Relation between Intrinsic and Extrinsic Factors. *Biology* 11, 606. <https://doi.org/10.3390/biology11040606>
- Marino, L., Rose, N.A., Visser, I.N., Rally, H., Ferdowsian, H., Slootsky, V., 2020. The harmful effects of captivity and chronic stress on the well-being of orcas (*Orcinus orca*). *J. Vet. Behav.* 35, 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2019.05.005>
- Mason, G.J., Latham, N.R., 2004. Can't stop, won't stop : is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Anim. Welf.* 13, 57–69.
- McEwen, B.S., 2017. Neurobiological and Systemic Effects of Chronic Stress. *Chronic Stress* 1, 2470547017692328. <https://doi.org/10.1177/2470547017692328>
- McFarland, D.J., 1967. Phase relationships between feeding and drinking in the Barbary dove. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 63, 208–213. <https://doi.org/10.1037/h0024324>
- Meehan, C.L., Mench, J.A., 2002. Environmental enrichment affects the fear and exploratory responses to novelty of young Amazon parrots. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79, 75–88. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00118-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00118-1)
- Mendl, M., Burman, O.H.P., Parker, R.M.A., Paul, E.S., 2009. Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: Emerging evidence and underlying mechanisms. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 118, 161–181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.023>
- Millar, L., 2013. Improving captive animal welfare through the application of cognitive enrichment (Thesis of psychology). University of Exeter.
- Monaghan, P., Haussmann, M.F., 2015. The positive and negative consequences of stressors during early life. *Early Hum. Dev.* 91, 643–647. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2015.08.008>
- Morgan, K.N., Tromborg, C.T., 2007. Sources of stress in captivity - ScienceDirect. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 102, 262–302. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.032>
- Müller, C., Jenni-Eiermann, S., Blondel, J., Perret, P., Caro, S.P., Lambrechts, M.M., Jenni, L., 2007. Circulating corticosterone levels in breeding blue tits *Parus caeruleus* differ between island and mainland populations and between habitats. *Gen. Comp. Endocrinol.* 154, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2007.05.031>
- Murton, R.K., Thearle, R.J.P., Thompson, J., 1972. Ecological Studies of the Feral Pigeon *Columba livia* var. I. Population, Breeding Biology and Methods of Control. *J. Appl. Ecol.* 9, 835–874. <https://doi.org/10.2307/2401909>
- Names, G., Martin, M., Badiane, A., Le Galliard, J.-F., 2019. The relative importance of body size and UV coloration in influencing male-male competition in a lacertid lizard. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 73, 98. <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2710-z>
- Nash, R.F., 1978. Habituation and Tonic Immobility in Chickens: Strain Comparisons. *Psychol. Rec.* 28, 109–114. <https://doi.org/10.1007/BF03394514>
- Nilsson, P.B., Hollmén, T.E., Atkinson, S., Mashburn, K.L., Tuomi, P.A., Esler, D., Mulcahy, D.M., Rizzolo, D.J., 2008. Effects of ACTH, capture, and short term confinement on glucocorticoid concentrations in harlequin ducks (*Histrionicus histrionicus*). *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* 149, 275–283. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2008.01.002>
- Olah, G., Rozsa, L., 2006. Nitrogen metabolic wastes do not influence drinking water preference in feral pigeons. *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* 4, 401–406.
- Oliveira, T.G., Chan, R.B., Bravo, F.V., Miranda, A., Silva, R.R., Zhou, B., Marques, F., Pinto, V., Cerqueira, J.J., Di Paolo, G., Sousa, N., 2016. The impact of chronic stress on the rat brain lipidome. *Mol. Psychiatry* 21, 80–88. <https://doi.org/10.1038/mp.2015.14>
- Olsson, I.A.S., Westlund, K., 2007. More than numbers matter: The effect of social factors on behaviour and welfare of laboratory rodents and non-human primates. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103, 229–254. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.022>
- Organisation mondiale de la santé animale, 2004. Introduction aux recommandations relatives au bien-être animal, Code sanitaire pour les animaux terrestres. Paris, OIE.
- Ortega, C.P., 2012. Chapter 2: Effects of noise pollution on birds: A brief review of our knowledge. *Ornithol. Monogr.* 74, 6–22. <https://doi.org/10.1525/om.2012.74.1.6>
- OvoControl®, 2022. Pigeons Facts and Figures [WWW Document]. OvoControl®. URL <https://www.ovocontrol.com/pigeon-facts-figures> (accessed 8.25.22).

