

# PREVENTION DE L'ANXIETE CHEZ LES CHIENS PLACES EN REFUGE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE POUR L'ELABORATION DE DIRECTIVES DESTINEES AUX REFUGES

---

THESE  
pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**CHAUVEL-CRESP Chloé**  
Née le 16/06/1995 à PARIS (75)

**Directrice de thèse : Mme Annabelle MEYNADIER**

---

## JURY

PRESIDENTE :  
**Mme Sylvie CHASTANT**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESSEURES :

**M. Annabelle MEYNADIER**  
**Mme Hanna MILA**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



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

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

**Directeur : Professeur Pierre SANS**

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

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

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

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

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

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

## MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

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

## MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

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

## INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

## Remerciements

**À Madame le Professeur Sylvie Chastant,**  
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
*Reproduction*

**À Madame le Docteur Hanna Mila,**  
Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
*Elevage des Carnivores Domestiques*

**À Madame le Professeur Annabelle Meynadier,**  
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
*Alimentation Animale*

*À Winnie et Darko...*



## Table des matières

<b>Table des Illustrations</b> .....	<b>13</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>17</b>
<b>Partie I – Comprendre l’anxiété chez le chien</b> .....	<b>19</b>
<i>Chapitre 1 : Définitions</i> .....	19
Sous-chapitre a : La peur .....	19
Sous-chapitre b : L’anxiété.....	19
Sous-chapitre c : Le stress.....	20
Sous-chapitre d : La phobie .....	20
Sous-chapitre e : Le trouble anxieux.....	21
<i>Chapitre 2 : Manifestations de l’anxiété chez le chien</i> .....	22
Sous-chapitre a : Physiologie de la peur .....	22
1. Réponse immédiate : stimulation du système nerveux orthosympathique	22
2. Réponse différée : stimulation de l’axe corticotrope .....	23
Sous-chapitre b : Manifestations comportementales .....	24
<b>Partie II – Etat des lieux de l’anxiété chez le chien placé en refuge</b> .....	<b>27</b>
<i>Chapitre 1 : Les signes d’anxiété chez le chien placé en refuge</i> .....	27
Sous-chapitre a : Effets du placement en refuge sur les indicateurs biologiques d’anxiété .....	27
1. Effets à court terme.....	27
2. Effets à long terme.....	28
Sous-chapitre b : Manifestations comportementales de l’anxiété en refuge .....	30
1. Hypervigilance .....	30
2. Comportements centripètes.....	31
3. Comportements alimentaires .....	31
4. Inhibition générale.....	32
5. Autres comportements de peur.....	32
<i>Chapitre 2 : Persistance du phénomène après adoption</i> .....	35
<i>Chapitre 3 : Origine de l’anxiété dans le contexte du refuge</i> .....	36
Sous-chapitre a : Anxiété et risque d’abandon.....	36
Sous-chapitre b : Facteurs déclenchant l’anxiété en refuge .....	38
1. Séparation de la figure d’attachement .....	38
2. Déréalisation .....	39
Sous-chapitre c : Facteurs influençant la sensibilité à l’anxiété en refuge .....	40

1. Tempérament individuel.....	40
2. Expériences passées.....	42
3. Caractère stressant de l'environnement .....	44
<b>Partie III – Prévenir l'anxiété chez le chien dans un refuge.....</b>	<b>45</b>
<i>Chapitre 1 : Environnement sonore .....</i>	<i>45</i>
Sous-chapitre a : Caractérisation et origine de la pollution sonore dans les refuges .....	45
Sous-chapitre b : Lien entre bruit et anxiété.....	46
Sous-chapitre c : Pollution sonore et cycle du sommeil .....	48
<i>Chapitre 2 : Espace disponible et accès à l'extérieur .....</i>	<i>51</i>
<i>Chapitre 3 : Mobilité et exercice physique .....</i>	<i>54</i>
<i>Chapitre 4 : Enrichissement animé .....</i>	<i>57</i>
Sous-chapitre a : Interactions avec l'Homme .....	57
1. L'ocytocine, médiateur du <i>social buffering</i> .....	57
2. Chiens de refuge et compétences sociales .....	59
3. Des interactions sociales positives avec un humain participant à réduire l'anxiété chez le chien de refuge .....	61
4. Efficacité des différents types d'interactions sociales.....	64
4.1. Les caresses et massages .....	64
4.2. Le brossage .....	68
4.3. La marche en laisse .....	68
4.4. L'éducation.....	69
4.5. La lecture à voix haute .....	70
4.6. La présence de visiteurs .....	71
5. La famille d'accueil, le moyen d'offrir un environnement social plus riche	73
6. Facteurs influençant l'efficacité des interactions sociales.....	74
6.1. Sexe du manipulateur .....	74
6.2. Familiarité avec le manipulateur .....	75
6.3. Passé du chien .....	75
Sous-chapitre b : Relations intraspécifiques .....	77
1. Le <i>social buffering</i> intraspécifique.....	77
1.1. Chez le chien de propriétaire .....	77
1.2. En refuge .....	79
2. Différentes façons de fournir des interactions intraspécifiques en refuge	81

2.1. Contact visuel avec les congénères .....	81
2.2. Interactions ponctuelles sous surveillance.....	81
2.3. La cohabitation avec des congénères .....	82
2.4. Limites du recours aux interactions sociales intraspécifiques .....	84
<i>Chapitre 5 : Enrichissement inanimé .....</i>	<i>86</i>
Sous-chapitre a : jouets.....	86
1. Jouets robustes.....	87
2. Jouets non robustes.....	89
3. Jouets en interaction avec l'Homme .....	90
Sous-chapitre b : enrichissement alimentaire .....	90
1. Jouets aromatisés.....	91
2. Coproduits carnés.....	91
3. Nourriture difficilement accessible .....	92
Sous-chapitre c : Mobilier.....	94
Sous-chapitre d : Enrichissement auditif .....	96
1. La musique classique .....	96
1.1. Effets anxiolytiques de la musique classique chez le chien.....	96
1.2. Limites à l'utilisation de la musique classique.....	97
1.3. Autres effets bénéfiques de la musique classique.....	98
2. Autres outils d'enrichissement auditif.....	98
2.1. Musique psychoacoustique pour chien.....	98
2.2. Livres audio.....	99
2.3. « Rires » de chiens .....	99
Sous-chapitre e : Enrichissement visuel .....	100
Sous-chapitre f : Enrichissement olfactif .....	103
1. L'utilisation d'odeurs permet de moduler l'anxiété des chiens en refuge	103
2. Modes d'action et efficacité.....	106
2.1. Importance évolutive de certaines odeurs .....	106
2.2. Néophilie .....	107
2.3. Effet physiologique.....	107
3. Effet sur les chances d'adoption.....	109
Sous-chapitre g : Phéromones.....	109
<i>Chapitre 6 : Alimentation.....</i>	<i>113</i>
Sous-chapitre a : Protéines et acides aminés .....	113
1. Tryptophane.....	113

1.1. Modifications du métabolisme du tryptophane lors de stress et d'anxiété .....	113
1.2. Effets d'une supplémentation en tryptophane sur l'anxiété .....	114
1.3. Compétition entre le tryptophane et les autres acides aminés .....	115
1.4. Effets d'un régime pauvre en protéines et riche en glucides sur le métabolisme du tryptophane et l'anxiété.....	116
1.5. Supplémentation en protéines riches en tryptophane.....	117
2. Autres pistes de recherche concernant les acides aminés.....	119
Sous-chapitre b : Lipides .....	121
1. Oméga-3.....	121
1.1. Modification du métabolisme de l'EPA et du DHA lors de stress et d'anxiété.....	121
1.2. Effets d'une carence en oméga-3 sur l'apparition d'anxiété .....	122
1.3. Effet d'une supplémentation en EPA/DHA.....	123
1.4. Sources d'EPA et de DHA utilisables chez le chien .....	124
2. Autres pistes de recherche concernant les lipides.....	125
2.1. Régime riche en acides gras saturés.....	126
2.2. Suppléments alimentaires pour induire une cétose : acides gras à chaîne courte, acides gras à chaîne moyenne, triglycérides à chaîne moyenne et corps cétoniques .....	126
Sous-chapitre c : glucides .....	127
1. Fibres .....	127
1.1. Fibres et anxiété .....	128
1.2. Fibres, digestion des nutriments et métabolisme du glucose .....	128
1.3. Fibres et fermentation microbienne .....	129
1.4. Fibres et satiété .....	130
2. Autres pistes de recherche concernant les glucides.....	131
2.1. Effets d'un régime riche en glucides raffinés .....	131
2.2. Métabolisme du glucose et métabolisme du tryptophane .....	132
Sous-chapitre d : Vitamines et sels minéraux .....	132
1. Vitamine B6.....	133
1.1. Effets d'une carence en vit B6 .....	133
1.2. Effets d'une supplémentation en vitamine B6 sur l'anxiété.....	133
1.3. Potentialisation de l'action du magnésium.....	133
2. Magnésium .....	134

2.1. Effets d'une carence en magnésium.....	134
2.2. Effets d'une supplémentation sur le stress et l'anxiété .....	134
2.3. Compétition et potentialisation .....	134
3. Vitamine C .....	135
3.1. Quantité de vitamine C dans l'aliment et anxiété .....	135
3.2. Modifications du métabolisme de la vitamine C lors de stress et d'anxiété .....	135
3.3. Effets d'une supplémentation en vitamine C sur l'anxiété .....	135
4. Autres pistes de recherche concernant les vitamines et minéraux.....	136
Sous-chapitre f : Qualité de l'aliment.....	138
<i>Chapitre 7 : Phytothérapie .....</i>	<i>141</i>
Sous-chapitre a : Plantes anxiolytiques .....	141
1. Valériane.....	141
2. Passiflore .....	141
3. Mélisse.....	142
4. Racine de ginseng .....	142
5. Bacopa.....	142
6. Extrait de thé vert : L-théanine.....	142
7. Extrait de curcuma : Curcumine.....	143
Sous-chapitre b : Produits de phytothérapie destinés à l'anxiété du chien .....	144
<i>Chapitre 8 : Compléments alimentaires.....</i>	<i>146</i>
Sous-chapitre a : Alpha-casozépine (ZYLKENE®) .....	146
Sous-chapitre b : Association de magnésium et d'alpha-lactalbumine (ALPHAZIUM 5®).....	150
Sous-chapitre c : Probiotiques .....	151
1. L'axe intestin-cerveau .....	151
2. Modifications du microbiote intestinal chez les sujets anxieux .....	152
3. Utilisation de probiotiques pour prévenir l'anxiété .....	153
Sous-chapitre d : Autres compléments alimentaires ayant fait l'objet de recherches.....	154
Sous-chapitre c : Aliment complet aux propriétés anxiolytiques .....	157
<b>Conclusion – Directives pour la prévention de l'anxiété chez les chiens de refuge.....</b>	<b>161</b>
<b>Agrément scientifique.....</b>	<b>163</b>



## Table des Illustrations

### Liste des Figures

Fig. 1 : Représentation schématique de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien	23
Fig. 2 : Dispositif d'enrichissement physique pour chien	96
Fig. 3 : Formule topologique de l'EPA et du DHA	122
Fig. 4 : Représentation de Cram des molécules de L-théanine et d'acide glutamique	143

### Liste des Graphiques

Graph. 1 : Evolution des concentrations moyennes en cortisol plasmatique chez des chiens de refuge (n = 28) au cours des jours suivant leur arrivée en refuge	29
Graph. 2 : Incidence des comportements de peur observés en fonction du temps après l'admission de chiens en refuge	33
Graph. 3 : Evolution de la température moyenne ( $\pm$ Erreur Type) des deux oreilles de chiens au cours d'un test de séparation, évaluée par thermographie infrarouge	39
Graph. 4 : Evolution des ratios Cortisol/Créatinine urinaire ( $\times 10^{-6}$ , $\pm$ Erreur Standard) chez des chiens destinés à une formation militaire, ayant reçu ou non un programme d'habituation positive avant leur introduction en chenil	43
Graph. 5 : Pression sonore des sons de basse fréquence (1Hz – 20kHz) enregistrée sur 24h dans un refuge laissant aux chiens un accès libre à l'extérieur pendant la nuit	48
Graph. 6 : Concentrations moyennes en cortisol plasmatique chez des chiens logés en refuge, selon s'ils ont reçu (n = 20) ou non (n = 20) un programme d'enrichissement social interspécifique	63
Graph. 7 : Pourcentage de chiens préférant d'abord les caresses aux félicitations vocales, selon leur provenance (refuge ou chien de propriétaire) et la présence ou non du propriétaire du chien	65

Graph. 8 : Modifications de la fréquence cardiaque moyenne ( $\pm$ Ecart type, en battements par minute) entre le début (minutes 2 et 3) et la fin (minutes 14 et 15) d'une séance de 15 minutes de caresses chez des chiens de refuge (n = 55)	66
Graph. 9 : Concentrations moyennes en cortisol plasmatique chez des chiens de refuge avant et après une séance de caresses, par rapport à des situations témoins	67
Graph. 10 : Répartition des styles d'attachement chez les chiens logés en refuge et en famille d'accueil	74
Graph. 11 : Relation entre la présence de congénères dans le foyer et le risque de présenter une peur des feux d'artifice chez le chien	78
Graph. 12 : Evolution de la fréquence des changements de posture observée chez des chiens de refuge (n = 24) avant et après retrait du congénère de l'enclos	80
Graph. 13 : Fréquence d'observation des vocalises chez des chiens de refuge (nombre moyen d'observations sur une période de 2h $\pm$ intervalle de confiance à 95%) en fonction du recours au non à la diffusion d'huiles essentielles sur un tissu	104
Graph. 14 : Fréquence des déplacements chez des chiens de refuge (nombre moyen d'observations sur une période de 2h $\pm$ intervalle de confiance à 95%) en fonction du recours au non à la diffusion d'huiles essentielles sur un tissu	105
Graph. 15 : Fréquence des comportements liés au stress observés chez des chien de refuge (n = 44) sur une période de 20 minutes en fonction de la présence ou non d'un jouet, avec ou sans parfum (huile essentielle de lavande ou arôme de lapin)	106
Graph. 16 : Pourcentage moyen ( $\pm$ Ecart Type) du temps de trajet en voiture où différents comportements sont observés chez les chiens (n = 32), en fonction de l'environnement olfactif	108
Graph. 17 : Evolution de la fréquence du repos au cours de la journée (moyenne $\pm$ erreur type, en nombre d'observations sur 4 relevés effectués par heure) selon le type de fibre utilisé dans l'alimentation	130
Graph. 18 : Evolution de la concentration plasmatique moyenne ( $\pm$ Erreur standard) en ACTH chez des chiens nourris avec un aliment premium (n = 20) pendant 8 semaines, par rapport à un groupe témoin (n = 20)	139

Graph. 19 : Evolution du score de réactivité au cours du temps chez des chiens souffrant ou non d'anxiété, recevant soit un aliment placebo soit un aliment contenant un hydrolysate de caséine	148
Graph. 20 : Evolution des scores EDED ( <i>Emotional Disorders Evaluation in Dogs</i> ) chez des chiens souffrant de troubles anxieux, avec un traitement à l'alpha-casozépine ou à la sélégiline	149
Graph. 21 : Effets d'ALPHAZIUM 5® sur les symptômes de peur chez le chat anxieux, à une posologie de 25 ou 50 mg/kg, en comparaison à un placebo	151
Graph. 22 : Ratio Cortisol/Créatinine urinaire moyen ( $\pm$ Erreur standard) chez des chiens nourris avec des croquettes CALM Canine® ou un régime témoin (n = 28), avant et après une visite chez le vétérinaire (test de stress)	158

### Liste des Tableaux

Tabl. 1 : Comparaison de la prévalence de différents troubles du comportement rapportés par les propriétaires de chiens dans la population générale et parmi les chiens cédés à un refuge	37
Tabl. 2 : Avantages et inconvénients des différentes méthodes d'enrichissement social interspécifique utilisables pour réduire l'anxiété des chiens de refuge	73
Tabl. 3 : Facteurs influençant l'efficacité de l'enrichissement social interspécifique et conseils à mettre en pratique	76
Tabl. 4 : Résumé des données de la littérature concernant le lien pouvant être établi entre l'anxiété et divers acides aminés	121
Tabl. 5 : Résumé des données de la littérature concernant le lien pouvant être établi entre l'anxiété et divers vitamines et minéraux	136

### Liste des Photographies

Photo. 1 : Corne de sabot de veau	92
Photo. 2 : Chien utilisant un jouet Kong®	93
Photo. 3 : Fonctionnalités du vidéophone PetChatz®	102



## Introduction

En 2020, l'I-CAD, le service national d'identification des carnivores domestiques, enregistrait plus de 9 500 000 chiens en France ("Chiffres des populations de chiens et chats en 2020 par régions et départements," n.d.). Cet effectif important est accompagné par un nombre considérable d'abandons chaque année. Les associations de protection animale se portent au secours de ces animaux en les logeant dans des refuges en attendant de leur trouver un nouveau foyer. En 2020, la SPA (Société de Protection Animale) accueillait à elle-seule plus de 40 000 animaux dans ses structures ("Nos comptes et chiffres-clés," n.d.).

Le séjour en refuge constitue un changement brutal du cadre de vie et représente une étape marquante dans l'existence d'un chien, pouvant conduire à des déséquilibres émotionnels et comportementaux. Dans ce travail, nous verrons que le séjour en refuge peut notamment provoquer l'apparition d'une anxiété chez le chien. Les associations, souvent limitées financièrement et humainement, œuvrent de leur mieux pour assurer le bien-être de leurs pensionnaires et prévenir l'apparition de troubles du comportement. Cependant, pour ces organismes, l'accès à des informations scientifiquement étayées reste difficile. Ce travail se donne donc pour objectif de recenser méthodiquement les moyens à disposition des refuges pour limiter l'anxiété de leurs pensionnaires canins. Nous nous appuyons sur la littérature scientifique pour élaborer des directives pratiques, qui pourront servir de guide aux associations de protection animale désireuses d'améliorer le bien-être des chiens sous leur responsabilité.



## Partie I – Comprendre l’anxiété chez le chien

Dans cette partie, nous aborderons quelques prérequis concernant l’anxiété en général chez le chien, afin de pouvoir ensuite interpréter les données récoltées sur l’anxiété en refuge.

### *Chapitre 1 : Définitions*

Pour bien cerner notre périmètre d’étude, il est nécessaire de rappeler la définition de quelques termes. Pour cela, nous nous appuyerons sur plusieurs textes : le rapport du congrès Zoopsy de 2011, rédigé sous la direction de Claude Béata (Béata, 2011) et rapportant les propos de plusieurs intervenants ; ainsi que le DSM-5 (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, dans sa cinquième édition), œuvre de référence en psychiatrie humaine (Crocq *et al.*, 2015).

#### Sous-chapitre a : La peur

Dans le rapport du congrès Zoopsy, plusieurs auteurs donnent leur définition de la peur. Pour Georges Chapouthier, la peur est « l’émotion négative qui saisit un animal lors d’un danger immédiat. » Cette définition rejoint celle de Jean-Marie Bonnet : « La peur est une émotion forte et intense éprouvée en présence d’une menace réelle et immédiate [...] Comme toute émotion, la peur a tout d’abord une manifestation interne et génère une réaction extérieure. » (Béata, 2011) La peur est donc une émotion négative ressentie en réaction à une menace réelle.

#### Sous-chapitre b : L’anxiété

Comme le précise Jean-Marie Bonnet, la peur « peut aussi surgir à la pensée d’un danger potentiel ». Pour Georges Chapouthier, l’anxiété est « l’émotion négative qui se manifeste dans l’attente d’un événement perçu comme dangereux ou indésirable. » Il précise que peur et anxiété sont étroitement liés. La définition de Claire Diederich résume simplement la différence entre peur et anxiété : « Emotion au même titre que la peur, l’anxiété se traduit par un état d’appréhension provoquée par l’attente redoutée d’un stimulus jugé menaçant mais absent. Elle est, tout comme la peur, adaptative et normale. » (Béata, 2011)

Le DSM-5 résume ainsi la différence entre peur et anxiété : « La peur est la réponse émotionnelle à une menace imminente réelle ou perçue, alors que l'anxiété est l'anticipation d'une menace future. Manifestement, ces deux états se chevauchent mais ils diffèrent également ; la peur étant plus souvent associée à des poussées d'hyperactivité neurovégétatives nécessaires pour fuir ou combattre évaluer le danger immédiat et permettre les conduites d'échappement, et l'anxiété étant plus souvent associée à une tension musculaire et une vigilance dans la préparation du danger futur et à des conduites de prudence ou d'évitement. » (Crocq *et al.*, 2015). L'anxiété est donc l'émotion négative ressentie en anticipation d'une menace absente.

### Sous-chapitre c : Le stress

Le terme « stress » est un anglicisme employé pour des usages variés, et sa définition est floue. D'après le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, le stress peut être une « agression de l'organisme par un agent physique, psychique, émotionnel entraînant un déséquilibre qui doit être compensé par un travail d'adaptation. ». Cela peut aussi être la « réaction de l'organisme à l'agression subie » ou bien l' « agent qui agresse ». Le stress peut aussi faire référence à une « tension nerveuse, contrainte de l'organisme face à un choc » ou bien l' « état d'une personne soumise à cette tension » (« Définition de Stress, » n.d.). Le stress est donc un terme vague pouvant faire référence à une agression, sa source ou la réaction qu'elle provoque.

### Sous-chapitre d : La phobie

Pour Claire Diederich, « la phobie, quant à elle, est une peur anormalement intense ou hors de proportion par rapport à la menace réelle du stimulus. Elle concerne des stimuli bien déterminés (êtres vivants, objets ou situations particulières) et l'animal phobique va se comporter de telle manière à les éviter. » (Béata, 2011). La phobie est donc une réponse de peur excessive à un stimulus réel précis mais dont la dangerosité est surestimée.

## Sous-chapitre e : Le trouble anxieux

Nous avons vu que la peur et l'anxiété sont des émotions physiologiques. Toutefois, comme le souligne Jean-Marie Bonnet, « on doit garder en tête qu'appliqués à long terme, les stimuli de peur (assimilés alors au stress) peuvent s'avérer délétères » (Béata, 2011).

Dans le DSM-5, les troubles anxieux sont définis de la manière suivante : « Les troubles anxieux regroupent des troubles qui partagent les caractéristiques d'une peur et d'une anxiété excessive et des perturbations comportementales qui leur sont apparentées. [...] Les troubles anxieux diffèrent de la peur ou de l'anxiété présente dans le développement normal ; la peur ou l'anxiété est excessive et persistante au-delà des périodes développementales appropriées. Elle diffère de la peur ou de l'anxiété transitoire, souvent induite par le stress, par son caractère persistant » (Crocq *et al.*, 2015). Le trouble anxieux est donc un état pathologique chronique faisant intervenir une peur ou une anxiété excessive. Le diagnostic d'un trouble anxieux nécessite alors de déterminer dans quelle mesure la peur ou l'anxiété est disproportionnée.

Dans cette thèse, nous chercherons à étudier l'anxiété chez les chiens de refuge et les moyens de sa prévention. Nous parlons ici d'anxiété car nous ne considérons pas qu'il y ait de menace réelle pour les chiens confiés à un refuge, et nous nous intéressons au comportement des animaux en dehors de tout stimulus particulier. Toutefois, nous verrons que l'arrivée au refuge constitue une agression émotionnelle, parfois également physique (bruit, interactions sociales etc.), que l'on pourrait qualifier de « stress », justifiant une émotion de peur chez le chien. Nous ne nous restreindrons donc pas ici aux troubles anxieux, qui constituent un état pathologique, mais nous étudierons également l'anxiété en tant que réponse physiologique au contexte particulier du refuge.

## *Chapitre 2 : Manifestations de l'anxiété chez le chien*

Pour évaluer les manifestations d'anxiété en refuge, il est d'abord nécessaire de comprendre les mécanismes physiologiques sous-jacents et d'identifier les modifications comportementales associées.

### Sous-chapitre a : Physiologie de la peur

Lors de peur, l'organisme réagit à la menace en deux phases successives : d'abord une activation nerveuse rapide, suivie par une stimulation hormonale à plus long terme.

#### **1. Réponse immédiate : stimulation du système nerveux orthosympathique**

La perception sensorielle d'une menace provoque une activation immédiate du système orthosympathique, qui active alors la sécrétion d'adrénaline et de noradrénaline, aussi appelées catécholamines, par les glandes surrénales.

Le système orthosympathique agit sur plusieurs organes :

- Les yeux : mydriase, rétractation de la membrane nictitante, action sur les muscles ciliaires qui adaptent l'œil à la vision éloignée, diminution de la sécrétion lacrymale
- Le système cardiovasculaire : augmentation de la force et de la vitesse de contraction du cœur, vasoconstriction conduisant à une augmentation de la pression artérielle
- Le rein : diminution de débit de filtration glomérulaire donc de la production d'urines
- Le tube digestif : diminution de la sécrétion gastrique pouvant être à l'origine d'ulcères gastriques, augmentation de la motilité intestinale conduisant à l'apparition d'une diarrhée
- Les poumons : bronchodilatation augmentant les capacités respiratoires
- La peau : contraction des muscles arrecteurs du poil, activation des glandes sudoripares
- Les glandes anales : vidange brutale

(Béata, 2011)

Ceci produit donc des signes cliniques perceptibles de l'extérieur (diarrhée, tachycardie, mydriase, malpropreté).

## 2. Réponse différée : stimulation de l'axe corticotrope

Dans un second temps, la peur provoque une activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien. En réponse à la menace, l'hypothalamus sécrète de la corticotropine, aussi appelée CRH. Cette hormone stimule à son tour la synthèse d'adrénocorticotropine, ou ACTH, par l'hypophyse. L'ACTH est ensuite libérée dans la circulation systémique et stimule la production de glucocorticoïdes, notamment de cortisol, par les glandes surrénales (Fig. 1) (Plusquellec et Lanoix, 2013). Les actions du cortisol sur l'organisme sont variées et comprennent l'induction d'une hyperglycémie, une mobilisation des lipides, une dégradation des protéines, une rétention hydrosodée, une hypertension et une immunosuppression (Béata, 2011).

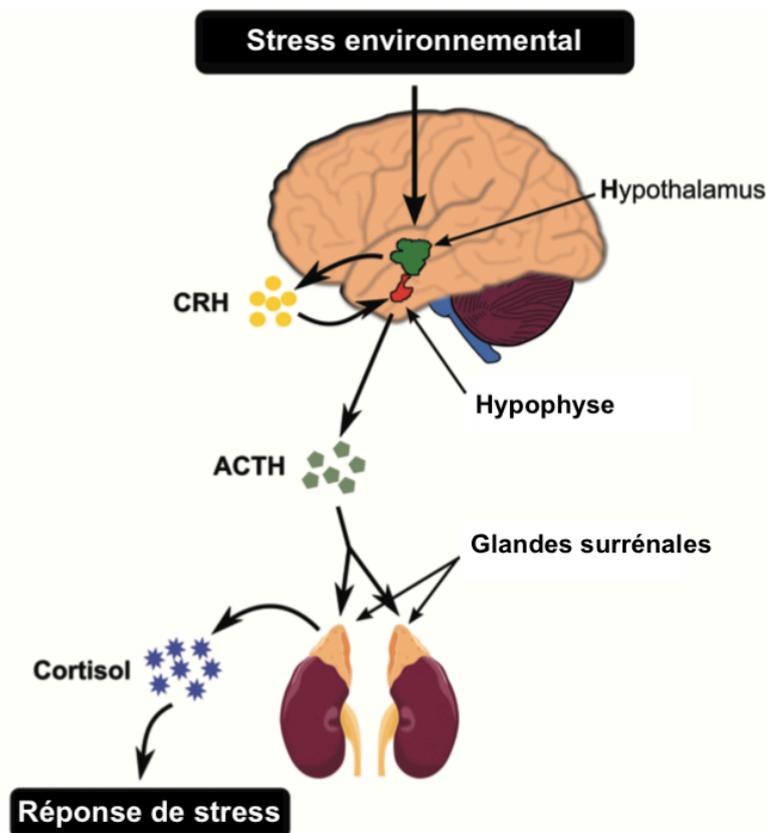


Fig. 1 : Représentation schématique de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (Plusquellec and Lanoix, 2013)

Lors d'anxiété, on note donc généralement une augmentation de la sécrétion de cortisol. Chez le chien, le cortisol peut être dosé dans le sang, les urines (Beerda *et al.*, 1996 ; Jones *et al.*, 1990), les selles (Schatz et Palme, 2001), la salive (Beerda *et al.*, 1998 ; Chmelíková *et al.*, 2020 ; Cobb *et al.*, 2016 ; Oyama *et al.*, 2014), les poils (Roth *et al.*, 2016) ou même les griffes (Mack et Fokidis, 2017). Il permet donc de fournir des informations sur l'état d'anxiété des animaux étudiés.

Toutefois, il est rapporté dans la littérature qu'une dérégulation de l'axe corticotrope peut survenir lors d'anxiété chronique. Une diminution progressive de la sensibilité de la glande à son hormone tropique conduit non pas à une augmentation mais à une diminution du taux de cortisol, et à une absence de réponse de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien lors d'un stress. Ceci est notamment mis en évidence chez l'Homme (Bauer *et al.*, 2020 ; Jezova *et al.*, 2004 ; Shea *et al.*, 2005) et le rongeur (Borrow *et al.*, 2019 ; Ikeno *et al.*, 2016 ; Mizoguchi *et al.*, 2008). Des résultats semblent également aller dans ce sens chez le chien (Hennessy *et al.*, 2002a). Le cortisol ne serait donc pas un indicateur très fiable pour évaluer l'anxiété chronique, et cet aspect est à prendre en considération pour l'interprétation des résultats obtenus en refuge développés plus loin.

Ainsi, la peur provoque une activation du système orthosympathique à court terme et une augmentation de la sécrétion de cortisol à plus long terme chez le chien. Ces deux paramètres nous serviront d'indicateurs biologiques pour détecter une anxiété chez le chien de refuge.

### Sous-chapitre b : Manifestations comportementales

La peur provoque des comportements visibles de l'extérieur. Jean-Marie Bonnet décrit la réaction comportementale d'un chien à une menace perçue : « La perception d'un stimulus aversif (ou imaginé comme tel) conduit à une réaction automatique ou semi-volontaire immédiate de localisation du danger avec mobilisation de la tête dans la direction du stimulus [...]. Sont associées des mimiques faciales et des postures qui servent de signaux pour les autres individus, agresseur ou congénères. » (Béata, 2011). Ces signaux comprennent notamment les signaux d'apaisement (ébrouement, bâillement, léchage de babine, agitation de

la queue), la posture basse (oreilles basses, queue basse, tête basse) et l'augmentation de l'activité locomotrice (Beerda *et al.*, 2000).

Face à une menace, la réponse comportementale d'un animal peut varier : il s'agit de la célèbre expression « *freeze, fight or flight* », littéralement « se figer, combattre ou s'enfuir » (Roelofs, 2017). Selon la nature de la menace et son propre caractère, un chien peut donc réagir à la peur en présentant des comportements agressifs, de fuite ou d'inhibition.

Lors d'anxiété chronique, de nouveaux comportements peuvent apparaître, comme les comportements répétitifs, aussi appelés stéréotypies, (Mason et Latham, 2004) ou les comportements centripètes : marche en cercle ou en 8, aller-retour incessants, tournis, léchage excessif...

Ainsi, chez le chien, l'anxiété se caractérise par des manifestations de peur en l'absence de menace réelle. Cette peur provoque une activation nerveuse et hormonale, constituant des indices biologiques de sa présence, ainsi que des modifications comportementales caractéristiques directement observables. Nous utiliserons donc ces indicateurs pour détecter l'anxiété chez les chiens en refuge.



## Partie II – Etat des lieux de l’anxiété chez le chien placé en refuge

Dans cette partie, nous chercherons à savoir si le séjour en refuge favorise l’apparition d’une anxiété chez le chien. Pour cela, nous nous appuyerons sur les indicateurs physiologiques et comportementaux abordés dans la partie précédente. Nous nous pencherons ensuite sur les facteurs à l’origine de cette anxiété, puis nous nous intéresserons à sa persistance après l’adoption.

### *Chapitre 1 : Les signes d’anxiété chez le chien placé en refuge*

Pour évaluer l’anxiété chez les chiens placés en refuge, nous recherchons l’apparition d’indicateurs physiologiques ou comportementaux. Notons que, le chien ne présentant aucun danger réel dans un refuge, des manifestations fréquentes de peur peuvent être attribuées à de l’anxiété.

Dans cette partie, nous ferons plusieurs fois référence au travail de méta-analyse réalisé en 2016 par Alexandra Protopopova, qui s’articule autour de la détention en refuge et de ses conséquences sur la physiologie, l’immunité, le comportement et le bien-être des chiens (Protopopova, 2016).

### Sous-chapitre a : Effets du placement en refuge sur les indicateurs biologiques d’anxiété

#### **1. Effets à court terme**

Le cortisol est une hormone sécrétée en situation de stress, comme nous l’avons vu dans la première partie. Son dosage dans le plasma, la salive ou les urines est un bon indicateur de l’anxiété aiguë chez le chien. La détention en refuge entraîne une augmentation de la sécrétion de cortisol par les glandes surrénales. En effet, il a été montré que durant les jours qui suivent leur placement en refuge, les chiens sécrètent en moyenne significativement plus de cortisol que des chiens de compagnie logés chez eux (Dudley *et al.*, 2015a ; Hennessy *et al.*, 1997). Ceci est confirmé par une étude de 2014 qui assure le suivi de chiens de propriétaires, d’abord logés chez eux pendant 7 jours, puis placés dans des chenils pendant 3 jours. L’étude révèle une augmentation significative du ratio cortisol/créatinine urinaire lors du placement en chenil (Part *et al.*, 2014). Ceci conforte les observations

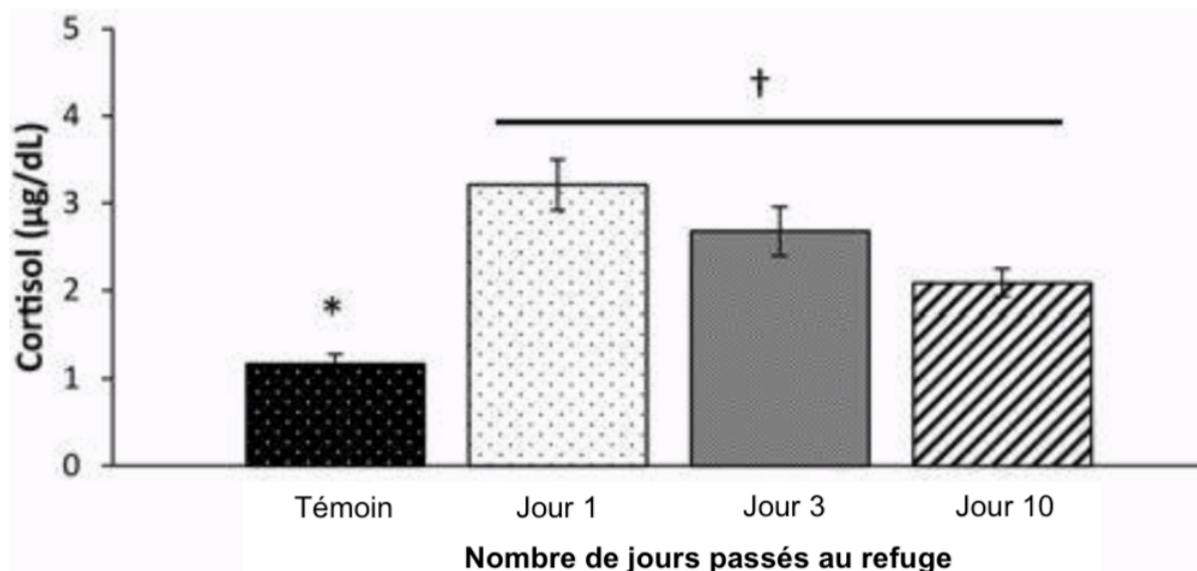
réalisées en refuge, où les mesures ne sont bien sûr pas réalisables avant l'abandon.

Dans cette dernière étude on note par ailleurs, dans les jours qui suivent le placement en chenil, une augmentation de la concentration urinaire en acide vanillyl-mandélique, métabolite terminal de la dégradation des catécholamines. L'acide vanillyl-mandélique constitue un témoin de l'anxiété aiguë (Fukuda *et al.*, 1996). Cette même étude met également en évidence une diminution de la température corporelle de surface suite au placement en chenil, signe d'une vasoconstriction périphérique (Part *et al.*, 2014). Elle témoigne donc de l'activation du système nerveux orthosympathique en réaction à une situation stressante.

Le placement en refuge entraîne donc à court terme une augmentation de l'activité surrénalienne, *via* la production de cortisol et de catécholamines, ainsi que l'activation systémique du système nerveux orthosympathique.

## **2. Effets à long terme**

La littérature s'accorde à dire que, en moyenne, le taux de cortisol reste élevé durant les quelques jours qui suivent l'admission au refuge, puis diminue progressivement jusqu'à un retour au taux de référence (Graph. 1) (Dudley *et al.*, 2015a ; Hennessy *et al.*, 1997 ; Hiby *et al.*, 2006 ; Stephen et Ledger, 2006). La détention prolongée ne conduit pas à une ré-augmentation de ce taux moyen (Titulaer *et al.*, 2013).



Graph. 1 : Evolution des concentrations moyennes en cortisol plasmatique chez des chiens de refuge (n = 28) au cours des jours suivant leur arrivée en refuge.

Remarque : le groupe témoin est constitué de chiens de propriétaires. \* Différence significative entre le groupe témoin et les 3 autres valeurs ( $P < 0,05$ ). † Différence significative entre Jour 1 et Jour 10 ( $P < 0,05$ ). (Dudley *et al.*, 2015)

Dans sa méta-analyse, Alexandra Protopopova propose deux explications possibles à ce phénomène : « Actuellement, on ne sait pas si la diminution progressive du cortisol jusqu'aux taux de référence après plusieurs jours dans le refuge chez un chien moyen est le résultat de l'habituation à l'environnement du refuge ou de la dérégulation du système de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien due au stress chronique. »<sup>1</sup> (Protopopova, 2016).

Dans le premier cas, la diminution de la sécrétion de cortisol serait le témoin d'une habituation au nouvel environnement, donc d'une disparition de l'anxiété, grâce aux ressources d'adaptation de l'animal. Cette hypothèse est soutenue par le fait que, dans plusieurs études, des stimuli extérieurs peuvent moduler le taux de cortisol : des sources ponctuelles de stress, comme une prise de sang (Hennessy *et al.*, 1998) ou des stimuli inconnus (Hennessy *et al.*, 2001, 2002a), conduisent à une ré-augmentation du taux de cortisol ; à l'inverse, l'interaction avec des humains peut réduire ce taux (Hennessy *et al.*, 1997, 2002a). La réactivité du taux de cortisol aux événements extérieurs suggère un fonctionnement normal de l'axe corticotrope chez les chiens de refuge.

<sup>1</sup> Traduit depuis l'anglais

Dans la seconde hypothèse, la diminution du cortisol serait la conséquence d'une dérégulation de l'axe corticotrope suite à une situation de stress prolongé. Cette hypothèse est soutenue par une étude qui montre que, bien que le taux plasmatique de cortisol soit de retour dans les normes quelques semaines après l'admission au refuge, celui-ci n'est alors plus corrélé au taux d'ACTH, qui se maintient à un niveau élevé pendant toute la durée de l'étude (8 semaines) (Hennessy *et al.*, 2002a). Un autre argument en faveur de cette deuxième hypothèse est que dans la majorité des études menées en refuge, les observations comportementales de stress ne sont pas corrélées au dosage du cortisol (Hennessy *et al.*, 2001 ; Hiby *et al.*, 2006 ; Part *et al.*, 2014). Un chien peut alors manifester des comportements de peur sans en présenter le profil hormonal. Par ailleurs, il semblerait qu'après plusieurs mois passés en refuge, la réponse de l'axe corticotrope à des stimuli nouveaux serait presque deux fois plus importante qu'à l'arrivée au refuge (Hennessy *et al.*, 2002a). Ce dernier point pourrait donc traduire une sensibilisation au stress due au séjour en refuge, avec une réponse corticale exacerbée en réponse à des stimuli extérieurs, et donc une dérégulation non pas en « hypo » mais en « hyper ».

Ainsi, s'il est clair que l'admission en refuge entraîne une anxiété à court terme chez le chien, les données actuelles ne nous permettent pas de trancher entre habitude ou anxiété persistante lors d'une détention à plus long terme.

#### Sous-chapitre b : Manifestations comportementales de l'anxiété en refuge

Pour détecter l'anxiété, il est possible de rechercher des signes de peur et d'hypervigilance, des comportements centripètes (léchage excessif, boulimie) ou des signes d'inhibition (diminution des activités, perte d'appétit).

### **1. Hypervigilance**

Les chiens récemment admis en refuge présentent une augmentation significative de la vigilance et de l'activité locomotrice, et une diminution du repos,

comparé à des chiens de compagnie logés chez eux (Part *et al.*, 2014). Cette hypervigilance constitue un témoin d'anxiété à court terme, faisant suite au changement du cadre de vie. En moyenne, cet état s'atténue progressivement au cours des jours qui suivent l'admission : au bout de 10 jours, on observe en chenil une diminution des déplacements et du tourner de tête, et une augmentation du temps de repos (Rooney *et al.*, 2007). La majorité des chiens ne montre ensuite plus de modification de l'activité locomotrice au cours de leur séjour au refuge (Protopopova *et al.*, 2014).

## **2. Comportements centripètes**

L'interprétation du temps qu'un chien consacre à faire sa toilette est difficile, du fait de son caractère ambigu. D'un côté, la toilette peut être un signe de bien-être, puisque le chien prend alors soin de lui. De l'autre, un léchage excessif peut être le signe d'une anxiété sous-jacente. Dans les 10 jours qui suivent l'admission dans un refuge ou un chenil, les chiens passent progressivement plus de temps à faire leur toilette (Hiby *et al.*, 2006 ; Rooney *et al.*, 2007). En l'absence de critère permettant de déterminer si le léchage est excessif ou non dans ces études, l'interprétation est impossible, et cette évolution peut tout à fait témoigner d'une amélioration du bien-être général. Cette dernière hypothèse est soutenue par une étude qui montre que le léchage clairement identifié comme excessif présente une faible prévalence à l'admission au refuge, et disparaît progressivement dans les semaines qui suivent (Stephen et Ledger, 2005). Les chiens passeraient alors en moyenne plus de temps à faire leur toilette au fur et à mesure qu'ils s'habituent à leur nouvel environnement, sans que cela soit pathologique. Par la suite, la fréquence du toilettage ne change pas de manière significative en fonction du temps passé en refuge (Protopopova *et al.*, 2014 ; Titulaer *et al.*, 2013).

## **3. Comportements alimentaires**

Le manque d'appétit serait observé chez plus de 10% des chiens récemment admis en refuge. Ce comportement d'inhibition diminue au fil des semaines passées en refuge (Stephen et Ledger, 2005). En revanche, la quantité d'aliment distribuée aux chiens dans les refuges étant limitée, il nous est impossible de constater une

éventuelle boulimie, qui pourrait également témoigner d'une anxiété ou d'une dépression.

#### **4. Inhibition générale**

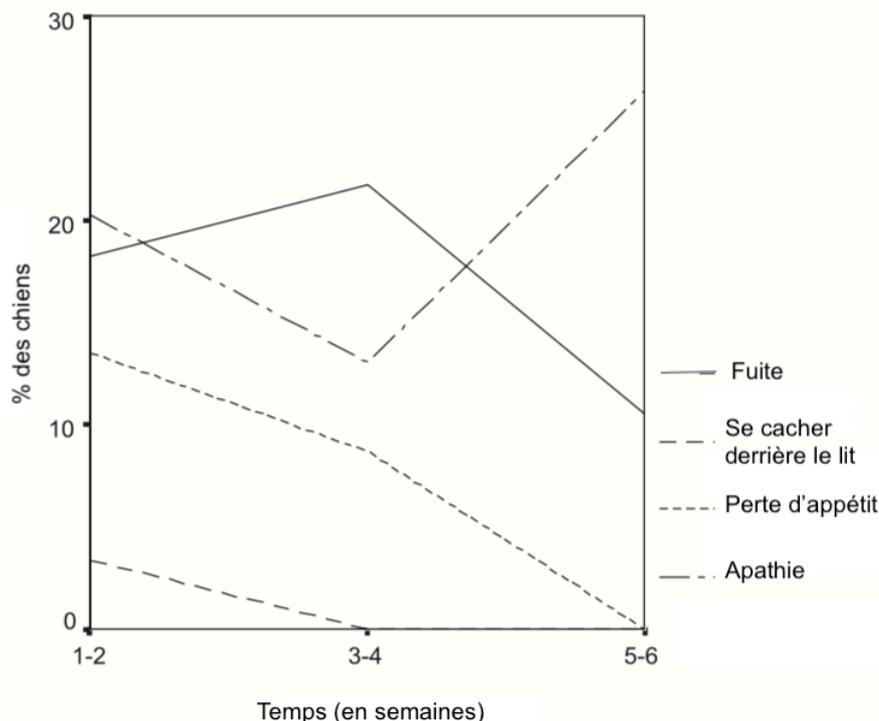
Une étude montre que l'apathie, caractérisée par un retrait et l'absence de réponse aux commandes des expérimentateurs, est observée chez 20% des chiens durant les premières semaines d'hébergement. Cette prévalence importante semble d'abord diminuer, puis ré-augmenter après 5 à 6 semaines passées dans le refuge (Stephen et Ledger, 2005). Une inhibition générale des comportements peut traduire une anxiété paroxystique, une anxiété permanente ou une dépression chronique. Bien qu'il soit difficile d'interpréter ce résultat, en rapprochant l'évolution de la prévalence de l'apathie à la diminution des autres comportements de peur, émerge la possibilité que les manifestations aiguës d'anxiété soient progressivement remplacées par les signes plus subtils d'une anxiété permanente ou d'une dépression chronique. Un argument en faveur de cette hypothèse réside dans l'observation que les chiens hébergés depuis plusieurs années dans un refuge passent plus de temps à se reposer et moins à interagir avec les personnes, que ceux plus récemment admis (Titulaer *et al.*, 2013 ; D.L. Wells *et al.*, 2002). Toutefois, ce constat peut être fortement biaisé par des critères préférentiels d'adoption, condamnant les chiens peu interactifs à rester au refuge. De plus, ces données ne nous permettent pas d'exclure l'hypothèse d'une dépression sans anxiété associée.

#### **5. Autres comportements de peur**

Les observations comportementales sont parfois difficiles à interpréter, notamment à cause de la forte variabilité individuelle dans l'expression des comportements. En effet, le léchage de truffe et de babines, les bâillements et les ébrouements ne seraient pas plus fréquents en refuge que chez des chiens de compagnie logés chez eux (Part *et al.*, 2014). Par ailleurs, les tremblements et l'adoption d'une posture basse sont observés chez moins de 1% des chiens au cours du mois qui suit leur admission en refuge (Protopopova *et al.*, 2014).

Cependant, certains comportements de peur (se cacher derrière le mobilier, tenter de fuir à l'ouverture de la porte), qui seraient fréquents lors des premières

semaines d'hébergement en refuge, diminuent progressivement au cours des semaines qui suivent (Graph. 2) (Stephen et Ledger, 2005). Le halètement, le levé de patte et les gémissements diminuent également dans les 10 jours suivant l'admission en refuge (Hiby *et al.*, 2006) ou en chenil (Rooney *et al.*, 2007). Ceci est en faveur d'une anxiété aiguë faisant suite à l'admission au refuge, et se dissipe progressivement par un effet d'habituation.



Graph. 2 : Incidence des comportements de peur observés au cours du temps après l'admission de chiens en refuge (Stephen et Ledger, 2005)

Ainsi, les données physiologiques et comportementales nous permettent de conclure que l'admission en refuge est un événement anxiogène pour une majorité de chiens. Les observations comportementales semblent indiquer qu'en moyenne cette anxiété se dissipe suite à l'habituation au nouvel environnement. Toutefois, l'hypothèse d'une anxiété persistante ou de l'installation d'une dépression chronique chez une part significative de la population ne peut pas être complètement exclue à l'aide des données scientifiques actuelles, notamment *via* les données physiologiques à notre disposition.

Il est intéressant de noter que toutes ces études s'intéressent à des moyennes réalisées sur des populations. Comme le souligne Alexandra Protopopova, « en faisant la moyenne des résultats dans un groupe de chiens au cours du temps, les données sur les différences individuelles sont perdues »<sup>2</sup> (Protopopova, 2016). Ainsi, la méthodologie employée masquerait les éventuelles variations individuelles dans les capacités d'adaptation et la sensibilité à l'anxiété. De plus, de nombreuses études excluent les chiens peureux ou agressifs de la population étudiée (Hennessy *et al.*, 1997, 2001, 2002a ; Hiby *et al.*, 2006). Ainsi, les cas les plus sensibles, qui devraient être au cœur des préoccupations, ne sont alors pas pris en compte.

---

<sup>2</sup> Traduit depuis l'anglais

## *Chapitre 2 : Persistance du phénomène après adoption*

Les troubles du comportement liés à la peur sont fréquents dans la population générale de chiens. L'étude publiée en 2019 par Ian R. Dinwoodie et ses collaborateurs, estimant la prévalence cumulée des troubles anxieux et phobiques chez le chien à 44%, a mis en évidence qu'un chien adopté dans un refuge a significativement plus de risque de présenter de tels troubles que la moyenne. En effet, cette prévalence est de 54% (intervalle de confiance à 95% : [52 – 56%]) chez les chiens provenant de refuges, contre seulement 34% (intervalle de confiance à 95% : [31 – 36%]) chez les chiens provenant d'un élevage (Dinwoodie *et al.*, 2019). Ce résultat conforte les observations d'une équipe irlandaise, évaluant à 53,4% la prévalence des troubles liés à la peur chez les chiens adoptés dans le refuge étudié (Wells et Hepper, 2000a).

Bien que les données de ces études ne permettent pas de séparer la prévalence de l'anxiété de celle des phobies, la forte comorbidité entre ces deux états pathologiques (Dinwoodie *et al.*, 2019) nous permet d'extrapoler avec confiance le fait que les chiens ayant été adoptés en refuges ont plus de risque d'être anxieux que la population canine moyenne.

Ainsi, les chiens ayant séjourné en refuge ont plus de risque de présenter des troubles anxieux tout au long de leur vie. Prévenir l'anxiété en refuge, c'est donc aussi prévenir les troubles du comportement après adoption. Nous nous intéresserons ensuite à identifier les raisons de la forte prévalence de l'anxiété au sein de cette population.

### *Chapitre 3 : Origine de l'anxiété dans le contexte du refuge*

Nous avons vu que l'arrivée en refuge constitue une source d'anxiété chez le chien. L'anxiété chez le chien peut être provoquée par de multiples causes, et est généralement multifactorielle. Il n'est pas dans l'objectif de cette thèse de développer toutes les sources possibles de l'anxiété chez le chien de compagnie. Pour plus d'informations à ce sujet, se référer à la thèse de Marie FAIRON concernant l'anxiété chez les animaux de compagnie (Fairon, 2006). Nous retiendrons que l'anxiété chez le chien peut notamment avoir une origine génétique, ou bien être la conséquence d'un trouble du développement, organique, environnemental (territoire, alimentation), social ou relationnel. Dans cette partie, nous développerons les facteurs spécifiques au contexte du refuge pouvant expliquer une plus forte prévalence de l'anxiété chez le chien.

#### Sous-chapitre a : Anxiété et risque d'abandon

Il est légitime de se demander si la forte prévalence de l'anxiété en refuge ne serait pas liée à un biais de sélection au moment de l'abandon : si l'anxiété peut motiver le placement des chiens en refuge, il serait alors normal d'en recenser plus dans cette population.

Plusieurs études s'intéressent aux raisons qui poussent une personne à se séparer de son chien. Pour développer cette question, nous nous appuyerons sur la méta-analyse de Kim Lambert et ses collaborateurs, réalisée en 2015. Cette équipe a essayé de dégager des proportions statistiquement représentatives de chaque cause d'abandon, à partir des multiples études réalisées à ce sujet (Lambert *et al.*, 2015).

Si les problèmes comportementaux font partie des raisons récurrentes rapportées par les études, les données varient trop fortement d'une étude à l'autre pour pouvoir en conclure une proportion fiable. Selon les études, les problèmes de comportement seraient la cause de 10,8% (Marston *et al.*, 2004) à 34,2% (Diesel *et al.*, 2010) des abandons. Malgré la variabilité observée, cette méta-analyse confirme que les problèmes de comportement sont une raison importante d'abandon.

Comme nous l'avons vu dans la première partie, l'anxiété se traduit par des comportements de peur, mais est aussi associée à de nombreux autres comportements indésirables pour l'Homme, comme l'agressivité, notamment celle dirigée contre le propriétaire, la destruction, la malpropreté, les comportements compulsifs et les fugues (Dinwoodie *et al.*, 2019). Tous ces comportements constituent des raisons d'abandon régulièrement évoquées dans les études (Diesel *et al.*, 2010 ; Marston *et al.*, 2004 ; Salman *et al.*, 1998). Il est donc possible que l'anxiété chez le chien constitue un facteur prédisposant à son abandon.

Cependant, une étude menée aux Etats-Unis estime que seulement 30,9% des chiens amenés en refuge présentaient un état phobique ou anxieux avant leur abandon (Salman *et al.*, 1998), contre 44% dans la population générale (Dinwoodie *et al.*, 2019). La prévalence de l'anxiété parmi les chiens abandonnés serait alors moindre que dans la population générale. On pourrait argumenter, comme l'ont fait certains auteurs (Diesel *et al.*, 2010 ; Lambert *et al.*, 2015 ; Wells and Hepper, 2000a), qu'un propriétaire pourrait avoir tendance à minimiser les troubles du comportement de son chien pour ne pas réduire ses chances d'adoption, conduisant ainsi à une sous-estimation de la prévalence de tous les troubles du comportement. Cependant, dans cette même étude, tous les autres troubles du comportement étudiés ont une prévalence plus élevée chez les chiens abandonnés que dans la population générale (Tabl. 1), ce qui semble réfuter cette hypothèse.

	Population générale (Dinwoodie <i>et al.</i> , 2019)	Chiens abandonnés (Salman <i>et al.</i> , 1998)
Peur/anxiété	44%	30,9%
Malpropreté	15%	32,3%
Hyperactivité	12%	54,2%
Destruction	12%	36,6%
Fugue	11%	21,4%
Morsure	9%	11,9%

Tabl. 1 : Comparaison de la prévalence de différents troubles du comportement rapportés par les propriétaires de chiens dans la population générale et parmi les chiens cédés à un refuge.

(Dinwoodie *et al.*, 2019 ; Salman *et al.*, 1998)

Ainsi, bien que l'anxiété soit parfois associée à des troubles du comportement pouvant conduire à l'abandon d'un chien (agressivité, malpropreté, fugue, destruction), elle ne semble pas être un facteur prédisposant en elle-même. On peut alors imaginer que pour un même comportement, comme l'agressivité, une personne aura moins tendance à se séparer de son chien dans le cas d'une anxiété sous-jacente. En effet, la peur suscite l'empathie et pourrait être une raison plus « acceptable » de justifier des comportements non désirables, qu'un problème de hiérarchie ou de territorialité par exemple. Une étude montre par exemple que les propriétaires de chiens craintifs ou souffrant d'une phobie sociale perçoivent la relation avec leur animal comme étant plus étroite, par rapport à des chiens ne présentant pas de peur particulière (Meyer et Forkman, 2014). Ceci pourrait donc expliquer que l'anxiété ne constitue pas un motif prédisposant à l'abandon.

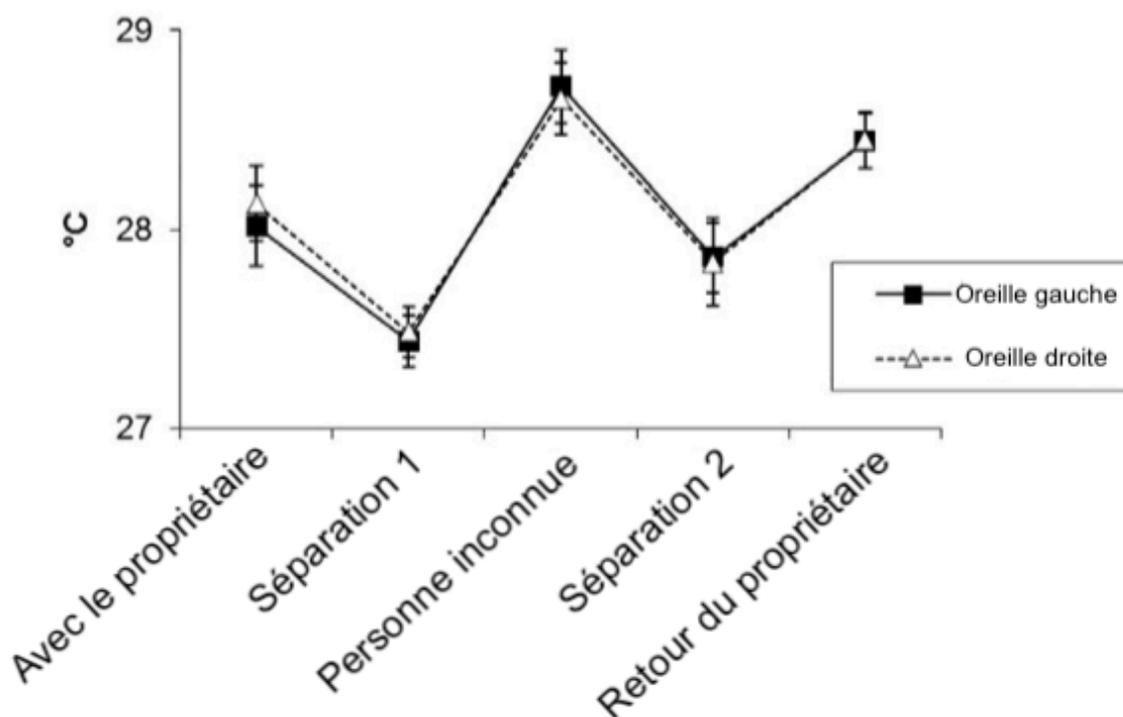
#### Sous-chapitre b : Facteurs déclenchant l'anxiété en refuge

Si l'anxiété n'était pas présente avant l'abandon, c'est donc qu'elle est déclenchée par l'arrivée au refuge. Nous nous intéresserons ici aux différents facteurs pouvant expliquer l'apparition de l'anxiété en refuge.

### **1. Séparation de la figure d'attachement**

Les chiens de compagnie créent un lien d'attachement fort avec leur propriétaire, proche du lien qui unie un enfant à sa mère chez l'Homme (Mariti *et al.*, 2013 ; Ryan *et al.*, 2019 ; Topál *et al.*, 1998). Cette relation est unique, et le propriétaire représente un véritable refuge émotionnel pour son chien lors d'une situation anxiogène (Gácsi *et al.*, 2013 ; Kerepesi *et al.*, 2015).

Ainsi, la séparation du chien avec son propriétaire, qui représente une figure d'attachement et une base sécurisante, provoque des manifestations de détresse, telles qu'une activation du système nerveux sympathique (Graph. 3) (Riemer *et al.*, 2016) et des vocalises (Gácsi *et al.*, 2013 ; Mariti *et al.*, 2013 ; Palestrini *et al.*, 2005). Une séparation prolongée augmente la sollicitation du propriétaire et les signes d'apaisement au moment des retrouvailles, traduisant une détresse plus marquée que lors d'une absence courte (Rehn et Keeling, 2011).



Graph. 3 : Evolution de la température moyenne ( $\pm$  Erreur Type) des deux oreilles de chiens au cours d'un test de séparation, évaluée par thermographie infrarouge.

Remarque : Une diminution de la température des oreilles témoigne d'une vasoconstriction périphérique, et donc d'une stimulation nerveuse orthosympathique.

(Riemer *et al.*, 2016)

L'abandon en refuge constitue une rupture définitive de ce lien d'attachement. Cet événement représente donc un traumatisme émotionnel important pour le chien, susceptible de déclencher une anxiété.

## 2. Déréalisation

Le placement en refuge implique des modifications majeures dans le mode de vie d'un chien. Le chien vivait avec certaines personnes dans un environnement connu, avec des rituels de vie associés. Le changement brutal de conditions de vie déclenche souvent une anxiété : c'est ce qu'on appelle l'anxiété de déréalisation.

Ce phénomène est d'autant plus marqué en refuge que le chien manque de contrôle sur son environnement : « Les événements nouveaux, imprévisibles ou hors du contrôle d'un individu indiquent que la situation actuelle n'est pas complètement

comprise et peuvent suggérer qu'un danger se prépare probablement. »<sup>3</sup> (Hennessy *et al.*, 2020).

Toutefois, l'anxiété se résout généralement dans les trois semaines qui suivent le changement de mode de vie, si les ressources d'adaptation de l'animal le permettent, comme l'indique Valérie Dramard dans son livre sur la pathologie du comportement. Elle nous met en garde : « certains chiens, d'autant plus s'ils souffrent au préalable d'une anxiété, n'ont pas les capacités d'adaptation suffisantes pour s'installer dans ce nouveau groupe. Les signes anxieux apparaissent alors ou s'aggravent. » (Dramard, 2016).

Ainsi, le changement de cadre provoque une anxiété dite « de déritualisation » chez le chien, qui doit généralement passer au bout de quelques semaines, mais qui peut parfois persister.

### Sous-chapitre c : Facteurs influençant la sensibilité à l'anxiété en refuge

Plusieurs facteurs peuvent agir sur la susceptibilité d'un chien à présenter une anxiété dans le cadre du refuge.

#### **1. Tempérament individuel**

La plupart des études concernant l'anxiété chez les chiens placés en refuge se font en étudiant une population de chiens et en effectuant des moyennes afin de mettre en évidence des tendances statistiquement exploitables. Comme le souligne Alexandra Protopopova, « en faisant la moyenne des résultats dans un groupe de chiens au cours du temps, les données sur les différences individuelles sont perdues »<sup>4</sup> (Protopopova, 2016). Ainsi, pour pallier à ce problème, certaines études s'intéressent à différents sous-groupes de chiens présentant des différences de sensibilité. Elles montrent que le taux de cortisol de certains chiens diminue progressivement au cours du séjour en refuge, alors qu'il augmente chez d'autres individus (Hiby *et al.*, 2006 ; Stephen et Ledger, 2006). Cette importante variété

---

<sup>3,4</sup> Traduit depuis l'anglais

physiologique individuelle témoigne d'une différence de capacités d'adaptation d'un chien à l'autre.

Pour étudier ce phénomène, Rooney et ses collaborateurs ont étudié une population de chiens extrêmement homogène (des Labrador retrievers mâles de 1 an, aux conditions de développement connues et contrôlées), lors de leur placement dans un chenil en vue de leur entraînement militaire. Les conditions de cette étude permettent de s'affranchir d'un grand nombre de variables pouvant expliquer la variabilité individuelle des comportements et des paramètres physiologiques : la race et les comportements innés qui lui seraient attribués, l'âge, le sexe, les expériences traumatisantes ou les conditions de développement. Les résultats montrent que, malgré l'homogénéité de la population étudiée, il existe une forte variation individuelle des taux de cortisol et des comportements observés. L'auteur en conclut qu'« il existe des stratégies d'adaptation et des différences individuelles dans l'expression comportementale du stress [...]. Celles-ci sont probablement dues à des variations génétiques, et des différences subtiles pendant l'ontogénie, ce qui conduit à une diversité de tempéraments ou de personnalités chez le chien, et ainsi à l'individualité des réponses à de nombreux stimuli, notamment stressants. »<sup>5</sup> (Rooney *et al.*, 2007).

En 2002, K. Svartberg et B. Forkman ont étudié les différents traits de personnalité évaluables chez le chien. Ils mettent alors en évidence un continuum « curiosité-peur », avec une forte variabilité individuelle le long de cet axe (Svartberg et Forkman, 2002). Ainsi, certains chiens seraient plus craintifs que d'autre par nature, et leurs capacités d'adaptation pourraient s'en trouver compromises. Il se trouve que l'évaluation de la peur chez les chiens de refuge se révèle facile et particulièrement fiable à l'aide de tests comportementaux (Dowling-Guyer *et al.*, 2011). Il semble donc intéressant de repérer ces individus au plus tôt afin de leur porter une attention toute particulière et favoriser une bonne acclimatation.

---

<sup>5</sup> Traduit depuis l'anglais

## 2. Expériences passées

Les chiens confiés à un refuge peuvent avoir des origines variées. Plusieurs études montrent que l'historique de l'animal semble avoir une influence sur ses capacités d'adaptation et donc sur son anxiété.

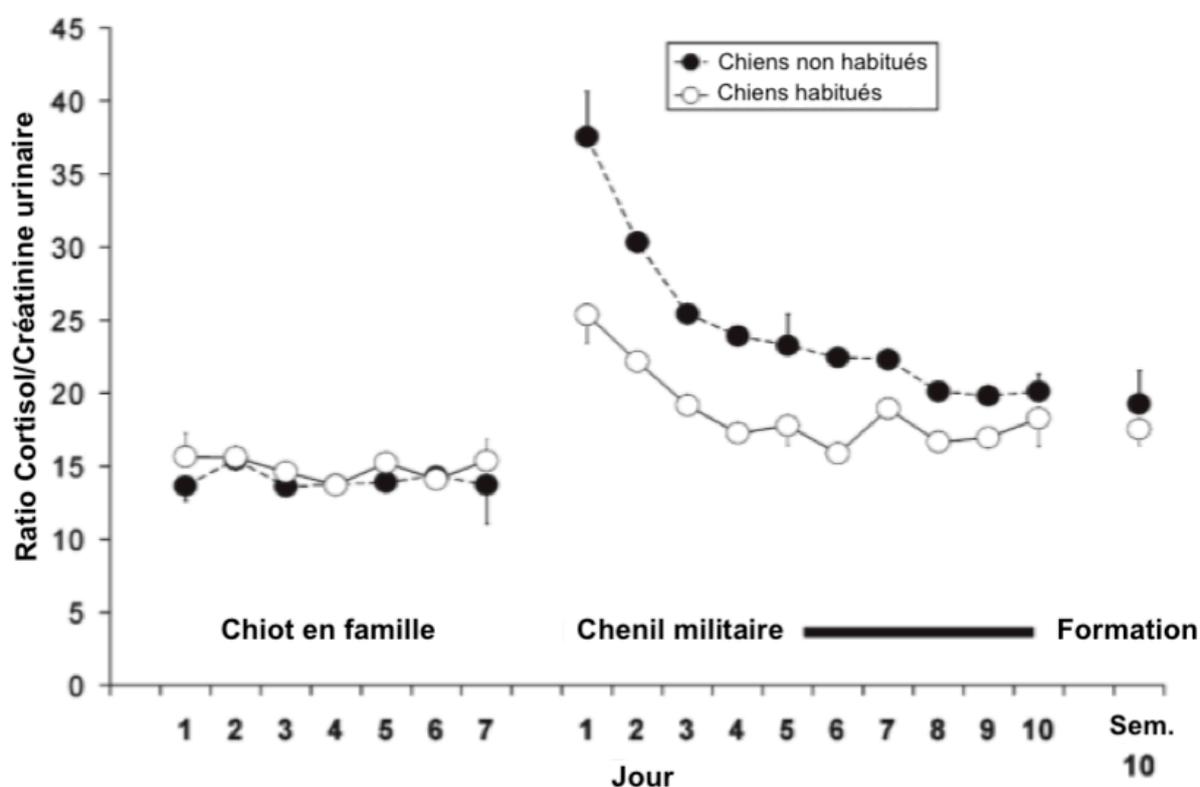
Une étude s'intéresse notamment aux différences entre les chiens confiés au refuge par leur propriétaire et les chiens trouvés errants ou ayant déjà séjourné en refuge. Les résultats montrent que le cortisol de tous les chiens est augmenté dans les jours qui suivent l'arrivée en refuge, mais que les chiens errants ou retournés ont un taux de cortisol qui redescend rapidement alors que les chiens abandonnés par leur propriétaire ont un cortisol qui continue d'augmenter (Hiby *et al.*, 2006). Ceci suggère que le passé des chiens influence leurs capacités d'adaptation et donc la persistance d'une anxiété au long terme. On imagine que dans le cas des chiens abandonnés par leur propriétaire, la séparation récente de la figure d'attachement (comme mentionné plus haut) participe à l'installation d'une anxiété.

La relation entre le chien et son ancien propriétaire peut aussi influencer sur les conséquences émotionnelles de la séparation. En effet, les chiens présentant un attachement de type « insécure-anxieux » avec leur propriétaire sont plus anxieux lors de la séparation (Konok *et al.*, 2019), pouvant donc rendre potentiellement plus difficile la disparition de la figure d'attachement au moment de l'abandon.

Les chiens peuvent aussi être saisis pour des raisons de maltraitance animale et placés en refuge. Les chiens ayant subi une maltraitance sont plus susceptibles de présenter de l'agressivité et de la peur envers des personnes ou des chiens inconnus, des vocalises incessantes et des comportements stéréotypés ou anormaux (McMillan *et al.*, 2015). Ainsi, les chiens maltraités semblent constituer une population particulièrement sensible à l'anxiété en refuge. Une étude portant sur le comportement des chiens adoptés en refuge montre que les chiens ayant souffert de maltraitance présentent plus de troubles du comportement après adoption (Vitulová *et al.*, 2018).

Des résultats déjà mentionnés plus hauts montrent que les chiens rendus au refuge ont un cortisol qui redescend rapidement après quelques jours, à l'inverse des

chiens abandonnés pour la première fois (Hiby *et al.*, 2006). Il semblerait donc qu'il y ait un effet d'habituation possible avec les expériences passées en refuge. Ceci est notamment soutenu par une expérience menée en chenil de travail, s'intéressant à une méthode d'habituation positive. Dans cette étude, les chiens ayant reçu un programme d'habituation progressive avec renforcement positif ont un pic de cortisol moins haut après l'admission en chenil, par rapport aux animaux n'ayant aucune expérience du chenil (Graph. 4). Bien que ce type de programme ne soit pas applicable en refuge, il met en évidence l'effet important de la nouveauté sur l'anxiété chez le chien. Les chiens ayant déjà séjourné en refuge seraient donc possiblement moins sensibles à l'anxiété que les autres, bien que nous manquions de données pour confirmer cette hypothèse.



Graph. 4 : Evolution des ratios cortisol/créatinine urinaire ( $\times 10^{-6}$ ,  $\pm$  Erreur Standard) chez des chiens destinés à une formation militaire, ayant reçu ou non un programme d'habituation positive avant leur introduction en chenil.

(Rooney *et al.*, 2007)

### 3. Caractère stressant de l'environnement

Outre les facteurs intrinsèques à l'animal comme vus plus haut, il existe des facteurs extrinsèques, liés à l'environnement, qui peuvent agir sur l'anxiété des animaux. Comme le souligne Valérie Dramard dans *Pathologie du comportement du chien et du chat* : « les risques d'apparition d'une anxiété de déritualisation sont d'autant plus importants que les conditions de vie sont stressantes » (Dramard, 2016). Les différents aspects de l'environnement du refuge pouvant constituer un stress seront détaillés dans la troisième partie.

Ainsi, l'acte d'abandon provoque une séparation de la figure d'attachement, et l'arrivée au refuge un changement de mode de vie brutal. Certains chiens, par leur tempérament et leur historique, sont plus susceptibles que d'autres de présenter une anxiété. C'est sur le caractère stressant de l'environnement que nous pouvons agir, et la suite de ce travail se donnera donc pour objectif de mettre en avant les moyens permettant de réduire le caractère stressant de l'environnement au refuge, afin de minimiser l'anxiété des pensionnaires.

Dans cette partie, nous avons donc montré que la séparation du propriétaire et le changement de cadre lors de l'arrivée en refuge constituent une source d'anxiété pour une majorité de chiens. Il est probable que cette anxiété persiste de manière chronique lors de séjours au long-terme. L'anxiété semble également perdurer après l'adoption par un nouveau foyer. Suite à ce constat, nous chercherons donc à identifier les leviers d'action à disposition des refuges pour limiter l'apparition de cette anxiété.

## Partie III – Prévenir l’anxiété chez le chien dans un refuge

Nous avons vu que le séjour en refuge favorisait l’anxiété chez le chien. Dans cette partie, nous étudierons tous les moyens à disposition des refuges pour enrayer l’apparition de l’anxiété qui menace le bien-être des animaux. Nous nous appuyerons sur les données de la littérature scientifique pour formuler des conseils pratiques à destination des refuges. Les différents aspects de l’environnement au refuge seront successivement abordés.

### *Chapitre 1 : Environnement sonore*

L’environnement sonore du refuge a un impact tant sur les pensionnaires que sur le personnel ou les visiteurs. Le bruit participe à faire du refuge un environnement stressant pour les animaux.

#### Sous-chapitre a : Caractérisation et origine de la pollution sonore dans les refuges

Les refuges canins sont des environnements bruyants. En effet, plusieurs études ont mis en évidence un niveau sonore dans les chenils proche de 100 dB en moyenne sur la journée, avec des pics pouvant atteindre 125 dB (Coppola *et al.*, 2006a ; Sales *et al.*, 1997 ; Scheifele *et al.*, 2012). A titre de comparaison, le Code du Travail français stipule que des protections individuelles contre le bruit doivent être mises à disposition des travailleurs, s’ils sont exposés au moins 8 heures par jour à des bruits de 80 dB (articles R4431-2 et R4432-1). Il a d’ailleurs été montré que la détention prolongée d’un chien en chenil provoque une perte importante de ses capacités auditives (Scheifele *et al.*, 2012).

On trouve plusieurs explications au bruit important dans les refuges. La source sonore majoritaire est constituée des chiens eux-mêmes, et particulièrement de leurs aboiements. Une étude montre que, sur des enregistrements vidéo quotidiens individuels d’une minute, on observe au moins un aboiement dans 35% des vidéos, et des gémissements dans 25% des cas (Protopopova *et al.*, 2014).

Les aboiements sont renforcés lors de certaines activités humaines, comme le ménage, la distribution des repas, ou la présence d’une personne visible par les chiens (Sales *et al.*, 1997). Chez certains animaux, le fait d’aboyer est en lui-même

un stimulus pour entretenir les aboiements chez ce même animal (Scott et Fuller, 1965). Les aboiements d'un chien constituent un signal d'alarme et déclenchent aussi facilement les aboiements d'autres chiens. Les animaux vivant chez eux en groupe sont alors plus sensibles à ces signaux d'alarme et aboient ainsi plus souvent que lorsqu'ils sont seuls, par un effet synergétique (Adams and Johnson, 1994a). Cet effet ne semble cependant pas applicable en refuge. En effet, une étude montre que loger les chiens en groupe conduit à une réduction significative du bruit émis par les animaux (Mertens et Unshelm, 2015). Ceci pourrait s'expliquer par la source différente des aboiements selon l'environnement : on pourrait attribuer les aboiements à de la territorialité lorsque les chiens sont chez eux, et à de l'ennui ou de la frustration lorsqu'ils sont placés en refuge. La présence d'autres chiens a alors un effet stimulant dans le premier cas, et apaisant dans le second.

L'ensemble de ces phénomènes amplificateurs conduit à des aboiements quasi-permanents dans les refuges. Il est intéressant de noter que le lien entre le nombre de chiens présents dans le refuge et l'intensité sonore n'a pas clairement été établi (Sales *et al.*, 1997).

Les activités humaines en elles-mêmes ajoutent au bruit, notamment lors de l'utilisation de nettoyeurs haute pression, et de l'ouverture ou de la fermeture des portes. Les éventuels systèmes de ventilation et de chauffage, et la circulation routière avoisinante constituent également des sources sonores (Sales *et al.*, 1997).

Par ailleurs, la réverbération joue un rôle dans le niveau sonore ambiant. Il s'agit, d'après le dictionnaire Larousse, de la « persistance d'un son dans un espace clos ou semi-clos après interruption de la source sonore ». La réverbération acoustique est importante dans les refuges, notamment à cause de l'utilisation de surfaces dures et non absorbantes dans les locaux. La conception architecturale des refuges prend rarement en compte la dimension acoustique et il est rare que des matériaux isolants soient utilisés (Scheifele *et al.*, 2012).

#### Sous-chapitre b : Lien entre bruit et anxiété

L'idée que le bruit ambiant dans les refuges soit à l'origine d'anxiété chez le chien repose sur la théorie que le bruit est à la source de stress, et que le stress peut conduire à l'anxiété. Il est ainsi montré dans une étude que les chiens hébergés dans

des chenils implantés dans des environnements calmes ont un meilleur score de bien-être global par rapport aux refuges en milieu bruyant (Kiddie and Collins, 2015).

Il est aujourd'hui admis que l'exposition d'un chien à un son brusque et fort déclenche chez lui une réaction comportementale de peur, caractérisée par l'adoption d'une posture basse, et des signes biologiques de stress comme l'augmentation de la sécrétion de catécholamines et de glucocorticoïdes, une hausse du rythme cardiaque et de la pression artérielle (Beerda *et al.*, 1998, 1997 ; Engeland *et al.*, 1990). La réactivité au bruit varie entre les individus et les races, selon leur état de conscience et selon le type de stimulus sonore appliqué (Adams and Johnson, 1994a ; Siniscalchi *et al.*, 2013 ; Storengen et Lingaas, 2015). Des signes comportementaux de stress ont ainsi été fréquemment observés en réaction à des aboiements enregistrés (Adams and Johnson, 1994a ; Siniscalchi *et al.*, 2013). Nous pouvons donc conclure qu'un aboiement peut constituer une source de stress pour les chiens qui se situent à proximité.

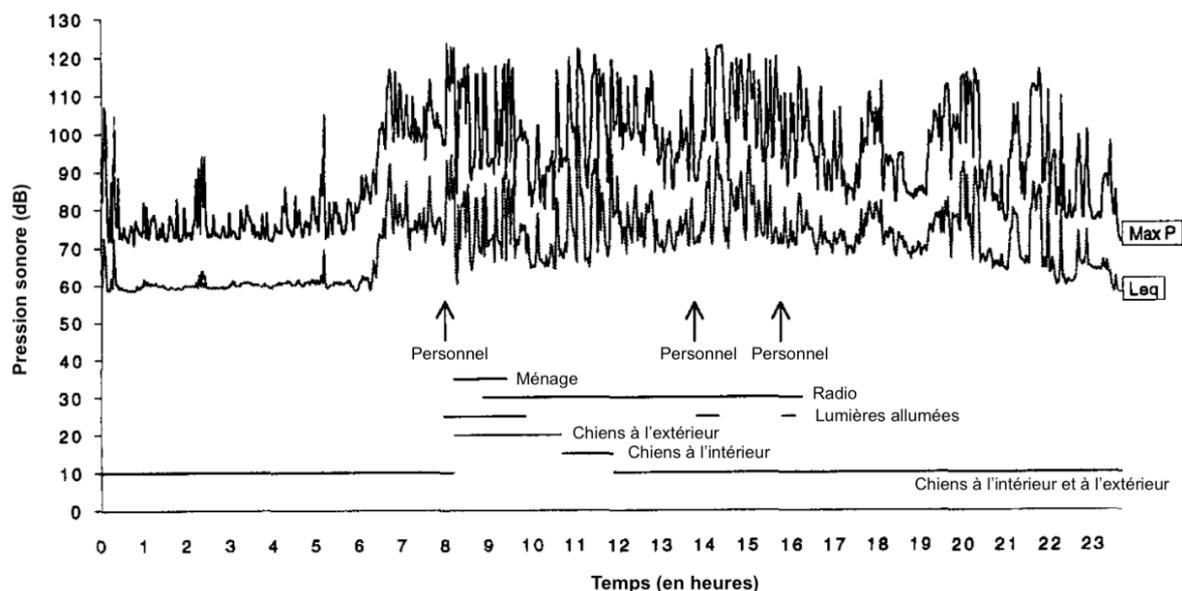
Si les réactions de stress aigu au bruit sont bien connues, les effets d'une exposition sonore prolongée sont quant à eux peu étudiés. A ce jour, aucune publication ne permet clairement d'établir un lien de causalité entre exposition chronique au bruit et anxiété chez le chien. Le phénomène est cependant plus étudié chez l'Homme, et de nombreuses études s'intéressent à la pollution sonore et ses effets sur la santé physique et psychologique (Basner *et al.*, 2014). Il a par exemple été montré que la gêne occasionnée par les avions est associée à une plus forte prévalence des troubles anxieux et dépressifs (Beutel *et al.*, 2016).

Un paramètre à prendre en compte dans l'étude de l'exposition prolongée au bruit est le phénomène d'habituation. Le dictionnaire Larousse définit l'habituation comme un « processus simple d'apprentissage [...] qui consiste en une diminution des réponses d'un individu à un stimulus lorsque celui-ci est présenté de façon permanente sans renforcement ». L'habituation à des stimuli sonores est bien connue chez le rat, où la répétition d'un son diminue la sécrétion d'hormones surrénaliennes associée (Armario *et al.*, 1984). Chez le chien, l'habituation sonore a également été observée. En 1971, des Beagles ont été exposés à un bruit blanc de 120 dB pendant 2 heures cumulées sur une période de 8 heures, sans hausse détectable du cortisol plasmatique (Thalke, 1971).

Cependant, à plus long terme, le bruit semble être délétère. Une étude récente montre que l'exposition de rats à un bruit blanc continu de 100 dB, 1 heure par jour pendant 10 jours, conduit à l'apparition de comportements d'anxiété et à des modifications anatomiques des structures neurologiques impliquées dans l'intégration des stimuli sonores (Zhvania *et al.*, 2020). Ceci conforte les résultats observés chez l'Homme, et peut permettre d'envisager l'extrapolation au chien du lien entre bruit chronique et anxiété.

### Sous-chapitre c : Pollution sonore et cycle du sommeil

La nuit, bien que le bruit dans les refuges soit souvent moindre (entre 60 à 85 dB en moyenne), il arrive régulièrement que des aboiements se fassent entendre jusqu'à 120 dB. Dans les refuges laissant aux chiens un accès libre à l'extérieur pendant la nuit, le bruit reste très important jusque tard dans la nuit, bien après la sortie du personnel et l'extinction des lumières (Graph. 5) (Sales *et al.*, 1997). Ceci soulève la question du respect du cycle circadien des animaux, et notamment l'influence des aboiements nocturnes sur le cycle du sommeil.



Graph. 5 : Pression sonore des sons de basse fréquence (1Hz – 20kHz) enregistrée sur 24h dans un refuge laissant aux chiens un accès libre à l'extérieur pendant la nuit.

(Leq : pression sonore moyenne, Max P : pression sonore maximale)

(Sales *et al.*, 1997)

Le chien a un rythme du sommeil très différent de celui de l'Homme, avec des phases de sommeil et d'éveil qui alternent à la hauteur d'environ 3 cycles par heure (Adams et Johnson, 1994b, 1993). Les chiens restent sensibles aux stimulations sonores durant leur sommeil, tout particulièrement aux aboiements, qui les réveillent et augmentent leur niveau d'activité (Adams et Johnson, 1994a). Les aboiements nocturnes peuvent donc perturber le sommeil des chiens placés en refuge.

Une étude australienne, menée sur des chiens détecteurs de drogue, montre que le chien dispose d'une grande flexibilité de son rythme circadien. L'alternance du travail de jour et de nuit n'a pas d'influence sur la qualité des cycles du sommeil chez ces animaux. L'auteur suggère que « la capacité des chiens à composer avec des changements de quarts pourrait être due à leurs cycles de sommeil naturellement rapides et courts, qui pourrait leur permettre de s'adapter suffisamment et facilement à des changements dans leur routine »<sup>6</sup> (Adams et Johnson, 1994b).

Le sommeil des chiens est donc flexible, mais la durée totale de sommeil doit être respectée. En effet, le chien dort habituellement environ 12 heures par jour (Wauquier *et al.*, 1979). Dans le cas où les chiens sont laissés à l'extérieur la nuit dans un refuge, la période de calme est réduite. Le graphique 5 montre que dans le refuge étudié, l'environnement est calme entre minuit et 6h, soit une durée totale de 6h, ce qui correspondrait alors à la moitié seulement du besoin de sommeil.

Si le lien entre privation de sommeil et anxiété est avérée chez l'Homme (Song *et al.*, 2015 ; Wu *et al.*, 2008), les résultats des études sont contradictoires chez l'animal de laboratoire (Pires *et al.*, 2016). De plus, les études s'intéressent peu à la privation chronique de sommeil. A ce jour, bien que le sommeil soit probablement perturbé chez les chiens de refuge, nous ne pouvons donc pas conclure quant à l'implication des aboiements nocturnes dans l'apparition d'une anxiété.

Ainsi, les refuges canins ont été objectivés comme des environnements très bruyants, notamment à cause des aboiements. L'exposition chronique à un tel

---

<sup>6</sup> Traduit depuis l'anglais

niveau sonore pourrait bien être à l'origine d'un risque accru d'anxiété chez le chien, par l'intermédiaire de l'activation des hormones du stress. Nous manquons cependant d'informations à ce sujet, et de nouvelles études doivent être menées pour mieux comprendre l'habituation et l'impact au long terme de l'environnement sonore sur le chien.

Tout moyen visant à réduire le bruit ambiant (comme éviter les claquements de portes, ajouter des matériaux isolants aux bâtiments, loger les chiens à plusieurs et les rentrer la nuit pour réduire les aboiements) sont donc favorables à une réduction du stress chez le chien. Parmi les moyens innovants à mettre en place, une étude montre que réduire l'accès du public aux enclos des chiens permettrait de diminuer significativement le bruit ambiant, ainsi que les comportements répétitifs et d'augmenter le repos (Hewison *et al.*, 2014). Avec cette méthode, les visiteurs n'ont alors plus accès aux chenils, mais des rencontres individuelles entre les potentiels adoptants et une sélection de chiens sont organisées à l'extérieur. Ceci semble participer au bien-être des animaux, bien que cela demande une adaptation de la logistique du refuge et plus de temps au personnel.

## Chapitre 2 : Espace disponible et accès à l'extérieur

L'annexe II de l'arrêté du 3 avril 2014 établit la surface minimale requise pour l'hébergement d'un chien : « L'espace minimal requis pour l'hébergement des chiens est d'une surface de 5 m<sup>2</sup> par chien et d'une hauteur de 2 m. [...] Pour les chiens dont la taille est supérieure à 70 cm au garrot, la surface d'hébergement ne peut être inférieure à 10 m<sup>2</sup> ; cette surface peut toutefois accueillir 2 chiens. ». Les bases scientifiques du choix de cette surface restent toutefois inconnues. Nous pouvons alors nous demander si l'espace disponible pour le chien de refuge a un impact sur l'apparition des signes d'anxiété.

Des études menées chez des beagles de laboratoire montrent que les chiens logés en cage de petite taille passent plus de temps à se lécher et à manipuler les barreaux que leurs congénères logés dans des enclos de plus grande taille. Ces signes comportementaux peuvent être interprétés comme une manifestation d'anxiété. Ainsi, un trop petit espace pourrait déclencher une anxiété chez le chien. En revanche, cette étude précise que l'isolement vis-à-vis des congénères a un effet bien plus délétère sur l'état émotionnel des animaux que la diminution de la surface disponible (Hetts *et al.*, 1992).

Par ailleurs, une étude menée chez des lévriers de course montre qu'une augmentation de la surface individuellement disponible de 3 à 10 m<sup>2</sup> n'a aucun effet sur le dosage du cortisol ni sur la réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire à une stimulation à l'ACTH. Dans cette étude, quelques effets comportementaux sont observés : avec plus d'espace, les chiens passent plus de temps à l'avant de l'enclos et en position debout. Ces comportements n'ont toutefois pas de lien avec une potentielle anxiété et s'estompent au bout de 5 semaines d'hébergement. Aucun comportement anormal ou stéréotypé n'est observé dans cette étude. On montre ici une absence d'effet de l'espace disponible sur l'apparition d'anxiété chez le chien de sport logé en chenil (Jongman *et al.*, 2018).

De même, il semblerait que les chiens logés dans un jardin chez leurs propriétaires ne présentent pas de modification du comportement en fonction de la taille du jardin mis à leur disposition (Kobelt *et al.*, 2007).

Les expérimentations menées en refuge présentent des résultats incertains. Une étude montre l'absence de différence comportementale entre des chiens de

refuge logés dans 4,1 ou dans 6,8 m<sup>2</sup>. De petites variations de surface n'auraient alors pas d'impact sur l'apparition d'une anxiété. Toutefois, avec une surface disponible bien plus importante (744 m<sup>2</sup>), les chiens présentent alors plus d'activité physique dans cette étude, plus de trot et de course sont notamment observés (Hubrecht *et al.*, 1992). De même, une étude menée chez les chiens de refuge âgés montre que les animaux logés dans 110 m<sup>2</sup> marchent plus que ceux logés dans 30 m<sup>2</sup>. Il n'y a toutefois pas d'effet sur les comportements de stress, l'exploration de l'environnement ou les vocalises (Normando *et al.*, 2009b). Ainsi, il faudrait une forte augmentation de la surface disponible pour observer des effets comportementaux, se traduisant notamment par une augmentation de l'activité physique et des déplacements. Une faible variation de l'espace serait insuffisante pour déclencher de tels effets.

Cependant, une étude de 2014 montre qu'en passant de 4,5 à 9 m<sup>2</sup> par animal, il y aurait déjà des effets comportementaux observables, avec une augmentation du niveau d'activité général, du temps passé debout, de l'exploration visuelle de l'environnement et du nombre d'interactions positives avec les congénères et les humains. Cette augmentation de surface entraînerait également une augmentation des vocalises, plutôt liées aux interactions sociales positives (Normando *et al.*, 2014). Ceci semble donc contredire les résultats détaillés plus haut.

Un autre point étudié est la présence ou non d'un accès à un espace extérieur. En chenil, les chiens ayant un accès à l'extérieur y vont beaucoup, et cela aurait pour conséquence de réduire le bruit dans les bâtiments (Döring *et al.*, 2016a). Les beagles de laboratoire ayant un accès à l'extérieur passent 32% du temps observé à l'extérieur. Ils présentent plus d'activité et plus de déplacements que leurs congénères sans accès extérieur (Spangenberg *et al.*, 2006). Cependant, comme nous l'avons vu plus haut, dans les refuges laissant aux chiens un accès libre à l'extérieur pendant la nuit, le bruit ambiant reste très important jusque tard dans la nuit, à cause des aboiements (Sales *et al.*, 1997).