- Ozella, L., Anfossi, L., Di Nardo, F., Pessani, D., 2017. Effect of weather conditions and presence of visitors on adrenocortical activity in captive African penguins (*Spheniscus demersus*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 242, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2015.12.002>
- Partecke, J., Schwabl, I., Gwinner, E., 2006. Stress and the City: Urbanization and Its Effects on the Stress Physiology in European Blackbirds. *Ecology* 87, 1945–1952. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1945:SATCUA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1945:SATCUA]2.0.CO;2)
- Philbin, Ballweg, Gray, 1994. The Effect of an Intensive Care Unit Sound Environment on the Development of Habituation in Healthy Avian Neonates. *Dev. Psychobiol.* 27, 11–21.
- Philbin, M.K., Ballweg, D.D., Gray, L., 1994. The effect of an intensive care unit sound environment on the development of habituation in healthy avian neonates. *Dev. Psychobiol.* 27, 11–21. <https://doi.org/10.1002/dev.420270103>
- Planck-Gesellschaft, M., 2019. Birds do not habituate to traffic noise: Traffic noise affects normal stress reactions in zebra finches and delays offspring growth [WWW Document]. *ScienceDaily*. URL <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/10/191025101507.htm> (accessed 8.2.22).
- Poot, H., ter Maat, A., Trost, L., Schwabl, I., Jansen, R.F., Gahr, M., 2012. Behavioural and physiological effects of population density on domesticated Zebra Finches (*Taeniopygia guttata*) held in aviaries - *ScienceDirect*. *Physiol. Behav.* 105, 821–828. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.10.013>
- Prince, P.A., Francis, M.D., 1984. Activity Budgets of Foraging Gray-Headed Albatrosses. *The Condor* 86, 297–300. <https://doi.org/10.2307/1366998>
- Quinn, J., J. Whittingham, M., J. Butler, S., Cresswell, W., 2006. Noise, predation risk compensation and vigilance in the chaffinch *Fringilla coelebs*. *J. Avian Biol.* 37, 601–608. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0908-8857.03781.x>
- Réseau des centres de soins de la faune sauvage, 2022. Réseau des centres de soins de la faune sauvage [WWW Document]. Réseau Cent. Soins Faune Sauvage. URL <https://www.reseau-soins-faune-sauvage.com/> (accessed 8.4.22).
- Rich, E.L., Romero, L.M., 2005. Exposure to chronic stress downregulates corticosterone responses to acute stressors. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 288, R1628–R1636. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00484.2004>
- Ritter, C., Beaver, A., von Keyserlingk, M.A.G., 2019. The complex relationship between welfare and reproduction in cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 54, 19–22. <https://doi.org/10.1111/rda.13464>
- Romero, L.M., Ramage-Healey, L., 2000. Daily and Seasonal Variation in Response to Stress in Captive Starlings (*Sturnus vulgaris*): Corticosterone - *ScienceDirect*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 119, 52–59. <https://doi.org/10.1006/gcen.2000.7491>
- Romero, L.M., Romero, R.C., 2002. Corticosterone Responses in Wild Birds: The Importance of Rapid Initial Sampling. *The Condor* 104, 129–135. <https://doi.org/10.1093/condor/104.1.129>
- Rose, P., Badman-King, A., Hurn, S., Rice, T., 2021. Visitor presence and a changing soundscape, alongside environmental parameters, can predict enclosure usage in captive flamingos. *Zoo Biol.* 40, 363–375. <https://doi.org/10.1002/zoo.21615>
- Rose, P., Roper, A., Banks, S., Giorgio, C., Timms, M., Vaughan, P., Hatch, S., Halpin, S., Thomas, J., O'Brien, M., 2022. Evaluation of the time-activity budgets of captive ducks (*Anatidae*) compared to wild counterparts. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 251, 105626. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105626>
- Ross, S.R., Schapiro, S.J., Hau, J., Lukas, K.E., 2009. Space use as an indicator of enclosure appropriateness: A novel measure of captive animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.08.007>
- Rowan, W., 1938. Light and Seasonal Reproduction in Animals. *Biol. Rev.* 13, 374–401. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1938.tb00523.x>
- Royo, F., Mayo, S., Carlsson, H.-E., Hau, J., 2008. Egg Corticosterone: A Noninvasive Measure of Stress in Egg-Laying Birds. *J. Avian Med. Surg.* 22, 310–314.
- Rushen, J., Chanpinal, N., de Passillé, A., 2012. Automated monitoring of behavioural-based animal welfare indicators. *Anim. Welf.* 21, 339–350. <https://doi.org/10.7120/09627286.21.3.339>
- Ryan, S., Bacon, H., Endenburg, N., Hazel, S., Jouppi, R., Lee, N., Seksel, K., Takashima, G., 2021. Guide du bien-être animal [WWW Document]. WSAVA.

- Sandberg, R., Muth, R., Pfabe, C., Wiltschko, R., Wiltschko, W., 1999. Staying in plastic containers interferes with the orientation of clock-shifted homing pigeons. *Anim. Behav.* 57, 695–704. <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.1030>
- Shoukary, R.D., Sayed, R.K., Hassan, R.I., 2018. Behavioral, hepato-morphological, and biochemical studies on the possible protective effect of black seed and water bath against change-mediated heat stress on pigeon. *J. Basic Appl. Zool.* 79, 23. <https://doi.org/10.1186/s41936-018-0035-5>
- Siciliano-Martina, L., Martina, J.P., 2018. Stress and social behaviors of maternally deprived captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*). *Zoo Biol.* 37, 80–89. <https://doi.org/10.1002/zoo.21405>
- Silanikove, N., 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 67, 1–18. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7)
- Silk, J.B., 2007. Social Components of Fitness in Primate Groups. *Science* 317, 1347–1351. <https://doi.org/10.1126/science.1140734>
- Simitzis, P.E., Kalogeraki, E., Goliomytis, M., Charismiadou, M.A., Triantaphyllopoulos, K., 2012. Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. *Br. Poult. Sci.* 53, 721–730. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.745930>
- Slabbekoorn, H., Peet, M., 2003. Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424, 267–267. <https://doi.org/10.1038/424267a>
- Soh, M.C.K., Pang, R.Y.T., Ng, B.X.K., Lee, B.P.Y.-H., Loo, A.H.B., Er, K.B.H., 2021. Restricted human activities shift the foraging strategies of feral pigeons (*Columba livia*) and three other commensal bird species. *Biol. Conserv.* 253, 108927. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108927>
- Spotswood, E.N., Roesch Goodman, K., Carlisle, J., Cormier, L., Humple Diana L, Rousseau, J., Guers, S.L., Barton, G.G., 2011. How safe is mist netting? evaluating the risk of injury and mortality to birds. *Wiley Online Libr., Methods in Ecology and Evolution* 3, 29–38. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00123.x>
- Spudeit, W.A., Sulzbach, N.S., Bittencourt, M. de A., Duarte, A.M.C., Liang, H., Lino-de-Oliveira, C., Marino-Neto, J., 2013. The behavioral satiety sequence in pigeons (*Columba livia*). Description and development of a method for quantitative analysis. *Physiol. Behav.* 122, 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.08.031>
- Staddon, J.E.R., 1993. On Rate-Sensitive Habituation. *Adapt. Behav.* 1, 421–436. <https://doi.org/10.1177/105971239300100402>
- Stanford, M., 2006. Effects of UVB radiation on calcium metabolism in psittacine birds. *Vet. Rec.* 159, 236–241. <https://doi.org/10.1136/vr.159.8.236>
- Steiger, S.S., Fidler, A.E., Valcu, M., Kempenaers, B., 2008. Avian olfactory receptor gene repertoires: evidence for a well-developed sense of smell in birds? *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 275, 2309–2317. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0607>
- Straub, J., Forbes, N., Pees, M., Krautwald-Junghanns, M.-E., 2003. Effect of handling-induced stress on the results of spectral Doppler echocardiography in falcons. *Res. Vet. Sci.* 74, 119–122. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(02\)00159-5](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(02)00159-5)
- Sultana, S., Hassan, Md.R., Choe, H.S., Ryu, K.S., 2013. The Effect of Monochromatic and Mixed LED Light Colour on the Behaviour and Fear Responses of Broiler Chicken. *Avian Biol. Res.* 6, 207–214. <https://doi.org/10.3184/175815513X13739879772128>
- Tabh, J.K.R., Burness, G., Wearing, O.H., Tattersall, G.J., Mastro Monaco, G.F., 2021. Infrared thermography as a technique to measure physiological stress in birds: Body region and image angle matter. *Physiol. Rep.* 9, e14865. <https://doi.org/10.14814/phy2.14865>
- Tappy, L., 2006. Réponses neuroendocriniennes au stress et maladies métaboliques. *Nutr. Clin. Métabolisme* 20, 95–98. <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2006.04.004>
- Tarara, E.B., Tarara, R.P., Suleman, M.A., 1995. Stress-Induced Gastric Ulcers in Vervet Monkeys (*Cercopithecus aethiops*): The Influence of Life History Factors. Part II. *J. Zoo Wildl. Med.* 26, 72–75.
- Tisdale, R.K., Lesku, J.A., Beckers, G.J.L., Vyssotski, A.L., Rattenborg, N.C., 2018. The low-down on sleeping down low: pigeons shift to lighter forms of sleep when sleeping near the ground. *J. Exp. Biol.* 221, jeb182634. <https://doi.org/10.1242/jeb.182634>