Ainsi, les données sont insuffisantes pour conclure à un effet de l'espace disponible sur l'anxiété chez le chien de refuge. En revanche, il semblerait qu'un grand enclos soit favorable à plus d'activité physique, dont les effets sur l'anxiété

seront discutés plus bas. L'effet de petites variations de surface sur l'anxiété reste incertain. L'accès à l'extérieur permettrait d'augmenter l'activité physique des animaux, mais augmenterait le bruit à l'extérieur. Aucune étude ne permet d'établir de lien direct entre accès à l'extérieur et anxiété en refuge.

### Chapitre 3 : Mobilité et exercice physique

Chez l'Homme, il est montré que la pratique d'une activité physique prévient l'apparition de troubles anxieux. L'exercice physique réduit significativement les symptômes chez les personnes souffrant d'anxiété (Kandola et Stubbs, 2020). A l'inverse, l'inactivité physique semble associée au développement de troubles anxieux (Carek *et al.*, 2011). Les endorphines jouent possiblement un rôle dans l'influence de l'activité physique sur l'humeur, bien que les mécanismes soient encore mal connus (Dishman et O'Connor, 2009). Par exemple, la course à pied augmente la CRH (hormone sécrétée par l'hypothalamus qui stimule la production d'ACTH puis de cortisol par l'organisme) et les béta-endorphines plasmatiques chez des coureurs professionnels et est associée à un sentiment de bien-être (Harte *et al.*, 1995). En refuge, les chiens sont logés dans des espaces clos, et ont peu d'opportunités pour se dépenser physiquement. L'apport d'exercice physique peut-il participer à prévenir l'anxiété chez les chiens de refuge ?

Chez le chien, il semblerait qu'un phénomène similaire à celui observé chez l'Homme se produise. Une étude s'intéresse notamment aux effets physiologiques d'une activité physique intense ou modérée chez le Beagle. Pour cela, les chiens font 90 minutes de course en tapis roulant à faible ou forte intensité. Les résultats montrent que lors d'un exercice physique modéré, il y a une augmentation des béta-endorphines, de l'ACTH et du cortisol dans le plasma et le liquide cérébro-spinal (LCS). L'intensité des modifications plasmatiques est dose-dépendante en fonction de la durée et de l'intensité de l'exercice physique. Lors d'un exercice à forte intensité, seul le cortisol augmente dans le LCS. Il n'y a pas d'augmentation des endorphines et on note une augmentation de 50% de la noradrénaline dans le LCS (Radosevich *et al.*, 1989). Ainsi, un exercice physique modéré semble avoir des effets biologiques similaires chez le chien et chez l'Homme.

En revanche, le lien avec l'humeur n'est pas établi chez le chien. Un questionnaire adressé à des propriétaires de chiens en Finlande indique que les chiens souffrant d'une phobie des bruits ou d'une anxiété de séparation font moins d'exercice physique que les chiens sans phobie ni trouble anxieux (Tiira et Lohi, 2015). Cette information ne permet toutefois pas d'établir de lien de causalité entre exercice physique et anxiété.

La mise en place d'un programme d'activité physique modérée chez le chien logé en chenil a déjà été étudiée. Des beagles ont reçu un programme d'enrichissement pendant 6 semaines, leur donnant 35 minutes d'exercice individuel trois fois par semaine dans un espace extérieur, ou bien de l'exercice physique en liberté avec un groupe de congénères. Dans cette étude, il est noté que les chiens lâchés en groupe occupent la majorité du temps disponible à interagir entre eux et qu'il y a peu d'activité physique spontanée quand le chien est lâché seul dans un espace dédié : les chiens ne font pas d'exercice à moins qu'un humain soit présent avec eux dans la pièce. Ceci pose la difficulté de distinguer les effets de l'activité physique de celle des interactions sociales dans les études de terrain. Dans cette étude, il n'y a aucun effet constaté de l'activité physique sur le cortisol ou le système immunitaire (Campbell *et al.*, 1988). Les effets bénéfiques de ce type de programme reste donc incertains chez le chien.

Toutefois, des études nous incitent à encourager les programmes d'enrichissement comprenant une activité physique en refuge. En effet, des sessions de 25 minutes d'exercice physique et d'interaction avec un humain permettent de diminuer le cortisol salivaire et les manifestations comportementales de stress chez les chiens de refuge (Menor-Campos *et al.*, 2011). Il est toutefois impossible ici de distinguer les effets de l'exercice physique de ceux de l'interaction sociale interspécifique. Une autre étude plus récente s'intéresse à 16 chiens logés individuellement en refuge. Des sessions quotidiennes de 15 minutes d'exercice sont mises en place pendant 2 semaines. Les chiens disposent alors de 15 minutes de jeu actif avec un jouet (frisbee, balles) ou de course en laisse avec un expérimentateur, selon les préférences du chien. L'évaluation du comportement des chiens avant et après la session par enregistrement vidéo montre une amélioration du comportement avant la session (le chien se tient alerte mais calmement face à la porte, moins d'aller-retour observés) mais une augmentation des comportements indésirables immédiatement après la session (augmentation des aller-retour et des frottements aux murs). Il n'est pas noté d'effet significatif sur la plupart des comportements indésirables (aboiements, sauts sur les murs) et les chiens ne montrent pas de signes de fatigue après les sessions (Protopopova *et al.*, 2018). Il est donc possible que 15 minutes soient insuffisantes pour que l'activité physique apporte des bénéfices significatifs, puisqu'il existe une relation temps-dépendante

entre la durée de l'exercice et la production d'endorphines dans le système nerveux (Radosevich *et al.*, 1989). Au contraire, la sortie de l'enclos semble être une source d'agitation pour les chiens qui présentent donc un comportement d'hypermotricité après la séance.

Ces observations sont corrélées à l'étude de Kiddie et Collins, qui évalue les facteurs de variation du bien-être des chiens en refuge. Un score de bien-être, noté entre -1 et 1, est établi pour chaque chien et est mis en relation avec les conditions de vie dans le refuge. Les résultats indiquent que les chiens disposant régulièrement d'au moins 30 minutes d'exercice physique ont un score de bien-être plus élevé (+0,213). Les effets bénéfiques sont bien plus importants si ces séances ont lieu tous les jours (+0,688). A l'inverse, les chiens faisant de l'exercice plusieurs fois par jour ont un score de bien-être réduit (- 0,173). Les auteurs mettent en cause l'excitation due à l'entrée et la sortie de l'enclos. Il vaut donc mieux favoriser des séances d'activité physique moins fréquentes mais plus longues. Par ailleurs, avoir recours à des moyens d'exercice atypiques, comme l'agility, augmente encore le bien-être des animaux (+0,504) (Kiddie and Collins, 2015).

Ainsi, nous manquons des données pour établir un lien clair entre exercice physique et prévention de l'anxiété chez le chien. Nous pouvons toutefois recommander des séances d'activité physique d'au moins 30 minutes, maximum une fois par jour, pour favoriser le bien-être des pensionnaires.

## Chapitre 4 : Enrichissement animé

L'enrichissement du milieu est une méthode de stimulation pour renforcer le bien-être des animaux en captivité. Il se base sur des modifications de l'environnement social et physique des animaux.

### Sous-chapitre a : Interactions avec l'Homme

La domestication du chien, datant probablement du Paléolithique, a placé l'Homme au cœur des besoins sociaux du chien (Galibert *et al.*, 2011). L'hébergement en refuge impliquant un isolement social, nous nous demanderons si une augmentation des interactions sociales avec l'Homme pourrait contribuer à prévenir l'anxiété chez le chien de refuge.

#### **1. L'ocytocine, médiateur du *social buffering***

Chez le chiot, il est montré que des interactions avec l'homme 3 fois par semaine pendant 4 à 8 semaines après la naissance permettent de réduire les signes d'anxiété lorsque le chiot est isolé (Pettijohn *et al.*, 1977). Ce phénomène, appelé *social buffering* (que l'on pourrait traduire par « pouvoir tampon des interactions sociales »), par lequel les interactions sociales permettent de moduler le stress face à des situations inconnues ou anxiogènes, fait notamment intervenir l'ocytocine, une hormone sécrétée par la neurohypophyse.

Chez le chien, il est reconnu que les caresses du propriétaire stimulent la sécrétion d'ocytocine (López-Arjona *et al.*, 2021 ; MacLean *et al.*, 2017 ; Mitsui *et al.*, 2011). De même, l'échange de regard entre le chien et son propriétaire, un comportement spécifique à l'homme acquis par le chien au cours de la domestication, entraîne une augmentation de l'ocytocine dosable dans les urines du chien et de son propriétaire. Ce phénomène n'est pas observable chez le loup, ce qui soutient le rôle joué par la domestication (Nagasawa *et al.*, 2015). Il est intéressant de noter que la présence passive d'une personne auprès du chien ne stimule pas la production d'ocytocine. Ce n'est que lorsqu'il y a une interaction que les effets hormonaux sont détectables (MacLean *et al.*, 2017). Il semblerait que la production d'ocytocine soit proportionnelle à l'intensité des interactions : plus il y a un échange important de comportements affectifs entre le chien et une personne, plus

l'augmentation de l'ocytocine chez le chien est importante (MacLean *et al.*, 2017). Ainsi les interactions sociales stimulent la production d'ocytocine.

Des études sur penchent sur les effets s'une supplémentation en ocytocine sur les comportements du chien. L'administration intranasale d'ocytocine chez le chien augmente significativement les interactions sociales positives par rapport à un placebo, et augmente notamment la durée des échanges de regard avec l'Homme (Barrera *et al.*, 2018 ; Romero *et al.*, 2014). Une étude révèle même qu'en administrant de l'ocytocine par voie intranasale à un chien, on augmente les échanges de regard avec son propriétaire et on stimule ainsi indirectement la production d'ocytocine chez le propriétaire du chien (Nagasawa *et al.*, 2015). L'ocytocine stimule donc les interactions sociales positives, provoquant alors un rétrocontrôle positif sur sa propre production.

Le pouvoir anxiolytique de l'ocytocine reste toutefois mal connu. Chez le chien de prairie, l'injection centrale d'ocytocine permet de réduire la réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire et les signes comportementaux d'anxiété lors d'un test de stress. Il semblerait que l'action anxiolytique de l'ocytocine agisse par l'intermédiaire du recrutement de neurones GABAergiques (Smith *et al.*, 2016). Il n'existe pas de données comportementales chez le chien à ce jour.

L'administration intranasale d'ocytocine augmente la variabilité de la fréquence cardiaque chez le chien, qui constitue un marqueur de l'activité du système nerveux parasympathique (Romero *et al.*, 2014). En stimulant la production d'ocytocine, les interactions sociales auraient donc une action parasympathomimétique. L'action des interactions sociales sur le système parasympathique du chien a été constatée dès 1967. Cette vieille étude consistait à conditionner des chiens avec un bruit puis un choc électrique, provoquant l'apparition d'une tachycardie de stress. Les chiens recevant des caresses pendant le test ne présentaient pas de tachycardie mais plutôt une bradycardie, ainsi qu'une diminution de l'activité motrice conditionnée, témoignant d'une stimulation parasympathique (Lynch et McCarthy, 1967).

## 2. Chiens de refuge et compétences sociales

La majorité des études présentées plus haut étudient l'effet des interactions sociales entre un chien et son propriétaire. En refuge, de telles interactions sont par définition impossibles. Nous cherchons alors à savoir si des interactions sociales avec une autre personne pourraient avoir des effets semblables en refuge.

Les chiens ne possédant pas de propriétaire semblent réagir de manière similaire au contact humain. Chez le chien guide d'aveugle en formation par exemple, on note une augmentation significative de l'ocytocine après 5 minutes d'interaction positive avec l'éducateur (Ogi *et al.*, 2020). Cette personne, connue du chien mais avec un niveau de familiarité moindre par rapport à un propriétaire, permet, par ses interactions, de moduler l'état hormonal du chien. De la même manière, en refuge, le *social buffering* semble pouvoir se faire par l'intermédiaire d'un membre du personnel du refuge.

En effet, une étude montre que placer un chien de refuge dans un environnement inconnu provoque une augmentation de l'activité motrice et du taux de glucocorticoïdes, traduisant un stress chez ce chien. La présence d'un membre du personnel animalier dans cette situation annule les manifestations comportementales et physiologiques de stress. Notons que la présence d'un congénère n'a pas d'effet, ce qui souligne l'importance des interactions sociales avec l'Homme. Dans cette étude, les chiens de refuge passent plus de temps à proximité de la personne et à la solliciter que des chiens de propriétaire dans la même situation, ce qui soulève la question des besoins sociaux spécifiques du chien de refuge (Tuber *et al.*, 1996).

En effet, en refuge, les chiens sont soumis à un isolement social important. Ceci a une influence sur leur façon de comprendre et d'interagir avec les humains. Il est reconnu par exemple que les chiens de refuge sont moins performants que les chiens de propriétaires pour interpréter les indices posturaux et la gestuelle des humains, comme l'orientation du regard et de l'attention ou bien l'action de pointer du doigt (Barrera *et al.*, 2018 ; Duranton et Gaunet, 2016 ; Osborne et Mulcahy, 2019 ; Udell *et al.*, 2010), et ce quel que soit le niveau de familiarité entre la personne et le chien (Cunningham et Ramos, 2014). Ils ont également moins tendance à solliciter l'aide d'un humain dans des situations qu'ils ne peuvent pas résoudre par eux-

mêmes (Barrera *et al.*, 2011). Ce phénomène étant également observé chez des chiens ayant toujours vécu en chenil (D'Aniello *et al.*, 2017), il est probable que l'isolement social en refuge soit responsable de la diminution des compétences en communication des chiens. Ces lacunes ne sont toutefois pas irréversibles. En effet, les chiens de refuge recevant un enrichissement social sous forme d'interactions positives régulières avec l'Homme apprennent plus rapidement et plus efficacement à lire la gestuelle des humains (Jarvis et Hall, 2020).

En dehors des capacités de communication, il est intéressant de noter que les chiens de refuge souffrent parfois d'un défaut de socialisation. En effet, les chiens de refuge montrent plus de manifestations de craintes (queue basse, oreilles basses, posture basse) que des chiens de propriétaires à l'approche d'une personne inconnue. Malgré ces manifestations de peur, ils restent plus proches de la personne et se placent moins volontiers près de la porte que des chiens de propriétaires. Ainsi, les chiens de refuge seraient plus craintifs vis-à-vis de l'Homme mais sembleraient manquer davantage d'un lien d'attachement (Barrera *et al.*, 2010). Il existe des variations individuelles de sociabilité entre les chiens de refuge, qui se traduisent par des variations biologiques : les chiens les plus sociables ont un cortisol salivaire plus bas suite à un test de stress et semblent donc mieux s'adapter face à des personnes inconnues et des situations nouvelles (Shin et Shin, 2017). A l'inverse, les chiens de refuge les plus craintifs vis-à-vis de l'Homme ont un taux de sérotonine plus faible (Alberghina *et al.*, 2017).

Le contexte particulier dans lequel se trouvent les chiens de refuge, avec une séparation, parfois répétée, d'avec la figure d'attachement, conduit à une modification du type d'attachement à l'Homme. Il est montré que les chiens de refuge sont moins nombreux à présenter un attachement sécurisant par rapport à des chiens de propriétaires. L'attachement sécurisant se caractérise par des signes de détresse lors de la séparation, et la recherche de proximité et de contact au moment des retrouvailles. Il y a une importante proportion des chiens de refuge qui présente plutôt un attachement « désinhibé ». Ce type d'attachement se traduit par un manque de distinction entre les niveaux de familiarité avec les personnes, des manifestations excessives d'affection envers des personnes inconnues et un défaut de sollicitation de la figure d'attachement dans des situations anxiogènes (Thielke et Udell, 2019). Le chien de refuge semble donc très enclin à interagir avec toute

personne, quel que soit son niveau de familiarité, ce qui révèle un besoin remarquable de contact social. Une autre étude indique que ce besoin de contact pourrait participer à créer rapidement des liens d'attachement dans ce contexte. En interagissant trois fois pendant 10 minutes avec une personne, les chiens de refuge montrent déjà des signes d'attachement envers cette personne (Gácsi *et al.*, 2001). Le personnel du refuge peut donc jouer le rôle de la figure d'attachement le temps du séjour des chiens. Il est d'ailleurs rapporté une réciprocité de l'attachement entre le personnel du refuge et les pensionnaires (Thielke et Udell, 2019).

Ainsi, il semble probable que des interactions positives entre les chiens de refuge et le personnel ou les bénévoles puisse avoir la même action de *social buffering* que chez les chiens de propriétaires et leur maître.

### **3. Des interactions sociales positives avec un humain participant à réduire l'anxiété chez le chien de refuge**

De nombreuses études s'intéressent à l'effet de programmes d'interactions sociales variées sur le comportement et la physiologie du chien de refuge. Une étude révèle qu'au moins 30 minutes d'interactions sociales avec le personnel du refuge ou les bénévoles augmentent de manière importante (+0,26) le score de bien-être (score compris entre -1 et 1) des pensionnaires d'un refuge (Kiddie et Collins, 2015). Un programme d'enrichissement social plus court, comprenant 3 minutes de caresses et de paroles douces, 2 minutes de brossage, 5 minutes d'éducation positive et 2 minutes de massages pendant 6 jours consécutifs augmente déjà le score de bien-être et aide les chiens à s'adapter à leur environnement. Toutefois, l'effet de ce programme d'enrichissement reste négligeable face aux conditions de maintenance, qui varient fortement d'un refuge à l'autre dans cette seconde étude (Kiddie et Collins, 2014). Apporter des interactions sociales supplémentaires augmente donc le bien-être des chiens de refuge. Cela permet-il plus spécifiquement de prévenir l'anxiété ?

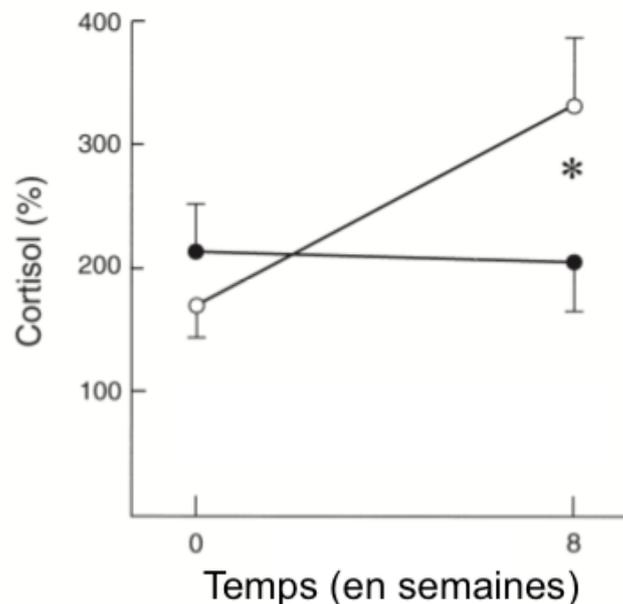
Des interactions régulières, même courtes, avec l'Homme permettent de réduire la crainte de l'Homme, et favorisent l'approche à l'avant de l'enclos quand une personne se présente (Conley *et al.*, 2014a ; Normando *et al.*, 2009a). Des interactions sociales comprenant de l'éducation et du jeu permettent d'améliorer

l'obéissance, la docilité et la sociabilité (Valsecchi *et al.*, 2007). Chez les chiens de refuge très craintifs montrant des signes d'agressivité, 30 minutes d'interactions avec l'Homme au cours des 5 premiers jours après l'arrivée au refuge réduisent nettement l'agressivité, permettant alors l'adoption, et orientent vers un biais cognitif plus positif (Willen *et al.*, 2019). En favorisant les interactions sociales interspécifiques, on améliore donc la sociabilité et on réduit la peur liée à la présence de l'Homme, bien qu'il s'agisse ici plus de phobie sociale que d'anxiété à proprement parler.

Le contact social avec un humain permet de réduire l'anxiété des chiens de refuge au cours de la période d'interaction. La présence passive d'un humain, une séance de caresses ou bien de jeu pendant 30 minutes dans un endroit calme diminuent le cortisol plasmatique des chiens de refuge. La diminution du cortisol n'est pas observée si le chien est laissé seul dans l'espace d'étude ou bien s'il est laissé dans son enclos (groupes témoins), ce qui confirme que c'est bien la présence de l'humain qui agit sur le stress de l'animal. La baisse du cortisol pendant les interactions est associée à une diminution des signes comportementaux d'excitation (vocalises) et de peur (halètement) (Shiverdecker *et al.*, 2013). De la même manière, deux jours après leur arrivée au refuge, des chiens trouvés errants recevant une séance de 45 minutes avec du jeu, du brossage, des caresses et de l'éducation dans un enclos extérieur, présentent un taux de cortisol plus bas le lendemain de la séance par rapport aux chiens n'ayant pas reçu le programme d'interactions, permettant une acclimatation plus douce à leur nouvel environnement. L'effet bénéfique de la séance sur le taux de cortisol n'est plus détectable les jours suivants, laissant suspecter un effet court terme du contact humain sur la physiologie du stress (Coppola *et al.*, 2006b).

Des interactions positives courtes et régulières ne semblent en effet pas avoir d'effet sur le taux de cortisol mesuré en dehors des plages d'interaction (Conley *et al.*, 2014a ; Valsecchi *et al.*, 2007). En revanche, il semblerait que les chiens recevant des interactions sociales fréquentes avec l'Homme s'adaptent plus facilement dans des situations anxiogènes. Par exemple, des séances de 20 minutes comprenant des caresses et massages, des paroles douces et de l'éducation de base dans une pièce calme, répétées 5 jours par semaine pendant 8 semaines, permettent de limiter l'augmentation du cortisol en réponse à une situation nouvelle anxiogène hors des séances d'interaction, par rapport à un groupe de chiens ne

recevant pas ce type d'interaction (Graph. 6) (Hennessy *et al.*, 2002a). On constate une diminution de la réactivité comportementale aux stimuli nouveaux ainsi qu'une diminution de la fuite et du léchage des babines en présence d'une personne inconnue dans ce même contexte (Hennessy *et al.*, 2002b). Il y a donc un effet différé des contacts sociaux sur la gestion de la nouveauté, permettant une modulation de la réponse hypothalamo-hypophysaire et des signes comportementaux de peur, bien que le taux basal de cortisol ne soit pas modifié.



Graph. 6 : Concentrations moyennes en cortisol plasmatique chez des chiens logés en refuge, selon s'ils ont reçu (n = 20) ou non (n = 20) un programme d'enrichissement social interspécifique.

(Blanc : sans enrichissement social ; Noir : avec enrichissement social)

Remarque : La concentration en cortisol est évaluée directement après la réalisation d'une batterie de tests standardisés exposant le chien à des stimuli nouveaux. Elle est exprimée en pourcentage par rapport au cortisol dosé juste avant le début de la batterie de tests.

Le protocole d'enrichissement début à la semaine 1. \* P < 0,05

(Hennessy *et al.*, 2002a)

Ainsi, des interactions renforcées avec l'Homme réduisent l'anxiété chez le chien de refuge pendant la durée de l'interaction et facilite l'adaptation aux situations nouvelles anxiogènes à plus long terme.

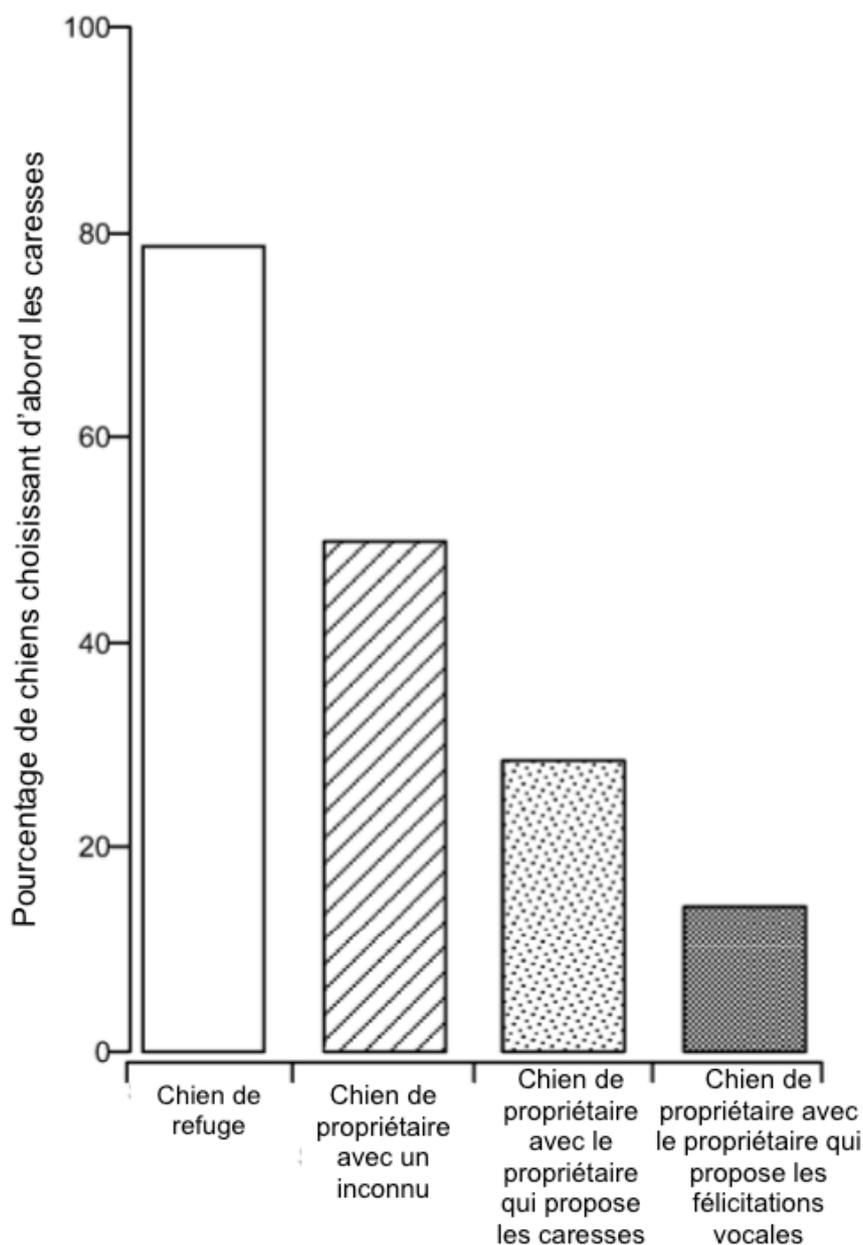
#### **4. Efficacité des différents types d'interactions sociales**

Les études mentionnées plus haut utilisent des programmes d'interactions extrêmement variés, tant par leur durée que par la nature des interactions, rendant difficile l'interprétation de la meilleure façon de procéder. Dans cette partie, nous essayons d'évaluer les effets de différents types d'interactions sur l'anxiété des chiens en refuge

##### **4.1. Les caresses et massages**

Les caresses constituent le mode d'interaction le plus naturel entre une personne et un chien. Elles ne nécessitent aucun matériel ni aucune compétence particulière. Chez l'Homme, il semblerait que les effets anti-stress de l'ocytocine soient particulièrement efficaces lorsque l'ocytocine est libérée en réponse à une stimulation légère de la peau (Uvnäs-Moberg *et al.*, 2015). Les massages augmentent les taux de dopamine et de sérotonine, diminuent la noradrénaline et boostent le système immunitaire. Ils diminuent le stress et l'anxiété, et améliorent les signes de dépression chez l'Homme (Formenton *et al.*, 2017). Il est donc naturel de se demander si c'est également le cas chez le chien.

S'il a le choix, un chien préfère généralement un aliment aux caresses, mais les animaux souffrant d'un manque d'interactions sociales ont une plus forte inclination pour les caresses (Feuerbacher et Wynne, 2014). La majorité des chiens préfèrent les caresses aux félicitations orales s'ils ont le choix, avec une préférence plus marquée pour les caresses chez les chiens de refuge par rapport à des chiens de propriétaire (Graph. 7) (Feuerbacher et Wynne, 2015). Ainsi, les caresses semblent fortement recherchées par les chiens de refuge, qui souffrent d'un manque d'interactions sociales. Notons que les chiens présentent une préférence pour les caresses sur le côté de la poitrine et sous le menton, et n'aiment pas qu'on leur touche les pattes, ni qu'on les caresse sur le dessus de la tête (Kuhne *et al.*, 2012).

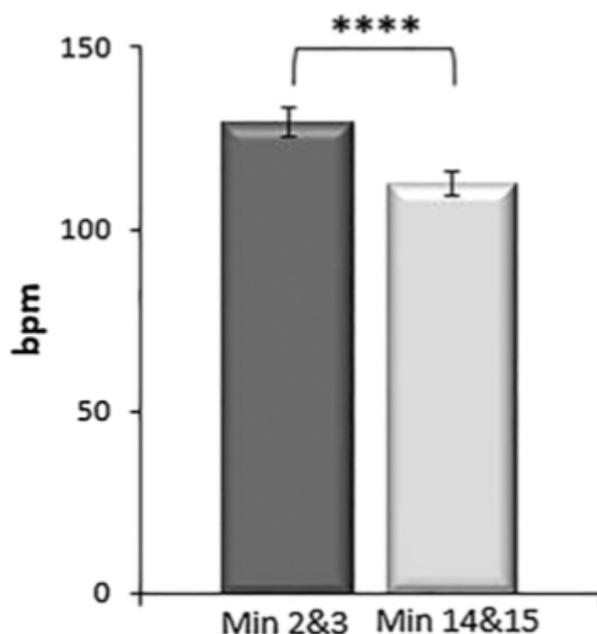


Graph. 7 : Pourcentage de chiens préférant d'abord les caresses aux félicitations vocales, selon leur provenance (refuge ou chien de propriétaire) et la présence ou non du propriétaire du chien.

(Feueurbacher et Wynne, 2015)

Une vieille étude montre que les caresses évitent l'augmentation de la fréquence cardiaque provoquée par le conditionnement à un choc électrique (Lynch et Gantt, 1968), traduisant une stimulation parasympathique dans ce contexte très anxiogène. L'effet parasympathomimétique des caresses a également été observé en refuge : une session isolée de 15 minutes de caresses dans une pièce calme entraînent une diminution de la fréquence cardiaque (Graph. 8) et une augmentation de la variabilité de la fréquence cardiaque qui sont deux témoins d'une stimulation du système nerveux parasympathique. L'effet est d'autant plus marqué si les chiens

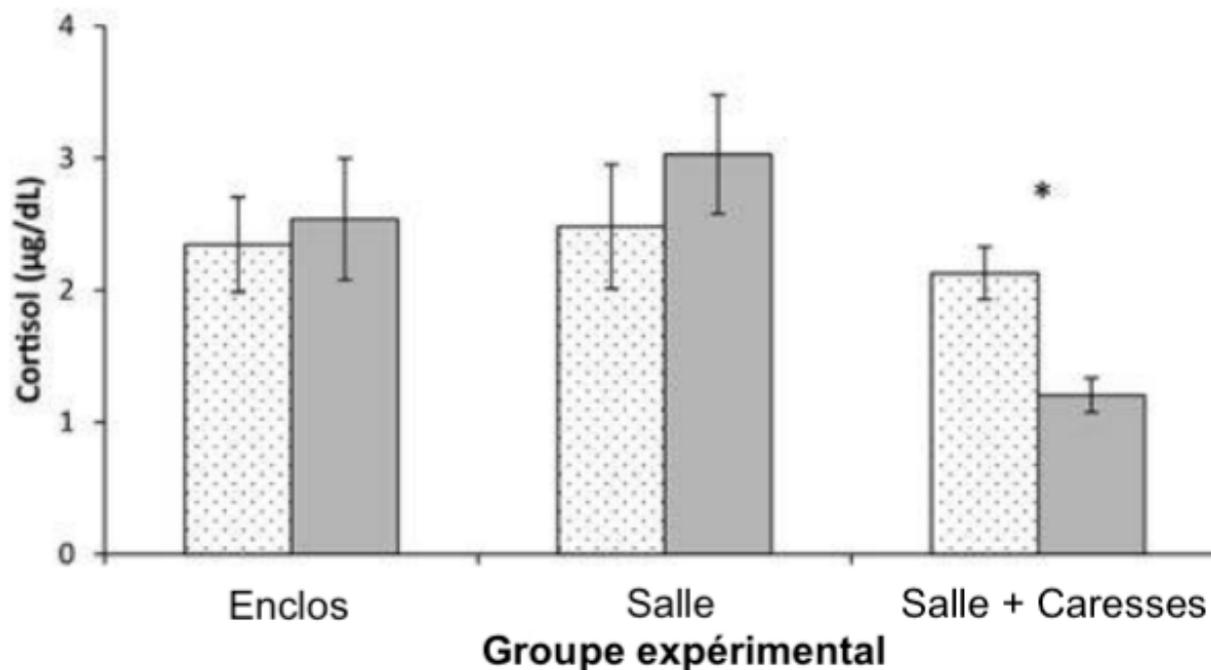
interagissent beaucoup avec la personne, ce qui confirme le rôle prédominant des interactions sociales dans les effets observés. Dans cette étude, les effets physiologiques sont aussi associés à des signes comportementaux de relaxation avec une diminution de la position debout, indiquant un état de bien-être chez les animaux (McGowan *et al.*, 2018). Il n'y a pas d'effet des caresses sur le cortisol salivaire dans cette étude, mais de nombreuses autres études montrent un effet significatif des caresses sur le cortisol chez le chien.



Graph. 8 : Modifications de la fréquence cardiaque moyenne ( $\pm$  Ecart type, en battements par minute) entre le début (minutes 2 et 3) et la fin (minutes 14 et 15) d'une séance de 15 minutes de caresses chez des chiens de refuge (n = 55) (McGowan *et al.*, 2018)

En effet, une étude révèle que 30 minutes de caresses par jour pendant 10 jours, autour de la tête, du cou et des épaules et associées à des paroles douces dans une pièce calme, permettent de réduire le cortisol plasmatique en comparant les valeurs moyennes avant et immédiatement après la session, alors qu'il n'y a pas de modification observée si le chien est laissé seul dans la même pièce (Graph. 9) (Dudley *et al.*, 2015).

Les caresses diminuent plus efficacement le cortisol que la présence passive d'une personne (Shiverdecker *et al.*, 2013), ce qui confirme l'importance d'une interaction sociale réelle.



Graph. 9 : Concentrations moyennes en cortisol plasmatique chez des chiens de refuge avant et après une séance de caresses, par rapport à des situations témoins

(Barre en points : avant la session ; Barre grise : après la session ; « Enclos » : le chien est laissé dans son enclos, « Salle » : le chien est emmené dans une salle calme et y est laissé seul, « Salle + Caresses » : le chien est emmené dans la même salle en présence d'une personne qui lui donne des caresses) \*  $P < 0,05$   
(Dudley *et al.*, 2015b)

L'effet des caresses sur le cortisol est particulièrement visible au moment de l'arrivée au refuge, où 30 minutes de caresses diminuent significativement le cortisol. Le taux de cortisol diminue d'autant si la séance de caresses est répétée le lendemain. Dans cette même étude, 15 minutes de caresses produisent le même effet qu'une séance de 30 minutes. La baisse du cortisol est aussi associée à une diminution des signes comportementaux d'excitation (vocalises, sollicitations sociales) et d'anxiété (halètements, tentatives de fuite), témoignant d'un apaisement de l'animal (Willen *et al.*, 2017). Ces résultats viennent confirmer une étude plus ancienne montrant que 20 minutes de caresses dans les jours qui suivent l'arrivée au refuge permettent de moduler l'augmentation du cortisol en réponse à un événement stressant (prise de sang), témoignant d'une meilleure adaptabilité face à des situations anxiogènes (Hennessy *et al.*, 1998).

Cependant, suite à une séance de caresses, le taux de cortisol revient aux valeurs initiales moins d'une heure après le retour des chiens dans leur enclos (Willen *et al.*, 2017). Ainsi, les caresses diminuent le cortisol, produisent des comportements de relaxation et aident à surmonter des situations stressantes, mais leurs effets différés sur l'anxiété restent inconnus. Aucune étude n'évalue par exemple le comportement de chiens recevant régulièrement des caresses au moment où ils sont seuls dans leur enclos en dehors des interactions, pour évaluer notamment les comportements stéréotypés et les manifestations d'anxiété.

#### **4.2. Le brossage**

Une étude menée sur de jeunes beagles de laboratoire (entre 5 et 9 mois) porte sur les effets de 30 secondes quotidiennes de brossage et de manipulations. Dans cette étude, les chiens se montrent alors plus amicaux à l'arrivée du personnel et moins craintifs envers les manipulateurs et les personnes inconnues. Il est constaté une diminution des destructions dans la cage mais aucune modification du cortisol (Hubrecht, 1993). Le brossage semble donc une bonne idée pour sociabiliser les jeunes chiens manquant de contact avec l'Homme.

Cependant, une étude portant sur les paramètres affectant le bien-être des chiens en refuge révèle que le brossage ou le toilettage diminue fortement le score de bien-être (-0,404 pour un score compris entre -1 et 1). Il semblerait que la manipulation importante associée à une contrainte physique par des personnes inconnues ait un impact négatif sur les animaux et constitue plutôt une source de stress (Kiddie et Collins, 2015). Nous recommandons donc d'éviter d'utiliser le brossage comme outil d'enrichissement social chez le chien de refuge.

#### **4.3. La marche en laisse**

La majorité des refuges utilisent la marche en laisse, souvent avec l'aide de bénévoles, pour fournir activité physique et enrichissement sensoriel et social à leurs animaux. Aucune étude ne nous permet cependant d'évaluer précisément les effets de la marche en laisse sur l'anxiété du chien de refuge. Les effets de la pratique d'une activité physique régulière sont abordés dans une autre partie et nous vous invitons à vous y référer pour plus d'informations à ce sujet.

Notons que les chiens de refuge synchronisent moins bien la vitesse de leur déplacement à celle des bénévoles qui les promènent par rapport à des chiens de propriétaires avec leur maître (Duranton *et al.*, 2019). Ceci rejoint les observations rapportées plus haut concernant les lacunes sociales des chiens de refuge. Une étude portant sur 111 chiens montre que les chiens de refuge les plus sociaux et les moins craintifs sont moins réactifs en laisse et présentent des comportements plus positifs au cours de la balade (exploration de l'environnement, contact visuel avec la personne, posture haute). A l'inverse, les chiens plus anxieux et réactifs lors d'un isolement social dans un environnement inconnu tirent plus en laisse (Shih *et al.*, 2020b). En réduisant l'anxiété des chiens de refuge, les balades en laisse seraient alors potentiellement plus agréables pour les chiens et les bénévoles.

Il est important de noter que le comportement des bénévoles pendant une promenade en laisse varie selon leur personnalité et que cela a un impact sur le comportement des chiens pendant la balade (Shih *et al.*, 2021). Une étude s'intéresse aux effets d'une formation spécifiquement destinée aux bénévoles qui promènent les chiens, et adaptée à leurs aptitudes. Il est notamment enseigné la manipulation de la laisse, la sécurité lors de la manipulation des chiens, la lecture du langage corporel, l'identification des chiens craintifs ou agressifs, la gestion de la traction ou des mordillements sur la laisse ou encore la gestion des comportements de peur et de la réactivité envers les congénères. Dans ce refuge, cette formation a permis une augmentation significative des taux d'adoption des chiens de types pit-bull, ainsi qu'une diminution du temps de séjour pour les autres types de chiens (Bright and Hadden, 2017). La mise en place de ce type de formations semble donc bénéfique pour les refuges, bien qu'elles nécessitent un investissement de moyens importants.

#### **4.4. L'éducation**

L'étude concernant les facteurs influençant le bien-être des chiens de refuge montre que les chiens ne recevant pas des séances quotidiennes d'éducation ont un score de bien-être diminué (-0,393 sur un score compris entre -1 et 1) (Kiddie et Collins, 2015).

Une autre étude s'intéresse à des séances d'éducation positive effectuées deux fois par jour pendant 4 jours seulement, où le chien apprend à s'approcher de l'avant de la cage, à s'asseoir ou se coucher et à rester calme pendant qu'on approche. Ceci n'a pas d'impact sur le taux d'adoption ou la durée de séjour au refuge. Toutefois, on constate alors une augmentation du temps passé assis ou couché, et une diminution des aboiements et des sauts, qui peuvent témoigner d'une plus grande relaxation. Dans cette étude il n'y a pas de modification significative des comportements de peur, ce qui ne nous permet donc pas de conclure à un effet anxiolytique de ces séances d'éducation (Herron *et al.*, 2014).

En revanche, une autre étude s'intéresse à des séances régulières de 20 minutes où les chiens sont désensibilisés au port d'un harnais (*head collar*), où on leur apprend à marcher en laisse sans tirer, à s'asseoir sur commande (avec le *clicker*), à ne pas sauter sur les gens, à ne pas aboyer quand les gens passent et à venir à l'avant de la cage. Ces séances ont permis une multiplication des chances d'adoption de ces animaux par 1,4 (Luescher et Tyson Medlock, 2009). Il semblerait donc que les apprentissages réalisés lors des séances d'éducation produisent des comportements propices à l'adoption. Quel meilleur moyen pour réduire l'anxiété des chiens de refuge que de les faire adopter au plus vite ?

#### **4.5. La lecture à voix haute**

Les études citées plus haut montrent qu'il faut une interaction sociale réelle entre le chien et la personne pour constater des effets sur le taux de cortisol. Une étude montre toutefois que 15 minutes de lecture à voix haute en ignorant complètement le chien dans une pièce calme permettent d'améliorer les comportements observés à l'approche de la personne vers l'enclos avant la session. Toutefois, cette séance provoque une augmentation des comportements indésirables immédiatement après le retour à l'enclos, avec notamment plus d'aller-retour. Il semblerait donc que ce type d'interaction provoque une agitation liée au changement de cadre. Dans cette étude, il n'y a pas d'évaluation du comportement en dehors des séances, ce qui ne nous permet pas d'avoir une vision globale des effets sur l'anxiété (Protopopova *et al.*, 2018). Nous manquons donc de données pour évaluer l'effet de la lecture sur l'anxiété chez le chien et les effets anxiolytiques pourraient être inférieurs à l'agitation provoquée par la sortie de l'enclos.

#### **4.6. La présence de visiteurs**

Les refuges étant généralement visités par le public, il est légitime de se demander si la présence des visiteurs pourrait constituer une forme positive de contacts sociaux. Le dimanche, jour où il y a le plus de monde au refuge, les chiens passent plus de temps à l'avant de la cage, plus de temps debout qu'à se reposer, être assis, en mouvement ou endormis. On note également une augmentation des aboiements (Wells et Hepper, 2000b). Il semblerait donc que la présence de visiteurs constitue une source d'agitation pour les chiens. Elle ne sera donc pas considérée comme une source pertinente d'enrichissement social en l'absence de données concernant la valence positive ou négative de cette agitation.

Pour conclure, nous résumons ici (Tabl. 2) les principaux avantages et inconvénients des différents modes d'interaction cités.

Type d'interaction	Avantages	Inconvénients	Conclusion
Caresses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne nécessitent aucune compétence particulière</li> <li>- Les chiens de refuge en sont avides</li> <li>- Favorisent la relaxation et activent le système parasympathique</li> <li>- Diminuent le taux de cortisol pendant la durée de l'interaction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le taux de cortisol remonte dès l'arrêt de l'interaction</li> <li>- Les effets différés sur l'anxiété restent à démontrer</li> </ul>	À privilégier
Brossage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet de soigner l'apparence des animaux</li> <li>- Geste peu technique</li> <li>- Développe la sociabilité chez le jeune chien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrainte physique qui diminue le bien-être des chiens adultes en refuge</li> <li>- N'a pas d'effet sur le cortisol</li> </ul>	À éviter
Marche en laisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournit une activité physique, sociale et sensorielle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'information sur l'effet anxiolytique</li> <li>- Les chiens de refuge synchronisent mal leur marche à celle des bénévoles, et tirent souvent</li> <li>- Nécessite des compétences poussées pour être pleinement bénéfique</li> </ul>	À utiliser préférentiellement avec des personnes formées
Education	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournit une activité intellectuelle et sociale</li> <li>- Favorise la relaxation</li> <li>- Augmente les chances d'adoption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite un fort investissement de temps pour être efficace (séances quotidiennes)</li> <li>- Manque de données sur le pouvoir anxiolytique</li> </ul>	À utiliser
Lecture à voix haute	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne nécessite pas de compétence particulière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effet apaisant insuffisant par rapport à l'agitation liée au déplacement</li> <li>- Manque de données sur le pouvoir anxiolytique</li> </ul>	Plutôt à éviter
Présence de visiteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet aux futurs adoptants de voir tous les animaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmente l'agitation</li> <li>- Favorise les aboiements, donc un environnement bruyant</li> </ul>	À éviter

Tabl. 2 : Avantages et inconvénients des différentes méthodes d'enrichissement social interspécifique utilisables pour réduire l'anxiété des chiens de refuge

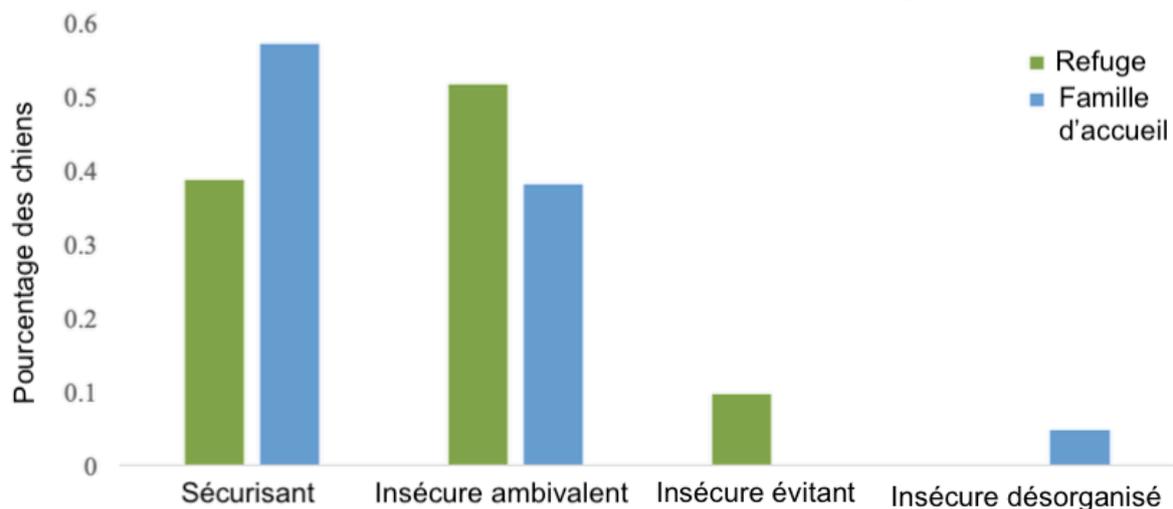
Il existe de nombreuses autres façons d'interagir avec un chien de refuge (jeu, agility, course etc.) mais elles n'ont fait l'objet d'aucune étude spécifique permettant d'évaluer leur effet anxiolytique. Certaines de ces interactions impliquent une activité physique, pouvant également agir sur l'anxiété. Se référer à la partie dédiée à l'exercice physique pour plus d'informations à ce sujet.

## **5. La famille d'accueil, le moyen d'offrir un environnement social plus riche**

Comme vu précédemment, les interactions sociales positives avec un humain permettent de diminuer le cortisol plasmatique et d'apaiser les animaux. Mais les effets sur le cortisol sont annulés dès le retour des chiens à leur enclos. Placer les chiens en famille d'accueil permettrait de prolonger ces interactions et leurs effets bénéfiques.

Une étude s'intéresse au placement de 207 chiens de refuge en famille d'accueil pour une nuit ou deux seulement. Il est noté une diminution significative du rapport cortisol/créatinine urinaire au cours du séjour en famille d'accueil, puis un retour au niveau de base après le retour au refuge. Les effets semblent donc similaires à ceux observés lors d'interactions plus courtes, avec un manque de rémanence sur la physiologie du stress. La période d'interaction plus longue permet toutefois une plage d'apaisement prolongée pour les animaux. Notons que les chiens bénéficiant de périodes plus importantes de repos lors du séjour en famille d'accueil ont un cortisol plus bas (Gunter *et al.*, 2019).

Le placement en famille d'accueil peut parfois avoir lieu jusqu'au moment de l'adoption. Dans cette situation, les chiens en famille d'accueil ont un cortisol salivaire plus bas que les chiens hébergés au refuge pendant les 3 jours suivant l'admission. Il y aurait donc une transition plus douce pour les chiens lorsqu'ils sont logés en famille d'accueil (Fehringer et Dreschel, 2014). Le placement en famille d'accueil semble également permettre de développer un attachement plus sécurisant pour le chien (Graph. 10) (Thielke et Udell, 2019).



Graph. 10 : Répartition des styles d'attachement chez les chiens logés en refuge et en famille d'accueil (Thielke et Udell, 2019)

## 6. Facteurs influençant l'efficacité des interactions sociales

Certains facteurs peuvent moduler l'action des interactions sociales interspécifiques apportées aux animaux. Ils sont à prendre en considération pour optimiser l'efficacité du programme d'enrichissement social proposé aux pensionnaires.

### 6.1. Sexe du manipulateur

Une étude menée en chenil montre que les chiens mâles s'approchent moins et entrent moins en contact physique avec un homme inconnu (33% du temps passé à interagir) qu'avec une femme inconnue (60% du temps passé à interagir) (Lore et Eisenberg, 1986). En refuge, lorsqu'une personne se tient seule debout pendant 2 minutes devant l'enclos, les chiens aboient moins et fixent moins du regard la personne si c'est une femme, ce qui laisse suspecter que les chiens seraient plus défensifs-agressifs envers les hommes (Wells et Hepper, 1999).

Ceci a une influence sur l'efficacité de l'enrichissement social. Les chiens caressés par une femme passent plus de temps dans une posture détendue tête haute que si un homme les caresse (Hennessy *et al.*, 1998). Lors d'une marche en laisse, on observe plus de comportements de stress quand les chiens interagissent

avec des hommes par rapport aux femmes, avec notamment des coups d'œil fréquents, du léchage de babine et une posture moins haute. Ceci pourrait provenir de différences physiques mais aussi dans la façon d'interagir avec les animaux. En effet, les femmes utilisent plus de commandes vocales et les hommes ont plus facilement recours au contact physique, ce qui pourrait être une source de stress pour les animaux (Shih *et al.*, 2020a). Ainsi, des interactions avec une femme seraient plus apaisantes pour le chien de refuge.

## **6.2. Familiarité avec le manipulateur**

Il est prouvé que les chiens de propriétaire font la distinction entre leur maître et les autres personnes. Dans une situation anxiogène, le propriétaire ne peut pas être remplacé par une autre personne, même connue (Kerepesi *et al.*, 2015). Se pose alors la question de l'efficacité des interactions sociales si la personne qui interagit avec le chien lui est peu familière.

Une étude montre qu'il n'y a pas de différence de comportement des chiens de refuge lors d'un test d'approche par des personnes connues ou inconnues (Conley *et al.*, 2014b). Une autre étude précise un peu ces résultats. Les chiens de refuge s'approchent effectivement plus rapidement d'une personne qui entre dans l'enclos par rapport à des chiens hébergés en chenil privé, que cette personne leur soit connue ou inconnue. Ils semblent donc apprécier le contact de la personne quel que soit son degré de familiarité. Toutefois, les chiens de refuge sont plus alertes vis-à-vis de leur environnement lorsque la personne qui fournit caresses et paroles douces leur est inconnue. Les animaux restent alors à proximité de la personne, mais lui tournent le dos pour surveiller les alentours (Pullen *et al.*, 2012a). Les chiens de refuge semblent donc plus détendus en présence d'une personne connue.

## **6.3. Passé du chien**

Nous avons vu plus haut que 30 minutes de caresses à l'arrivée du refuge diminuent le cortisol chez les chiens. Cependant, dans cette étude, si l'effet des interactions sociales sur le cortisol est marqué chez les chiens errants, il n'est pas observé chez les chiens cédés au refuge par leur propriétaire (Willen *et al.*, 2017). Ceci suggère donc que selon l'historique de l'animal, notamment la durée depuis la

séparation d'avec le propriétaire, les chiens ne bénéficient pas de la même manière des interactions sociales qu'on leur propose.

Chez les chiens logés en famille d'accueil, le dosage du cortisol est plus bas si les chiens ont déjà vécu dans plusieurs familles avant d'être placé dans la famille d'accueil (Fehringer et Dreschel, 2014). Ceci montre que l'historique de l'animal peut jouer sur l'habituement à un nouvel environnement.

Nous résumons donc l'effet des différents paramètres pouvant influencer l'efficacité de l'enrichissement social interspécifique dans le tableau ci-après (Tabl. 3).

Facteur	Influence	Conclusion
Sexe du manipulateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les caresses prodiguées par une femme produisent plus de signes de relaxation</li> <li>- Les chiens sont plus défensifs-agressifs envers les hommes (abolements, évitement)</li> <li>- Les balades en laisse avec un homme produisent plus de signes de stress</li> </ul>	Privilégier les interactions avec une femme
Familiarité avec le manipulateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les chiens de refuge sont avides d'interactions sociales, quel que soit le niveau de familiarité avec le manipulateur</li> <li>- Avec une personne inconnue, les chiens restent plus vigilants par rapport à l'environnement extérieur</li> </ul>	Privilégier les interactions répétées avec une même personne
Passé du chien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les chiens ayant déjà vécu dans plusieurs familles différentes ont un cortisol plus bas en famille d'accueil</li> <li>- Les caresses n'ont pas d'effet anxiolytique si le chien a été récemment confié au refuge directement par son propriétaire</li> </ul>	Porter une attention particulière aux chiens cédés par leur propriétaire et qui n'ont connu qu'une seule famille

Tabl. 3 : Facteurs influençant l'efficacité de l'enrichissement social interspécifique et conseils à mettre en pratique

Ainsi, des interactions avec l'Homme régulières, notamment par le biais de séances de caresses, permettent de moduler l'anxiété des chiens de refuge, au moins pendant la durée de l'interaction. Il semblerait que ces interactions permettent aux chiens de mieux s'adapter à des situations stressantes : c'est le *social buffering*.

Des données supplémentaires sont nécessaires pour préciser les effets des différentes formes d'interaction sur l'anxiété, et leurs actions différées sur le comportement des animaux.

### Sous-chapitre b : Relations intraspécifiques

Le chien est connu pour être une espèce sociale. En effet, il semble souffrir d'un isolement social intraspécifique. Deux études montrent notamment l'apparition de signes d'anxiété chez les chiens Beagles de laboratoire isolés de leurs congénères. La première montre que les chiens logés individuellement dans des cages de petite taille montrent plus de signes de stress (lever de patte, léchage excessif) que les chiens logés en groupe dans de grands enclos extérieurs. Il est toutefois difficile de distinguer la part de la restriction sociale et celle de la restriction spatiale sur les modifications comportementales observées dans cette étude (Beerda *et al.*, 1999). La seconde étude révèle que les chiens Beagle isolés socialement montrent plus de mouvements, de comportements anormaux et de vocalises, alors que les chiens logés par deux dorment plus et vocalisent moins (Hetts *et al.*, 1992). Ainsi, il semblerait que l'isolement social des chiens soit propice au développement d'une anxiété. En refuge, les chiens souffrent d'un tel isolement. Nous nous intéresserons donc ici aux effets de l'ajout d'interactions avec des congénères sur la prévention de l'anxiété chez le chien de refuge.

#### **1. Le *social buffering* intraspécifique**

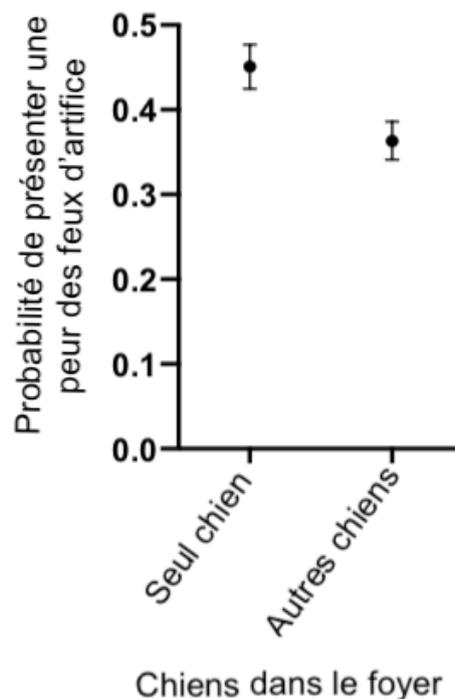
De la même manière que pour l'effet de *social buffering* interspécifique développé plus haut, nous nous intéresserons ici à l'effet apaisant du contact avec les congénères chez le chien.

##### **1.1. Chez le chien de propriétaire**

La littérature apporte des preuves intéressantes de l'effet apaisant de la présence d'un congénère chez le chien. Une étude montre que l'échange de comportements positifs avec des congénères stimule la libération d'ocytocine endogène chez l'espèce canine (Romero *et al.*, 2014). Ceci rejoint les effets bénéfiques des interactions sociales interspécifiques développées plus haut, et émet l'hypothèse d'un *social buffering* intraspécifique. Une étude expérimentale portant sur

22 couples de chiens vivant dans le même foyer vient renforcer cette hypothèse en montrant que les animaux sont moins anxieux en présence de leur congénère que lorsqu'ils sont laissés seuls au cours d'une situation expérimentale dans une pièce inconnue. Ils gémissent moins et présentent moins de comportements dirigés vers la porte (Mariti *et al.*, 2014). Ces résultats confirment donc que la présence d'un congénère connu permet de moduler l'anxiété chez le chien.

Des questionnaires recensant des données sur des milliers de chiens de propriétaires viennent renforcer ces résultats. L'analyse des informations récoltées montre notamment que les chiens vivant avec un congénère dans leur foyer ont moins de risque de présenter une peur non sociale (des feux d'artifice ou de l'orage par exemple) (Graph. 11) (Hakanen *et al.*, 2020).



Graph. 11 : Relation entre la présence de congénères dans le foyer et le risque de présenter une peur des feux d'artifice chez le chien (Hakanen *et al.*, 2020)

Le contact avec des congénères est également crucial au cours du développement comportemental pour prévenir l'anxiété, puisque les chiens ayant eu peu d'expériences sociales au cours de leur développement ont plus de risque de présenter des peurs non sociales (situations nouvelles notamment) (Hakanen *et al.*,

2020) et sociales (Puurunen *et al.*, 2020). Ainsi, la présence d'un congénère connu permet de moduler l'anxiété chez le chien.

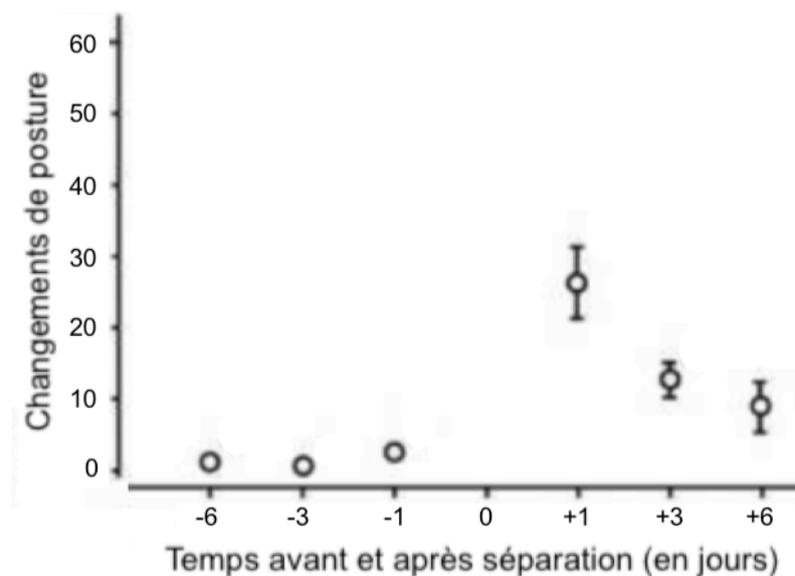
## 1.2. En refuge

Les résultats encourageants présentés plus hauts ne sont pas retrouvés dans le contexte du refuge. Une étude montre que la présence d'un congénère connu dans une situation anxiogène n'a pas d'effet apaisant dans ce contexte. Lorsque les chiens sont placés dans un environnement nouveau, on observe généralement une augmentation de leur activité locomotrice et du taux de glucocorticoïdes, traduisant un stress. Dans cette même étude, les manifestations de stress sont annulées par la présence d'un membre du personnel du refuge mais pas par un autre chien logé avec le premier. Au cours de l'expérimentation, les chiens sont plus souvent observés à proximité de la personne et à la solliciter, par rapport à l'autre chien (Tuber *et al.*, 1996). Ainsi, cette étude montre un *social buffering* interspécifique mais pas intraspécifique. Ceci pourrait s'expliquer par un manque de lien d'attachement entre les chiens en refuge ou bien par un niveau de stress trop élevé pour observer les effets apaisants de la présence du congénère.

L'hypothèse de la création d'un lien d'attachement entre deux chiens est mal renseignée. Une étude faisant des parallèles entre les liens d'attachement humains et canins suggère qu'un chien partagerait un lien d'attachement enfant-parent avec son propriétaire mais plutôt un lien frère-sœur avec un autre chien du foyer (Sipple *et al.*, 2021). La nature différente du lien d'attachement intra et interspécifique pourrait expliquer une moindre efficacité des interactions avec les congénères par rapport aux interactions avec l'Homme sur l'anxiété. Lorsqu'un chien de propriétaire est placé dans une pièce inconnue puis séparé de l'autre chien de son foyer ou bien d'un humain inconnu, il y a plus de contacts avec la personne inconnue, surtout au moment des retrouvailles, que de comportements affectifs dirigés vers l'autre chien. Ainsi, les liens d'attachement chien-chien et chien-homme sont différents, et le chien tend à interagir plus avec une personne, même inconnue, qu'avec un congénère (Mariti *et al.*, 2014).

En refuge, la présence d'un lien d'attachement entre chiens reste incertaine. Une expérience menée sur des chiens de refuge logés par deux depuis longtemps consiste à retirer l'un des chiens pendant 4 heures et observer le comportement du

chien restant dans l'enclos. Il n'est pas montré d'effet de cette séparation sur le comportement ni sur les glucocorticoïdes plasmatiques du chien restant (Tuber *et al.*, 1996). Une autre étude s'intéresse à une séparation de plusieurs jours chez des chiens logés par 2 qui montrent plus d'interactions positives (3%) que négatives (0,1%). Dans les jours suivant la séparation, on note une augmentation de l'activité locomotrice (course, léchage, marche en cercle et en 8, changement de posture, étirements) et moins de jeu (Graph. 12). Il n'y a cependant pas de modification du cortisol et ni du biais cognitif (Walker *et al.*, 2014).



Graph. 12 : Evolution de la fréquence des changements de posture observée chez des chiens de refuge (n = 24) avant et après retrait du congénère de l'enclos.

Remarque : les observations sont réalisées sur des périodes de 5 minutes répétées toutes les 30 minutes pendant 24 heures.

(Walker *et al.*, 2014)

Quelle qu'en soit la raison, il semble que le *social buffering* interspécifique soit plus efficace que le *social buffering* intraspécifique chez le chien de refuge. Ceci ne rend cependant pas inintéressant le recours aux interactions sociales intraspécifiques pour améliorer le bien-être des pensionnaires et limiter leur anxiété.

## **2. Différentes façons de fournir des interactions intraspécifiques en refuge**

Il est possible de fournir des interactions sociales intraspécifiques de différentes manières, qui se caractérisent par la proximité entre les animaux, ainsi que par la durée de leur mise en contact.

### **2.1. Contact visuel avec les congénères**

En refuge, les chiens sont souvent logés dans des enclos comportant une partie grillagée, permettant un contact visuel entre les animaux. Une étude porte sur 407 chiens de refuge disposant ou non d'un contact visuel avec un chien dans la cage située en face. Les observations comportementales montrent que les chiens avec un congénère dans la cage d'en face passent plus de temps à l'avant de leur enclos afin d'observer l'autre chien (87,7% du temps contre 24,6% s'il n'y a pas de chien en face). Par ailleurs, aucun effet n'est rapporté sur l'activité locomotrice ou les vocalises. Ainsi, les chiens de refuge observent les autres chiens s'ils ont la possibilité de le faire (Wells and Hepper, 1998).

Cependant, il est naturel de suspecter qu'une sollicitation sociale visuelle permanente puisse constituer une source de stress pour un chien. La mise à disposition d'une cachette pour que le chien puisse se soustraire au regard de ses congénères semble une bonne idée. Mais une étude menée chez des chiens de type Pit-bull logés en cages montre que l'ajout d'un carton à l'extérieur du grillage afin de créer une barrière visuelle n'a pas d'effet sur le comportement des animaux (Kiddie *et al.*, 2017).

Ainsi, la vue d'un congénère représente une stimulation visuelle qui semble attirante pour un chien de refuge, mais qui n'a pas d'influence connue sur son anxiété.

### **2.2. Interactions ponctuelles sous surveillance**

Les interactions sont plus riches si les chiens sont directement mis en contact physique. Dans une étude menée en chenil, de jeunes beagles âgés de 5 à 9 mois sont sortis de leur enclos pour interagir avec 11 autres chiens du même sexe dans une pièce, une heure par jour en semaine. Les chiens jouent alors beaucoup pendant les sorties. Les chiens bénéficiant de cette forme d'enrichissement social

sont plus confiants, amicaux et joueurs avec le manipulateur. Ils sont plus facilement approchables et bénéficient donc d'une meilleure sociabilité, mais présentent aussi plus d'aboiements et de destruction de matériel une fois de retour dans leur cage. Aucune modification du cortisol n'est constatée dans cette étude. Quelques blessures cutanées sont rapportées à la suite des interactions chez ces jeunes individus, et l'auteur souligne que cela demande beaucoup de temps au personnel (Hubrecht, 1993).

Certains refuges ont recours à ce type de processus pour fournir aux chiens de refuge plus d'interactions sociales. Une petite étude concerne 8 chiens de refuge non anxieux ni agressifs lâchés muselés par binômes dans un espace de 200 m<sup>2</sup> un jour sur deux. Le cortisol et la sérotonine sont dosés matin et soir. Cette étude ne montre pas d'effet significatif de l'exposition sociale ou du moment de la journée sur le taux de cortisol ou de sérotonine. Toutefois les dosages ont lieu à distance des séances sociales et cette étude comporte peu de sujets, ce qui complique l'interprétation des résultats (Alberghina *et al.*, 2019). Nous manquons donc d'informations concernant ce type d'interactions pour évaluer leur effet sur l'anxiété du chien de refuge.

Un aspect qui semble important à prendre en compte dans ce type d'enrichissement est le degré de familiarité entre les animaux. En effet, une étude s'intéresse aux effets de la familiarité chez des chiens logés en chenil lors d'interactions libres de 15 minutes par binômes. Les observations comportementales montrent qu'il y a plus de contacts et d'interactions au cours des 3 premières minutes si le chien est inconnu, mais plus de temps passé à proximité et à être suivi dans les minutes qui suivent si le chien est connu. Il semble donc qu'après la phase de « rencontre » les chiens inconnus explorent leur environnement séparément, alors que les chiens se connaissant déjà interagissent plus (Pullen *et al.*, 2013). Ainsi, en faisant régulièrement se rencontrer les mêmes chiens de refuge, on favorise le développement d'interactions sociales riches au cours de ce type de séances.

### **2.3. La cohabitation avec des congénères**

Un moyen de fournir des interactions sociales nécessitant moins de temps au personnel du refuge consiste à loger les chiens à plusieurs. En chenil et en refuge,

les chiens logés seuls sont plus inactifs (Hubrecht *et al.*, 1992) et présentent plus de comportements stéréotypés (Hubrecht *et al.*, 1992 ; Mertens et Unshelm, 1996) et autres troubles comportementaux (Mertens et Unshelm, 1996) que les chiens logés en groupe. Par exemple, une étude montre que 31% des chiens logés individuellement présentent des troubles comportementaux contre 11% pour les chiens hébergés à plusieurs. Nous ne possédons malheureusement pas de détails sur la nature de ces troubles et notamment sur la prévalence de l'anxiété (Mertens et Unshelm, 1996). Les chiens interagissent plus socialement, explorent davantage leur environnement (Hubrecht *et al.*, 1992) et sont moins bruyants (Mertens et Unshelm, 1996) quand ils sont logés en groupe. Il semblerait donc que l'on diminue l'anxiété des chiens de refuge en les logeant à plusieurs. Cela permettrait aussi de réduire le temps de séjour au refuge, les problèmes comportementaux rapportés après adoption et les retours d'animaux au refuge (Mertens et Unshelm, 1996).

Se pose alors la question du nombre de chiens à loger ensemble. Une étude s'intéresse à des chiens de refuge hébergés en groupes de 5 à 8 dans des enclos extérieurs. Dans une seconde phase de l'expérience, la moitié des chiens est logée par paires (un male avec une femelle) et l'autre moitié reste logée en groupes nombreux, permettant ainsi de comparer le comportement des deux populations. Cette étude montre que les chiens logés en groupe nombreux présentent plus de comportements actifs tels que creuser, explorer leur environnement ou faire du marquage urinaire. Logés par deux, les chiens sont plus souvent couchés et inactifs, ce qui pourrait traduire un manque de stimulation ou bien un repos bénéfique. Il semblerait donc qu'il y ait une gradation de l'activité et de la variété des comportements en fonction du nombre de chiens présents. Dans cette même étude, certaines interactions sont observées en groupe mais pas en binômes, comme les comportements de peur, d'agressivité modérée ou les stéréotypies (Dalla Villa *et al.*, 2012). Ainsi le logement en groupe, favorisant une grande variété de comportements sociaux et exploratoires, pourrait finalement représenter une sur-stimulation sociale pour certains chiens, pouvant conduire à des comportements de peur ou d'agressivité.

## 2.4. Limites du recours aux interactions sociales intraspécifiques

Un des problèmes de l'enrichissement social intraspécifique est qu'il est difficile de prévoir le comportement des chiens qui sont mis en contact, à l'inverse de l'enrichissement social interspécifique qui est facilement contrôlé par le manipulateur. L'agressivité intraspécifique représente notamment un frein fréquent au logement collectif et aux interactions sociales des chiens de refuge. L'agressivité représente une source d'anxiété potentielle pour les chiens. En effet, la diffusion d'un enregistrement de grognements de chien entraîne des comportements de fuite et une augmentation majeure du cortisol chez la moitié des chiens, témoignant d'un stress important pour ces individus. Les chiens de refuge tendent à avoir une plus forte variation du cortisol que les chiens de propriétaires en réponse à ce stimulus auditif, montrant qu'il s'agit d'une population particulièrement sensible à des comportements menaçants (Wood *et al.*, 2014).

Une étude montre toutefois qu'en refuge 91% des conflits entre chiens logés ensemble sont simplement réglés par des rituels comportementaux (Mertens et Unshelm, 1996). La probabilité d'une blessure sérieuse reste donc mineure. En revanche, même si l'agressivité reste rare, elle concerne généralement les mêmes membres d'un groupe, et peut donc devenir une source d'anxiété pour ces individus (Petak, 2013).

Pour cette raison, le choix des individus du groupe reste primordial. Un protocole normalisé a été étudié pour mettre en contact progressivement les chiens et choisir des binômes adaptés. Ce protocole utilise de l'enrichissement environnemental et une méthode de désensibilisation et de contre-conditionnement favorisant une bonne entente des individus avec une mise en contact très progressive. En utilisant ce protocole, aucune morsure n'est survenue et 81,5% des paires ont été formées sans aucune agression. Des agressions unidirectionnelles sans contact physique sont survenues dans 18,5% des cas et des agressions bidirectionnelles avec contact physique dans 10% des cas, résolues par un changement de binôme. Notons que 70% des paires sont formées par un mâle et une femelle, indiquant une meilleure cohabitation entre sexes opposés (Santos *et al.*, 2013). Ce protocole semble donc être une solution fiable pour former des binômes harmonieux et fournir des interactions sociales positives.

En plus de l'agressivité, d'autres comportements peuvent poser problème en collectivité. Dans un groupe de chiens de refuge, les mêmes individus sont souvent à l'initiative des sollicitations. Celles-ci sont parfois incessantes et peuvent donc représenter une nuisance pour les chiens plus calmes ou moins sociaux. Certains chiens vocalisent également plus souvent, leurs aboiements finissent par être ignorés par leurs congénères et déclenchent alors peu de réactions de la part des autres chiens, mais constituent une nuisance sonore (Petak, 2013). De tels individus doivent être placés dans un environnement adapté pour qu'ils ne représentent pas une sur-stimulation pour les autres chiens.

Enfin, une dernière limite à l'utilisation de la cohabitation comme moyen d'enrichissement social est le phénomène d'habituation. Une semaine après leur arrivée au refuge, les chiens sont moins sollicités par leurs congénères et sollicitent significativement plus le personnel du refuge (Sonderegger et Turner, 1996). Au bout d'un certain temps les chiens semblent donc moins interagir entre eux et se tourner vers l'homme pour réclamer des interactions sociales. Là encore, nous retrouvons l'importance des interactions avec l'Homme dans la vie du chien de refuge.

En conclusion, si la littérature semble fournir des indices encourageants quant à l'effet apaisant d'un congénère familier pour surmonter un événement anxigène chez le chien, nous manquons de données pour savoir si ce phénomène est reproductible en refuge. Les chiens semblent bénéficier à être logés avec des congénères, à conditions que ceux-ci soient choisis selon leurs affinités et en excluant les chiens présentant des comportements pouvant représenter une nuisance pour les autres individus (agressivité, hyperactivité, stéréotypies). Notons que l'indication qu'un chien est sociable avec les autres chiens est le seul paramètre comportemental qui augmente ses chances d'adoption (Luescher et Tyson Medlock, 2009). En favorisant des interactions sociales positives régulières, on augmente donc sa sociabilité et ainsi ses chances d'adoption.

## Chapitre 5 : Enrichissement inanimé

L'enrichissement dit « inanimé » repose sur l'utilisation d'outils pour modifier l'environnement physique d'un animal détenu en captivité, lui permettant ainsi d'exprimer pleinement ses comportements naturels. L'enrichissement inanimé est particulièrement étudié dans le milieu des laboratoires et les zoos, et semble bénéfique au bien-être des animaux. Il pourrait participer à diminuer leur anxiété.

Par exemple chez le rat, une étude reposant sur le conditionnement pavlovien révèle des comportements d'appréciation en anticipation du transfert dans une cage avec enrichissement : il s'agit pour lui d'une activité agréable, de la même manière qu'un contact sexuel (van der Harst *et al.*, 2003). Chez le rongeur, les effets négatifs d'un stress intense sont réduits si l'animal est hébergé dans une cage avec de l'enrichissement, par rapport à une cage standard. L'enrichissement inanimé améliore donc la résistance au stress, et a des effets de longue durée sur la réactivité émotionnelle qui persistent même après retour à des conditions d'hébergement standard (Larsson *et al.*, 2002). Par ailleurs, lorsqu'un jouet fourré avec de la nourriture et du matériel de nidification sont mis à disposition dans sa cage, un rat a un taux basal d'ACTH et de corticostérone plus bas que lorsqu'il n'y a pas d'enrichissement, ce qui serait le témoin d'un niveau de stress plus bas. La présence de ces objets limite également l'augmentation du taux d'ACTH suite à un stress de moyenne intensité chez la ratte (Belz *et al.*, 2003). L'enrichissement inanimé semble donc intéressant pour réduire l'anxiété et mérite d'être étudié dans le cas du chien de refuge.

### Sous-chapitre a : jouets

Les chiens ont subi une sélection par l'Homme au cours de leur domestication, ce qui a conduit à une forte prévalence du jeu au sein de cette espèce (Sommerville *et al.*, 2017). Le jeu solitaire avec des objets semble dériver principalement du comportement de prédation. Certains jeux apparemment solitaires pourraient aussi avoir pour objectif d'attirer un partenaire social. Les jouets peuvent également être utilisés en interaction avec d'autres chiens (la compétition est alors généralement importante) ou avec des humains (le jeu étant alors généralement plus coopératif) (Bradshaw *et al.*, 2015). Chez l'animal, le jeu est un comportement qui témoigne de l'absence de menace. Il agit comme une récompense en déclenchant une émotion agréable par le biais des opioïdes (Held et Špinka, 2011). Ainsi, il est

probable que réduire l'anxiété participe à favoriser le comportement de jeu, et qu'à l'inverse le jeu participe à diminuer l'anxiété.

## 1. Jouets robustes

Il est fréquent de mettre à disposition des chiens de refuge un ou plusieurs jouets robustes (Kiddie et Collins, 2015). Cependant, plusieurs études révèlent qu'ils sont peu utilisés : les chiens interagissent généralement avec eux entre 5 et 8% du temps (Pullen *et al.*, 2010 ; Wells et Hepper, 2000b ; D.L. Wells, 2004). Les jouets suspendus, bien que très pratiques pour l'entretien des enclos, sont encore moins utilisés par les chiens que les jouets déposés au sol. Il est par ailleurs rapporté que de nombreux chiens de refuge ont peur de ces jouets qui se balancent au bout de la chaîne (Pullen *et al.*, 2010). Ainsi, comme le disent très justement Pullen *et al.* : « Certains de ce que nous qualifions, en tant qu'humains, de « jouets » peuvent être simplement perçus par les chiens comme des objets inintéressants »<sup>7</sup> (Pullen *et al.*, 2010).

Une étude montre que la présence ou non de jouets dans l'enclos n'est pas un facteur déterminant du score de bien-être global des chiens de refuge (Kiddie et Collins, 2015). La présence de jouets dans l'enclos n'augmente pas non plus significativement les chances d'adoption des chiens (Herron *et al.*, 2014 ; Luescher et Tyson Medlock, 2009). Les effets sur le comportement semblent limités : dans une étude, il est rapporté une augmentation des mouvements en présence de certains jouets (D.L. Wells, 2004) ; il ne semble pas y avoir d'effet significatif sur la fréquence des aboiements (Kiddie *et al.*, 2017 ; Murtagh *et al.*, 2020 ; Wells et Hepper, 2000b). Les effets sur l'anxiété restent incertains : une étude ne montre pas de lien entre la présence d'un jouet et les comportements de peur (Herron *et al.*, 2014) ; alors qu'une autre plus récente révèle une diminution des comportements de stress et des stéréotypies, ainsi qu'une augmentation de l'exploration de l'environnement (Murtagh *et al.*, 2020).

Plusieurs raisons peuvent expliquer la faible utilisation des jouets par les chiens. Il est montré que l'habituation aux jouets mis à disposition des chiens de

---

<sup>7</sup> Traduit depuis l'anglais

refuge survient rapidement (D.L. Wells, 2004). Une étude menée dans un centre de nutrition canine révèle en effet qu'après 4 ou 5 présentations de 30 secondes, la majorité des chiens n'interagissent plus vraiment avec le jouet qui leur est présenté. En revanche, en changeant la couleur ou l'odeur du jouet, le jeu retourne à son intensité initiale (Pullen *et al.*, 2012b). La déshabitude est donc très efficace, notamment du fait de la forte néophilie chez le chien. En effet, lorsqu'un chien de compagnie est mis en présence de deux jouets familiers et d'un jouet inconnu, il va préférentiellement choisir le nouveau jouet, quelle que soit sa forme. Notons que tous les jouets étant désinfectés avant ce test, le jouet n'est donc pas sélectionné sur la base de son odeur (Kaulfuss *et al.*, 2009). Le chien aime donc la nouveauté.

Ainsi, il est conseillé d'effectuer des rotations fréquentes des jouets afin de favoriser leur utilisation et de limiter l'habitude (Deborah L. Wells, 2004 ; D.L. Wells, 2004). Une étude se penche sur l'ajout d'odeurs (lavande ou lapin) sur les jouets à disposition dans l'enclos. Elle révèle que la présence d'un jouet parfumé favorise l'utilisation de tous les jouets à disposition, qu'ils soient parfumés ou non. Les chiens interagissent pendant plus longtemps avec les jouets parfumés qu'avec les jouets non parfumés, sans différence entre l'odeur 'lavande' ou 'lapin'. Les comportements de stress et certaines stéréotypies sont alors diminués, et la fréquence du repos, du sommeil et de l'exploration de l'environnement est augmentée.

Il semblerait que les modifications de comportement observées ne soient pas corrélées à un usage plus important des jouets, mais à la simple présence de l'odeur dans l'enclos : les chiens qui ont le plus interagi avec les jouets odorants n'ont pas forcément le meilleur score comportemental. L'odeur a donc un effet positif global en favorisant l'utilisation des jouets et en augmentant les comportements de bien-être, sans lien de causalité entre ces deux derniers paramètres. L'absence de différence entre l'odeur de lavande et de lapin suggère que l'effet vient plutôt de la nouveauté que de l'importance évolutive de l'odeur utilisée. Il est donc conseillé de varier les odeurs pour maintenir l'intérêt (Murtagh *et al.*, 2020).

Outre l'habitude, un autre facteur pouvant expliquer la faible utilisation des jouets par les chiens de refuge est le caractère peu connu et très agité du refuge. L'intérêt porté à l'objet serait donc diminué du fait de la forte distraction exercée par le milieu extérieur (Pullen *et al.*, 2010 ; Deborah L. Wells, 2004). Une étude menée en parallèle chez des chiens nouvellement admis en refuge et des chiens de chenil

habitué à leur environnement montre une proportion légèrement plus importante de chiens qui interagissent avec les jouets dans le chenil par rapport au refuge, mais ces interactions durent encore moins longtemps (Pullen *et al.*, 2010). Le caractère inconnu et agité du refuge ne serait donc pas l'élément principal expliquant la faible utilisation des jouets par les chiens.

## 2. Jouets non robustes

Les jouets non robustes, en peluche ou en plastique souple, sont en revanche utilisés par plus de chiens et pendant plus longtemps que les jouets robustes : le nombre de chiens de refuge interagissant avec au moins un jouet passe de 35% à 76% en utilisant des jouets non robustes (Pullen *et al.*, 2010). Il semblerait que l'intérêt des chiens pour les jouets souples dérive du comportement de prédation, comme le soulignent Bradshaw *et al.* : « Le jeu individuel avec les objets semble dériver du comportement de prédation : les jouets préférés sont ceux qui peuvent être démembrés, et un système complexe de rétroaction assimilable à de l'habituation inhibe le jeu avec les objets qui résistent à l'altération. »<sup>8</sup> (Bradshaw *et al.*, 2015).

Même les refuges avec de faibles moyens financiers peuvent utiliser ce type de jouets. Par exemple, dans le cadre d'un programme d'enrichissement mis en place dans un refuge philippin, des cartons et des noix de cocos entières sont mis à disposition de 36 Pitt Bulls rescapés d'un ring de combat de chiens. Les objets sont utilisés 14 à 23% du temps d'observation, et ces interactions conduisent à une diminution du temps passé inactif. La présence de ce type d'enrichissement permet une diminution significative des bâillements dans cette étude, ce qui pourrait être le signe d'une baisse de l'anxiété. Notons toutefois qu'une fois mouillé par la pluie ou l'eau de ménage, le carton séché est très difficile à décoller du sol. Il serait long et dangereux de retirer les cartons aux chiens pour faire le ménage, surtout si le chien est agressif, ce qui complique donc la logistique (Kiddie *et al.*, 2017).

Attention toutefois, le danger pour la santé des chiens est réel avec ce type de jouets non robustes, du fait du risque élevé d'ingestion. Il est par exemple rapporté l'euthanasie d'un Beagle suite à la présence d'un corps étranger gastrique provenant de l'enrichissement dans son enclos (Veeder et Taylor, 2009). Il y aurait donc un

---

<sup>8</sup> Traduit depuis l'anglais

compromis à trouver entre la robustesse du jouet, la facilité de son nettoyage, la sécurité pour l'animal d'une part, et la qualité de l'enrichissement, l'intérêt du chien, ses préférences d'autre part (Pullen *et al.*, 2010).

### **3. Jouets en interaction avec l'Homme**

Une autre manière d'utiliser les jouets en stimulant leur utilisation tout en évitant le risque d'ingestion est dans le cadre du jeu avec une personne. Une étude australienne se penche sur l'intérêt du jeu interspécifique au cours de la quarantaine imposée aux chiens au moment de leur arrivée au refuge. Deux minutes d'interaction positive avec une personne ont lieu en présence ou non de jouets (corde et os en peluche qui couine) pendant 5 jours successifs. Les résultats montrent qu'une plus grande part des chiens se trouvant à l'arrière de l'enclos s'avance spontanément vers une personne qui s'approche de l'enclos s'ils ont pu interagir avec un jouet durant les jours précédents, par rapport à l'interaction positive sans jouet. L'utilisation du jeu interspécifique serait donc un moyen de mettre les chiens en confiance et d'augmenter leur intérêt pour les humains. En revanche, le jeu n'a montré aucun effet ni sur le taux de cortisol des animaux, ni sur les comportements de fuite observés à l'approche de la personne, ni sur le succès d'adoption (Conley *et al.*, 2014b). Utiliser les jouets en interaction avec l'homme semble donc un bon moyen pour renforcer la sociabilité des chiens non craintifs, mais ne diminue pas efficacement l'anxiété à court terme.

Ainsi, les jouets robustes, privilégiés dans les refuges pour leur facilité d'entretien sont peu utilisés par les chiens. Les jouets non robustes, en revanche, sont utilisés par les animaux et pourraient participer à réduire leur anxiété, mais sont associés à des dangers pour la santé de l'animal et à des difficultés pour l'entretien. Pour stimuler l'utilisation des jouets, il est conseillé d'effectuer des rotations fréquentes des objets à disposition des chiens et d'y ajouter des odeurs variées. Attention cependant à l'utilisation de certaines huiles essentielles qui ne sont pas toutes indiquées, notamment en cas d'ingestion.

#### Sous-chapitre b : enrichissement alimentaire

L'enrichissement alimentaire a pour objectif de favoriser l'expression des comportements alimentaires. Comme l'expliquent Tarou et Bashaw : « Les outils

d'enrichissement qui fournissent un renforcement extrinsèque (nourriture, contact social etc. lorsqu'un comportement est réalisé) devraient produire des changements de comportement plus importants et plus durables que les outils qui reposent sur le seul fait que le comportement en lui-même constitue un renforcement pour l'animal. [...] Rendre la récompense plus difficile à obtenir, et fournir une récompense en plus grande quantité ou de meilleure qualité peut augmenter le succès à long terme d'un programme d'enrichissement. »<sup>9</sup> (Tarou et Bashaw, 2007). Ainsi, la littérature scientifique confirme que l'utilisation d'aliments chez le chien permet de renforcer l'utilisation des outils d'enrichissement.

### **1. Jouets aromatisés**

Pour rendre leurs jouets plus attractifs, certains fabricants exploitent l'intérêt du chien pour la nourriture. L'utilisation d'arômes ou de produits dérivés carnés permet d'augmenter l'intérêt du chien pour les jouets. Par exemple, plusieurs études menées chez de jeunes chiens de laboratoire en chenil montrent que les os à mâcher Nylabone®, qui sont aromatisés au poulet, et les os en peau de bœuf séchée (*rawhide*) sont significativement plus utilisés qu'un tube en plastique neutre. Après 2 mois, l'utilisation de l'os en peau de bœuf diminue fortement chez les jeunes adultes, mais les os Nylabone® restent très utilisés, sans effet d'habituation. Toutefois, bien que les jouets soient utilisés près de 25% du temps chez les jeunes adultes et jusqu'à 64% du temps chez les chiots, à la fois grâce au caractère aromatisé de certains objets et au jeune âge des animaux, la présence des jouets n'a pas d'influence sur la prévalence des stéréotypies ni sur le taux de cortisol (Hubrecht, 1995, 1993). Chez les chiens de refuge aussi il est rapporté une préférence pour les os à mâcher Nylabone® par rapport aux jouets non aromatisés (D.L. Wells, 2004).

### **2. Coproduits carnés**

Une autre méthode consiste à donner directement aux animaux un coproduit carné non transformé, long à mâcher, généralement peu onéreux. Dans une étude menée chez des Beagles de laboratoire, alors que les branches et les balles sont

---

<sup>9</sup> Traduit depuis l'anglais

négligées par les animaux (utilisées moins de 0,002% du temps d'observation), les os de bœuf sont très utilisés (82% du temps de mise à disposition). Il faut cependant rappeler les risques pour la santé des animaux liés à l'ingestion d'os (Döring *et al.*, 2016a).

Un autre matériau étudié est la corne du sabot de veau stérilisée à l'étuve (Photo. 1). Pendant la première heure de mise à disposition des chiens de laboratoire, les animaux mâchent beaucoup le sabot (entre 22 et 29 minutes), puis l'intérêt diminue progressivement. Les chiens commencent par mâcher la partie arrière du sabot, plus souple, et laissent les pointes dures. Quand de nouveaux sabots sont mis à disposition, la mastication reprend à son niveau initial. Dans cette étude, les chiens ayant l'habitude de recevoir régulièrement ce produit depuis plusieurs années ne mâchent pas moins que les autres. Il semble donc que les chiens cherchent à manger la corne plutôt que de mastiquer l'extrémité rigide, et que l'habituance n'ait pas lieu. Cette étude ayant révélé des fractures de dents déciduales, il est conseillé de n'utiliser la corne de sabot de veau que chez le chien adulte. Il est conseillé de remplacer les sabots quand il ne reste que l'extrémité dure des onglons, afin de maintenir l'intérêt des chiens (Döring *et al.*, 2016b).



Photo. 1 : Corne de sabot de veau  
(Döring *et al.*, 2016b)

### **3. Nourriture difficilement accessible**

Enfin, il est également possible d'utiliser un dispositif visant à ralentir et compliquer la prise d'aliment. Dans la nature, les animaux utilisent leurs compétences cognitives pour résoudre des problèmes variés, comme l'accès à la

nourriture. Bien qu'être face à un problème soit une source de frustration voire de stress pour l'animal, il s'agit d'un processus bénéfique tant que l'animal possède les capacités à le résoudre (Meehan and Mench, 2007). Chez certains canidés sauvages détenus en captivité, l'utilisation de cachettes en bois permet de cacher l'aliment, ce qui augmente le temps de recherche de nourriture (Ings *et al.*, 1997).