- Torné-Noguera, A., Pagani-Núñez, E., Senar, J.C., 2014. Great Tit (*Parus major*) breath rate in response to handling stress: urban and forest birds differ. *J. Ornithol.* 155, 315–318. <https://doi.org/10.1007/s10336-013-1025-5>
- Usategui-Martín, A., Liria-Loza, A., Valverde, R.A., Pinós-Crosas, J., Tuya, F., Carbajal, A., López-Bejar, M., Montero, D., 2021. Assessment of captive rearing conditions on loggerhead hatchlings: Effect of handling frequency and stocking density. *J. Exp. Zool. Part Ecol. Integr. Physiol.* 335, 489–498. <https://doi.org/10.1002/jez.2469>
- van Hoek, C.S., ten Cate, C., 1998. Abnormal behavior in caged birds kept as pets. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 1, 51–64. https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0101_5
- van Zeeland, Y.R.A., Spruit, B.M., Rodenburg, T.B., Riedstra, B., van Hierden, Y.M., Buitenhuis, B., Korte, S.M., Lumeij, J.T., 2009. Feather damaging behaviour in parrots: A review with consideration of comparative aspects. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121, 75–95. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.09.006>
- Vive l'élevage, n.d. L'élevage des pigeons [WWW Document]. Vive Elev. URL <https://www.viveeleveage.com/l-elevage-des-pigeons-3-1167.html> (accessed 8.4.22).
- Waples, K.A., Gales, N.J., 2002. Evaluating and minimising social stress in the care of captive bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Zoo Biol.* 21, 5–26. <https://doi.org/10.1002/zoo.10004>
- Wascher, C.A.F., Heiss, R.S., Baglione, V., Canestrari, D., 2015. Behavioural responses to olfactory cues in carrion crows. *Behav. Processes* 111, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.11.009>
- Whitfield-Rucker, M., Cassone, V.M., 2000. Photoperiodic regulation of the male house sparrow song control system: gonadal dependent and independent mechanisms. *Gen. Comp. Endocrinol.* 118, 173–183. <https://doi.org/10.1006/gcen.2000.7455>
- Widowski, T., Torrey, S., 2018. Rearing young birds for adaptability, in: Mench, J.A. (Ed.), *Advances in Poultry Welfare*. Woodhead Publishing, pp. 49–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100915-4.00003-8>
- Williams, I., Hoppitt, W., Grant, R., 2017. The effect of auditory enrichment, rearing method and social environment on the behavior of zoo-housed psittacines (Aves: Psittaciformes); implications for welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 186, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.10.013>
- Xiaopo, M.A.O., Guangyuan, Z., Xueming, Z., Chaohui, L.I., 2021. Research on a new type of high-efficiency composite polymer odor bird repellent for overhead transmission lines. *J. Phys. Conf. Ser.* 2005, 012129. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2005/1/012129>
- Yamanashi, Y., Teramoto, M., Morimura, N., Hirata, S., Inoue-Murayama, M., Idani, G., 2016. Effects of Relocation and Individual and Environmental Factors on the Long-Term Stress Levels in Captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*): Monitoring Hair Cortisol and Behaviors. *PLoS One* 11, e0160029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160029>
- Zeigler, H.P., 1974. Feeding Behavior in the Pigeon: A Neurobehavioral Analysis, in: *Birds: Brain and Behavior*. Academic Press, New-York, pp. 101–125.
- Zeigler, H.P., Green, H.L., Siegel, J., 1972. Food and water intake and weight regulation in the pigeon. *Physiol. Behav.* 8, 127–134. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(72\)90139-4](https://doi.org/10.1016/0031-9384(72)90139-4)

Annexes

Figures 41 (a,b,c) : Représentation des colinéarités entre les facteurs individuels de durée de présence au CHUV-FS et de masse corporelle le jour de l'admission au centre et le jour de l'observation

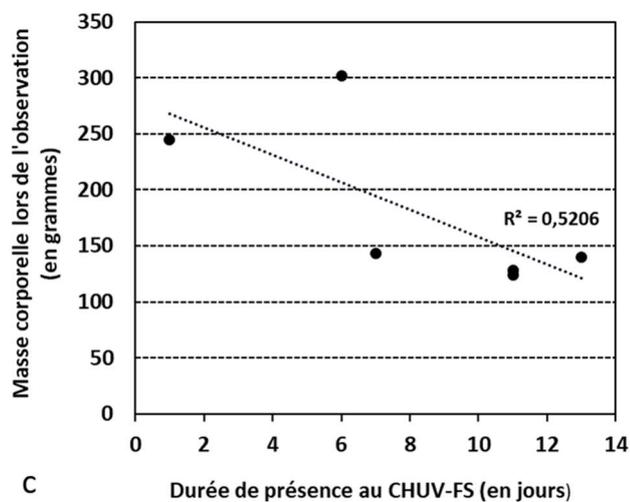
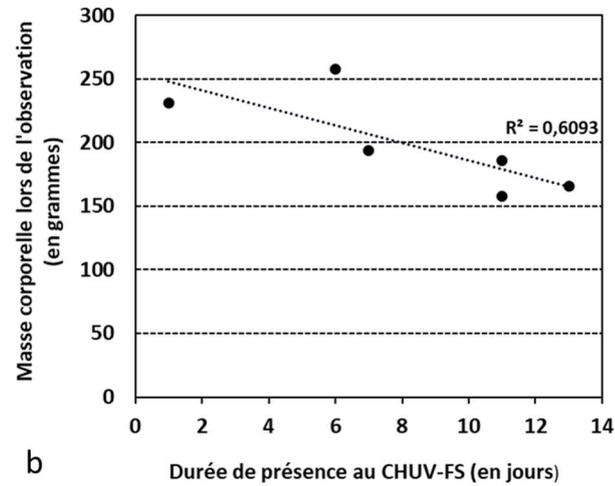
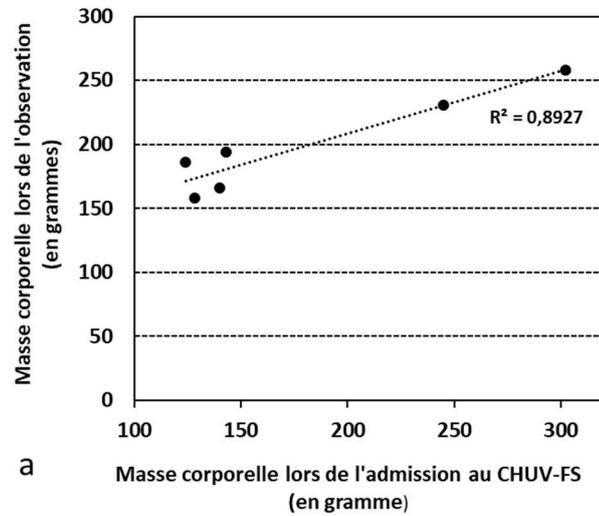


Tableau 9 : Tableau des valeurs de p (comparaisons post-hoc avec un test de permutation) des comparaisons entre les pourcentages de temps alloués aux différents comportements sans prise en compte des conditions sonores

	Inactivité	Alerte	Battements d'ailes	Marche	Vol	Prise alimentaire	Consommation d'eau	Picorage	Toilettage
Inactivité									
Alerte	0,78								
Battements d'ailes	0,001	0,001							
Marche	0,004	0	0,006						
Vol	0,001	0,001	0,001	0,001					
Prise alimentaire	0,011	0,008	0,026	0,314	0,001				
Consommation d'eau	0	0	0,109	0,001	Pas de valeur	0,007			
Picorage	0,03	0,02	0,002	0,017	0,001	0,056	0,003		
Toilettage	0,033	0,028	0,006	0,04	0	0,195	0,001	0,912	
Étirement	0,002	0,005	0,609	0,003	0,003	0,002	Pas de valeur	0	0

L'absence de valeur pour certaines comparaisons correspond à un manque de puissance du modèle avec les données disponibles

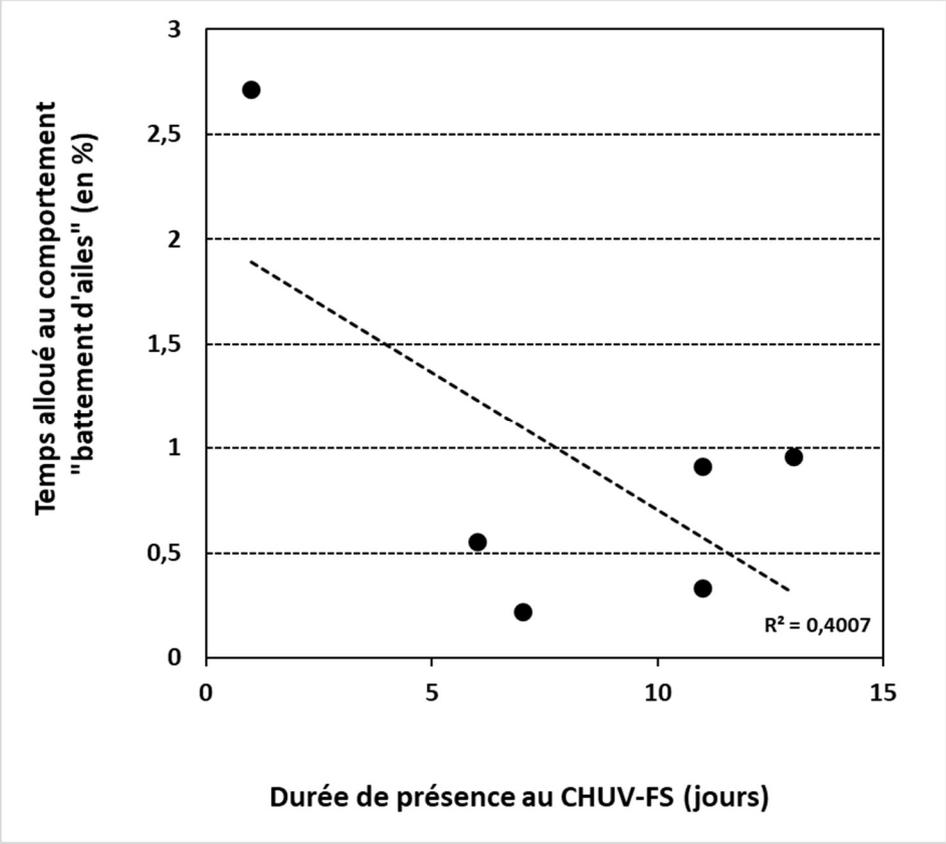
Les valeurs en gras représentent les différences statistiquement significatives.