De la même manière, l'utilisation d'un Kong® (Photo. 2) permet de rendre l'accès à la nourriture plus difficile. Il s'agit d'un jouet rigide possédant un trou dans lequel il est possible de fourrer de l'aliment. Chez des chiens logés en chenil, un Kong® est fourré avec de la pâte aromatisée, des biscuits pour chien et du pain, et mis à disposition des animaux deux fois par jour. Les chiens interagissent avec le jouet pendant 32 % du temps en moyenne. Aucune habitude n'est constatée sur 5 jours. La présence du Kong® augmente la mobilité des animaux, du fait du temps passé debout à lécher l'intérieur du jouet, et diminue les aboiements, mais de manière non significative. En passant plus de temps à interagir avec le jouet, les animaux disposent de moins de temps pour les autres activités, comme les aboiements. En revanche, aucun effet n'est rapporté sur les comportements d'anxiété (Schipper *et al.*, 2008).



Photo. 2 : Chien utilisant un jouet Kong®  
("KONG® Classic," n.d.)

Une autre étude, portant sur des chiens de l'armée britannique logés en chenil, confirme l'absence d'habitude au Kong® fourré avec des biscuits pour chien au bout de 4 mois. Le jouet est systématiquement vidé au bout d'un quart d'heure, sans incidence sur la santé. Les chiens ne jouent jamais avec le Kong® vide, ce qui confirme que l'intérêt pour ce jouet repose uniquement sur l'aliment qu'il

renferme. L'utilisation de ce type d'enrichissement n'augmente pas l'enthousiasme des chiens à rentrer au chenil, ce qui pose des questions quant à son efficacité sur le bien-être animal. Il est conseillé de retirer le Kong® en l'absence du chien et quand il est fini uniquement, afin d'éviter tout risque d'agression (Gaines *et al.*, 2008). Aucune étude n'a été menée sur l'effets du Kong® chez le chien de refuge à ce jour.

Ainsi, l'utilisation d'enrichissement alimentaire, comme les jouets aromatisés, les coproduits carnés (os, corne, peau séchée) ou les Kong® fourrés, est un moyen efficace pour occuper les animaux. Le caractère appétant renforce l'utilisation de ce type d'objets, qui sont très utilisés. En revanche, l'effet anxiolytique reste à démontrer, car aucune étude ne révèle d'influence sur les comportements ou la physiologie de l'anxiété chez le chien. De plus, peu d'études s'intéressent au contexte particulier du refuge, qui se distingue du chenil de laboratoire, plus calme et bien connu des animaux.

### Sous-chapitre c : Mobilier

L'utilisation de mobilier dans les enclos peut se révéler intéressant, notamment pour offrir un meilleur lieu de couchage aux animaux. Bien que nécessitant un budget initial, le mobilier est généralement durable et facile d'entretien.

Une étude menée chez des Beagles dans quatre laboratoires de recherche disposant de mobiliers de couchage différents montre que les chiens utilisent toujours beaucoup les zones de couchage qui leur sont dédiées, surtout la nuit, et s'y couchent généralement à plusieurs. Les paniers sont utilisés 83 à 96% du temps d'observation et les plateformes surélevées entre 75 et 80% du temps. Les chiens préfèrent se coucher sur les plateformes que sur le sol : il passent plus de 85% du temps passé couché sur les plateformes surélevées (Döring *et al.*, 2016a).

Une autre étude évalue l'utilisation d'une grande plateforme accessible par des marches (Fig. 2) et ses effets sur le comportement de jeunes beagles de laboratoire. Les résultats montrent que ces plateforme sont très utilisées par les chiens, qui passent 55% du temps en haut de la plateforme, et 11% du temps sur les marches. Ils y emportent notamment leurs jouets. Ils utilisent aussi l'espace

aménagé en dessous de la plateforme pour se cacher lorsqu'une personne entre dans l'enclos. Dans cette étude, la présence de la plateforme diminue le temps passé debout sur les pattes arrière pour regarder en dehors de l'enclos. La plateforme constitue un poste d'observation surélevé permettant aux chiens une meilleure surveillance de l'environnement extérieur. Les autres comportements ne semblent pas modifiés (Hubrecht, 1993).

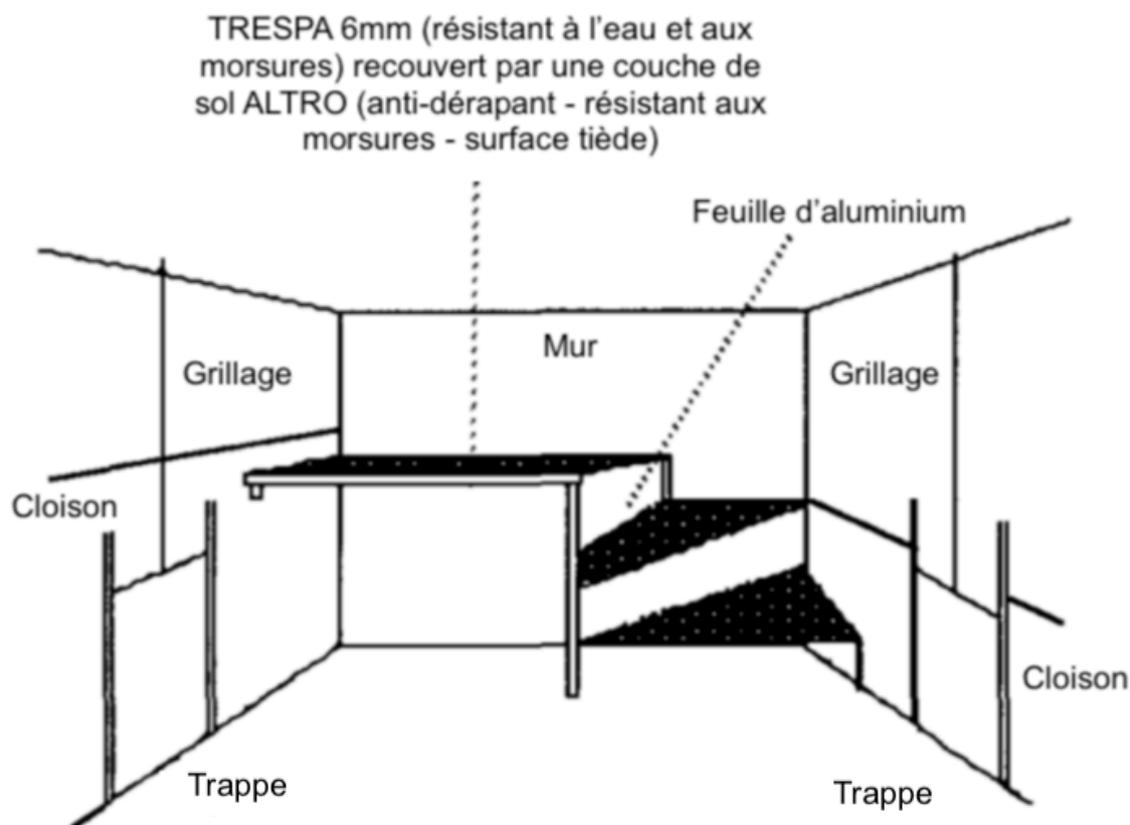


Fig. 2 : Dispositif d'enrichissement physique pour chien  
(Hubrecht, 1993)

Les études à ce sujet sont rares dans le milieu des refuges. Une étude s'intéressant aux facteurs influençant le bien-être des chiens en refuge révèle que l'apport d'un lit surélevé augmente le score de bien-être des animaux (+0,3 pour une note comprise entre -1 et 1) (Kiddie et Collins, 2015). L'installation de plateformes surélevées peut se révéler coûteux pour les refuges. De plus, en fournissant un meilleur poste d'observation pour les chiens, on augmente les perceptions qu'ils ont de l'extérieur de l'enclos, très agité, ce qui pourrait stresser davantage les animaux ou augmenter les aboiements, bien qu'aucune étude ne vienne appuyer ces hypothèses.

Au delà de la nature du mobilier, son emplacement dans l'enclos peut avoir son importance. Un panier placé à l'avant de l'enclos incite les chiens à passer plus de temps dans cette zone, ce qui augmente les chances d'adoption de l'animal. Cependant, ils l'utilisent alors un petit peu moins, ce qui pourrait ne pas être bénéfique à leur bien-être (Wells et Hepper, 2000b).

Ainsi, la mise à disposition d'un lieu de couchage dédié, comme un panier, est bénéfique pour les chiens, surtout s'il est surélevé (avec une palette par exemple). En revanche, les effets sur l'anxiété en refuge reste à démontrer à ce jour.

#### Sous-chapitre d : Enrichissement auditif

Le chien a une ouïe fine et est sensible à son environnement sonore. L'enrichissement auditif consiste à modifier l'environnement sonore du chien en diffusant des enregistrements audio. Il s'agit d'un domaine de plus en plus étudié, notamment dans le but d'améliorer le quotidien des animaux détenus en captivité. Son application anxiolytique est bien étudiée chez le chien de refuge.

### **1. La musique classique**

#### **1.1. Effets anxiolytiques de la musique classique chez le chien**

L'enrichissement auditif le plus étudié est la musique. Chez l'Homme, il est reconnu que la musique peut diminuer significativement le stress, à la fois physiologique et psychologique (de Witte *et al.*, 2020). Cette propriété a donné naissance à la thérapie musicale qui réduit efficacement l'anxiété, notamment chez les personnes gravement malades (Umbrello *et al.*, 2019).

Plusieurs études menées dans des refuges montrent des effets similaires chez le chien. La diffusion de musique classique entraîne une modification du comportement des chiens. On constate :

- une diminution des déplacements et de l'activité locomotrice (Amaya *et al.*, 2020b ; Brayley et Montrose, 2016)

- une diminution du temps passé debout (Bowman *et al.*, 2017, 2015 ; D L Wells *et al.*, 2002)
- une augmentation du temps passé couché (Amaya *et al.*, 2020b ; Bowman *et al.*, 2015, 2017 ; D L Wells *et al.*, 2002)
- une augmentation du temps de sommeil (Kogan *et al.*, 2012)

Ces modifications comportementales sont en faveur d'une plus grande relaxation. Elles sont soutenues par des observations physiologiques. En effet, l'étude de la variabilité de la fréquence cardiaque par télémétrie montre que la musique classique stimule le système nerveux parasympathique et favorise ainsi la détente du chien (Amaya *et al.*, 2020a ; Bowman *et al.*, 2015). La musique classique est donc un moyen simple et efficace de réduire l'anxiété des chiens de refuge.

## **1.2. Limites à l'utilisation de la musique classique**

Les vocalises peuvent être un témoin d'anxiété chez le chien. Les effets de la musique classique sur les vocalises du chien de refuge restent ambigus, et les études à ce sujet donnent des résultats contradictoires. Certaines montrent qu'il n'y a pas d'effet de la musique classique sur les aboiements (Bowman *et al.*, 2017), d'autres que ceux-ci seraient même augmentés (Brayley et Montrose, 2016). Toutefois, la majorité des études sont en faveur d'une diminution des vocalises en présence de musique classique (Amaya *et al.*, 2020b ; Bowman *et al.*, 2015 ; Kogan *et al.*, 2012 ; D L Wells *et al.*, 2002). Une étude montre même que les vocalises restent réduites après l'arrêt de la musique, jusque dans la nuit (Amaya *et al.*, 2020b). D'autres recherches sont donc nécessaires pour conclure quant à l'effet de la musique classique sur les vocalises chez le chien.

Une des limites à l'utilisation de la musique comme enrichissement est le phénomène d'habituation. Avec quelques morceaux passés en boucle toute la journée, les effets bénéfiques de la musique classique sont perdus dès le deuxième jour d'exposition (Bowman *et al.*, 2015). Cependant, une *playlist* suffisamment fournie annule cet effet : avec 51 titres aléatoires, aucun signe d'habituation n'est constaté après 5 jours (Amaya 2020a). Il est également possible de varier les genres musicaux pour contourner cet effet : le soft rock et le reggae induisent des modifications comportementales et physiologiques qui témoignent également d'une relaxation (Bowman *et al.*, 2017). Attention toutefois, l'emploi de certains genres

musicaux peut s'avérer néfaste. Par exemple, le *heavy metal* provoque une augmentation des ébrouements (Kogan *et al.*, 2012) et des aboiements (D L Wells *et al.*, 2002), signes d'une certaine agitation.

### **1.3. Autres effets bénéfiques de la musique classique**

Par ailleurs, l'utilisation de musique classique pourrait avoir un effet positif sur les employés du refuge et sur les adoptants, comme le suggèrent L. R. Kogan et D. L. Wells (Kogan *et al.*, 2012 ; D L Wells *et al.*, 2002). Une étude menée dans une clinique vétérinaire montre que les propriétaires de chiens sont plus satisfaits de leur visite lorsque de la musique classique est jouée dans la salle de consultation (Engler and Bain, 2017). Ceci pourrait permettre d'améliorer l'image du refuge.

La musique influence donc notre psychisme, mais elle peut également influencer nos actions. La musique peut en effet favoriser l'acte d'achat (Milliman, 1982) ou bien les comportements altruistes (North *et al.*, 2016). Or l'adoption implique une dépense financière, et est souvent perçue comme un acte charitable. Diffuser de la musique dans l'enceinte d'un refuge pourrait donc augmenter les chances d'adoption de ses pensionnaires.

## **2. Autres outils d'enrichissement auditif**

### **2.1. Musique psychoacoustique pour chien**

Récemment, de la musique spécialement conçue pour les chiens a été développée (*Through a dog's ear*, Joshua Leeds et Susan Wagner, 2009). Cette musique dite « psychoacoustique » reprend des morceaux de musique classique au piano. Le son est ensuite modifié en prenant en compte les caractéristiques biologiques de l'ouïe du chien, pour favoriser sa relaxation. Cependant, les études scientifiques objectives montrent que ce type de musique n'est pas efficace pour réduire l'anxiété des chiens de refuge (Brayley et Montrose, 2016 ; Kogan *et al.*, 2012). Il est donc plutôt conseillé d'utiliser de la musique classique standard.

## 2.2. Livres audio

Une étude menée en 2016 étudie les effets de la diffusion de livres audio sur le comportement des chiens de refuge (Brayley et Montrose, 2016). Elle montre une diminution des déplacements, de la vigilance et des vocalises, et une augmentation du temps de repos et de sommeil. Ces signes de relaxation indiquent que les livres audio sont efficaces pour diminuer l'anxiété des chiens en refuge. Ils seraient même plus efficaces que la musique classique pour diminuer les aboiements.

L'auteur suggère que les livres audio pourraient apporter l'illusion d'une compagnie et donc un réconfort pour ces chiens souffrant d'isolement social. De plus, selon lui, les livres audio sont lus avec une énonciation claire et forte, un rythme régulier et une intonation non monotone. Ceci pourrait augmenter l'intérêt des chiens pour ce genre d'enregistrements, et expliquer les différences d'effets par rapport à une conversation normale entre humains.

## 2.3. « Rires » de chiens

Lorsqu'ils jouent, les chiens émettent parfois des expirations forcées et bruyantes afin de stimuler leur partenaire de jeu. Ce bruit est parfois qualifié de « rire du chien » (Simonet *et al.*, 2001).

Une étude s'est penchée sur la diffusion en refuge d'enregistrements de ces « rires » et son effet sur le comportement des chiens (Simonet *et al.*, 2005). Il est alors noté une nette diminution du bruit ambiant dans le refuge : le bruit atteignant régulièrement 120dB en temps normal, ne dépasse plus 96 dB avec les enregistrements. Par ailleurs, les chiens s'orientent préférentiellement vers l'avant de la cage, montrent des comportements de jeu (position de *play-bow*, « rire » de chien, mimique faciale de *play-face*) et plus de comportements sociaux (approche, léchage de babines). Or, les comportements de jeu sont associés à un faible taux de cortisol chez le chien, et il semblerait qu'ils aient une relation positive avec le taux d'ocytocine (Rossi *et al.*, 2018). Donc en écoutant les enregistrements de « rires », les chiens de refuge présentent des comportements sociaux, caractéristiques d'un état de bien-être et donc d'un faible niveau d'anxiété.

L'utilisation de tels enregistrements semble prometteuse, mais des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats. Ces enregistrements ne sont pas facilement accessibles, ce qui limite leur utilisation régulière en refuge. Une habitude reste également possible.

L'enrichissement auditif est donc un moyen simple, peu onéreux et efficace de limiter l'anxiété chez les chiens de refuge. La diffusion de musique classique permet d'apaiser les chiens et donc de favoriser des comportements propices à leur adoption. Elle agit aussi sur les personnes, et fournit un cadre de travail agréable pour le personnel du refuge, améliore la perception du refuge par le public et augmente le désir des visiteurs d'adopter un animal. L'emploi d'autres genres musicaux comme le *soft rock* et le *reggae* et l'utilisation de livres audio peuvent être des alternatives intéressantes pour réduire le risque d'habitude, et ainsi optimiser l'efficacité de l'enrichissement auditif.

#### Sous-chapitre e : Enrichissement visuel

L'enrichissement visuel est surtout utilisé chez les primates de laboratoire. Les singes sont très intéressés par les vidéos qui leur sont montrées. Ils sont alors plus actifs et dorment moins, avec peu d'habitude (Platt et Novak, 1997). La télévision constitue une réelle récompense pour certains singes (Harris *et al.*, 1999).

Le chien dispose d'un seuil critique de fusion du papillotement bien plus élevé que l'Homme (Coile *et al.*, 1989). Il s'agit de la fréquence à partir de laquelle un stimulus visuel discontinu est perçu comme fluide par l'œil. Ainsi, alors qu'un enregistrement vidéo nous paraît continu, il est visuellement saccadé pour un chien. Ceci pourrait avoir un impact sur l'intérêt de l'enrichissement vidéo chez cette espèce.

Cependant, une étude menée chez le chien de refuge révèle que la télévision pourrait être un outil d'enrichissement intéressant. Dans cette étude, 50 chiens de refuge sont exposés à différentes situations expérimentales : un écran de télévision éteint, des images animées de chiens, des images animées d'animaux inconnus, des images animées d'êtres humains et une condition contrôle sans poste de télévision.

Chaque condition est appliquée 4h par jour sur 5 jours successifs. Le comportement des chiens est évalué à J1, J3 et J5 de chaque condition expérimentale. Les résultats montrent que les chiens passent environ 10% du temps d'exposition à regarder l'écran de télévision. Ils passent plus de temps à regarder les images animées que l'écran noir, ce qui est compatible avec un effet de distraction. Il est toutefois noté dans cette étude un processus d'habituation : l'intérêt pour l'écran diminue au cours du temps. Par ailleurs, la présence de la télévision attire les chiens à l'avant de l'enclos, ce qui est un comportement propice à l'adoption. Cet effet est plus marqué lorsque des images de chiens sont diffusées par rapport à un écran noir. Dans toutes les conditions expérimentales, il est noté une réduction significative des vocalises et des mouvements par rapport à la condition contrôle. Ceci pourrait témoigner d'un apaisement des animaux (L. Graham *et al.*, 2005).

Aux Etats-Unis, un appareil d'enrichissement visuel et auditif a été conçu spécialement pour les animaux de compagnie. Il s'agit de PetChatz®, un vidéophone interactif, pouvant être monté sur une porte de chenil ou un mur et qui comprend un écran de 5 x 9 cm ainsi qu'un distributeur de friandises et d'aromathérapie (Photo. 3). Il s'agit d'une interface bidirectionnelle : une personne extérieure pouvant interagir avec les animaux *via* cet appareil. Dans une expérience récente, 10 de ces vidéophones sont utilisés chez 47 chiens de refuge, et comparés à l'installation de boîtes vides faisant office de témoins (Epstein *et al.*, 2021). Sur ces appareils est diffusée la DOGTV®, constituée d'images censées être attirantes pour les chiens avec de la musique bioacoustique en boucles de 2h.



Photo. 3 : Fonctionnalités du vidéophone PetChatz®  
 ("Interactive Pet Camera," 2018)

Après une étude pilote permettant notamment d'adapter le volume audio du vidéophone, 47 chiens logés au refuge depuis moins de 180 jours sont exposés à 2 heures de DOGTV®. Des prélèvements de salive avant et après exposition permettent de doser le cortisol salivaire des animaux. Un enregistrement vidéo des chiens est réalisé sur les 15 dernières minutes d'exposition. Cet enregistrement sert ensuite de base pour une analyse des comportements par des éducateurs canins, à l'aide d'un éthogramme. Les résultats ne montrent pas de différence de cortisol avant et après la vidéo. Toutefois le taux de cortisol n'est pas corrélé au comportement dans cette étude et il existe des différences de comportement significatives entre les conditions, notamment sur la position dans l'enclos et la fréquence de la marche. Les chiens du groupe expérimental (avec le vidéophone) présenteraient donc des signes discrets compatibles avec une diminution du stress.

Il est important de noter qu'il existe un conflit d'intérêt dans cette étude : elle est financée par la marque du vidéophone, et nous devons donc rester prudents quant à l'interprétation de ces résultats. Par ailleurs, l'intérêt des chiens pour le vidéophone n'a pas été évalué dans cette étude, ce qui rend difficile d'attribuer les modifications comportementales à l'enrichissement visuel. Il est également intéressant de noter que ce dispositif comprend un distributeur de friandises, qui peut être utilisé dans le cadre d'un protocole d'éducation, ce qui peut se révéler utile dans l'occupation intellectuelle des animaux, ainsi que pour favoriser des comportements propices à l'adoption (passer plus de temps à l'avant de l'enclos, être calme etc.) (Epstein *et al.*, 2021).

L'ajout d'un enrichissement visuel pourrait aussi être bénéfique pour les chances d'adoption des animaux. La présence d'un poste de télévision est visible par les visiteurs et pourrait participer à développer une image positive du refuge, favorisant ainsi les adoptions en dehors de toute influence sur l'anxiété des animaux (Epstein *et al.*, 2021 ; Deborah L. Wells, 2004).

Ainsi l'emploi d'un enrichissement visuel en refuge peut se révéler utile, mais pas autant que pour des espèces avec un système visuel plus développé, comme les singes, et nous manquons de données pour préconiser son utilisation.

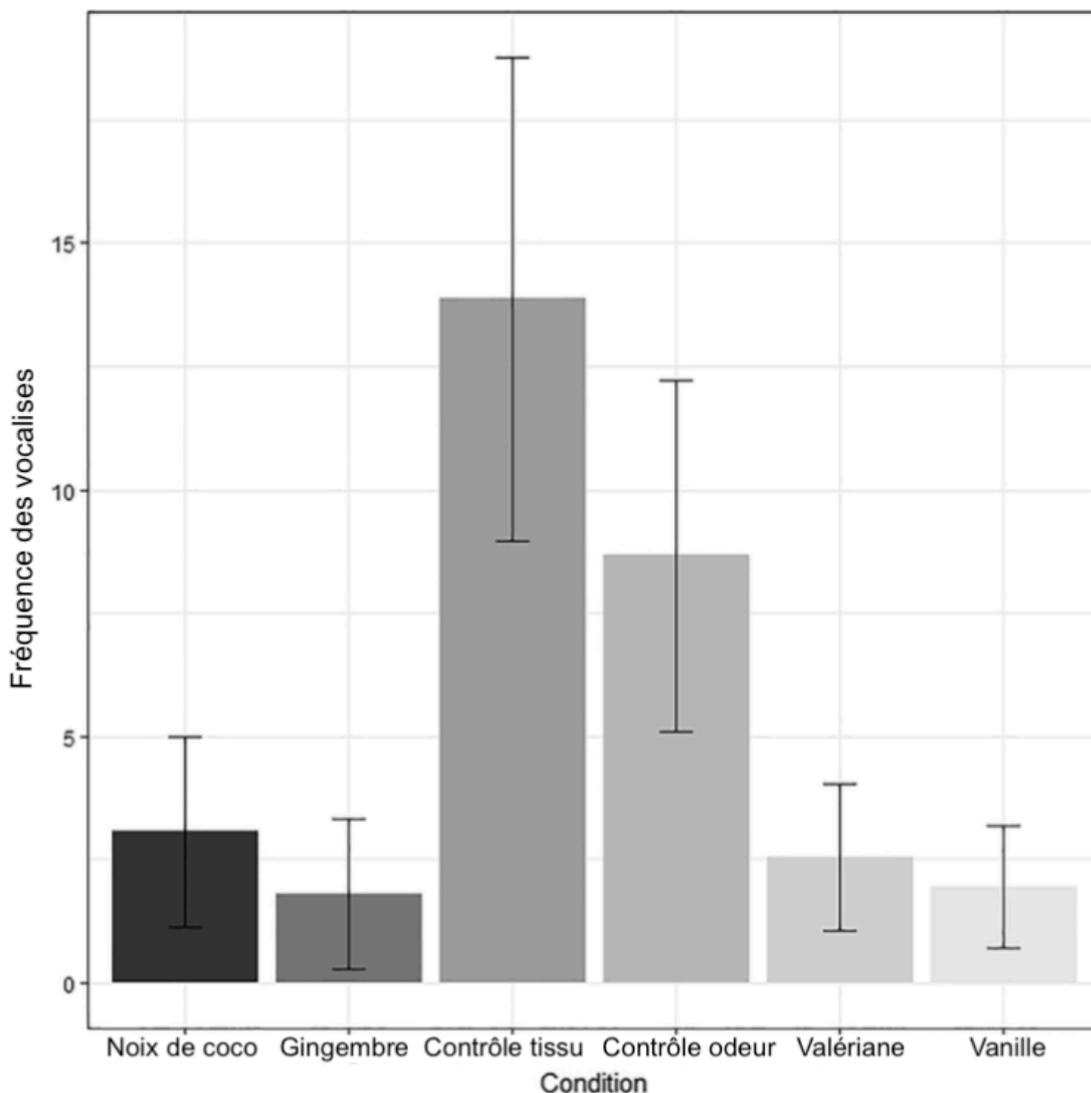
#### Sous-chapitre f : Enrichissement olfactif

Les chiens utilisent de manière prépondérante leur odorat pour percevoir leur environnement. Malheureusement, les nettoyages et les désinfections des locaux avec des produits d'entretien rendent l'environnement du refuge pauvre en informations olfactives utiles. L'enrichissement olfactif est un moyen d'agir positivement sur le comportement et les émotions des chiens logés en refuge.

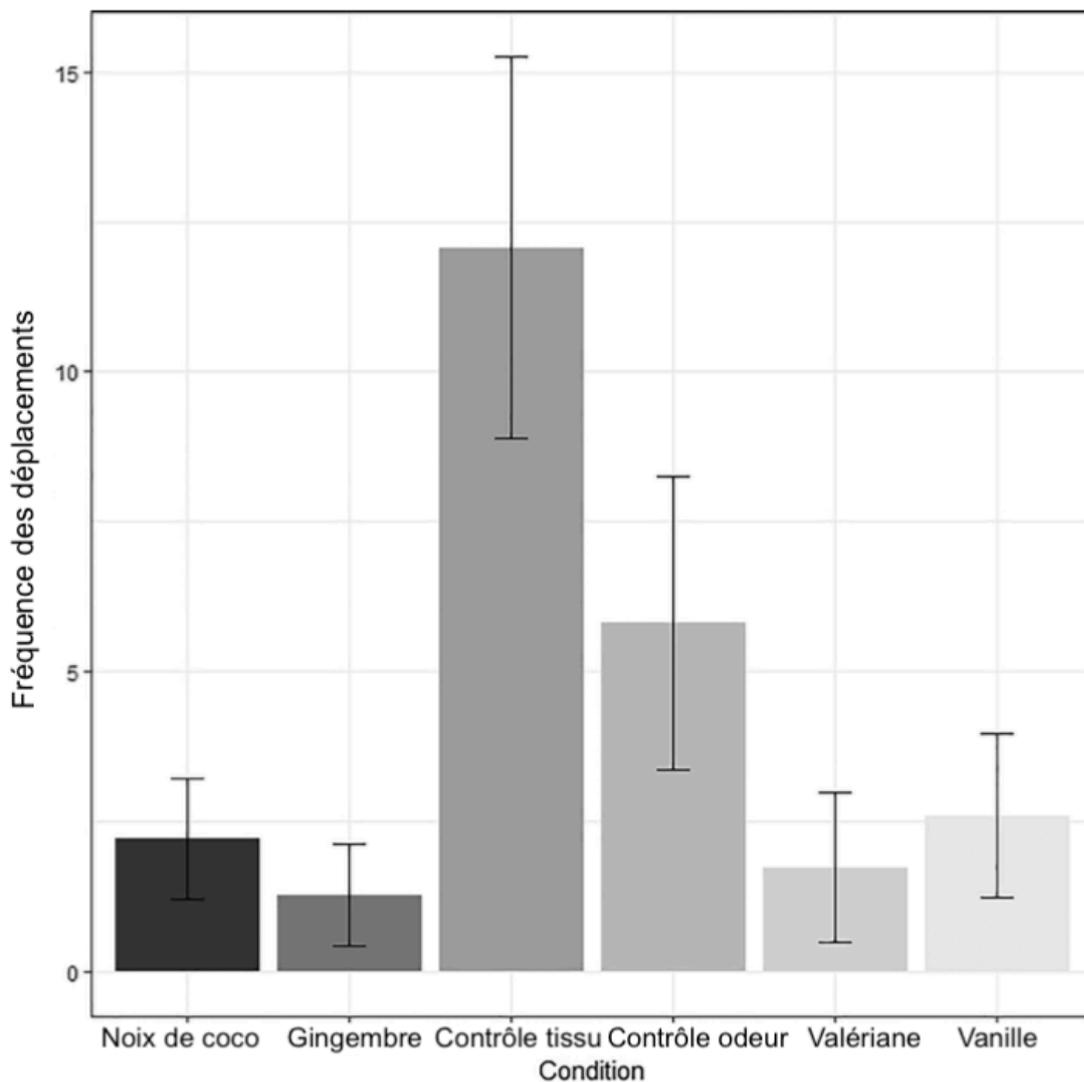
##### **1. L'utilisation d'odeurs permet de moduler l'anxiété des chiens en refuge**

La diffusion d'huiles essentielles dans l'environnement, en imbibant quelques gouttes sur un tissu ou en utilisant un diffuseur adapté, a été étudiée chez le chien de refuge. Un effet apaisant a été observé lors de l'utilisation d'odeurs de gingembre,

de noix de coco, de vanille, de valériane (Binks *et al.*, 2018), de lavande et de camomille (Lynne Graham *et al.*, 2005). La diffusion de l'une de ces huiles essentielles dans le logement des chiens diminue les vocalises ainsi que l'activité locomotrice, et augmente le repos (Graph. 13 et 14) (Binks *et al.*, 2018 ; Lynne Graham *et al.*, 2005).

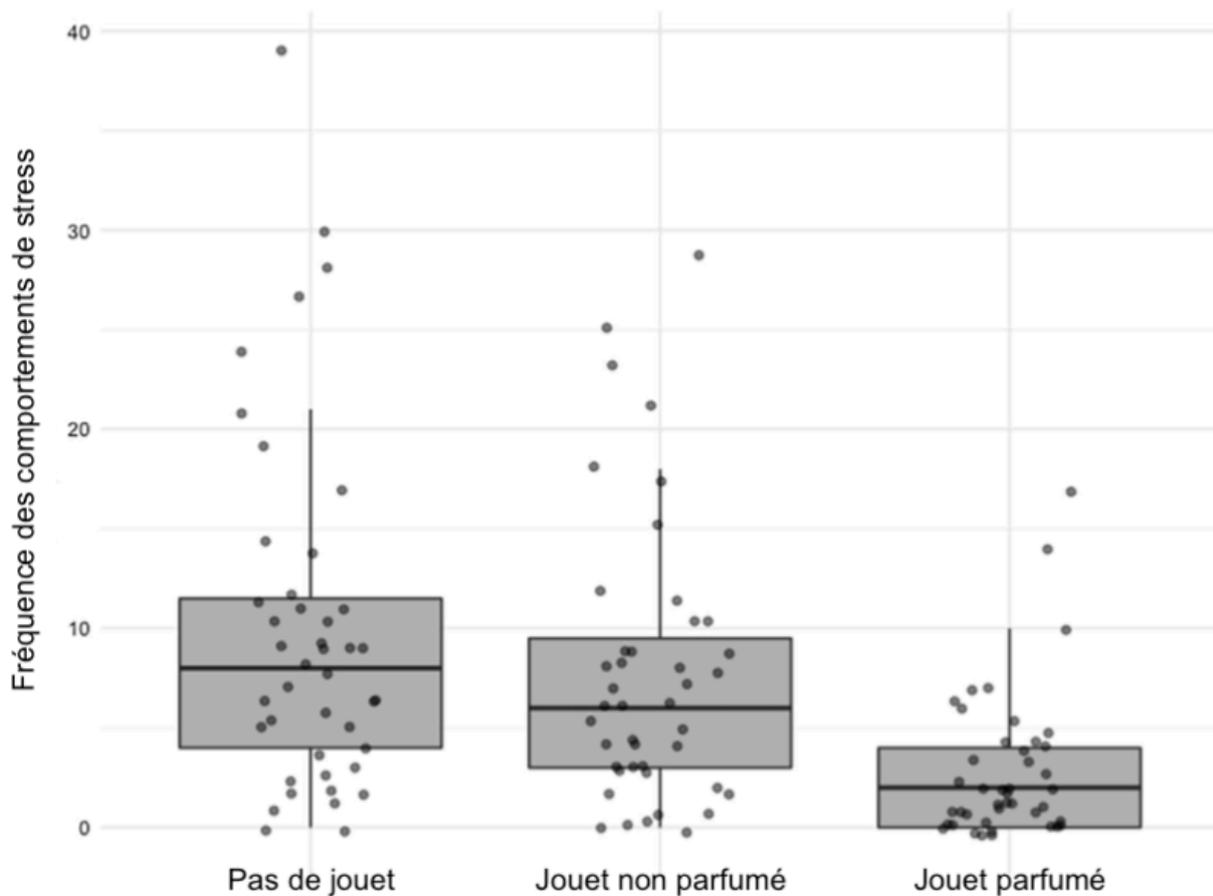


Graph. 13 : Fréquence d'observation des vocalises chez des chiens de refuge (nombre moyen d'observations sur une période de 2h  $\pm$  intervalle de confiance à 95%) en fonction du recours au non à la diffusion d'huiles essentielles sur un tissu (contrôle tissu : pas de tissu, contrôle odeur : tissu sans odeur) (Binks *et al.*, 2018)



Graph. 14 : Fréquence des déplacements chez des chiens de refuge (nombre moyen d'observations sur une période de 2h  $\pm$  intervalle de confiance à 95%) en fonction du recours au non à la diffusion d'huiles essentielles sur un tissu  
(contrôle tissu : pas de tissu, contrôle odeur : tissu sans odeur)  
(Binks *et al.*, 2018)

L'ajout d'odeurs aux jouets est également un moyen d'enrichir l'environnement olfactif des chiens de refuge, comme nous l'avons vu plus haut. La présence de jouets parfumés à la lavande ou au lapin diminue les signes de stress (Graph. 15) et la fréquence de certains comportements stéréotypés. Les comportements d'exploration sont stimulés et la fréquence du repos est augmentée. Tous ces comportements sont en faveur d'une diminution de l'anxiété. Il est intéressant de noter que les effets comportementaux positifs observés ne sont pas corrélés à une utilisation plus importante des jouets. C'est donc uniquement la présence de l'odeur dans l'environnement qui agit (Murtagh *et al.*, 2020).



Graph. 15 : Fréquence des comportements liés au stress observés chez des chiens de refuge (n = 44) sur une période de 20 minutes en fonction de la présence ou non d'un jouet, avec ou sans parfum (huile essentielle de lavande ou arôme de lapin) (Murtagh *et al.*, 2020)

## 2. Modes d'action et efficacité

Katie Murtagh évoque trois mécanismes potentiels pouvant expliquer l'action des odeurs de l'environnement sur l'état émotionnel et le comportement du chien de refuge (Murtagh *et al.*, 2020).

### 2.1. Importance évolutive de certaines odeurs

Au cours de l'évolution des espèces, certaines odeurs ont acquis une importance biologique et peuvent déclencher de manière innée des modifications comportementales. C'est le cas notamment des odeurs de proies pour les prédateurs. Par exemple, l'ajout d'une odeur de gazelle dans l'enclos de Lycaons

maintenus en captivité stimule leur activité et les comportements sociaux positifs au sein du groupe (Rafacz et Santymire, 2014).

Toutefois, l'importance évolutive de l'odeur utilisée semble peu importante chez le chien. En effet, aucune différence comportementale n'a été observée entre l'utilisation d'une odeur de lavande ou de lapin chez le chien de refuge (Murtagh *et al.*, 2020).

## **2.2. Néophilie**

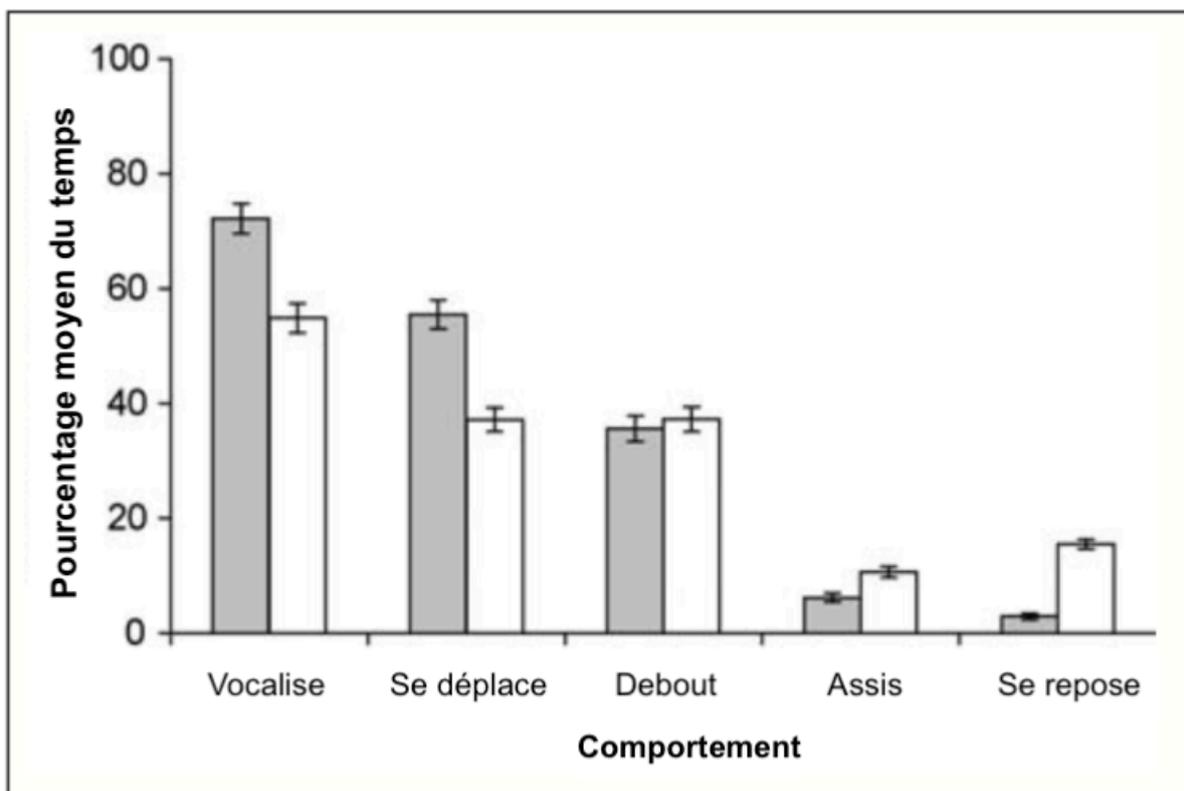
La néophilie est le « fait d'être curieux des choses nouvelles ou inconnues » (Reverso, n.d.). La nouveauté générée par l'odeur, quelle qu'elle soit, serait alors la raison des modifications comportementales observées. L'efficacité de multiples odeurs non biologiques est un argument utilisé en faveur de cette hypothèse (Murtagh *et al.*, 2020). La néophilie implique qu'il y ait un effet d'habituation inéluctable, qui doit être contourné par l'utilisation successive de plusieurs odeurs pour maintenir l'intérêt.

Cependant, aucun signe d'habituation n'a été mis en évidence chez le chien (Lynne Graham *et al.*, 2005 ; Wells, 2006). De plus, selon l'odeur utilisée, on obtient des modifications comportementales différentes : à l'inverse de la camomille ou de la lavande, la diffusion d'huile essentielle de romarin ou de menthe poivrée augmente les vocalises et les déplacements dans le refuge (Lynne Graham *et al.*, 2005). Ceci indique que la néophilie n'est pas le seul mécanisme qui entre en jeu.

## **2.3. Effet physiologique**

Le dernier mécanisme pouvant expliquer l'action des odeurs est l'effet physiologique. L'inhalation d'huiles essentielles peut conduire à un passage de ses composants dans le plasma (Kovar *et al.*, 1987), ceux-ci peuvent alors avoir une action pharmacologique. Cette hypothèse est soutenue par l'analyse de plus en plus poussée des composants des huiles essentielles, ainsi que de leurs effets chez l'Homme et les animaux de laboratoire.

L'huile essentielle de lavande est la plus étudiée. L'inhalation de lavande a un effet anxiolytique avéré chez le rat (Shaw *et al.*, 2007). Chez l'Homme, elle diminue le stress, favorise la relaxation et améliore l'humeur (Field *et al.*, 2005 ; Moss *et al.*, 2003 ; Motomura *et al.*, 2001). Chez le chien, elle diminue notamment les signes d'excitation excessive (vocalises, agitation) provoqués par les trajets en voiture vers le lieu de promenade (Graph. 16) (Wells, 2006). Son effet calmant est lié à une activation du système nerveux parasympathique (Komiya *et al.*, 2009). Ces données confortent le potentiel anxiolytique de l'huile essentielle de lavande chez les chiens de refuge. Toutefois, bien que les résultats des études divergent à ce sujet, il est important de noter un possible effet sédatif de la lavande lorsqu'elle est utilisée à forte dose (Moss *et al.*, 2003 ; Shaw *et al.*, 2007).



Graph. 16 : Pourcentage moyen ( $\pm$  Ecart Type) du temps de trajet en voiture où différents comportements sont observés chez les chiens ( $n = 32$ ), en fonction de l'environnement olfactif (gris : groupe contrôle, blanc : diffusion d'huile essentielle de lavande) (Wells, 2006)

Quelques études ont également été menées sur le potentiel anxiolytique de l'huile essentielle de camomille. Chez le rat, son inhalation permet de limiter le pic d'ACTH faisant suite à une situation de stress grâce à un effet GABA-agoniste

(Yamada *et al.*, 1996). Il a également été montré qu'elle améliore l'humeur chez l'Homme (Roberts et Williams, 1992).

Ainsi, l'hypothèse d'une action pharmacologique des huiles essentielles inhalées est probable. L'aromathérapie semble un moyen efficace de lutter contre l'anxiété chez le chien de refuge, notamment avec l'utilisation d'huile essentielle de lavande ou de camomille.

### **3. Effet sur les chances d'adoption**

L'utilisation d'odeurs apaisantes induit des comportements favorables à l'adoption, comme la diminution des aboiements et de l'agitation (Binks *et al.*, 2018 ; Lynne Graham *et al.*, 2005) et l'augmentation du comportement joueur et calme (Murtagh *et al.*, 2020). Par ailleurs, l'odeur utilisée peut être plaisante et relaxante pour les visiteurs, améliorant ainsi la perception du refuge et les chances d'adoption (Lynne Graham *et al.*, 2005). Il est intéressant de noter qu'un effet calmant sur les personnes pourrait maximiser l'effet calmant sur les chiens (Wells, 2006).

Ainsi, l'enrichissement olfactif semble être un moyen simple, peu onéreux et efficace de limiter l'anxiété chez les chiens hébergés en refuge. Les huiles essentielles de lavande et de camomille semblent être adaptées à cet usage. Cependant, le potentiel anxiolytique d'autres fragrances doit être étudié pour disposer d'un nombre suffisant d'odeurs pour faire face à un éventuel effet d'habituation. Par exemple, l'odeur verte, un mélange de cis-3-hexenol et de trans-2-hexenal rappelant l'odeur de l'herbe fraîchement coupée, a un potentiel qui doit encore être exploré. Elle limite les effets physiologiques du stress chez le rat (Nakashima *et al.*, 2004), et son effet apaisant semble intéressant chez le chien (Carlone *et al.*, 2018), mais d'autres études doivent être menées pour étoffer ces résultats.

#### Sous-chapitre g : Pheromones

Adaptil® est un produit commercialisé en France dans le but d' « indiquer aux chiens [...] qu'ils peuvent se sentir à l'aise et en sécurité » ("Les 'messages

réconfortants' d'ADAPTIL," n.d.). Il est constitué de « phéromones apaisantes pour chiens », ou DAP pour *dog-appeasing pheromones*. Comme l'expliquent *Kim et al.*, « une forme naturelle de la phéromone apaisante pour chiens est sécrétée par les glandes sébacées situées entre les chaînes mammaires des chiennes en lactation directement après la mise-bas. [...] La phéromone apaisante pour chiens est un composé synthétique apparenté à la phéromone naturelle. »<sup>10</sup> (*Kim et al.*, 2010).

Plusieurs études montrent l'intérêt de l'utilisation des DAP chez le chiot. Lors d'une exposition continue à Adaptil® pendant 4 semaines avant le sevrage, les chiennes sont plus calmes pendant la tétée, avec une préférence pour la position assise ou couchée, par rapport à un placebo. Elles évitent moins les chiots, semblent plus tolérantes et présentent une attitude plus maternelle. De leur côté, les chiots montrent moins de signes de frustration et interagissent de manière plus positive entre eux. Ils vocalisent moins lorsqu'ils sont laissés seuls (*Santos et al.*, 2020).