Tableau 10 : Tableau des valeurs de p (comparaisons post-hoc avec un test de permutation) des comparaisons entre les pourcentages de temps alloués aux différents comportements avec pondération selon les conditions sonores

	Inactivité	Alerte	Battements d'ailes	Marche	Vol	Prise alimentaire	Consommation d'eau	Picorage	Toilettage
Inactivité									
Alerte	0,182								
Battements d'ailes	0	0							
Marche	0	0	0,004						
Vol	0,001	0,001	0,004	0					
Prise alimentaire	0,015	0,043	0,015	0,095	0,003				
Consommation d'eau	0	0	0,358	0,001	pas de valeur	0,01			
Picorage	0,047	0,224	0,001	0,01	0,003	0,149	0,005		
Toilettage	0,039	0,094	0	0,025	0	0,371	0	0,686	
Étirement	0	0,001	0,304	0,003	pas de valeur	0,008	pas de valeur	0	0,001

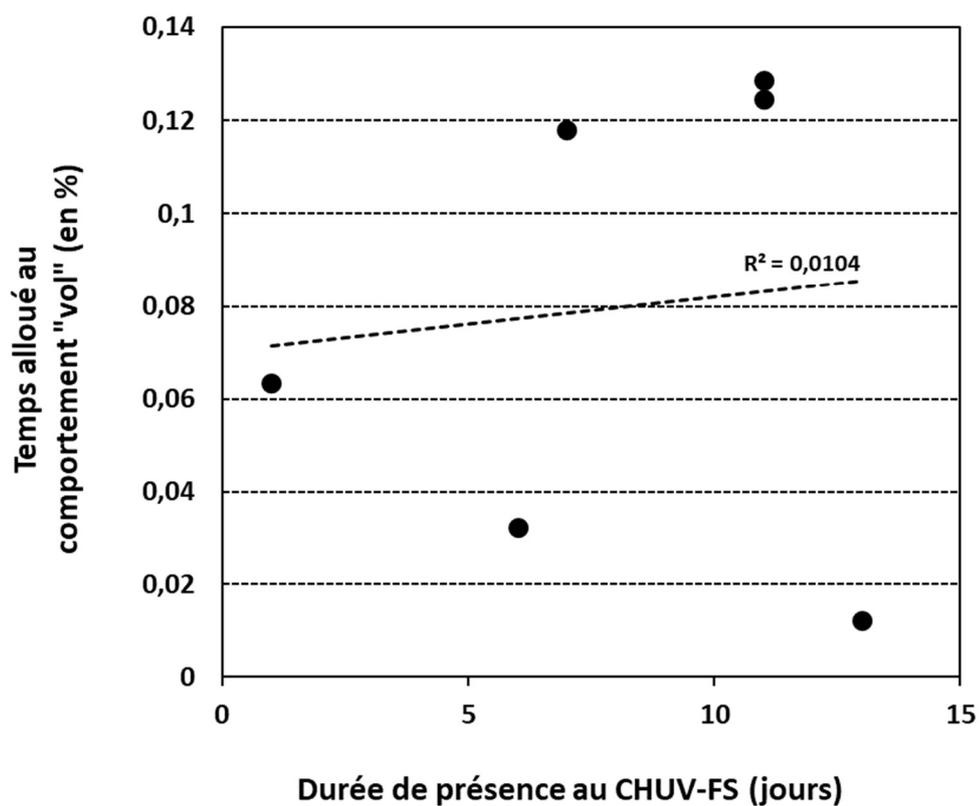
*L'absence de valeur pour certaines comparaisons correspond à un manque de puissance du modèle avec les données disponibles.
Les valeurs en gras représentent les différences statistiquement significatives.*

Figure 42 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "battements d'ailes" en fonction du temps passé au centre de soins



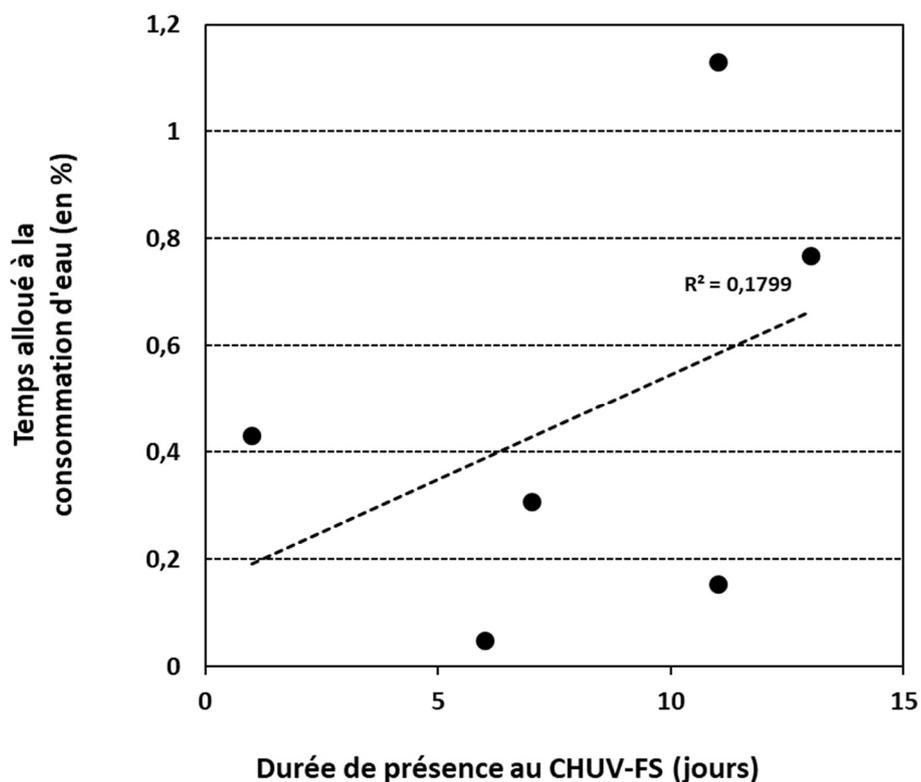
Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p = 0,183$.

Figure 43 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "vol" en fonction du temps passé au centre de soins



Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p = 0,87$.