Les DAP peuvent également se révéler utiles autour de la période d'adoption. Un collier imprégné de phéromones porté en animalerie permet une réduction des vocalises la nuit et lorsque le chiot est laissé seul en journée chez ses nouveaux propriétaires, par rapport à un placebo. De même, le port du collier imprégné de DAP diminue les signes de peur face à des inconnus et favorise les interactions positives avec ces personnes (*Gaultier et al.*, 2009, 2008). Les DAP sont également bénéfiques lors de la période de socialisation après 12 semaines d'âge. Leur utilisation permet de favoriser des interactions longues et positives entre les chiots lors de cours d'éducation, avec une meilleure socialisation et une adaptation plus facile à des situations nouvelles, d'après les propriétaires et en comparaison à un placebo (*Denenberg and Landsberg*, 2008).

Les résultats encourageants chez le chiot ont permis d'étendre leur utilisation au chien adulte. Plusieurs études s'intéressent notamment à l'intérêt des DAP dans la gestion de la phobie des bruits. Un diffuseur de phéromones branché en continu entraînerait une amélioration des signes de peur chez 73% des chiens présentant une phobie des feux d'artifice, selon une évaluation subjective par les propriétaires (*Sheppard et Mills*, 2003). Dans un modèle expérimental d'orage mené sur des Beagles de laboratoire, les DAP permettent une diminution globale de la peur et de

---

<sup>10</sup> Traduit depuis l'anglais

l'anxiété pendant et après l'orage, ainsi qu'une meilleure utilisation des cachettes disponibles, par rapport à un placebo (Landsberg *et al.*, 2015). L'utilisation des DAP dans le traitement des troubles liés au transport en voiture (Gandia Estellés et Mills, 2006), de l'anxiété de séparation (Gaultier *et al.*, 2005) et de l'anxiété lors d'une visite chez le vétérinaire (Mills *et al.*, 2006) montre également des résultats encourageants mais nécessite plus de données.

Face à la polyvalence des DAP, certaines études se sont intéressées à leur potentiel pour réduire le stress d'un hébergement en chenil. Bien qu'une étude menée dans une structure vétérinaire montre des effets positifs de la diffusion de phéromones sur le comportement des chiens lors d'une hospitalisation par rapport à un placebo (diminution de la malpropreté, du léchage excessif et de la marche en rond) (Kim *et al.*, 2010) ; d'autres études montrent une absence d'effet significatif des DAP sur les comportements de stress dans ce type de contexte, que ce soit lors de l'arrivée de chiens de travail en chenil (Broach et Dunham, 2016) ou chez des chiens logés en chenil dans un but pédagogique (Grigg et Piehler, 2015).

Peu d'études ont été menées chez les chiens en refuge, et les résultats sont inconstants. L'utilisation d'un spray aux phéromones avant et après une stérilisation chirurgicale n'a pas montré d'effet sur les comportements de stress, le cortisol, l'inflammation ou le système immunitaire des chiens de refuge (Siracusa *et al.*, 2010). L'utilisation de ce spray permettrait toutefois une diminution de l'intensité des aboiements émis en réaction au passage d'un chien devant les enclos. Cependant, il n'y a pas de comparaison à un placebo dans cette étude, le comportement du chien utilisé n'est pas contrôlé, et la période d'observation est très courte, ce qui pousse à la prudence dans l'interprétation de ce résultat. Il est également difficile d'interpréter le passage d'un chien comme une source de stress et les aboiements comme un signe d'anxiété ou de peur. Il semblerait donc que les DAP participent à réduire l'excitation, sans information sur la nature positive ou négative de cette émotion. Les autres comportements d'anxiété n'ont pas montré de modification en présence de DAP (Hermiston *et al.*, 2018).

Enfin, une étude en double aveugle par rapport à un placebo s'intéresse aux effets d'une diffusion en continu de DAP pendant 7 jours sur le comportement des chiens de refuge lors de tests contrôlés. Lorsqu'une personne marche dans le couloir, la présence de DAP diminue le volume des aboiements, ce qui recoupe les

résultats de l'étude précédente. Lorsqu'une personne s'accroupit devant l'enclos pour prendre contact avec l'animal, les DAP diminuent la fréquence des aboiements, augmentent les comportements exploratoires olfactifs, et un plus grand nombre de chiens continue à se reposer (Tod *et al.*, 2005).

Il existe donc des résultats encourageant l'utilisation de phéromones apaisantes pour chiens en prévention de l'anxiété chez les chiens de refuge, mais d'autres études sont nécessaires avant de confirmer ces résultats.

## Chapitre 6 : Alimentation

L'alimentation fournit à l'organisme tous les nutriments nécessaires à son bon fonctionnement. Il est intéressant de se pencher sur les relations qui existent entre les différents nutriments, vitamines et minéraux d'une part et l'anxiété d'autre part. Ces données nous seront utiles pour avoir un regard critique et un avis éclairé sur les différents compléments alimentaires disponibles dans le commerce. Les compléments alimentaires feront l'objet d'une partie spécifique.

### Sous-chapitre a : Protéines et acides aminés

Les protéines constituent une part importante des besoins nutritionnels du chien. Elles sont dégradées en acides aminés, qui circulent ensuite dans l'organisme.

#### **1. Tryptophane**

Le tryptophane est un acide aminé que l'on retrouve dans l'alimentation. Principalement dégradé par la « voie de la kynurénine », c'est également un précurseur important de la sérotonine (Bosch *et al.*, 2007). Or, la sérotonine est un neurotransmetteur qui peut être impliqué dans l'apparition de l'anxiété.

L'étape limitant la synthèse de sérotonine à partir du tryptophane est l'hydroxylation du tryptophane en 5-hydroxytryptophane, grâce à une enzyme : la tryptophane hydroxylase (Bosch *et al.*, 2007). En conditions normales, celle-ci est saturée environ à 50% (Carlsson et Lindqvist, 1978). Une augmentation du taux de tryptophane permet donc d'augmenter la saturation de cette enzyme, et ainsi d'augmenter la quantité de sérotonine disponible dans le cerveau (Carlsson et Lindqvist, 1978 ; Fernstrom et Wurtman, 1971a). Il y a donc un potentiel anxiolytique à la supplémentation alimentaire en tryptophane.

##### **1.1. Modifications du métabolisme du tryptophane lors de stress et d'anxiété**

L'effet du stress sur le métabolisme du tryptophane est assez peu étudié. Chez le rongeur, un stress aigu induit un épuisement à court terme des réserves

cérébrales de sérotonine, et une augmentation du tryptophane disponible dans le cerveau (Dunn, 1988). Par la suite, on observe une diminution prolongée du tryptophane plasmatique (Milakofsky *et al.*, 1985). Une hypothèse est donc que la situation de stress ayant diminué les réserves cérébrales de sérotonine, le transport du tryptophane est accéléré vers le cerveau, ce qui réduit les réserves plasmatiques.

Les effets d'une diminution des réserves plasmatiques en tryptophane ont été étudiés chez l'Homme : une carence en tryptophane volontairement induite chez des sujets sains augmente l'anxiété, la nervosité et les signes neurovégétatifs de panique lors d'un stress provoqué par le CO<sub>2</sub> (Klaassen *et al.*, 1998). Un taux plasmatique faible serait alors associé à une moins bonne résistance au stress.

Ces observations sont intéressantes à mettre en parallèle avec une étude menée chez les chiens craintifs (profil que l'on peut assimiler à de l'anxiété), où une modification du métabolisme du tryptophane a été constatée : le taux de tryptophane plasmatique semble plus bas que chez les chiens non craintifs (Puurunen *et al.*, 2016). Il semble donc que l'anxiété soit associée à une diminution du taux plasmatique de tryptophane chez le chien.

## **1.2. Effets d'une supplémentation en tryptophane sur l'anxiété**

Chez le rongeur, un taux de tryptophane plasmatique élevé induit une augmentation significative de la sérotonine disponible dans le cerveau en condition de stress expérimental (Gibson *et al.*, 1982 ; Sharp *et al.*, 1992). Une supplémentation chronique en tryptophane active les régions cérébrales impliquées dans la régulation de la cognition, de l'anxiété et de l'humeur (Silva *et al.*, 2017). Ceci suggère une action possible de la supplémentation en tryptophane sur l'humeur et l'état psychologique. L'analyse des paramètres physiologiques chez le porc semble soutenir cette hypothèse : un aliment riche en tryptophane diminue le cortisol et les catécholamines plasmatiques au repos ainsi que lors d'un stress social (Koopmans *et al.*, 2005). Une supplémentation chronique en tryptophane permet de meilleures performances de croissance et une diminution du cortisol salivaire dans cette espèce (Shen *et al.*, 2015).

Cependant, les effets comportementaux d'une telle supplémentation restent à ce jour insatisfaisants. Que ce soit chez le rat (Hansen *et al.*, 2011) ou chez l'Homme (Moskowitz *et al.*, 2001), l'administration chronique de tryptophane ne semble pas avoir d'effet significatif sur l'anxiété. Chez le chien de propriétaire, la supplémentation orale chronique en tryptophane augmente efficacement sa disponibilité plasmatique (Bosch *et al.*, 2009a), mais elle est inefficace pour traiter les signes d'anxiété (Bosch *et al.*, 2009a) ou les comportements stéréotypés (Kaulfuss *et al.*, 2009).

Une étude sur la supplémentation en tryptophane a été menée chez le chien de refuge souffrant de troubles comportementaux : anxiété, phobie, stéréotypies, agressivité ou dépression. Après 4 semaines, les chiens avec un régime très riche en tryptophane (1,2% soit environ 4 fois les besoins) présentent plus de comportements sociaux que les chiens avec un régime plutôt pauvre en tryptophane (0,6% soit environ 2 fois les besoins). Au cours de cette période, on constate une augmentation du repos et de l'exploration, et une diminution du taux de cortisol. Toutefois, cette étude ne comporte pas de groupe témoin, et les effets observés ne peuvent pas être distingués d'un possible effet d'habituation (« effet temps »). Par ailleurs, la supplémentation en tryptophane n'a conduit à aucune amélioration des troubles comportementaux (dont l'anxiété) (Anzola Delgado *et al.*, 2013).

Ainsi, les chiens anxieux ont un tryptophane plus faible que leurs congénères non anxieux. Malgré l'implication du tryptophane dans la synthèse de la sérotonine, une supplémentation en tryptophane ne semble pas efficace pour réduire l'anxiété chez le chien de refuge.

### **1.3. Compétition entre le tryptophane et les autres acides aminés**

Pour accéder au cerveau, le tryptophane doit être transporté à travers la barrière hémato-méningée. Or, le tryptophane partage son transporteur avec d'autres acides aminés neutres de grande taille : tyrosine, phénylalanine, leucine, isoleucine, valine (on parle de LNAA pour *large neutral amino acids*) (Bosch *et al.*, 2007). Ainsi, l'injection de LNAA diminue la concentration de tryptophane dans le cerveau (Carlsson and Lindqvist, 1978). Plus que la quantité de tryptophane, c'est donc le ratio entre le tryptophane et l'ensemble des acides aminés neutres de grande

taille (noté Trp/LNAA) qui détermine les concentrations en tryptophane et en sérotonine dans le cerveau (Fernstrom et Wurtman, 1972a).

Les protéines sont généralement riches en LNAA et pauvres en tryptophane. En diminuant les protéines de la ration, on facilite l'utilisation du tryptophane dans le cerveau et donc la production de sérotonine (Dodman *et al.*, 1996). A l'inverse, l'ingestion de protéines limite le transport du tryptophane dans le cerveau malgré un tryptophane plasmatique élevé (Fernstrom et Wurtman, 1972a).

Par ailleurs, l'insuline facilite l'entrée des LNAA dans le muscle squelettique, mais pas du tryptophane, qui est lié à l'albumine (Bosch *et al.*, 2007). Ainsi, l'injection d'insuline ou la consommation de glucides augmente le ratio Trp/LNAA plasmatique (Fernstrom et Wurtman, 1972b, 1971b), et donc augmente le tryptophane et la sérotonine disponibles dans le cerveau (Fernstrom et Wurtman, 1972a, 1971b). A l'inverse, l'injection de glucagon à forte dose diminue les concentrations plasmatiques en tryptophane (Fernstrom et Wurtman, 1972b). Chez l'Homme, la consommation d'une boisson sucrée augmente le ratio Trp/LNAA, et améliore l'humeur et les performances dans un contexte de stress physiologique expérimental (Markus, 2007).

Ainsi, un régime pauvre en protéines et riche en glucides favoriserait le transport du tryptophane vers le cerveau et donc la synthèse de sérotonine. Cependant, comme le soulignent Bosch *et al.* : « Il suffit que 2 à 4% seulement de l'énergie d'un repas soit apporté par des protéines pour que cette augmentation de la disponibilité du tryptophane soit empêchée. »<sup>11</sup> (Bosch *et al.*, 2007). Un tel régime semble donc incompatible avec les besoins nutritionnels du chien.

#### **1.4. Effets d'un régime pauvre en protéines et riche en glucides sur le métabolisme du tryptophane et l'anxiété**

Chez l'Homme, un repas pauvre en protéines et riche en glucides augmente le ratio Trp/LNAA par rapport à un repas riche en protéines et pauvre en glucides. Chez les sujets sensibles au stress, ce régime évite l'apparition de symptômes

---

<sup>11</sup> Traduit depuis l'anglais

dépressifs et l'élévation du taux de cortisol observés lors d'un test de stress expérimental (Markus *et al.*, 1998). Ceci indique qu'un repas pauvre en protéines et riche en glucides pourrait améliorer la résistance au stress chez l'Homme.

Chez le chien de propriétaire, les résultats sont inégaux. Dans une première étude, des chiens présentant de l'agressivité (hiérarchique ou territoriale), de l'hyperactivité ou ne présentant pas de trouble du comportement ont suivi un régime avec des taux de protéines variables : régime pauvre (17%), moyen (25%) ou riche (32%) en protéines pendant 2 semaines. Les résultats de cette étude indiquent qu'un régime pauvre ou moyennement riche en protéines limite les agressions territoriales uniquement si elles sont liées à la peur, par rapport à un régime riche en protéines.

Bien que n'analysant pas l'effet direct de ce régime sur l'anxiété, cette étude montre un effet possible sur la peur et ainsi sur les agressions qui en découlent. Il est cependant à noter qu'afin de diminuer le taux de protéines sans changer l'apport calorique de l'aliment, les taux de lipides varient fortement d'un régime à l'autre dans cette étude. Or, nous verrons que les lipides peuvent influencer le comportement. Il est donc difficile d'attribuer les changements observés à l'un ou l'autre des paramètres nutritionnels. Par ailleurs, cette étude se base sur une évaluation subjective par le propriétaire uniquement, ce qui rend les résultats peu fiables (Dodman *et al.*, 1996). Une seconde étude, menée avec les mêmes profils de chiens pendant une semaine, ne montre aucun changement significatif du comportement ou de la sérotonine circulante en fonction de la quantité faible (18%) ou forte (30%) de protéines présente dans l'aliment (DeNapoli *et al.*, 2000). Plus d'informations sont donc nécessaire pour attester de l'efficacité d'un tel régime sur l'anxiété.

### **1.5. Supplémentation en protéines riches en tryptophane**

Bien que le tryptophane semble un levier anxiolytique intéressant, la présence de protéines riches en LNAA et pauvre en tryptophane annule l'effet bénéfique de toute supplémentation. Une solution actuellement très étudiée chez le rongeur et l'Homme est l'utilisation de protéines naturellement riches en tryptophane. Ceci permet d'apporter des protéines à la ration sans abaisser le ratio Trp/LNAA. Deux

types de protéines sont étudiées en particulier : l'alpha-lactalbumine et l'hydrolysat de protéines d'œuf.

### 1.5.1. Alpha-lactalbumine

L'alpha-lactalbumine est une protéine riche en tryptophane extraite du lactosérum. Un aliment enrichi en alpha-lactalbumine a des effets anxiolytiques et antidépresseurs chez le rongeur, tout particulièrement lors de situations de stress (Vekovischeva *et al.*, 2013). Cet effet anxiolytique est sans effet sur l'activité locomotrice, il n'y a donc pas d'effet de sédation (Orosco *et al.*, 2004). Chez l'Homme, lors d'un test de stress expérimental, les personnes sensibles au stress ont un cortisol diminué, moins de sentiments dépressifs (Markus *et al.*, 2000b) et de meilleures performances cognitives (Markus *et al.*, 2002) si elles ont consommé de l'alpha-lactalbumine avant le test par rapport à un placebo. Un effet bénéfique sur l'humeur est observé sur le long terme avec l'ingestion d'alpha-lactalbumine hydrolysée, alors qu'il n'est visible que pour environ une heure avec le tryptophane pur (Markus *et al.*, 2008).

Le mécanisme d'action semble clair : l'ingestion d'alpha-lactalbumine augmente efficacement le ratio Trp/LNAA chez le rat (Feurté *et al.*, 2001) et chez l'Homme (Markus *et al.*, 2005, 2000a, 2000b). L'augmentation du taux de tryptophane est plus rapide et plus importante avec l'ingestion d'alpha-lactalbumine qu'avec le tryptophane pur (Markus *et al.*, 2008). Le ratio Trp/LNAA ne semble alors plus impacté par le taux d'insuline (Feurté *et al.*, 2001) ou l'ingestion de glucose (Markus *et al.*, 2000a). On observe une augmentation significative de la quantité de sérotonine dans le cerveau suite à l'ingestion d'un repas riche en alpha-lactalbumine (Orosco *et al.*, 2004). En ingestion chronique, une hausse du taux de sérotonine basal dans le cerveau est constatée chez le rat (Orosco *et al.*, 2004).

Ainsi, l'apport de protéines sous forme d'alpha-lactalbumine semble un moyen efficace pour augmenter le tryptophane dans le cerveau, et donc pour stimuler la production de sérotonine et réduire l'anxiété. À ce jour, aucune étude ne nous permet d'extrapoler ces conclusions au chien.

### **1.5.2. Hydrolysat de protéines d'œuf**

Un hydrolysat de protéines d'œuf (noté EPH pour *egg-protein hydrolysate*) breveté est étudié pour son influence sur l'humeur chez l'Homme. L'EPH diminue les symptômes dépressifs et améliore les performances cognitives chez les personnes anxieuses (Markus *et al.*, 2010). Il améliore le bien-être global et diminue la fatigue chez la femme (Gibson *et al.*, 2014 ; Mohajeri *et al.*, 2015). Par ailleurs, il oriente le biais cognitif vers le positif, en prise aiguë (Gibson *et al.*, 2014) ou chronique (Mohajeri *et al.*, 2015). L'EPH augmente efficacement le ratio Trp/LNAA (Gibson *et al.*, 2014 ; Markus *et al.*, 2010 ; Mitchell *et al.*, 2011). Ce ratio est peu diminué par l'ingestion simultanée de protéines de lait (Mitchell *et al.*, 2011).

L'EPH semble donc une alternative intéressante à l'alpha-lactalbumine pour agir sur la production de sérotonine par le biais du tryptophane, mais plus d'études sont nécessaires pour confirmer ces résultats. Aucun effet secondaire n'est rapporté lors de l'utilisation de ces molécules.

## **2. Autres pistes de recherche concernant les acides aminés**

D'autres études portent sur de nombreux autres acides aminés, et s'intéressent à leur lien à l'anxiété. Toutefois, ils sont globalement peu documentés, et ne portent jamais sur le chien. Nous résumerons ici (Tabl. 4) les principales conclusions tirées de la littérature à leur sujet.

Le manque de données dans la littérature ne nous permet pas de préconiser leur utilisation chez le chien.

Acide aminé	Rôle	Modifications du métabolisme lors d'anxiété	Effets d'une carence	Effets d'une complémentation
Tyrosine	Précurseur de la synthèse des catécholamines (Bosch <i>et al.</i> , 2007)	Un stress aigu provoque une augmentation transitoire de la tyrosine plasmatique chez le rat (Miliakofsky <i>et al.</i> , 1985)	Absence de données	Une supplémentation en tyrosine évite l'épuisement des réserves de noradrénaline dans le cerveau et réduit les signes de dépression chez le rat lors de stress expérimental (Gibson <i>et al.</i> , 1982; Lehnert <i>et al.</i> , 1984; Reinstein <i>et al.</i> , 1984). Elle limite l'élévation du taux de corticostérone (Reinstein <i>et al.</i> , 1985) et augmente la quantité de dopamine dans le cerveau (Brady <i>et al.</i> , 1980).
Lysine et arginine	Antagoniste partiel du récepteur 4 à la sérotonine, impliqué dans la régulation de l'anxiété (Smriga and Torii, 2003b)	Chez le rat (Miliakofsky <i>et al.</i> , 1985) et le porc (Srinongkote <i>et al.</i> , 2003), le stress provoque une diminution de l'arginine et de la lysine plasmatique.	Une carence alimentaire en lysine augmente la libération de sérotonine dans l'amygdale et augmente les manifestations comportementales d'anxiété lors d'un stress aigu chez le rat (Smriga <i>et al.</i> , 2002)	Une complémentation en arginine et en lysine avant un épisode de stress aigu diminue les manifestations d'anxiété et l'élévation du cortisol chez le rat (Smriga and Torii, 2003a), le porc (Srinongkote <i>et al.</i> , 2003) et l'Homme (Jezova <i>et al.</i> , 2005)
Taurine	Active certains récepteurs à la glycine (Jung and Kim, 2019; Zhang and Kim, 2007), un neurotransmetteur inhibiteur (Otsu <i>et al.</i> , 2019)	Chez le rat, un stress aigu induit une augmentation transitoire de la taurine plasmatique (Miliakofsky <i>et al.</i> , 1985)	Un déficit génétique en taurine a un effet anxiogène chez la souris (Park <i>et al.</i> , 2019)	Les résultats ne sont pas conclusifs chez le rongeur et les données divergent.

Tabl. 4 : Résumé des données de la littérature concernant le lien pouvant être établi entre l'anxiété et divers acides aminés

## Sous-chapitre b : Lipides

Il existe une grande variété de lipides assimilables chez le chien. Certains sont étudiés pour leur potentiel anxiolytique.

### 1. Oméga-3

Les acides gras polyinsaturés se composent d'une longue chaîne carbonée avec plusieurs insaturations. Les oméga-3 se caractérisent par la présence d'une première liaison double sur la troisième liaison carbone-carbone en partant de l'extrémité opposée au groupe carboxyle. Nous nous intéresserons ici plus particulièrement à l'acide éicosapentaénoïque (ou EPA) et à l'acide docosahexaénoïque (ou DHA), deux acides gras oméga-3 dont les propriétés anxiolytiques sont les plus étudiées (Fig. 3).

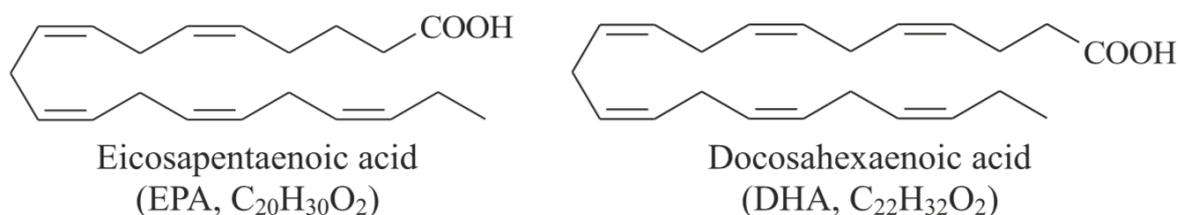


Fig. 3 : Formule topologique de l'EPA et du DHA

(Li *et al.*, 2014)

#### 1.1. Modification du métabolisme de l'EPA et du DHA lors de stress et d'anxiété

On note une corrélation entre les taux d'oméga-3 et l'anxiété chez plusieurs espèces. Chez le rat, le taux sérique de lysophosphatidylcholine (un phospholipide) conjuguée à l'EPA est fortement corrélé négativement aux comportements anxieux (Nakajima *et al.*, 2020). Chez l'Homme, les sujets souffrant d'anxiété sociale ont des concentrations en oméga-3 diminuées dans les membranes des globules rouges (Green *et al.*, 2006). Les personnes en dépression sévère souffrant d'anxiété ont des taux plus faibles de DHA et d'EPA que les personnes en dépression sévère ne

souffrant pas d'anxiété (Liu *et al.*, 2013). Il existe une corrélation négative entre la sévérité de l'anxiété d'une part, et les taux d'oméga-3 dans les membranes des globules rouges (Green *et al.*, 2006) et le plasma (Liu *et al.*, 2013) d'autre part. Plus l'anxiété est importante, plus les taux en oméga-3 sont faibles.

Les acides gras modulent la fluidité des membranes neuronales. Le ratio entre les différents groupes d'acides gras est primordial (Yehuda *et al.*, 1999), notamment l'équilibre entre les oméga-3 et les oméga-6. L'acide arachidonique (ou AA) est un acide gras oméga-6 abondant dans l'organisme. Les personnes dépressives souffrant d'anxiété ont un ratio entre l'acide arachidonique et l'EPA (noté AA/EPA) plus faible que les personnes dépressives ne souffrant pas d'anxiété. Il existe une corrélation positive entre la sévérité de l'anxiété et le ratio AA/EPA : plus l'anxiété est importante, plus le ratio AA/EPA est élevé (Liu *et al.*, 2013).

Chez le chien, les individus craintifs ont des taux de phospholipides sanguins totaux plus faibles que leurs congénères non craintifs, ils ont notamment moins de phosphatidylcholines circulantes (Puurunen *et al.*, 2016). Malheureusement, à ce jour, les taux de DHA et d'EPA n'ont pas été étudiés chez le chien anxieux. Il est intéressant toutefois de noter que les chiens présentant de l'agressivité ont un taux plasmatique de DHA plus faible et un ratio oméga-6/oméga-3 plus élevé que les chiens non agressifs (Re *et al.*, 2008). L'agressivité peut avoir d'autres origines que la peur ou l'anxiété et nous ne pouvons donc pas extrapoler ces résultats au chien anxieux. Mais l'ensemble de ces études nous fait suspecter un taux plus faible de DHA et d'EPA chez le chien anxieux.

## **1.2. Effets d'une carence en oméga-3 sur l'apparition d'anxiété**

Chez le rongeur, un déficit en oméga 3 provoque l'apparition d'anxiété (Carrié *et al.*, 2000 ; Harauma et Moriguchi, 2011 ; Larrieu et Layé, 2018 ; Takeuchi *et al.*, 2003). L'effet anxiogène est potentialisé lors d'une situation de stress, comme un isolement social (Harauma et Moriguchi, 2011).

Chez l'Homme, un faible taux sérique de DHA est associé à une plus forte probabilité de troubles anxieux chez la femme enceinte (Verly-Miguel *et al.*, 2015). Une étude à large échelle incluant plus de 12 000 personnes a montré qu'un faible

apport alimentaire en EPA et DHA était corrélé à la présence de troubles anxieux (Natacci *et al.*, 2018).

Une carence alimentaire chronique provoque la diminution de la quantité d'oméga 3 (Delion *et al.*, 1994), notamment de DHA (Larrieu et Layé, 2018), et l'augmentation de la quantité d'oméga-6 (Delion *et al.*, 1994) dans le cerveau. Ceci altère le fonctionnement des récepteurs cérébraux aux cannabinoïdes (Larrieu et Layé, 2018). Cela conduit aussi à une diminution de la quantité de dopamine (Delion *et al.*, 1994 ; Zimmer *et al.*, 2000) et de la densité de ses récepteurs D2 à la dopamine (Delion *et al.*, 1994), ainsi qu'à une augmentation de son catabolisme (Zimmer *et al.*, 1998) dans le cerveau. Cela augmente la densité des récepteurs à la sérotonine (Delion *et al.*, 1994). Chez l'Homme, une carence en oméga-3 ou en DHA est associée à une inflammation et une activation de l'axe corticotrope (Thesing *et al.*, 2018).

### **1.3. Effet d'une supplémentation en EPA/DHA**

Chez le rongeur, un aliment enrichi en DHA (Davis *et al.*, 2017 ; Takeuchi *et al.*, 2003), en EPA (Oshima *et al.*, 2018 ; Song *et al.*, 2003), ou les deux (Pérez *et al.*, 2013), diminue les comportements d'anxiété et de détresse lors d'une situation de stress expérimental. Une supplémentation chronique en EPA, avec ou sans DHA, évite l'augmentation du taux de corticostérone secondaires à un tel stress (Pérez *et al.*, 2013 ; Song *et al.*, 2003).

Une supplémentation en EPA et DHA modifie la composition des lipides du cerveau en augmentant la proportion d'oméga-3 (Ross *et al.*, 2016). Les acides gras oméga-3 ont un puissant effet anti-inflammatoire, et limitent l'apparition d'anxiété due à l'inflammation (Song *et al.*, 2003). Une étude suggère que l'effet anxiolytique de la supplémentation en oméga-3 passerait aussi par une action sur les récepteurs GABA (Takeuchi *et al.*, 2003). La composition lipidique cérébrale est plus fortement impactée par une supplémentation en EPA qu'en DHA, et l'action anxiolytique de l'EPA semble ainsi plus efficace que celle du DHA chez le rat (Oshima *et al.*, 2018).

L'effet anti-inflammatoire d'une supplémentation combinée en EPA et DHA a été confirmée chez l'Homme (Kiecolt-Glaser *et al.*, 2011). Elle s'est montrée efficace

pour réduire l'anxiété chez des étudiants avant un examen (Kiecolt-Glaser *et al.*, 2011) et chez des personnes toxicomanes (Buydens-Branchey et Branchey, 2006). Elle est cependant inefficace pour atténuer l'anxiété chez les adolescentes souffrant d'anorexie (Manos *et al.*, 2018).

Aucune étude ne se penche sur le lien entre oméga-3 et anxiété chez le chien. Il est toutefois confirmé qu'une supplémentation orale en EPA et DHA augmente efficacement les concentrations en EPA et DHA dans le sérum, au sein des membranes des globules rouges et dans le cerveau (Combarros *et al.*, 2020 ; Dahms *et al.*, 2016a ; Hall *et al.*, 2011). Par ailleurs, aucun effet secondaire n'est rapporté lors d'une supplémentation chronique (Combarros *et al.*, 2020 ; Dahms *et al.*, 2016a, 2016b). Bien que nous manquions d'informations quant à l'utilisation des oméga-3 pour leurs effets anxiolytiques chez le chien, il n'y a pas de contre-indication à l'utilisation d'un aliment riche en oméga-3 et les résultats obtenus chez les autres espèces incitent à favoriser leur utilisation.

Attention toutefois, comme nous l'avons vu plus haut, c'est le rapport entre les oméga-3 et les oméga-6 qui compte. Chez le rongeur, l'apport d'acide arachidonique concomitant à une supplémentation en DHA diminue la quantité de DHA dans le cerveau et annule les effets bénéfiques de la supplémentation sur le comportement (Wainwright *et al.*, 1997). L'acide arachidonique seul augmente l'anxiété et la corticostérone avec un effet pro-inflammatoire (Song *et al.*, 2003).

#### **1.4. Sources d'EPA et de DHA utilisables chez le chien**

##### **1.4.1. AGEPI Omega 3 ®**

Une étude menée chez des chiens avec un pelage de mauvaise qualité confirme qu'AGEPI Oméga 3 ®, un produit vétérinaire spécialement conçu pour une supplémentation orale en oméga-3, augmente significativement la quantité d'EPA et de DHA dans la membrane des globules rouges au bout de 30 jours, sans effet secondaire (Combarros *et al.*, 2020). Son utilisation semble donc possible pour limiter l'anxiété, bien que son coût rende peu probable son utilisation à large échelle dans les refuges.

### **1.4.2. Huiles de poisson**

Chez le rongeur, la consommation d'huile de poisson (huile de foie de morue ou huile de saumon) augmente la quantité d'oméga 3 (notamment d'EPA) et diminue la quantité d'oméga-6 (notamment d'acide arachidonique) dans le cerveau (Bourre *et al.*, 1990, 1988 ; Chalon *et al.*, 1998). L'ingestion d'huile de saumon augmente la quantité de dopamine dans le cortex frontal (Chalon *et al.*, 1998).

Chez le chien, la consommation d'huile de poisson modifie la composition des phospholipides plasmatiques (Hall *et al.*, 2011). Elle augmente le taux d'oméga-3 dans le plasma, mais pas celui des oméga-6 (Lourenço *et al.*, 2018). Elle élève notamment la proportion d'EPA dans la membrane des plaquettes sanguines (Oskarsson *et al.*, 1993). Elle améliore aussi les marqueurs du stress oxydatif (Barrouin-Melo *et al.*, 2016). Ainsi, l'huile de poisson semble une source efficace et accessible d'EPA chez le chien.

### **1.4.3. Krill**

Chez le rat, l'apport de krill augmente la quantité de DHA dans les phospholipides du cerveau, alors que ce n'est pas le cas de l'huile de poisson. Il ne modifie pas la quantité d'acide arachidonique (Di Marzo *et al.*, 2010).

Chez les chiens de traineau, l'exercice intense provoque de l'inflammation qui détériore le muscle. L'ajout de krill dans l'alimentation pendant 5 semaines augmente les oméga-3 dans le sang et réduit l'inflammation (Burri *et al.*, 2018). Dans le krill, les lipides se présentent sous forme de phosphatidylcholine, alors que l'huile de poisson est riche en triglycérides (Burri *et al.*, 2020, 2019). Chez le Husky, avec une même quantité d'oméga-3 apportés soit par de l'huile de poisson soit par du krill pendant 6 semaines, l'EPA augmente de manière plus importante et les oméga-6 diminuent plus efficacement dans les membranes des globules rouges avec le krill qu'avec l'huile de poisson (Burri *et al.*, 2020). Ainsi, le krill semble une source efficace d'EPA et de DHA chez le chien, bien qu'il soit plus difficile de s'en procurer.

## **2. Autres pistes de recherche concernant les lipides**

Quelques études s'intéressent à l'action d'autres types de lipides sur l'anxiété.

## **2.1. Régime riche en acides gras saturés**

Des modèles expérimentaux chez le rat ont montré les effets délétères d'une surconsommation d'acides gras saturés sur l'état émotionnel. L'ingestion d'une grande quantité de lard, riche en acides gras saturés, provoque des comportements d'anxiété chez le rongeur (Nakajima *et al.*, 2020), et des déficits de mémoire et d'apprentissage (Greenwood et Winocur, 1990). Les acides gras saturés interfèrent en effet avec les récepteurs du glutamate (Nakajima *et al.*, 2020) et diminuent la quantité de sérotonine (Orosco *et al.*, 2002) dans le cerveau. L'ingestion d'une même quantité excessive de lipides, mais par l'apport d'acides gras insaturés (huile de soja ou huile d'olive) ne produit pas cet effet anxiogène (Greenwood et Winocur, 1990 ; Nakajima *et al.*, 2020 ; Orosco *et al.*, 2002). Plus que la quantité de gras, c'est donc bien la nature du gras qui compte.

## **2.2. Suppléments alimentaires pour induire une cétose : acides gras à chaîne courte, acides gras à chaîne moyenne, triglycérides à chaîne moyenne et corps cétoniques**

Les acides gras à chaîne courte (noté SCFA pour *short chain fatty acid*) et les acides gras à chaîne moyenne (noté MCFA pour *medium chain fatty acid*) sont des acides monocarboxyliques avec une chaîne hydrocarbonée comprenant 1 à 6 atomes de carbone pour les SCFA et 7 à 12 atomes de carbone pour les MCFA. Les SCFA proviennent principalement de la fermentation des bactéries dans le tube digestif, alors que les MCFA dérivent majoritairement des triglycérides alimentaires (lait et produits laitiers surtout) (Schönfeld et Wojtczak, 2016).

Les triglycérides à chaîne moyenne (noté TCM) sont composés d'un glycérol et de deux à trois MCFA. Contrairement aux triglycérides à longue chaîne, ils ne nécessitent pas l'action de la bile ou des sucs pancréatiques pour être digérés. On les retrouve de manière naturelle dans certains aliments, comme l'huile de coco, l'huile de palme et les produits laitiers (Harvey *et al.*, 2018 ; Marten *et al.*, 2006).

Les corps cétoniques (acétoacétate, acétate et bêta-hydroxybutyrate) constituent une source d'énergie alternative au glucose lors de jeûne ou de restrictions importantes en glucides. L'ingestion de SCFA (comme l'acide butyrique) ou de TCM favorise la production de corps cétoniques par l'organisme et favorise

ainsi un état de « cétose » (Harvey *et al.*, 2018 ; Marten *et al.*, 2006). L'ingestion de corps cétoniques exogènes, comme les sels de béta-hydroxybutyrate permet aussi d'augmenter la quantité de corps cétoniques dans l'organisme (Ari *et al.*, 2017).

L'ingestion chronique de TCM (Hollis *et al.*, 2018), de corps cétoniques exogènes (Ari *et al.*, 2017), ou d'une association des deux (Kovács *et al.*, 2018), diminue significativement l'anxiété chez le rongeur. Le mécanisme d'action est mal connu. L'ingestion de TCM augmenterait le transport du glucose et de glutamate dans le cortex préfrontal (Hollis *et al.*, 2018). Il semblerait qu'il y ait une action sur les récepteurs à l'adénosine (Kovács *et al.*, 2018). L'adénosine est un nucléoside libéré par les neurones, ses récepteurs régulent la libération de dopamine et de glutamate dans le cerveau (Cunha *et al.*, 2008 ; Fuxe *et al.*, 2007).

Chez le chien, une étude se porte chez les sujets souffrant d'épilepsie essentielle. En effet, les chiens souffrant d'épilepsie idiopathique sont généralement plus anxieux (Watson *et al.*, 2020). Vingt et un chiens présentant une épilepsie essentielle sont complémentés en TCM pendant 3 mois. Un effet anxiolytique est noté, avec une amélioration des comportements stéréotypés (tournis) et une diminution de la peur des étrangers (Packer *et al.*, 2016).

Ainsi bien que d'autres études soient nécessaires pour confirmer ces résultats, notamment chez des chiens sains, il semblerait que l'ingestion de triglycérides à chaîne moyenne ait un potentiel anxiolytique chez le chien.

### Sous-chapitre c : glucides

Les glucides incluent les glucides pariétaux, ou « fibres », ainsi que les glucides cytoplasmique, ou « sucres ».

#### **1. Fibres**

Les fibres constituent une famille de glucides provenant de la paroi cellulaire végétale. On les classe généralement en fibres solubles, facilement fermentées par le côlon ; et insolubles, non fermentées dans le tube digestif.

### **1.1. Fibres et anxiété**

Une expérience menée chez des chiens Beagles logés individuellement en chenil étudie les effets de la nature des fibres dans l'aliment sur le comportement. Pendant 7 semaines, les chiens sont nourris soit avec des fibres hautement fermentescibles (pulpe de betterave et inuline), soit avec des fibres faiblement fermentescibles (cellulose). Le comportement des chiens dans leur cage est régulièrement évalué par un observateur ainsi que par des enregistrements vidéo. Des tests de comportement comprenant un test en *open-field* (le chien est laissé libre et seul dans une pièce), la mise en contact avec un objet inconnu (sac plastique descendant du plafond) et l'exposition à un son brusque (corne de brume) sont réalisés à la fin des 7 semaines pour évaluer la résistance des chiens au stress et à la nouveauté.

Les résultats ne révèlent aucune différence lors des tests de comportement. Il ne semble donc pas y avoir d'effet de la fermentescibilité des fibres sur la résistance au stress chez le chien. Les observations des animaux dans leur cage révèlent que les chiens nourris avec des fibres hautement fermentescibles se reposent plus la nuit et le matin, et qu'ils sont moins agités avant le repas du soir par rapport aux chiens nourris avec des fibres faiblement fermentescibles (Bosch *et al.*, 2009b). Ces observations suggèrent que les fibres fermentescibles aideraient à la relaxation du chien tout au long de la journée.

### **1.2. Fibres, digestion des nutriments et métabolisme du glucose**

Chez le chien, certaines fibres comme la pulpe de betterave ou la gomme de guar diminuent la digestibilité des nutriments (Diez *et al.*, 1998), alors que d'autres comme les fructo-oligosaccharides à chaîne courte augmentent la digestibilité (Howard *et al.*, 2000). Comme vu précédemment, les protéines étant généralement riches en LNAA et pauvres en tryptophane, la modification de leur absorption pourrait modifier le ratio Trp/LNAA et donc la synthèse de sérotonine dans le cerveau.

La nature de la fibre influence la vitesse de la vidange gastrique et donc la vitesse d'absorption des nutriments, ce qui modifie l'amplitude et la durée des variations du glucose sanguin (Holt *et al.*, 1979). Chez le chien, l'utilisation de fibres fermentescibles améliore l'homéostasie du glucose : les pics de glucose (Massimino

*et al.*, 1998) et d'insuline (Diez *et al.*, 1998) post-prandiaux sont réduits. Comme vu plus haut, l'insuline favorise le transport des LNAA dans les muscles squelettiques. Ainsi, une diminution de l'insuline réduirait le ratio Trp/LNAA, diminuant la production de sérotonine dans le cerveau.

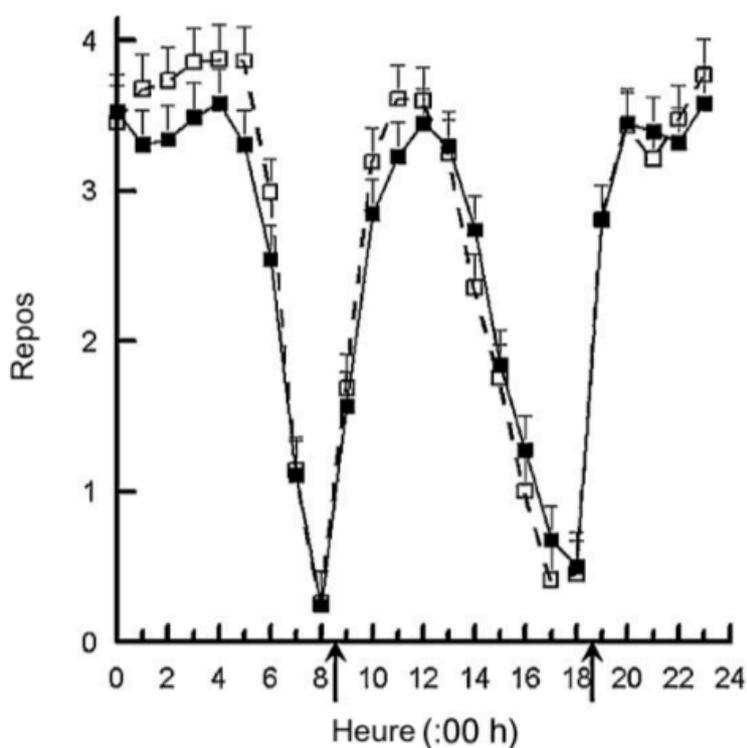
Les fibres auraient donc des effets variables sur le transport du tryptophane vers le cerveau et donc aussi sur la synthèse de sérotonine.

### **1.3. Fibres et fermentation microbienne**

La fermentescibilité de la fibre a une influence sur la population microbienne hébergée dans le tube digestif. L'ingestion de fibres fermentescibles augmente le microbiote aérobie total dans le colon distal du chien (Howard *et al.*, 2000). Une étude menée chez le chien Beagle révèle que la consommation de fibres fermentescibles conduit à une production plus importante de SCFA par les bactéries du tube digestif (Bosch *et al.*, 2009c). Or nous avons vu précédemment que les SCFA avaient un potentiel anxiolytique via la production de corps cétoniques. Une étude portant sur la consommation d'inuline chez le Beagle montre qu'il s'agit d'une fibre qui favorise la fermentation bactérienne et qui augmente le *turnover* (production et catabolisme) des molécules d'acétate (Pouteau *et al.*, 2005). Ainsi, en favorisant la production de corps cétoniques, la fermentation bactérienne dans le tube digestif pourrait avoir une action anxiolytique. Aucune donnée ne permet cependant de le confirmer à ce jour.

#### 1.4. Fibres et satiété

Une étude, mentionnée plus haut, montre que des chiens Beagle logés en chenil se reposent plus la nuit et le matin (Graph. 17), et sont moins agités avant le repas du soir lorsqu'ils sont nourris avec des fibres hautement fermentescibles (Bosch *et al.*, 2009b). Une explication possible à ce phénomène est que les fibres fermentescibles conduisent à une meilleure satiété par rapport aux fibres non fermentescibles chez le chien (Bosch *et al.*, 2009c). Une satiété prolongée pourrait alors réduire les effets secondaires comportementaux liés à une forte motivation alimentaire (Bosch *et al.*, 2007), favorisant ainsi la relaxation tout au long de la journée.



Graph. 17 : Evolution de la fréquence du repos au cours de la journée (moyenne  $\pm$  erreur type, en nombre d'observations sur 4 relevés effectués par heure) selon le type de fibre utilisé dans l'alimentation

(noir : fibres faiblement fermentescibles, blanc : fibres hautement fermentescibles).

Remarque : Les flèches noires indiquent le moment des repas.