Figure 44 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "consommation d'eau" en fonction du temps passé au centre de soins

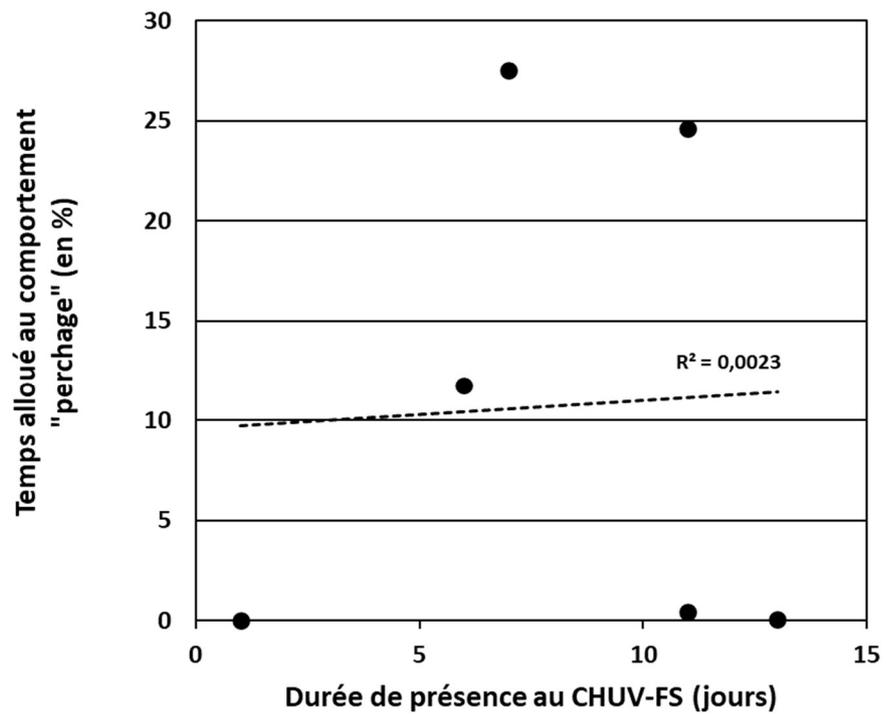


Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p = 0,41$.

Tableau 11 : Tableau des valeurs de p obtenue avec un test de permutation pour l'étude de l'association entre le pourcentage de temps alloué à un comportement et la durée de présence au centre

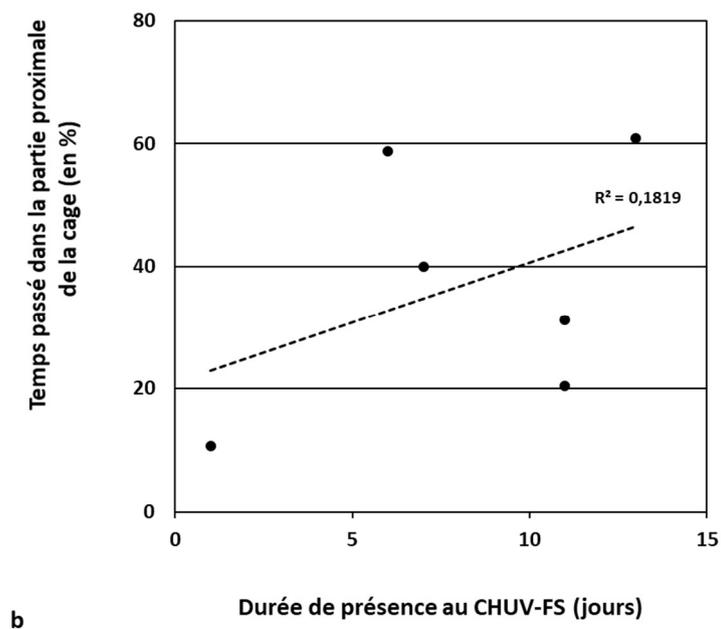
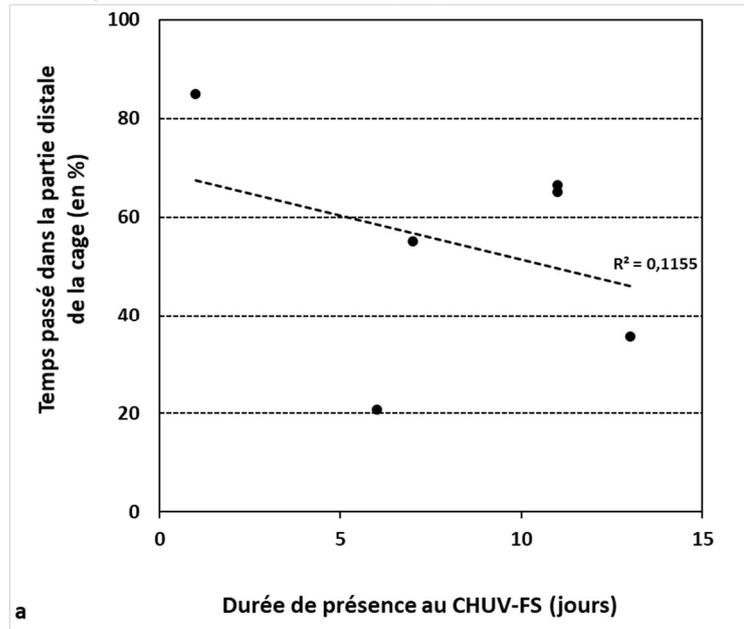
Comportement	Valeur de p
Inactivité	0,153
Alerte	0,515
Battements d'ailes	0,183
Marche	0,198
Vol	0,866
Prise alimentaire	0,229
Consommation d'eau	0,404
Picorage	0,281
Toilettage	0,347
Étirements	0,066
Au sol	0,877
Perché	0,934
Partie distale	0,508
Partie proximale	0,392

Figure 45 : Pourcentage moyen de temps alloué au comportement "perchage" en fonction du temps passé au centre de soins



Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,94$.