(Bosch *et al.*, 2009b)

La ghréline est une hormone digestive qui stimule l'appétit. Chez le chien, on constate un pic de ghréline avant le repas (Yokoyama *et al.*, 2005). Une injection de

cette hormone augmente l'ingestion d'aliment chez le rat (Carlini *et al.*, 2002 ; Currie *et al.*, 2012) et chez le chien (Yokoyama *et al.*, 2005). Or, plusieurs études menées chez le rat montrent que la ghréline a un effet anxiogène (Asakawa *et al.*, 2001 ; Carlini *et al.*, 2002 ; Currie *et al.*, 2012). L'injection intrapéritonéale de ghréline induit une augmentation dose-dépendante de la corticostérone chez le rat (Asakawa *et al.*, 2001). Lors de stress, la ghréline est augmentée (Asakawa *et al.*, 2001). Ainsi, il semblerait que l'estomac joue un rôle dans la régulation de l'anxiété.

Chez le chien, l'ingestion de fibres hautement fermentescibles favorise la satiété (Delzenne *et al.*, 2005 ; Howard *et al.*, 2000) et diminue les concentrations en ghréline (Delzenne *et al.*, 2005). En ingérant des fibres fermentescibles, l'animal a une meilleure sensation de satiété et il est alors protégé de l'action anxiogène de la ghréline.

Toutefois, une étude chez des chiens de compagnie montre que les chiens souffrant de troubles anxieux ont un taux de ghréline similaire à celui des chiens non anxieux (Luño *et al.*, 2019). Cette étude remet donc en question l'implication de la ghréline dans l'apparition de l'anxiété chez le chien.

Ainsi, une alimentation riche en fibres hautement fermentescibles semble intéressante pour prévenir l'apparition d'une anxiété chez le chien. Nous manquons toutefois de données quant aux effets sur le comportement du chien de refuge pour préconiser leur utilisation.

## **2. Autres pistes de recherche concernant les glucides**

### **2.1. Effets d'un régime riche en glucides raffinés**

Les glucides raffinés sont des produits céréaliers qui ont été transformés afin que le grain entier ne soit plus intact. On les retrouve par exemple dans le riz blanc ou le pain blanc. Chez le rongeur, la consommation chronique de glucides raffinés a un effet anxiogène. Cela augmente les niveaux de nitrite dans le cortex préfrontal et l'hippocampe, et provoque une inflammation dans le cerveau (Gomes *et al.*, 2020). Les glucides raffinés diminuent la résistance au stress : ils augmentent l'anxiété

après un stress, favorisent la mémoire aversive et les comportements associés à un état dépressif (Santos *et al.*, 2018). Ils sont donc à éviter dans la mesure du possible.

## **2.2. Métabolisme du glucose et métabolisme du tryptophane**

Comme nous l'avons vu plus haut, la consommation de glucides augmente le ratio Trp/LNAA plasmatique (Fernstrom et Wurtman, 1972b, 1971b) et donc augmente le tryptophane et la sérotonine disponibles dans le cerveau (Fernstrom et Wurtman, 1972a, 1971b). En effet, l'insuline facilite l'entrée des LNAA dans le muscle squelettique, mais pas du tryptophane, qui est lié à l'albumine (Bosch *et al.*, 2007).

Bosch *et al.* résumant le lien entre l'ingestion de glucides et la variation de la quantité de tryptophane dans le cerveau : « Les produits dérivés des glucides digestibles sont principalement des monosaccharides. La digestion de l'amidon et l'absorption des monosaccharides constituent la source principale des fluctuations de la concentration postprandiale en glucose sanguin, qui peut par la suite modifier la disponibilité en tryptophane dans le cerveau lorsque l'ingestion de protéines est faible. »<sup>12</sup> (Bosch *et al.*, 2007).

Ainsi, une restriction en glucides ne semble pas avoir d'influence sur l'anxiété. La consommation chronique de glucides raffinés pourrait avoir un effet anxiogène, alors que la consommation ponctuelle de glucides dans le cadre d'un régime pauvre en protéines pourrait avoir un effet anxiolytique via un transport plus important de tryptophane dans le cerveau. Aucune étude chez le chien ne nous permet de jouer sur la quantité ou la qualité des glucides cellulaires pour moduler l'anxiété.

### Sous-chapitre d : Vitamines et sels minéraux

Une multitude de vitamines et de minéraux sont nécessaires au fonctionnement de l'organisme. Nous étudierons certains d'entre eux dont le potentiel anxiolytique a été étudié.

---

<sup>12</sup> Traduit depuis l'anglais

## **1. Vitamine B6**

La vitamine B6 (ou pyridoxine) est une vitamine hydrosoluble. Elle constitue un cofacteur de la 5-hydroxytryptophane décarboxylase, l'enzyme qui convertit le 5-hydroxytryptophane en sérotonine (Baldewicz *et al.*, 1998).

### **1.1. Effets d'une carence en vit B6**

Chez l'Homme, un déficit en vitamine B6 est un indicateur de mal-être psychologique mais pas d'anxiété (Baldewicz *et al.*, 1998).

### **1.2. Effets d'une supplémentation en vitamine B6 sur l'anxiété**

Chez la souris, une injection intrapéritonéale de vitamine B6 a un effet anxiolytique. Elle augmente le GABA et diminue le glutamate et les nitrites dans le cerveau (Walia *et al.*, 2018).

Chez l'Homme, il ne semble pas y avoir d'effet significatif des vitamines B dans le traitement de l'anxiété, mais celles-ci semblent bénéfiques pour la gestion du stress au sein de la population saine ou à risque (Young *et al.*, 2019).

### **1.3. Potentialisation de l'action du magnésium**

Chez les personnes présentant une anxiété sévère et souffrant d'une carence en magnésium, la supplémentation en magnésium est plus efficace si elle est associée à la vitamine B6 (Pouteau *et al.*, 2018). Chez la femme souffrant d'un syndrome prémenstruel, la vitamine B6 potentialise l'action du magnésium et permet une légère diminution de l'anxiété après un mois de supplémentation (De Souza *et al.*, 2000).

Ainsi, plus que son pouvoir anxiolytique, la vitamine B6 semble intéressante pour favoriser l'absorption du magnésium, comme nous allons le voir ensuite.

## **2. Magnésium**

Le magnésium est un macro-élément essentiel au bon fonctionnement de l'organisme, souvent utilisé dans les produits commercialisés pour une action anxiolytique.

### **2.1. Effets d'une carence en magnésium**

La diminution des apports alimentaires en magnésium induit une diminution de la quantité de magnésium dans le plasma et dans les globules rouges. Ceci augmente le stress oxydatif de l'organisme ainsi que la glycémie (Hans *et al.*, 2002). Une carence alimentaire en magnésium pendant plusieurs semaines conduit à une augmentation de l'anxiété chez le rongeur (Sartori *et al.*, 2012 ; Singewald *et al.*, 2004). On observe une activation de l'axe corticotrope : la production de CRH est stimulée dans l'hypothalamus et le taux plasmatique d'ACTH est augmenté (Sartori *et al.*, 2012). Ainsi, une carence alimentaire en magnésium a un pouvoir anxiogène.

### **2.2. Effets d'une supplémentation sur le stress et l'anxiété**

De nombreuses études démontrent l'activité anxiolytique du magnésium chez le rongeur, en prise aiguë ou chronique (Fromm *et al.*, 2004 ; Poleszak, 2008 ; Poleszak *et al.*, 2008, 2004). Le pouvoir anxiolytique du magnésium ferait intervenir les récepteurs NMDA du glutamate (Poleszak *et al.*, 2008) et les récepteurs au GABA (Poleszak, 2008). Chez l'Homme, le magnésium semble également avoir un effet bénéfique sur l'anxiété chez les sujets qui y sont sensibles, mais plus d'études sont nécessaires (Boyle *et al.*, 2017). En effet les résultats sont mitigés : par exemple chez la femme la supplémentation chronique en magnésium ne s'est pas montrée plus efficace qu'un placebo pour diminuer l'anxiété post-partum (Fard *et al.*, 2017). Aucune étude chez le chien n'a été menée à ce jour.

### **2.3. Compétition et potentialisation**

Chez le rongeur, l'ajout simultané de sodium annule l'effet anxiolytique du magnésium (Poleszak *et al.*, 2004). En effet, il se fixe au récepteur NMDA du glutamate et empêche l'accès du Mg<sup>2+</sup> au site de fixation (Zhu and Auerbach, 2001). A l'inverse, comme vu précédemment, la combinaison avec de la vitamine B6

favorise l'absorption du magnésium par l'organisme et potentialise ainsi son action (Pouteau *et al.*, 2018). Par exemple, chez la femme, la vitamine B6 et le magnésium agissent en synergie pour réduire l'anxiété lors de syndrome prémenstruel (De Souza *et al.*, 2000). Ainsi, la combinaison de la vitamine B6 et du magnésium semble avoir un effet anxiolytique. D'autres études sont cependant nécessaires pour évaluer l'influence d'une telle supplémentation sur l'anxiété chez le chien.

### **3. Vitamine C**

Des études indiquent que le stress oxydatif représente un composant majeur de la pathologie de l'anxiété (Fedoce *et al.*, 2018). La vitamine C (ou acide ascorbique) est une vitamine hydrosoluble au fort pouvoir antioxydant. Elle participe à la production des catécholamines et des glucocorticoïdes, module la quantité de sérotonine et de glutamate dans le cerveau (Moritz *et al.*, 2020).

#### **3.1. Quantité de vitamine C dans l'aliment et anxiété**

Il ne semble pas y avoir de corrélation entre la quantité de vitamine C ingérée dans l'alimentation et l'anxiété au sein de la population (Farhadnejad *et al.*, 2020).

#### **3.2. Modifications du métabolisme de la vitamine C lors de stress et d'anxiété**

Une étude révèle que les personnes souffrant d'anxiété généralisée ont un taux plus élevé de vitamine C plasmatique, suggérant un phénomène compensatoire (Islam *et al.*, 2014).

#### **3.3. Effets d'une supplémentation en vitamine C sur l'anxiété**

De nombreuses études précliniques donnent des résultats encourageants quant à l'utilisation de la vitamine C pour diminuer l'anxiété et améliorer la résistance au stress. Il existe d'abord des preuves solides de l'effet anxiolytique de la vitamine C chez le rongeur (Fraga *et al.*, 2018 ; Hughes *et al.*, 2011 ; Walia *et al.*, 2019). Une supplémentation en acide ascorbique diminue significativement la quantité de nitrites dans le cerveau du rat (Walia *et al.*, 2019). Ensuite, une injection intrapéritonéale de mercure chez le poisson zèbre provoque un important stress oxydatif dans le

cerveau, associé à un effet anxiogène. La supplémentation en vitamine C bloque efficacement les effets anxiogènes du mercure chez le poisson zèbre (Puty *et al.*, 2014). Enfin, chez le poulet d'élevage, une supplémentation en vitamine C augmente la prise alimentaire et diminue le taux de corticostérone plasmatique lors de l'exposition à de multiples stress environnementaux (McKee et Harrison, 1995).

Les études cliniques chez l'Homme montrent des effets encourageants d'une supplémentation en vitamine C, avec une faible toxicité (Moritz *et al.*, 2020). Chez des étudiants en bonne santé, la supplémentation en vitamine C augmente la vitamine C plasmatique et diminue l'anxiété par rapport au placebo (de Oliveira *et al.*, 2015). Chez les étudiants les plus anxieux, une dose unique d'acide ascorbique permet de diminuer le score d'anxiété (Moritz *et al.*, 2017). Les patients diabétiques ayant reçu une supplémentation en vitamine C pendant 6 semaines ont un score d'anxiété plus faible que ceux ayant reçu un placebo (Mazloom *et al.*, 2013).

Au vu de ces résultats et de la faible toxicité rapportée par les études l'utilisation de vitamine C peut être encouragée dans la prévention de l'anxiété chez le chien, malgré l'absence de données concernant cette espèce.

#### **4. Autres pistes de recherche concernant les vitamines et minéraux**

De nombreux autres vitamines et minéraux sont souvent employés dans les compléments alimentaires du commerce. Cependant, la littérature offre peu de preuves de leur efficacité. Elle met même parfois en garde contre les risques liés à un potentiel surdosage. Nous résumerons les informations récoltées à leur sujet dans le Tableau 5.

Tabl. 5 : Résumé des données de la littérature concernant le lien pouvant être établi entre l'anxiété et divers vitamines et minéraux

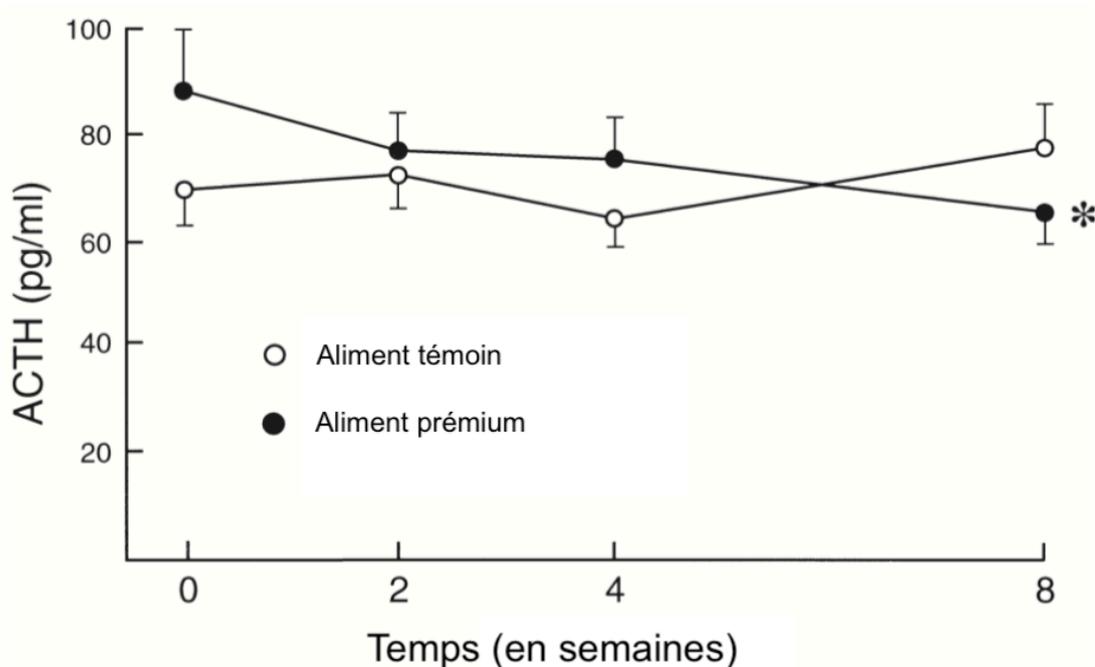
Composé	Modifications du métabolisme lors d'anxiété	Effets d'une carence	Effets d'une complémentation
Vitamine D	Chez l'Homme, le taux de vitamine D est diminué chez les personnes souffrant de dépression ou d'anxiété (Bičíková <i>et al.</i> , 2015)	Une carence en vitamine D n'a pas d'influence sur le cortisol ou l'anxiété (Casseb <i>et al.</i> , 2019)	La supplémentation chronique en vitamine D chez le rat diminue la peur et l'anxiété (Hughes <i>et al.</i> , 2011). Les données manquent chez l'Homme pour conclure
Vitamine E	Les personnes souffrant d'anxiété généralisée ont moins de vitamine E plasmatisque (Islam <i>et al.</i> , 2014)	Une carence alimentaire en vitamine E augmente l'anxiété chez le rat. (Okura <i>et al.</i> , 2009)	L'effet anxiolytique d'une complémentation en vitamine E n'a pas pu être établi, ni chez le rongeur ni chez l'Homme. La complémentation chronique en vitamine E à forte dose peut être dangereuse pour la santé chez l'Homme (Miller <i>et al.</i> , 2005)
Zinc	Les personnes anxieuses ont un taux de zinc plasmatique plus bas que les personnes non anxieuses (Russo, 2011)	Il existe une corrélation négative entre l'apport alimentaire de zinc et le risque d'anxiété (Nakamura <i>et al.</i> , 2019 ; Tahmasebi <i>et al.</i> , 2017)	Chez le rat, une complémentation à faible dose serait anxiolytique alors qu'une complémentation à plus forte dose serait anxiogène (Samardžić <i>et al.</i> , 2013). Il n'y a pas d'effet de la supplémentation en zinc sur l'anxiété chez l'Homme (Fard <i>et al.</i> , 2017). Associée à la vitamine B6, le zinc pourrait être plus efficace que lorsqu'il est utilisé seul (Russo, 2011)

## Sous-chapitre f : Qualité de l'aliment

Jusque là nous avons étudié l'impact de la composition de l'aliment sur l'anxiété. Ce paragraphe s'intéresse à l'influence de la qualité de l'aliment sur le comportement du chien de refuge.

En 2002, Hennessy *et al.* ont étudié l'influence d'un aliment premium sur le comportement du chien de refuge par rapport à un aliment classique. L'aliment dit « premium » comprend des nutriments hautement digestibles et une grande proportion de protéines d'origine animale. Pendant 8 semaines, les chiens sont nourris soit avec l'aliment premium, soit avec l'aliment classique. Les résultats montrent que le premium a une meilleure appétence que le classique dans les premières semaines au refuge. Comme nous l'avons vu plus haut, chez 10% des chiens, on observe un manque d'appétit suite à l'admission au refuge (Stephen et Ledger, 2005). Une meilleure appétence permettrait donc de contrer ce comportement d'inhibition. Par ailleurs, la prise d'un aliment premium a tendance à réduire la locomotion et la réactivité lors des tests de comportement, ce qui pourrait être le témoin d'une anxiété diminuée (Hennessy *et al.*, 2002b).

Au cours de cette même étude, l'influence du régime sur l'axe corticotrope a été évaluée. Le régime premium permet une modération de l'activité de l'axe corticotrope : après 8 semaines, la concentration plasmatique en ACTH a diminué avec l'aliment premium, alors qu'elle reste constante avec l'aliment classique (Graph. 18) (Hennessy *et al.*, 2002a). Ceci suggère donc qu'en apportant un aliment de meilleure qualité aux chiens de refuge, on participe à réduire leur anxiété.



Graph. 18 : Evolution de la concentration plasmatique moyenne ( $\pm$  Erreur standard) en ACTH chez des chiens nourris avec un aliment premium (n = 20) pendant 8 semaines, par rapport à un groupe témoin (n = 20). \* Différence significative par rapport à la valeur à S0 dans ce groupe (P < 0,05) (Hennessy *et al.*, 2002a)

Toutefois, les résultats de cette étude sont à interpréter avec précaution. En effet, les conditions de détention ne sont pas standardisées dans cette étude, et tous les chiens n'ont pas le même environnement, ce qui peut créer un biais dans l'apparition de l'anxiété. De plus, les animaux souffrant de troubles du comportement sont exclus de l'étude, ce qui élimine notamment les animaux anxieux. Par ailleurs, la taille de l'échantillon est faible, ce qui limite le pouvoir statistique de ces résultats (il n'y a pas de différence significative du taux d'ACTH entre les deux groupes). Ce n'est pas toujours le même manipulateur qui réalise les tests d'un chien à l'autre, ce qui peut être à l'origine de biais. On note des inégalités de comportement entre les deux groupes avant le début de l'étude, ce qui complique l'interprétation des résultats finaux. Enfin, il existe une forte variation de composition entre les deux aliments, il nous est donc impossible de différencier l'influence de la qualité de l'influence de la composition (Hennessy *et al.*, 2002b).

Enfin, l'alimentation disponible dans les refuges reposant généralement sur les dons, il est difficile d'envisager de la restreindre uniquement à une alimentation premium.

Pour conclure, Bosch *et al.* résumant l'utilisation de la nutrition comme modulateur d'anxiété chez le chien : « Nous pouvons en conclure que peu de recherches ont été menées dans ce domaine, bien que la recherche chez d'autres espèces indique que nous pouvons potentiellement modifier le comportement du chien à travers la nutrition »<sup>13</sup> (Bosch *et al.*, 2007). Nous recommandons donc une alimentation équilibrée de qualité, notamment pour éviter des carences pouvant participer à l'apparition d'une anxiété. L'ajout de certains nutriments peut participer à sa prévention, comme les oméga-3 présents dans l'huile de poisson. D'autres composants spécifiques peuvent aussi être ajoutés à l'alimentation du chien par des compléments alimentaires, que nous développerons dans une partie spécifique.

---

<sup>13</sup> Traduit depuis l'anglais

## Chapitre 7 : Phytothérapie

La phytothérapie est le « traitement ou [la] prévention des maladies par l'usage des plantes » (Larousse, n.d.). Utilisées depuis des millénaires par les médecines traditionnelles, les plantes sont de plus en plus étudiées pour leurs propriétés thérapeutiques. De nombreuses spécialités à base de plantes sont disponibles pour traiter ou prévenir l'anxiété chez le chien. Cependant, parmi celles disponibles en France, très peu ont fait l'objet d'une étude concernant leur efficacité. Nous écartons ici l'utilisation de préparations homéopathiques, car leur utilisation dans la gestion de l'anxiété chez le chien n'a révélé aucune différence avec un traitement placebo (Cracknell and Mills, 2008).

### Sous-chapitre a : Plantes anxiolytiques

Certaines plantes sont étudiées pour leur action anxiolytique, surtout chez l'homme et le rongeur.

#### **1. Valériane**

La valériane (*Valeriana officinalis*) contient plusieurs substances aux propriétés relaxantes : la linarine, qui a un effet sédatif et qui augmente la durée et la qualité du sommeil chez le rat (Fernández *et al.*, 2004) ; les valépotriates, qui ont un possible effet anxiolytique (Andreatini *et al.*, 2002) et l'acide valérianique, dont l'effet sédatif a été démontré chez la souris (Hendriks *et al.*, 1985). Associée au Kava (*Piper methyscticum*) pendant 7 jours, la valériane limite l'augmentation de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque et de la pression ressentie lors de stress induit chez l'Homme (Cropley *et al.*, 2002).

#### **2. Passiflore**

La passiflore (*Passiflora incarnata*) est efficace dans le traitement de l'anxiété généralisée chez l'Homme, sans incidence négative sur les capacités cognitives (Akhondzadeh *et al.*, 2001).

### 3. Mélisse

La mélisse (*Melissa officinalis*) a un effet apaisant chez l'Homme (Kennedy *et al.*, 2002). Elle améliore l'humeur, favorise la relaxation et améliore la cognition en situation de stress (Kennedy *et al.*, 2004).

### 4. Racine de ginseng

Chez le rat, l'effet anxiolytique de la racine de ginseng (*Panax ginseng*) est similaire à celui du diazépam (Bhattacharya and Mitra, 1991).

### 5. Bacopa

Chez le rat, l'effet anxiolytique du bacopa (*Bacopa monniera*) est similaire à celui lorazepam (Bhattacharya and Ghosal, 1998).

### 6. Extrait de thé vert : L-théanine

La L-théanine est un acide aminé présent dans le thé (*Camillia sinensis*). Il est possible d'extraire la L-théanine directement de la feuille de thé, ou bien de la synthétiser par biotransformation grâce à des enzymes microbiennes (Sharma *et al.*, 2018). Son mécanisme d'action est encore mal connu, mais son analogie structurale avec le glutamate pourrait entrer en jeu (Fig. 4), augmentant la sécrétion de GABA, de sérotonine et de dopamine dans le cerveau (Pike *et al.*, 2015).

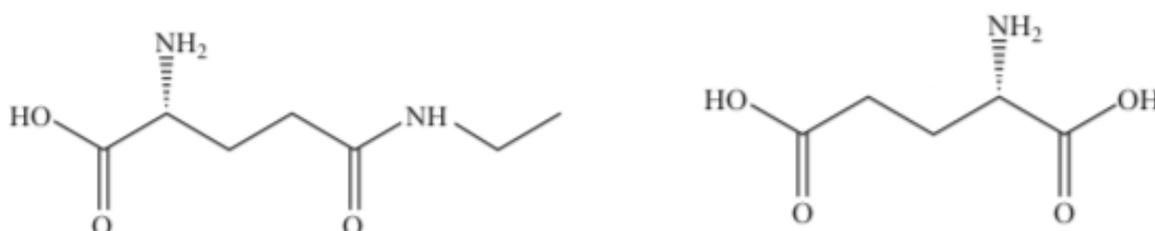


Fig. 4 : Représentation de Cram des molécules de L-théanine (à gauche)

et d'acide glutamique (à droite)

(Sharma *et al.*, 2018)

Des études robustes montrent que la L-théanine diminue le stress et favorise la relaxation. L'administration de L-théanine chez la souris diminue le taux de cortisol et de catécholamines plasmatiques, et limite les dysfonctionnements cognitifs lors de stress chronique (Tian *et al.*, 2013). La L-théanine aurait également un possible effet

anti-dépresseur dans les situations de stress chronique chez le rat (Shen *et al.*, 2019). Chez l'Homme, il a été montré que 200 à 400 mg par jour de L-théine aident à diminuer significativement l'anxiété perçue (Hidese *et al.*, 2019 ; Williams *et al.*, 2020). Son administration diminue la fréquence cardiaque lors d'une situation de stress aigu, avec un effet inhibiteur sur le système nerveux sympathique (Kimura *et al.*, 2007).

Le laboratoire français Virbac a développé un complément alimentaire à base de L-théanine (ANXITANE®) destiné au chien et au chat. Plusieurs études donnent des résultats encourageants pour son utilisation dans la gestion de l'anxiété. Chez le chat anxieux, un traitement avec ANXITANE® diminue les signes comportementaux d'anxiété, particulièrement l'élimination inappropriée (Dramard *et al.*, 2018). Chez le chien présentant une sensibilité aux orages, un traitement de 4 à 8 semaines semble réduire les signes de peur exprimés à la maison lors d'orages, selon un questionnaire complété par les propriétaires à l'aide d'échelles semi-quantitatives (Pike *et al.*, 2015). Une seconde étude chez le chien phobique du bruit encourage l'utilisation d'ANXITANE® en association avec une thérapie comportementale pour réduire les manifestations d'anxiété (Berteselli et Michelazzi, 2007). Enfin, un article portant sur les chiens peureux en présence de personnes inconnues indique qu'après 8 semaines de traitement, les interactions avec un inconnu lors d'un test en laboratoire sont favorisées par rapport à un groupe contrôle, témoignant d'une diminution de la peur (Araujo *et al.*, 2010).

Les résultats concernant l'utilisation de la L-théanine pour traiter l'anxiété chez le chien sont donc encourageants, et aucun effet secondaire n'a été rapporté. Son administration pour réduire l'anxiété des chiens de refuge semble donc intéressante. Cependant, l'absence de groupe témoin dans certaines études (Dramard *et al.*, 2018 ; Pike *et al.*, 2015) ou la taille réduite des échantillons (Araujo *et al.*, 2010 ; Berteselli and Michelazzi, 2007) rend difficile l'interprétation, et exige des études complémentaires pour confirmer ces résultats chez le chien.

## **7. Extrait de curcuma : Curcumine**

Le curcuma est réputé pour ses propriétés anti-oxydantes. La curcumine est le pigment principal du curcuma, qui lui donne sa couleur jaune. Plusieurs études

confirment le pouvoir anxiolytique de la curcumine chez le rongeur (Aubry *et al.*, 2019 ; Haider *et al.*, 2015 ; Lee et Lee, 2018 ; Wu *et al.*, 2015). La curcumine empêche par exemple l'apparition d'anxiété lors d'une intoxication subchronique au cuivre (Abbaoui et Gamrani, 2019), ou une intoxication aiguë au plomb (Benammi *et al.*, 2014). Elle permet d'améliorer significativement la résistance à un stress chronique (Aubry *et al.*, 2019 ; Lee and Lee, 2018) ou ponctuel (Haider *et al.*, 2015).

Chez l'Homme, un extrait de curcuma en cure de 8 semaines semble avoir un effet bénéfique sur la fatigue (Kawasaki *et al.*, 2018). Chez les patients diabétiques (Asadi *et al.*, 2020) et obèses (Esmaily *et al.*, 2015), la curcumine diminue significativement le score d'anxiété par rapport à un placebo.

Le mécanisme d'action de la curcumine sur l'anxiété reste mal connu. Elle agit notamment sur la régulation de la sérotonine dans le cerveau (Benammi *et al.*, 2014 ; Lee and Lee, 2018). Elle favorise aussi la synthèse de DHA à partir de l'acide alpha-linolénique dans le cerveau et le foie (Wu *et al.*, 2015). Comme vu précédemment, le DHA est un oméga-3 avec un potentiel anxiolytique. Des enzymes anti-oxydantes semblent également impliquées dans le mode d'action de la curcumine (Haider *et al.*, 2015).

Ainsi, nous manquons de données pour préconiser l'utilisation de la curcumine chez le chien mais les données récoltées chez les autres espèces sont encourageantes.

#### Sous-chapitre b : Produits de phytothérapie destinés à l'anxiété du chien

Le seul produit de phytothérapie dont l'efficacité a été étudiée chez le chien est un complément alimentaire développé aux Etats-Unis à base d'écorce de *Magnolia officinalis* et de *Phellodendron amurense* (HARMONEASE®). Ces deux plantes sont traditionnellement utilisées dans la pharmacopée chinoise pour leurs propriétés relaxantes. Chez l'Homme, elles sont associées dans un complexe breveté (RELORA®), utilisé comme ingrédient dans la composition de HARMONEASE®.

L'action anxiolytique de RELORA® chez l'Homme a fait l'objet de plusieurs études robustes. Son utilisation est par exemple bénéfique pour réduire l'anxiété de femmes en période de pré-ménopause (Kalman *et al.*, 2008). Des patients souffrant d'anxiété modérée traités pendant 4 semaines (250mg, deux fois par jour) ont un cortisol salivaire et un stress perçu significativement diminués par rapport au traitement placebo, et on note une amélioration globale de l'humeur (Talbot *et al.*, 2013).

Chez le chien, l'administration de HARMONEASE® entraîne une diminution de l'immobilité déclenchée par un enregistrement sonore d'orage en laboratoire (DePorter *et al.*, 2012), mais la taille de l'échantillon étant faible (n=20) les résultats restent difficilement interprétables. Une étude menée chez des chiens de refuge aurait également montré une diminution de certains comportements stéréotypés (granulomes de léchage, tournis, posture basse) après 5 jours de traitement ("Harmonease Chewable Tablets," n.d.). Cependant, ces résultats n'étant pas rendus publics par le laboratoire, nous ne pouvons pas attester de leur véracité

En France, de nombreuses autres plantes sont utilisées dans des spécialités destinées à limiter l'anxiété chez le chien. Aucun produit exclusivement phytothérapeutique n'a fait l'objet d'une étude concernant son efficacité. Les plantes les plus utilisées sont la valériane (que l'on retrouve par exemple dans la composition de SEDAPHYTOL®, PETS COOL® ou CANI-ZEN®), la passiflore (entrant dans la composition de SEDAPHYTOL®, CANI-ZEN®, ANANXIVIA® ou encore ZEN SUPP®) et la mélisse (YUCALM®, ZEN SUPP®). Elles sont souvent utilisées en association avec des minéraux, vitamines ou autres compléments alimentaires. Ce type de complément alimentaire sera traité dans le prochain chapitre.

Plusieurs extraits botaniques semblent donc prometteurs dans le traitement de l'anxiété, mais les recherches chez le chien sont insuffisantes à ce jour pour évaluer leur efficacité réelle.

## Chapitre 8 : Compléments alimentaires

Les compléments alimentaires contre l'anxiété chez le chien sont en fort développement. En effet, le peu d'effets secondaires associés, l'aspect naturel du produit ainsi que leur facilité d'accès les rendent séduisants. Cependant, l'absence de dossier AMM rend l'évaluation de leur efficacité difficile. Une grande quantité de produits nutritionnels sont disponibles à la vente libre pour réduire l'anxiété chez le chien. La plupart comprennent un mélange de plantes, de minéraux, de vitamines et d'autres molécules réputées pour avoir un effet anxiolytique. Certains d'entre eux ont fait l'objet d'études pour évaluer leur efficacité chez le chien. Dans cette partie, nous proposons une évaluation des produits ayant été impliqués dans de telles études, et une analyse rapide de leurs constituants.

### Sous-chapitre a : Alpha-casozépine (ZYLKENE®)

L'alpha-casozépine est une molécule extraite des protéines du lait de vache, et reconnue comme ingrédient alimentaire en 2004 par la Food and Drug Administration aux Etats-Unis ("75-Day Premarket NDIN 1995 to Present," n.d.). En tant qu'aliment autorisé, elle possède donc une parfaite innocuité. En France, elle est commercialisée à destination des animaux de compagnie dans le ZYLKENE®, développé par les laboratoires Vetoquinol.

Bénézech *et al.* introduisent le potentiel anxiolytique de l'alpha-casozépine : « On a découvert que l'hydrolysate trypsique de caséine alpha-s1 de lait bovin contient un biopeptide actif composé de dix acides aminés (YLGYLEQLLR), fraction peptidique qui semble passer la barrière intestinale et la barrière hémato-encéphalique (BHE) et qui possède des effets neurotropes. [...] L'alpha-casozépine est une molécule active obtenue à partir de la caséine alpha-s1 de lait bovin, sans traitement autre qu'une hydrolyse trypsique, copie du phénomène physiologique naturel se passant chez le nourrisson. »<sup>14</sup> (Bénézech *et al.*, 2009).

La recherche chez le rongeur a donné des résultats très prometteurs. En injection intrapéritonéale, l'alpha-casozépine a un effet anxiolytique (Miclo *et al.*, 2001) qui serait similaire à celui du diazépam lorsque l'animal est soumis à un stress

---

<sup>14</sup> Traduit depuis l'anglais

(Benoit *et al.*, 2017 ; Benoît *et al.*, 2016). Plusieurs études montrent que la prise orale permet de conserver toutes les propriétés anxiolytiques de ce peptide, qui seraient toujours similaires à celles du diazépam (Violle *et al.*, 2006), voire même avec une action plus durable que lui (Messaoudi *et al.*, 2009). La prise orale favorise la relaxation (Dela Peña *et al.*, 2016) et évite les troubles du sommeil lorsque le rongeur est soumis à un stress chronique (Guesdon *et al.*, 2006).

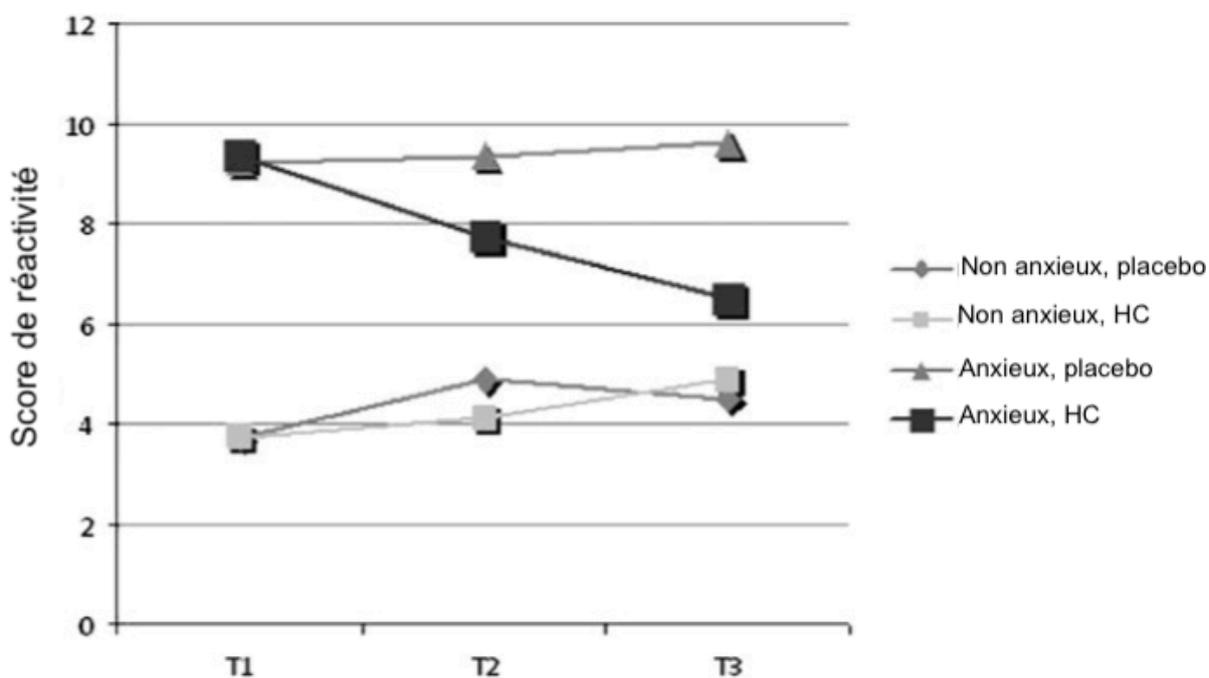
L'action anxiolytique de l'alpha-casozépine implique les récepteurs au GABA de type A (Dela Peña *et al.*, 2016 ; Miclo *et al.*, 2001 ; Yayeh *et al.*, 2018). Ceci explique notamment son action sur la qualité du sommeil. Lors d'un stress uniquement, elle diminue l'activité cérébrale dans certaines régions du cerveau impliquées dans la régulation de l'anxiété (le cortex préfrontal, l'hippocampe, le noyau *accubens* et l'hypothalamus) par rapport à un placebo (Benoit *et al.*, 2017 ; Benoît *et al.*, 2016). Elle aurait donc un mode d'action proche de celui du diazépam (Benoit *et al.*, 2017 ; Benoît *et al.*, 2016 ; Miclo *et al.*, 2001 ; Violle *et al.*, 2006), sans en avoir les effets secondaires tels que la désinhibition (Violle *et al.*, 2006), la perte de mémoire ou l'addiction (Messaoudi *et al.*, 2009). Aucune sédation n'est associée à l'utilisation de l'alpha-casozépine chez le rongeur (Dela Peña *et al.*, 2016).

Chez l'Homme, trois prises à 12h d'intervalle limitent l'élévation de pression artérielle, de la fréquence cardiaque et du cortisol suite à une situation de stress expérimental (Messaoudi *et al.*, 2005). Une étude menée spécifiquement chez la femme révèle que la prise de 150 mg par jour d'alpha-casozépine pendant 30 jours diminue significativement les symptômes liés au stress et à l'anxiété, comme les troubles digestifs, cardiovasculaires, cognitifs, émotionnels et sociaux (Kim *et al.*, 2007).

Chez le chat, l'utilisation d'alpha-casozépine associée à une thérapie comportementale permet une amélioration significative de nombreux paramètres comportementaux en lien avec la peur et l'anxiété (phobie sociale, score global d'anxiété, peur des inconnus, contacts avec les personnes familières, peurs en général, agressions liées à la peur, troubles du système nerveux autonome) par rapport à un placebo (Beata *et al.*, 2007a).

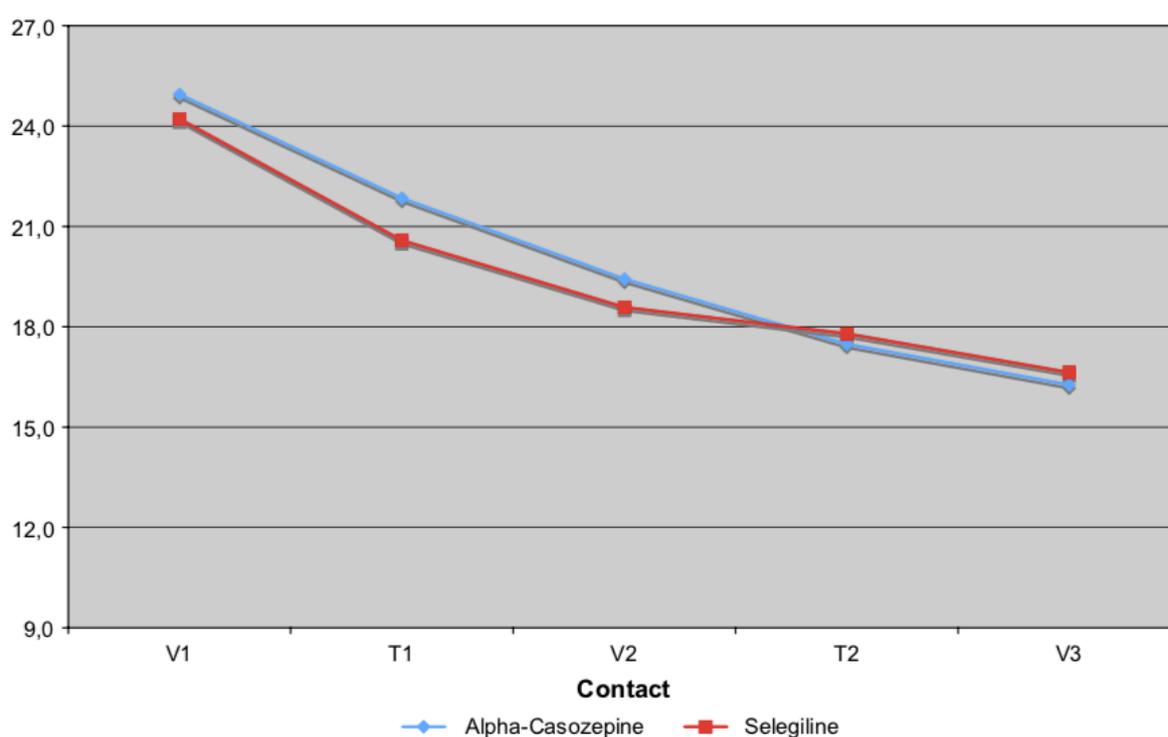
Deux études confirment leur effet positif sur l'anxiété chez le chien. Chez le beagle, l'utilisation de l'alpha-casozépine comme agent d'enrobage est comparée à un placebo sans enrobage pendant 60 jours. Quatre groupes d'étude sont créés : le premier comprend des chiens anxieux nourris avec l'aliment enrobé, le second des chiens non anxieux nourris avec l'aliment enrobé, le troisième avec des chiens anxieux nourris avec l'aliment témoin et le dernier avec des chiens non anxieux nourris avec l'aliment témoin.

Au début de l'étude, les chiens anxieux ont une plus forte réactivité que les chiens non anxieux, sans différence entre les groupes de régime. A la fin de l'étude, cette différence de réactivité liée à l'anxiété disparaît dans le groupe ayant consommé l'alpha-casozépine mais persiste dans le groupe avec l'aliment placebo (Graph. 19). Les observations montrent une amélioration comportementale chez les chiens anxieux avec un régime contenant l'alpha-casozépine. Le taux de cortisol diminue de manière significative au cours de l'étude chez les chiens anxieux avec un régime contenant l'alpha-casozépine, bien que les différences de cortisol entre chiens anxieux et non anxieux ne soient pas significatives à cause de la forte variabilité individuelle des mesures (Palestrini *et al.*, 2010).



Graph. 19 : Evolution du score de réactivité au cours du temps chez des chiens souffrant ou non d'anxiété, recevant soit un aliment placebo soit un aliment contenant un hydrolysate de caséine (HC) (T1 : avant le début du test ; T2 : après 4 semaines ; T3 : après 8 semaines) (Palestrini *et al.*, 2010)

Chez le chien de propriétaire souffrant de troubles anxieux, la prise de 15 mg/kg par jour d'alpha-casozépine est comparée à celle de 0,5 mg/kg par jour de sélégiline pendant 56 jours, en association à une thérapie comportementale pour tous. On constate une amélioration du score d'anxiété et de l'évaluation par les propriétaires à partir de 15 jours, similaire pour les deux molécules (Graph. 20). Aucun effet secondaire n'est rapporté. Cependant, pour des raisons éthiques, cette étude ne comporte pas de contrôle négatif, seul un contrôle positif est présent avec la sélégiline. La thérapie comportementale étant appliquée en même temps, il est difficile de déterminer la part du traitement dans l'amélioration observée (Beata *et al.*, 2007b).



Graph. 20 : Evolution des scores EDED (*Emotional Disorders Evaluation in Dogs*) chez des chiens souffrant de troubles anxieux, avec un traitement à l'alpha-casozépine ou à la sélégiline (V1 : première visite à J0, T1 : suivi téléphonique à J14, V2 : seconde visite à J28, T2 : suivi téléphonique à J42, V3 : troisième visite à J56)

Remarque : l'échelle EDED est comprise entre 9 et 45.

Le score est considéré comme normal entre 9 et 13.

(Beata *et al.*, 2007b)

Ainsi, comme le résumant Bénézech *et al.* : « L'hydrolysate trypsique de la caséine alpha-s1 de lait bovin, avec son principe actif, l'alpha-casozépine, représente un tranquillisant naturel, efficace et sans danger, susceptible de s'intégrer

dans la stratégie thérapeutique, en alternative à la prescription d'un anxiolytique médicamenteux dans les états prévisibles ou constitués d'anxiété et de stress modérés »<sup>15</sup> (Bénézech *et al.*, 2009).

Notons qu'il existe d'autres peptides dérivés de l'alpha S1-caséine étudiés pour leur propriété anxiolytique. Par exemple, En prise orale, le peptide YLG (Tyrosine-Leucine-Glycine) a un effet anxiolytique, et agit sur la sérotonine, la dopamine et le GABA. Il s'agit du produit de dégradation principal de la digestion de la caséine alpha-S1 (Mizushige *et al.*, 2013). Mais nous manquons encore de données.

Ainsi, l'utilisation du ZYLKENE® pourrait se révéler utile dans la prévention et le traitement de l'anxiété chez le chien. Aucune donnée n'a cependant été récoltée en refuge.

#### Sous-chapitre b : Association de magnésium et d'alpha-lactalbumine (ALPHAZIUM 5®)

ALPHAZIUM 5®, développé par le laboratoire TVM, est un complément facilement disponible en France, qui contient du glycérophosphate de magnésium et de l'alpha-lactalbumine.