Figure 46 a et b : Pourcentage moyen de temps passé en partie distale (a) ou proximale (b) de la cage en fonction du temps passé au centre de soins



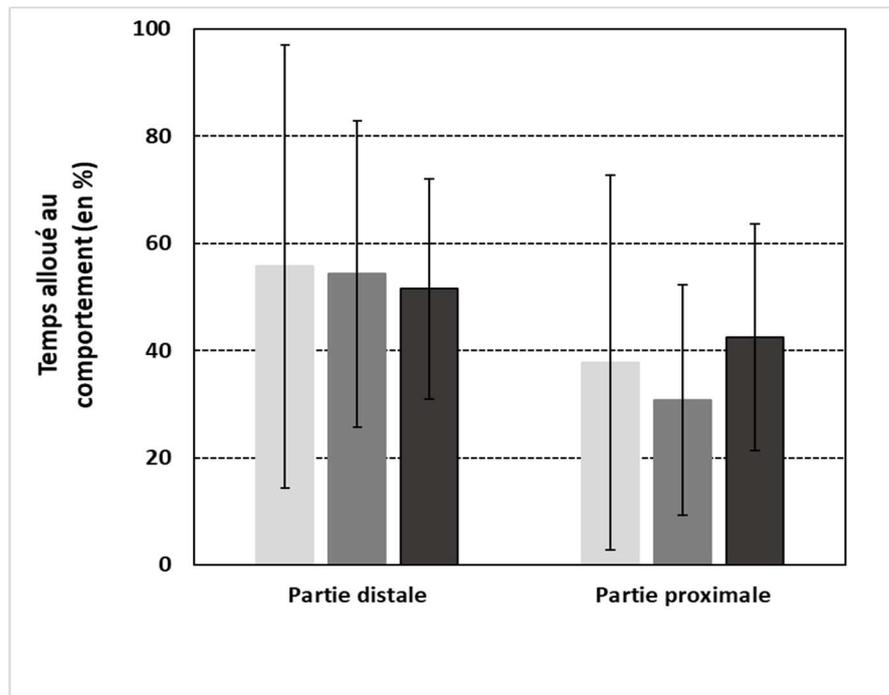
Chaque point représente les données obtenues sur un individu ; $p=0,51$ pour la partie distale et $p=0,39$ pour la partie proximale.

Tableau 12 : Tableau des valeurs de p obtenue avec un test de permutation pour la comparaison entre les conditions sonores des pourcentages alloués à chaque comportement

Comportement	Valeur de p générale	Comparaisons post-hoc		
Inactivité	0,796			
Alerte	0,031	« silence »		« bruit modéré »
		« bruit modéré »	0,331	
		« bruit intense »	0,034	0,032
Battements d'ailes	0,781			
Marche	0,534			
Vol	0,939			
Prise alimentaire	0,348			
Consommation d'eau	0,128			
Picorage	0,16			
Toilettage	0,654			
Étirements	0,365			
Perché	0,261			
Au sol	0,856			
Partie distale	0,96			
Partie proximale	0,685			

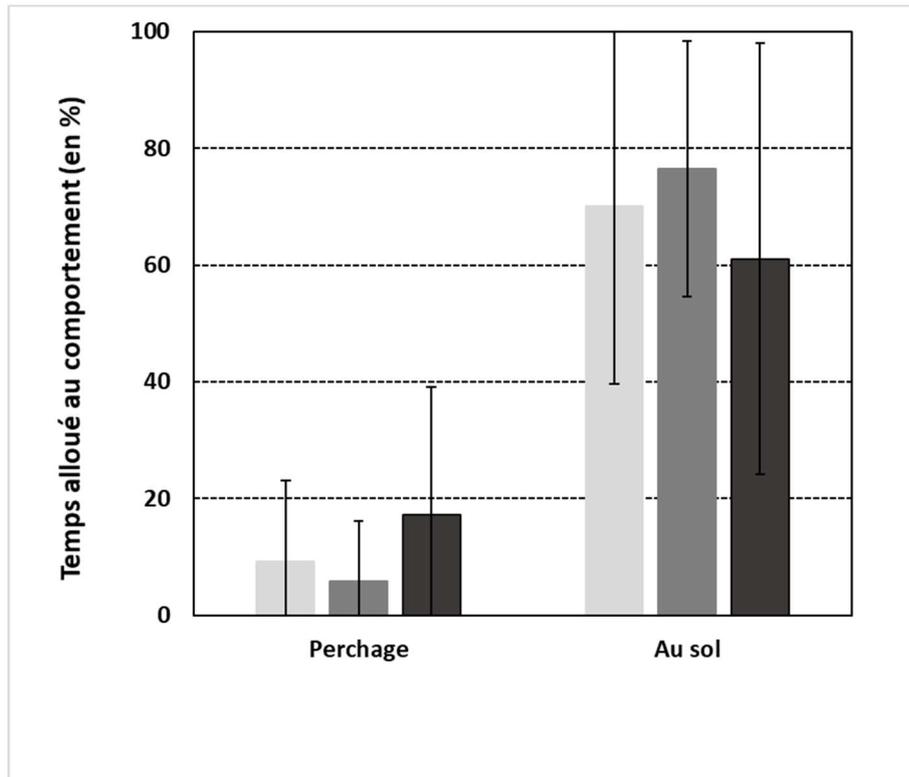
Les valeurs en gras représentent les différences statistiquement significatives.

Figure 47 : Comparaison entre les différentes conditions sonores de la répartition dans la longueur de la cage



Les barres d'erreur représentent l'écart type à 95 % ; $n=6$; pour la partie distale $p=0,96$; pour la partie proximale $p=0,69$. Les conditions sonores testées sont le « silence » (■), le « bruit modéré » (■) et le « bruit intense » (■).

Figure 48 : Comparaison entre différentes conditions sonores des comportements de perchage ou au sol



Les barres d'erreur représentent l'écart type à 95 % ; $n=6$; pour le comportement de perchage $p=0,26$; pour le comportement au sol $p=0,86$.

Les conditions sonores testées sont le « silence » (■), le bruit « modéré » (■) et le « bruit intense » (■).

Tableau 13 : Tableau des valeurs de p obtenue avec un test de permutation pour comparer (comparaison post-hoc avec la méthode de Bonferroni corrigée) les parts de comportements réalisées dans chaque condition sonore

Comportement	Valeur de p globale	Comparaisons post-hoc		
Inactivité	0,496			
Alerte	<0,001	« silence »		« bruit »
		« bruit modéré »	0,319	
		« bruit intense »	0,008	pas de valeur
Battements d'ailes	0,911			
Marche	0,068			
Vol	0,263			
Prise alimentaire	0,751			
Consommation d'eau	0,198			
Picorage	Pas de valeur			
Toilettage	0,328			
Étirements	0,3			
Perché	0,622			
Au sol	0,247			
Partie distale	0,928			
Partie proximale	0,485			

Les valeurs en gras représentent les différences statistiquement significatives.

L'absence de valeur est la conséquence d'une convergence impossible pour le modèle statistique

MÉTHODES ET APPLICATIONS DE L'ÉTHOLOGIE EN CENTRE DE SOINS DE FAUNE SAUVAGE - PREMIÈRE APPROCHE DE L'ÉVALUATION DU NIVEAU DE BIEN-ÊTRE CHEZ LE PIGEON BISET (*COLUMBA LIVIA*) AU CHUV-FS

AUTEUR : Chloé PAQUET

RÉSUMÉ :

Les centres de soins de la faune sauvage ont pour objectif de prodiguer des soins aux animaux en détresse puis de les réintégrer dans leur environnement naturel. Or le séjour imposé en captivité peut être source de stress chronique altérant le bien-être des animaux et freinant leur récupération. L'objectif de ce travail était de constituer une première évaluation, dans sa composante comportementale, du bien-être de la faune sauvage reçue en centre de soins. Le pigeon biset a servi de modèle à cette étude préliminaire qui s'est déroulée au centre hospitalier universitaire vétérinaire faune sauvage de l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort.

La première partie de l'étude, dans le cadre d'une analyse bibliographique, récapitule, la définition du bien-être chez l'animal, les méthodes de mesure de celui-ci, les différentes sources de stress en captivité ainsi que leurs effets sur la santé et présente succinctement l'espèce d'intérêt. Ces éléments ont permis l'élaboration d'un protocole expérimental pour la mesure de bien-être, adapté aux contraintes d'un centre de soins, et visant à la résolution de deux questions principales portant d'une part sur la recherche de comportements anormaux et d'autre part sur la réaction des pigeons aux contraintes liées à la captivité. Une seconde partie de l'étude a permis de déterminer de façon expérimentale le budget d'activité en filmant six pigeons en bonne santé et leur utilisation de l'espace, ainsi que leurs réactions aux nuisances sonores, à la distribution alimentaire imposée et à la durée de leur captivité. Cette partie a permis de mettre en évidence un bien-être globalement satisfaisant des animaux mais également une tendance à l'expression de comportements de vigilance et de fuite pouvant être interprétés comme des signes de stress et de mal-être chez les oiseaux en soins. Faute de puissance statistique, les études menées n'ont pas permis de statuer sur l'adaptation des animaux à la captivité. Des résultats ont suggéré une certaine acclimatation au bruit durant la journée tandis que d'autres semblaient indiquer au contraire une sensibilisation aux nuisances sonores durant le séjour. L'étude conclut sur les actions de recherche qui devraient être menées pour étayer ces premiers résultats et sur les outils à développer pour en accroître la portée. Enfin, une application des résultats de ces travaux en centre de soins est discutée au regard des moyens disponibles.

MOTS CLÉS :

BIEN-ÊTRE, CAPTIVITÉ, CENTRE DE SOINS, FAUNE SAUVAGE, PIGEON BISET, STRESS, BUDGET D'ACTIVITÉ, ÉTHOLOGIE, VIDÉO

JURY :

Présidente : Pr Bénédicte Grimard-Ballif

Directeur de thèse : Dr Pascal Arné

Examineurs : Dr Veronica Risco-Castillo ; Dr Charly Pignon

Invitée co-encadrante : Pr Caroline Gilbert

METHODS AND APPLICATIONS OF ETHOLOGY IN A WILDLIFE REHABILITATION CENTER – FIRST APPROACH TO THE ASSESSMENT OF ROCK PIGEONS’S WELFARE (*COLUMBA LIVIA*) AT THE CHUV-FS

AUTHOR: Chloé PAQUET

SUMMARY:

Wildlife rehabilitation centers aim to provide care to animals in distress and then reintegrate them into their environment. However, the necessary stay in captivity can be a source of chronic stress attempting to the well-being of the animals and slowing down their recovery. The objective of this work is therefore to constitute a first evaluation, in its behavioral component, of the well-being of wildlife received in a care center. The rock pigeon served as a model for this study, which took place at the wildlife care center of the National Veterinary School of Alfort, France (CHUV-FS).

The first part of the study summarizes, based on a bibliographical analysis, the definition of animal welfare, the methods of measurement, the different sources of stress in captivity as well as their effects on health. These elements allowed the development of an experimental protocol for the measurement of well-being, adapted to the constraints of a care center, and aimed at the resolution of two main questions relating on the one hand to the search for abnormal behavior and on the other hand on the reaction of the pigeons to the constraints related to captivity. A second part of the study then made it possible to experimentally determine the activity budget of six pigeons in good health and their use of space, as well as their reactions to noise pollution, imposed food distribution and duration of their captivity. This part made it possible to highlight a generally satisfactory well-being of the animals but also a tendency to the expression of behaviors of vigilance and escape which can be a sign of stress and ill-being in the pigeons in care. Due to a lack of statistical power, the studies carried out have not made it possible to decide on the adaptation of the animals to captivity. Some results evoked a certain acclimatization to noise during the day while others seemed to suggest, on the contrary, a sensitization of noise pollution during the stay. The study concludes on the research actions that should be carried out to support these initial results and on the tools to be developed to increase their scope. Finally, an application of the results of this work in the care center is discussed regarding the means available.

KEYWORDS:

WELFARE, CAPTIVITY, REHABILITATION CENTRE, WILDLIFE, PIGEON, STRESS, ACTIVITY BUDGET, ETHOLOGY, VIDEO

JURY:

Chairperson: Pr Bénédicte Grimard-Ballif

Thesis Director: Dr Pascal Arné

Reviewers: Dr Veronica Risco-Castillo ; Dr Charly Pignon

Guest co-supervisor : Pr Caroline Gilbert