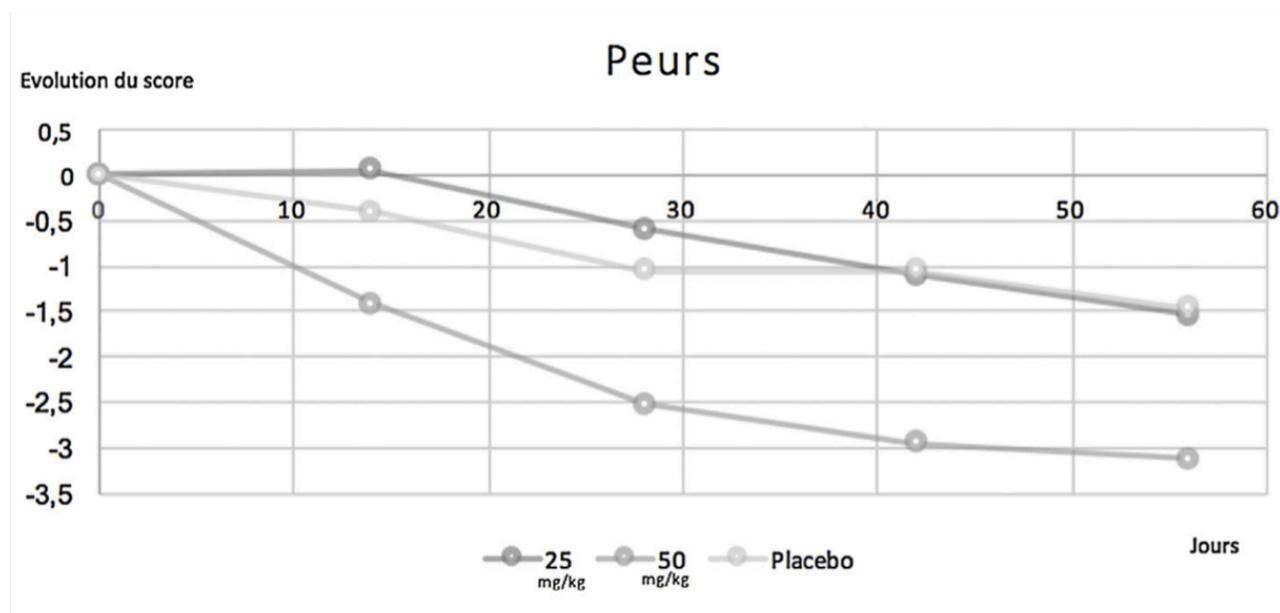
- Comme vu précédemment, l'alpha-lactalbumine est une protéine riche en tryptophane, précurseur de la sérotonine, et dont l'action anxiolytique est supérieure au tryptophane pur.
- Le magnésium possède également un pouvoir anxiolytique intéressant chez l'Homme. Nous manquons toutefois de données chez le chien.

Chez le rat, la prise de 25 à 50 mg/kg d'ALPHAZIUM 5® pendant 90 jours a un effet anxiolytique similaire au diazépam, et meilleur qu'un placebo. Avec des doses trop importantes (100 mg/kg) on note une perte d'efficacité qui pourrait s'expliquer par la dégradation préférentielle du tryptophane par la voie kyurénique, empêchant alors la synthèse de sérotonine dans le cerveau (Beata *et al.*, 2018).

---

<sup>15</sup> Traduit depuis l'anglais

Chez le chat souffrant d'anxiété, la prise de 50 mg/kg d'ALPHAZIUM 5® pendant 56 jours diminue les peurs deux fois plus efficacement qu'un placebo (Graph. 21), et améliore le marquage urinaire jusqu'à 3 fois plus efficacement. Toutefois, les différences entre les groupes sont peu significatives du fait du faible effectif, de l'effet placebo très efficace dans cette étude, et de la mise en place simultanée d'une thérapie comportementale pour tous (Beata *et al.*, 2018).



Graph. 21 : Effets d'ALPHAZIUM 5® sur les symptômes de peur chez le chat anxieux, à une posologie de 25 ou 50 mg/kg, en comparaison à un placebo (Beata *et al.*, 2018)

Aucune étude chez le chien n'a été menée à ce jour, mais le peu d'effets secondaires et les résultats encourageants liés à l'utilisation de l'alpha-lactalbumine développés plus haut peuvent inciter son utilisation chez le chien de refuge.

## Sous-chapitre c : Probiotiques

### **1. L'axe intestin-cerveau**

L'intestin est un organe qui intervient dans la régulation de la peur et de l'anxiété. L'iléon peut notamment produire de la corticostérone. Un déficit du microbiote provoque une surproduction permanente de corticostérone par l'iléon (Mukherji *et al.*, 2013).

L'intestin et le cerveau interagissent en permanence, et les conditions du microbiote intestinal vont modifier les paramètres physiologiques de l'anxiété. D'après Wiley *et al.* (Wiley *et al.*, 2017), il existe de nombreux moyens par lesquels les bactéries intestinales modulent l'anxiété dans l'organisme :

- Une dysbiose induit la production de cytokines et de facteurs de l'inflammation qui passent dans la circulation sanguine et activent l'axe corticotrope.
- Les lipopolysaccharides (noté LPS) et les peptidoglycanes libérés par le microbiote peuvent également activer l'axe corticotrope.
- *E. Coli* est une bactérie commensale répandue qui produit une protéine capable de stimuler la synthèse d'ACTH.
- Les SCFA libérés par la fermentation stabilisent l'intégrité intestinale et limitent l'inflammation, y compris dans le cerveau car ils peuvent franchir la barrière hémato-méningée.
- Beaucoup de micro-organismes produisent des neurotransmetteurs, qui agissent directement sur le nerf vague.

## **2. Modifications du microbiote intestinal chez les sujets anxieux**

De nombreuses études montrent qu'il existe un changement de population bactérienne dans l'intestin des sujets anxieux (Chen *et al.*, 2019 ; Jiang *et al.*, 2018 ; Kuti *et al.*, 2019 ; Mason *et al.*, 2020). La dysbiose chez les sujets anxieux entraîne une production exacerbée de LPS par le microbiote, qui circulent donc en plus grande quantité dans le sang (Kuti *et al.*, 2019 ; Stevens *et al.*, 2018). Par ailleurs, on constate une augmentation de la perméabilité de l'épithélium intestinal, ce qui conduit à des translocations bactériennes plus fréquentes vers les nœuds lymphatiques mésentériques (Kuti *et al.*, 2019 ; Stevens *et al.*, 2018), et donc à un état d'inflammation systémique.

Chez l'Homme, l'anxiété généralisée sévère conduit à une diminution de la diversité du microbiote intestinal (Chen *et al.*, 2019 ; Jiang *et al.*, 2018). On remarque notamment une diminution de la population de bactéries produisant les SCFA (Jiang *et al.*, 2018), avec une perte de leur effet anti-inflammatoire bénéfique. Certaines bactéries sont alors sur-représentées, comme par exemple *E. shingella* (Chen *et al.*, 2019 ; Jiang *et al.*, 2018). Cependant, lors d'anxiété légère chez la femme, il ne semble plus y avoir de lien entre l'anxiété et la composition du microbiote (Kleiman *et*

*al.*, 2017). Seule l'anxiété sévère aurait donc un effet sur la composition du microbiote chez l'Homme.

Chez le chien aussi le stress et l'anxiété ont une influence sur le microbiote intestinal. Des chiens de travail exposés au stress d'un voyage en avion présentent un ramollissement des selles, une augmentation de la part de *Blautia* et *Bifidobacterium*, et une diminution de *Clostridium* dans les jours qui suivent le voyage (EB *et al.*, 2016). Chez le chien de propriétaire, on constate des différences de microbiote entre les chiens anxieux et non anxieux. Les chiens anxieux ayant une plus grande proportion de lactobacilles, de bifidobactéries et d'entérobactéries par rapport aux chiens non anxieux (Cannas *et al.*, 2020).

Une étude s'intéresse en particulier aux chiens de refuge et se penche sur l'étude de trois groupes de chiens : dans le premier, les chiens ne présentent aucun problème de comportement, dans le second on retrouve des chiens agressifs, et dans le troisième des chiens phobiques avec des comportements assimilables à de l'anxiété. Cette étude révèle qu'il existe une biodiversité augmentée au sein du microbiote chez les chiens agressifs, et une biodiversité diminuée chez les chiens phobiques. Les chiens phobiques ont en particulier une augmentation de la part des lactobacilles (Mondo *et al.*, 2020).

Ainsi, l'anxiété diminue la biodiversité du microbiote intestinal chez le chien de refuge, et on remarque une augmentation de la proportion de lactobacilles.

### **3. Utilisation de probiotiques pour prévenir l'anxiété**

Corriger la dysbiose intestinale causée par le stress semble avoir un effet anxiolytique. En effet, chez le rat, la part de *Lactobacillus* est diminuée lors de stress. En ajoutant des *Lactobacillus* à l'alimentation du rat anxieux, on améliore les anomalies intestinales observées et on normalise l'axe corticotrope au bout de 20 jours (Gareau *et al.*, 2007).

De nombreux probiotiques sont étudiés pour leur effet anxiolytique. La plupart contiennent des souches particulières de bifidobactéries ou de lactobacilles.

Certaines souches de bifidobactéries et de lactobacilles permettent une meilleure résistance au stress chez le rongeur, en modulant la perméabilité intestinale et l'inflammation, en régulant l'axe corticotrope et le métabolisme des neurotransmetteurs dans l'intestin et le cerveau (Ait-Belgnaoui *et al.*, 2012 ; Bravo *et al.*, 2011 ; Desbonnet *et al.*, 2010, 2008 ; Eutamene *et al.*, 2007).

L'association de *Lactobacillus helveticus* et de *Bifidobacterium longum* est particulièrement étudiée. Cette combinaison de probiotiques diminue les comportements d'anxiété chez le rat (Messaoudi *et al.*, 2011). Lors d'un stress chronique, ces souches atténuent la réaction de l'axe corticotrope et du système nerveux sympathique au test de stress, diminuent l'activité dans certaines régions du cerveau et restaurent l'intégrité des jonctions serrées au niveau de l'intestin du rongeur (Ait-Belgnaoui *et al.*, 2014). Chez l'Homme, elles réduisent la détresse psychologique et limitent l'anxiété après 30 jours (Messaoudi *et al.*, 2011). Chez l'Homme encore, d'autres souches de *Lactobacillus* (Nishida *et al.*, 2019) ou de *Bifidobacterium* (Allen *et al.*, 2016) ont montré une efficacité pour diminuer l'anxiété et le stress au quotidien.

Ainsi, l'utilisation de souches particulières de *Lactobacillus* ou de *Bifidobacterium* semble avoir un potentiel anxiolytique. Cependant, comme les variations du microbiote intestinal secondaires au stress varient d'une espèce à l'autre, il est difficile d'extrapoler ces résultats aux chiens. Notamment, on note plutôt une augmentation des lactobacilles chez le chien anxieux. Apporter plus de ces bactéries peut-il améliorer la situation ? Plus d'études sont nécessaires pour élucider cette question.

#### Sous-chapitre d : Autres compléments alimentaires ayant fait l'objet de recherches

Une grande quantité d'autres produits nutritionnels sont disponibles à la vente libre pour réduire l'anxiété chez le chien. La plupart comprennent un mélange de plantes, de minéraux, de vitamines et d'autres molécules réputées avoir un effet anxiolytique. Certains d'entre eux ont réalisé des études pour évaluer leur efficacité chez le chien. Ici, nous proposons un résumé des produits ayant fait l'objet de telles études, et une analyse rapide de leurs constituants.

EQUILIBRIA® est un complément alimentaire italien à base de valériane, de mélisse et de tryptophane.

- La valériane et la mélisse ont toutes deux des propriétés anxiolytiques reconnues. Aucune étude chez le chien ne permet cependant d'assurer son efficacité pour cette espèce.
- Le tryptophane est un précurseur de la sérotonine. La complémentation en tryptophane pur n'est pas très efficace chez le chien, comme nous l'avons vu plus haut.

Dans une étude chez le chien de propriétaire, ce complément diminue le score global d'anxiété sans effet secondaire rapporté. Cependant, il n'est comparé à aucun placebo et repose uniquement sur l'évaluation subjective par les propriétaires, ce qui rend les résultats peu fiables (Cannas *et al.*, 2013).

RELAXIGEN PET DOG® contient de l'acide linoléique conjugué, du krill, un probiotique à base de *Lactobacillus reuteri* inactivé, de l'acide butyrique, des fructo-oligosaccharides (ou FOS), du 5-HTTP et de la L-théanine.

- L'acide linoléique conjugué est retrouvé naturellement dans les produits dérivés des ruminants (lait, viande), où il est produit par les bactéries du rumen à partir d'acide linoléique. Il aurait un pouvoir anti-inflammatoire qui limiterait notamment les réponses allergiques (Whigham *et al.*, 2000).
- Comme nous l'avons vu, le krill contient une grande quantité d'EPA et de DHA, oméga-3 au pouvoir anxiolytique étudié.
- De nombreuses souches de *Lactobacillus* ont été étudiées pour leur action sur le microbiote intestinal et sur l'anxiété. Cependant, aucune étude n'évalue le lien entre *Lactobacillus reuteri* et l'anxiété chez le chien à ce jour.
- L'acide butyrique est un corps cétonique avec un potentiel anxiolytique étudié, comme nous l'avons vu précédemment.
- Les fructo-oligosaccharides sont des fibres hautement fermentescibles. Elles stimulent la production de SCFA par les bactéries du tube digestif, qui favorisent la synthèse de corps cétoniques et ont donc un potentiel anxiolytique.
- Le 5-HTTP est un précurseur exclusif de la sérotonine.
- La L-théanine est un extrait de thé vert, au pouvoir anxiolytique bien étudié chez le chien.

Une étude évalue l'efficacité de RELAXIGEN PET DOG® chez le chien de propriétaire souffrant ou non d'anxiété, en comparaison à un traitement placebo en double aveugle, et associé à une thérapie comportementale. L'anxiété est confirmée par un vétérinaire comportementaliste et le comportement des chiens est évalué par un questionnaire rempli par le propriétaire. Il est intéressant de noter que, dans cette étude, plus d'un quart des chiens anxieux proviennent d'un refuge ou étaient errants. Aucune modification de comportement n'est observée dans le groupe placebo. Avec RELAXIGEN PET DOG®, on constate une diminution des agressions, de la nervosité, de l'hypervigilance, de la fuite, de la peur des bruits, des diarrhées et des vomissements. D'après le questionnaire, les propriétaires évaluent l'amélioration globale à 95% pour le complément alimentaire contre 50% seulement avec le placebo.

L'analyse du microbiote révèle qu'avec RELAXIGEN PET DOG® il y a une diminution de la part des *Bacteroides*, des bifidobactéries, des lactobacilles et de *Clostridium* par rapport au groupe placebo. Bien qu'une souche de *Lactobacillus* ait été ajoutée, on constate donc une diminution de la population totale de lactobacilles, ce qui semble positif pour le microbiote. Toutefois, la taille de l'échantillon est faible et le régime alimentaire n'est pas contrôlé (Cannas *et al.*, 2020).

Deux études se penchent sur un complément alimentaire contenant des protéines de poisson hydrolysées, des glucides de riz, de la phytothérapie (dont valériane et romarin), un extrait de thé vert et du L-tryptophane. Chez le chien souffrant d'anxiété, la prise de ce complément pendant 45 jours conduit à une augmentation de la sérotonine, de la dopamine et des bêta-endorphines plasmatiques, et à une diminution de la noradrénaline, du cortisol et du stress oxydatif. Cependant, bien qu'un régime contrôle soit utilisé, le protocole n'est pas en aveugle et l'effet placebo est probable. De plus, l'anxiété n'a pas été confirmée par un spécialiste, il existe des conflits d'intérêt, et on note un manque d'information sur les chiens utilisés, leurs troubles du comportement et les régimes alimentaires employés (Sechi *et al.*, 2017).

Chez le chien souffrant d'anxiété généralisée, ce complément alimentaire associé à une thérapie de désensibilisation et contre-conditionnement pendant 10 jours permet, selon les observations d'un vétérinaire, une diminution du score global d'anxiété, une augmentation du repos, une diminution de la vigilance, de la réactivité et des demandes d'attention, une atténuation des signes cutanés (squames, prurit,

séborrhée) et une diminution des aboiements. Ces modifications ne sont pas observées dans le groupe témoin (Di Cerbo *et al.*, 2017).

D'autres études portent sur des compléments alimentaires variés, non commercialisés en France, avec des résultats mitigés, que nous n'aborderons donc pas ici. S'agissant de mélanges, il est par ailleurs impossible d'évaluer à quel ingrédient attribuer l'action anxiolytique observée.

Ainsi, certains compléments alimentaires montrent des résultats encourageants pour prévenir l'anxiété chez le chien, mais certaines études sont incomplètes, et de nombreux autres produits ne se basent sur aucune preuve d'efficacité. Nous préconisons de garder un regard critique et un jugement éclairé lors du recours à une complémentation alimentaire pour prévenir ou réduire l'anxiété chez le chien.

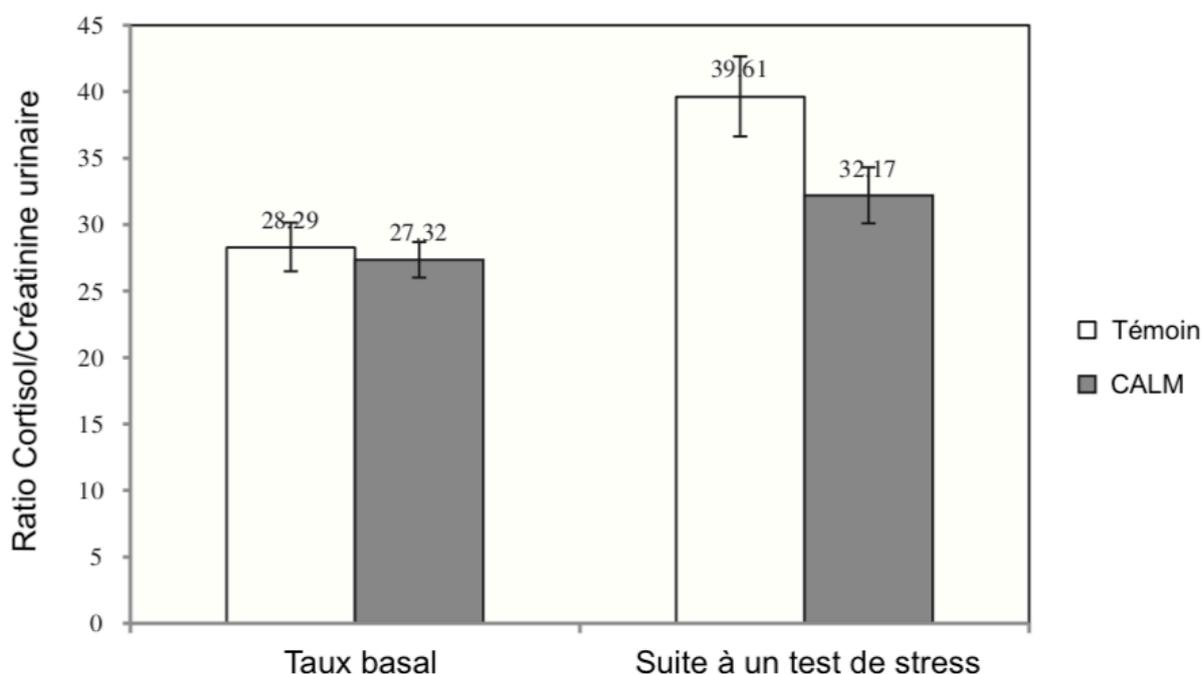
#### Sous-chapitre c : Aliment complet aux propriétés anxiolytiques

La marque Royal Canin a développé un aliment complet destiné à réduire l'anxiété chez le chien : il s'agit des croquettes CALM Canine®. Cet aliment est supplémenté en alpha-casozépine et en L-tryptophane, et joue sur ses proportions en protéines. La présentation sous forme de croquettes facilite l'administration au chien.

- Comme vu précédemment, l'alpha-casozépine est un peptide dérivé du lait de vache, dont l'action sur les récepteurs GABA permet une action anxiolytique avérée chez le chien.
- Le tryptophane est un précurseur de la sérotonine. La supplémentation en tryptophane pur n'est pas toujours efficace pour réduire l'anxiété chez le chien.

Une étude menée chez des chiens de propriétaires avec une anxiété importante compare CALM canine® à un régime témoin, en double aveugle, pendant 8 semaines. On constate une efficacité sur 4 paramètres comportementaux : l'agressivité envers les inconnus, la peur des inconnus, la peur non sociale et la sensibilité au contact. Ce sont des paramètres qui sont en lien avec l'anxiété. Il est

intéressant de noter qu'il n'y a pas d'effet de cet aliment sur l'agressivité envers les propriétaires, qui peut être considérée d'ordre hiérarchique. L'augmentation du cortisol secondaire à un stress est atténuée chez des chiens avec le régime CALM canine® (Graph. 22). On ne note cependant pas de différence du cortisol entre les deux régimes en l'absence d'élément stressant. Aucun effet secondaire n'est rapporté. Cependant, on peut reprocher à cette étude la forte variation de composition entre les deux aliments. Il est alors difficile d'identifier la cause des différences observées. De plus, cette étude porte uniquement sur des chiens de petit gabarit (Kato *et al.*, 2012).



Graph. 22 : Ratio Cortisol/Créatinine urinaire moyen ( $\pm$  Erreur standard) chez des chiens nourris avec des croquettes CALM Canine® ou un régime témoin (n = 28), avant et après une visite chez le vétérinaire (test de stress). (P = 0,04)  
(Kato *et al.*, 2012)

Le même aliment existe chez le chat : il s'agit de CALM feline®. La prise de cet aliment pendant 4 semaines limite la peur d'un lieu inconnu mais pas la peur des personnes inconnues chez le chat moyennement à très craintif (Landsberg *et al.*, 2017).

Ainsi, l'aliment complet CALM canine® de Royal Canin pourrait représenter un moyen sans risque de réduire l'anxiété chez le chien de refuge. Toutefois, son prix élevé rend peu probable son utilisation en pratique dans les refuges. L'utilisation de

compléments alimentaires permet au contraire de cibler les chiens sensibles à l'anxiété nécessitant un soutien nutritionnel, tout en conservant l'aliment disponible au refuge. Ces compléments restent cependant généralement assez chers, et nous manquons le plus souvent d'informations pour évaluer leur efficacité réelle chez le chien. Il convient donc d'analyser la composition d'un complément alimentaire avec des allégations anxiolytiques en se référant aux études présentées dans cette partie pour en évaluer le potentiel chez le chien.

Pour conclure, il existe de nombreux moyens à disposition des refuges pour prévenir, au moins partiellement, l'anxiété de leurs pensionnaires canins. Les actions possibles comprennent des modifications des conditions d'hébergement, des méthodes d'enrichissement du milieu physique et social des animaux, une prise en compte de paramètres nutritionnels et le recours à des thérapies douces. Certaines sont plus accessibles que d'autres pour des raisons logistiques et financières, et chaque organisme de protection animale devra juger des solutions qui lui conviennent le mieux.



## Conclusion – Directives pour la prévention de l’anxiété chez les chiens de refuge

### Directives concernant la prévention de l’anxiété chez les chiens de refuge



Restreindre l'accès du public aux enclos et rentrer les chiens la nuit pour réduire les nuisances liées aux aboiements



Fournir des séances d'activité physique longues (au moins 30 minutes) mais pas trop fréquentes (maximum une fois par jour)



Organiser des séances régulières de caresses dans un endroit calme, idéalement avec une femme, si possible toujours avec la même pour un animal donné afin de développer un lien d'attachement



Favoriser un placement en famille d'accueil lorsque c'est possible, pour fournir un environnement sensoriel et social plus riche et plus apaisant



Loger les chiens par deux, en tenant compte de leur affinité et de la compatibilité de leurs comportements



Diffuser de la musique classique au tempo calme avec au moins 50 titres différents en boucle, ou des livres audio



Diffuser de l'huile essentielle de lavande ou de camomille, en utilisant un diffuseur ou en imbibant un tissu ou un jouet



Fournir une alimentation équilibrée de qualité, éventuellement enrichie en oméga-3 par l'ajout d'huile de poisson



Utiliser des compléments alimentaires riches en vitamine C, en L-théanine, en alpha-casozépine ou en alpha-lactalbumine chez les chiens à risque

Dans ce travail, nous avons donc montré que le séjour en refuge constituait une source d'anxiété pour une majorité de chiens. La séparation d'avec le propriétaire et le changement brutal de conditions de vie représentent un bouleversement pour l'animal, qui provoque des modifications biologiques et comportementales. La vie en refuge impose un environnement bruyant et imprévisible, un isolement social et spatial, un manque d'activité physique et de stimulations intellectuelles et sensorielles. Les troubles du comportement susceptibles de survenir dans ce contexte persistent parfois tout au long de la vie de l'animal après l'adoption par un nouveau foyer, et peuvent représenter un obstacle à l'intégration du chien dans sa nouvelle famille.

Des actions peuvent cependant être mises en place au refuge pour essayer de prévenir l'apparition d'une anxiété. Les directives, développées ci-dessus, résument les mesures pouvant être prises pour rendre l'environnement physique et social des animaux plus apaisant, et proposent des pistes de thérapies douces pouvant être administrées aux animaux les plus sensibles. Nous invitons donc le personnel des refuges et les responsables d'associations de protection animale à appliquer, dans la mesure du possible, ces quelques conseils, en tenant compte de leurs contraintes financières, de temps et de personnel. Notons que les directives proposées ici se basent sur les résultats actuels de la littérature scientifique, qui est en constante évolution. Elles sont donc susceptibles d'être enrichies par de nouvelles données dans les années à venir.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, Annabelle MEYNADIER, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de CHAUVEL-CRESP Chloé intitulée « Prévention de l'anxiété chez les chiens placés en refuge : Etude bibliographique pour l'élaboration de directives destinées aux refuges » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

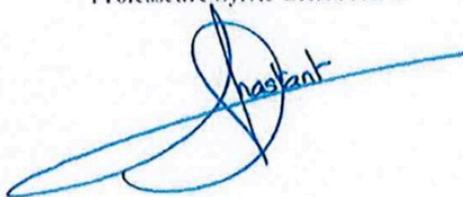
Fait à Toulouse, le 09/11/2021  
Enseignant-chercheur de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Professeure Annabelle MEYNADIER



Vu :  
Le Directeur de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
M. Pierre SANS



Vu :  
La Présidente du jury  
Professeure Sylvie CHASTANT



Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université Paul  
Sabatier  
Monsieur Jean-Marc BROTO  
Par délégation, le Doyen de la faculté de  
Médecine de Toulouse-Rangueil  
Monsieur Elie SERRANO



Mme CHAUVEL-CRESP Chloé  
a été admis(e) sur concours en : 2015  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 28/01/2020  
a validé son année d'approfondissement le: 15/07/2021  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



## Références bibliographiques

75-Day Premarket NDIN 1995 to Present, n.d.

- Abbaoui, A., Gamrani, H., 2019. Obvious anxiogenic-like effects of subchronic copper intoxication in rats, outcomes on spatial learning and memory and neuromodulatory potential of curcumin. *J. Chem. Neuroanat.* 96, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2019.01.001>
- Adams, G.J., Johnson, K.G., 1994a. Behavioural responses to barking and other auditory stimuli during night-time sleeping and waking in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 151–162. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90135-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90135-X)
- Adams, G.J., Johnson, K.G., 1994b. Sleep, work, and the effects of shift work in drug detector dogs *Canis familiaris*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, 115–126. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90056-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90056-6)
- Adams, G.J., Johnson, K.G., 1993. Sleep-wake cycles and other night-time behaviours of the domestic dog *Canis familiaris*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 233–248. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90013-F](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90013-F)
- Ait-Belgnaoui, A., Colom, A., Braniste, V., Ramalho, L., Marrot, A., Cartier, C., Houdeau, E., Theodorou, V., Tompkins, T., 2014. Probiotic gut effect prevents the chronic psychological stress-induced brain activity abnormality in mice. *Neurogastroenterol. Motil. Off. J. Eur. Gastrointest. Motil. Soc.* 26, 510–520. <https://doi.org/10.1111/nmo.12295>
- Ait-Belgnaoui, A., Durand, H., Cartier, C., Chaumaz, G., Eutamene, H., Ferrier, L., Houdeau, E., Fioramonti, J., Bueno, L., Theodorou, V., 2012. Prevention of gut leakiness by a probiotic treatment leads to attenuated HPA response to an acute psychological stress in rats. *Psychoneuroendocrinology* 37, 1885–1895. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.03.024>
- Akhondzadeh, S., Naghavi, H.R., Vazirian, M., Shayeganpour, A., Rashidi, H., Khani, M., 2001. Passionflower in the treatment of generalized anxiety: a pilot double-blind randomized controlled trial with oxazepam. *J. Clin. Pharm. Ther.* 26, 363–367. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2710.2001.00367.x>
- Alberghina, D., Piccione, G., Pumilia, G., Gioè, M., Rizzo, M., Raffo, P., Panzera, M., 2019. Daily fluctuation of urine serotonin and cortisol in healthy shelter dogs

- and influence of intraspecific social exposure. *Physiol. Behav.* 206, 1–6.  
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.03.016>
- Alberghina, D., Rizzo, M., Piccione, G., Giannetto, C., Panzera, M., 2017. An exploratory study about the association between serum serotonin concentrations and canine-human social interactions in shelter dogs (*Canis familiaris*). *J. Vet. Behav.* 18, 96–101.  
<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.09.006>
- Allen, A.P., Hutch, W., Borre, Y.E., Kennedy, P.J., Temko, A., Boylan, G., Murphy, E., Cryan, J.F., Dinan, T.G., Clarke, G., 2016. *Bifidobacterium longum* 1714 as a translational psychobiotic: modulation of stress, electrophysiology and neurocognition in healthy volunteers. *Transl. Psychiatry* 6, e939.  
<https://doi.org/10.1038/tp.2016.191>
- Amaya, V., Paterson, M.B.A., Descovich, K., Phillips, C.J.C., 2020a. Effects of Olfactory and Auditory Enrichment on Heart Rate Variability in Shelter Dogs. *Anim. Open Access J. MDPI* 10. <https://doi.org/10.3390/ani10081385>
- Amaya, V., Paterson, M.B.A., Phillips, C.J.C., 2020b. Effects of Olfactory and Auditory Enrichment on the Behaviour of Shelter Dogs. *Anim. Open Access J. MDPI* 10. <https://doi.org/10.3390/ani10040581>
- Andreatini, R., Sartori, V.A., Seabra, M.L.V., Leite, J.R., 2002. Effect of valepotriates (valerian extract) in generalized anxiety disorder: a randomized placebo-controlled pilot study. *Phytother. Res. PTR* 16, 650–654.  
<https://doi.org/10.1002/ptr.1027>
- Anzola Delgado, B., Ibañez, M., Morillas, S., Benedetti, R., Perez, J., Farias, D., 2013. The Use of Tryptophan in Shelter Dogs to Treat Stress-related Anxiety Disorders. *Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet. Univ. Zulia* 23, 26–32.
- Araujo, J.A., de Rivera, C., Ethier, J.L., Landsberg, G.M., Denenberg, S., Arnold, S., Milgram, N.W., 2010. ANXITANE® tablets reduce fear of human beings in a laboratory model of anxiety-related behavior. *J. Vet. Behav.* 5, 268–275.  
<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.02.003>
- Ari, C., Kovács, Z., Juhasz, G., Murdun, C., Goldhagen, C.R., Koutnik, A.P., Poff, A.M., Kesl, S.L., D'Agostino, D.P., 2017. Exogenous Ketone Supplements Reduce Anxiety-Related Behavior in Sprague-Dawley and Wistar Albino Glaxo/Rijswijk Rats. *Front. Mol. Neurosci.* 9.  
<https://doi.org/10.3389/fnmol.2016.00137>

- Armario, A., Castellanos, J.M., Balasch, J., 1984. Adaptation of anterior pituitary hormones to chronic noise stress in male rats. *Behav. Neural Biol.* 41, 71–76. [https://doi.org/10.1016/S0163-1047\(84\)90745-3](https://doi.org/10.1016/S0163-1047(84)90745-3)
- Asadi, S., Gholami, M.S., Siassi, F., Qorbani, M., Sotoudeh, G., 2020. Beneficial effects of nano-curcumin supplement on depression and anxiety in diabetic patients with peripheral neuropathy: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Phytother. Res. PTR* 34, 896–903. <https://doi.org/10.1002/ptr.6571>
- Asakawa, A., Inui, A., Kaga, T., Yuzuriha, H., Nagata, T., Fujimiya, M., Katsuura, G., Makino, S., Fujino, M.A., Kasuga, M., 2001. A role of ghrelin in neuroendocrine and behavioral responses to stress in mice. *Neuroendocrinology* 74, 143–147. <https://doi.org/10.1159/000054680>
- Aubry, A.V., Khandaker, H., Ravenelle, R., Grunfeld, I.S., Bonnefil, V., Chan, K.L., Cathomas, F., Liu, J., Schafe, G.E., Burghardt, N.S., 2019. A diet enriched with curcumin promotes resilience to chronic social defeat stress. *Neuropsychopharmacol. Off. Publ. Am. Coll. Neuropsychopharmacol.* 44, 733–742. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0295-2>
- Baldewicz, T., Goodkin, K., Feaster, D.J., Blaney, N.T., Kumar, M., Kumar, A., Shor-Posner, G., Baum, M., 1998. Plasma pyridoxine deficiency is related to increased psychological distress in recently bereaved homosexual men. *Psychosom. Med.* 60, 297–308. <https://doi.org/10.1097/00006842-199805000-00016>
- Barrera, G., Dzik, V., Cavalli, C., Bentosela, M., 2018. Effect of Intranasal Oxytocin Administration on Human-Directed Social Behaviors in Shelter and Pet Dogs. *Front. Psychol.* 9, 2227. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02227>
- Barrera, G., Jakovcevic, A., Elgier, A.M., Mustaca, A., Bentosela, M., 2010. Responses of shelter and pet dogs to an unknown human. *J. Vet. Behav.* 5, 339–344. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.08.012>
- Barrera, G., Mustaca, A., Bentosela, M., 2011. Communication between domestic dogs and humans: effects of shelter housing upon the gaze to the human. *Anim. Cogn.* 14, 727–734. <https://doi.org/10.1007/s10071-011-0407-4>
- Barrouin-Melo, S.M., Anturaniemi, J., Sankari, S., Griinari, M., Atroshi, F., Ounjaijean, S., Hielm-Björkman, A.K., 2016. Evaluating oxidative stress, serological- and haematological status of dogs suffering from osteoarthritis, after

- supplementing their diet with fish or corn oil. *Lipids Health Dis.* 15, 139. <https://doi.org/10.1186/s12944-016-0304-6>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., Stansfeld, S., 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet* 383, 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Bauer, A.E., Wouk, K., Grewen, K., Gottfredson, N.C., Meltzer-Brody, S., Propper, C., Mills-Koonce, R., Pearson, B., Whitley, J., Stuebe, A.M., 2020. Prenatal depression and anxiety is associated with Hypothalamic Pituitary Adrenal (HPA) axis dysregulation. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, SMFM 40th Annual Meeting--The Pregnancy Meeting 222, S59–S60. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.11.086>
- Béata, C., 2011. *La Peur : De L'animal À L'humain, De L'éthologie À La Pathologie*, Solal. ed, Collection Zoopsychiatrie. Marseille.
- Beata, C., Beaumont-Graff, E., Coll, V., Cordel, J., Marion, M., Massal, N., Marlois, N., Tauzin, J., 2007a. Effect of alpha-casozepine (Zylkene) on anxiety in cats. *J. Vet. Behav.* 2, 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2007.02.002>
- Beata, C., Beaumont-Graff, E., Diaz, C., Marion, M., Massal, N., Marlois, N., Muller, G., Lefranc, C., 2007b. Effects of alpha-casozepine (Zylkene) versus selegiline hydrochloride (Selgian, Anipryl) on anxiety disorders in dogs. *J. Vet. Behav.* 2, 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2007.08.001>
- Beata, C., Gérard-Champod, M., Lachapele, D., Saunier, E., 2018. Alphazium : premiers pas pour un nouveau nutraceutique à visée bien-être et équilibre comportemental. *Rev. Vét. Clin.* 53, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.anicom.2018.04.001>
- Beerda, B., Schilder, M.B.H., Janssen, N.S.C.R.M., Mol, J.A., 1996. The Use of Saliva Cortisol, Urinary Cortisol, and Catecholamine Measurements for a Noninvasive Assessment of Stress Responses in Dogs. *Horm. Behav.* 30, 272–279. <https://doi.org/10.1006/hbeh.1996.0033>
- Beerda, B., Schilder, M.B.H., van Hooff, J., J.A.R.A.M, Vries, Mol, J., 2000. Behavioural and hormonal indicators of enduring environmental stress in dogs. *Anim. Welf.* 9 2000 49-62 9.
- Beerda, B., Schilder, M.B.H., van Hooff, Jan.A.R.A.M., de Vries, H.W., 1997. Manifestations of chronic and acute stress in dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci., Behavioural Problems of Small Animals* 52, 307–319. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01131-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01131-8)

- Beerda, B., Schilder, M.B.H., Van Hooff, J.A.R.A.M., De Vries, H.W., Mol, J.A., 1999. Chronic Stress in Dogs Subjected to Social and Spatial Restriction. I. Behavioral Responses. *Physiol. Behav.* 66, 233–242. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(98\)00289-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(98)00289-3)
- Beerda, B., Schilder, M.B.H., van Hooff, J.A.R.A.M., de Vries, H.W., Mol, J.A., 1998. Behavioural, saliva cortisol and heart rate responses to different types of stimuli in dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58, 365–381. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00145-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00145-7)
- Belz, E.E., Kennell, J.S., Czambel, R.K., Rubin, R.T., Rhodes, M.E., 2003. Environmental enrichment lowers stress-responsive hormones in singly housed male and female rats. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 76, 481–486. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2003.09.005>
- Benammi, H., El Hiba, O., Romane, A., Gamrani, H., 2014. A blunted anxiolytic like effect of curcumin against acute lead induced anxiety in rat: involvement of serotonin. *Acta Histochem.* 116, 920–925. <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2014.03.002>
- Bénézech, M., Mullens, E., Lalonde, R., Desor, D., Messaoudi, M., 2009. Un anxiolytique naturel : l'hydrolysat trypsique de caséine alpha-s1 de lait bovin. Son intérêt en médecine humaine et vétérinaire. *Ann. Méd.-Psychol. Rev. Psychiatr.* 167, 605–610. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2009.07.015>
- Benoît, S., Chaumontet, C., Cakir-Kiefer, C., Tomé, D., Miclo, L., 2016. Modulations de l'activité cérébrale par l' $\alpha$ -casozépine, un peptide laitier aux propriétés anxiolytiques. *Nutr. Clin. Métabolisme* 30, 113. <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2016.04.019>
- Benoit, S., Chaumontet, C., Schwarz, J., Cakir-Kiefer, C., Tomé, D., Miclo, L., 2017. Mapping in mice the brain regions involved in the anxiolytic-like properties of  $\alpha$ -casozepine, a tryptic peptide derived from bovine  $\alpha$ s1-casein. *J. Funct. Foods* 38, 464–473. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.014>
- Berteselli, G.V., Michelazzi, M., 2007. Use of L-theanine tablets (Anxitane<sup>TM</sup>) and behaviour modification for treatment of phobias in dog: A preliminary study. *J. Vet. Behav.* 2, 101. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2007.04.046>
- Beutel, M.E., Jünger, C., Klein, E.M., Wild, P., Lackner, K., Blettner, M., Binder, H., Michal, M., Wiltink, J., Brähler, E., Münzel, T., 2016. Noise Annoyance Is Associated with Depression and Anxiety in the General Population- The

- Bhattacharya, S.K., Ghosal, S., 1998. Anxiolytic activity of a standardized extract of *Bacopa monniera*: an experimental study. *Phytomedicine Int. J. Phytother. Phytopharm.* 5, 77–82. [https://doi.org/10.1016/S0944-7113\(98\)80001-9](https://doi.org/10.1016/S0944-7113(98)80001-9)
- Bhattacharya, S.K., Mitra, S.K., 1991. Anxiolytic activity of *Panax ginseng* roots: an experimental study. *J. Ethnopharmacol.* 34, 87–92. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(91\)90193-H](https://doi.org/10.1016/0378-8741(91)90193-H)
- Bičíková, M., Dušková, M., Vítků, J., Kalvachová, B., Řípová, D., Mohr, P., Stárka, L., 2015. Vitamin D in anxiety and affective disorders. *Physiol. Res.* 64, S101–103. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933082>
- Binks, J., Taylor, S., Wills, A., Montrose, V.T., 2018. The behavioural effects of olfactory stimulation on dogs at a rescue shelter. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 202, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.01.009>
- Borrow, A.P., Heck, A.L., Miller, A.M., Sheng, J.A., Stover, S.A., Daniels, R.M., Bales, N.J., Fleury, T.K., Handa, R.J., 2019. Chronic variable stress alters hypothalamic-pituitary-adrenal axis function in the female mouse. *Physiol. Behav.* 209, 112613. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112613>
- Bosch, G., Beerda, B., Beynen, A.C., van der Borg, J.A.M., van der Poel, A.F.B., Hendriks, W.H., 2009a. Dietary tryptophan supplementation in privately owned mildly anxious dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.10.003>
- Bosch, G., Beerda, B., Hendriks, W.H., Poel, A.F.B. van der, Verstegen, M.W.A., 2007. Impact of nutrition on canine behaviour: current status and possible mechanisms. *Nutr. Res. Rev.* 20, 180–194. <https://doi.org/10.1017/S095442240781331X>
- Bosch, G., Beerda, B., van de Hoek, E., Hesta, M., van der Poel, A.F.B., Janssens, G.P.J., Hendriks, W.H., 2009b. Effect of dietary fibre type on physical activity and behaviour in kennelled dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.08.001>
- Bosch, G., Verbrugge, A., Hesta, M., Holst, J.J., Poel, A.F.B. van der, Janssens, G.P.J., Hendriks, W.H., 2009c. The effects of dietary fibre type on satiety-related hormones and voluntary food intake in dogs. *Br. J. Nutr.* 102, 318–325. <https://doi.org/10.1017/S0007114508149194>

- Bourre, J.-M., Bonneil, M., Dumont, O., Piciotti, M., Calaf, R., Portugal, H., Nalbone, G., Lafont, H., 1990. Effect of increasing amounts of dietary fish oil on brain and liver fatty composition. *Biochim. Biophys. Acta BBA - Lipids Lipid Metab.* 1043, 149–152. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(90\)90288-9](https://doi.org/10.1016/0005-2760(90)90288-9)
- Bourre, J.-M., Bonneil, M., Dumont, O., Piciotti, M., Nalbone, G., Lafont, H., 1988. High dietary fish oil alters the brain polyunsaturated fatty acid composition. *Biochim. Biophys. Acta BBA - Lipids Lipid Metab.* 960, 458–461. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(88\)90055-0](https://doi.org/10.1016/0005-2760(88)90055-0)
- Bowman, A., Dowell, F.J., Evans, N.P., 2017. ‘The effect of different genres of music on the stress levels of kennelled dogs.’ *Physiol. Behav.* 171, 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.01.024>
- Bowman, A., Scottish SPCA, Dowell, F.J., Evans, N.P., 2015. ‘Four Seasons’ in an animal rescue centre; classical music reduces environmental stress in kennelled dogs. *Physiol. Behav.* 143, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.02.035>
- Boyle, N.B., Lawton, C., Dye, L., 2017. The Effects of Magnesium Supplementation on Subjective Anxiety and Stress-A Systematic Review. *Nutrients* 9. <https://doi.org/10.3390/nu9050429>
- Bradshaw, J.W.S., Pullen, A.J., Rooney, N.J., 2015. Why do adult dogs ‘play’? *Behav. Processes, New Directions in Canine Behavior* 110, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.09.023>
- Brady, K., Brown, J.W., Thurmond, J.B., 1980. Behavioral and neurochemical effects of dietary tyrosine in young and aged mice following cold-swim stress. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 12, 667–674. [https://doi.org/10.1016/0091-3057\(80\)90146-X](https://doi.org/10.1016/0091-3057(80)90146-X)
- Bravo, J.A., Forsythe, P., Chew, M.V., Escaravage, E., Savignac, H.M., Dinan, T.G., Bienenstock, J., Cryan, J.F., 2011. Ingestion of *Lactobacillus* strain regulates emotional behavior and central GABA receptor expression in a mouse via the vagus nerve. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 16050–16055. <https://doi.org/10.1073/pnas.1102999108>
- Brayley, C., Montrose, V.T., 2016. The effects of audiobooks on the behaviour of dogs at a rehoming kennels. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 174, 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.11.008>

- Bright, T.M., Hadden, L., 2017. Safewalk: Improving Enrichment and Adoption Rates for Shelter Dogs by Changing Human Behavior. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* JAAWS 20, 95–105. <https://doi.org/10.1080/10888705.2016.1247353>
- Broach, D., Dunham, A.E., 2016. Evaluation of a pheromone collar on canine behaviors during transition from foster homes to a training kennel in juvenile Military Working Dogs. *J. Vet. Behav.* 14, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.05.001>
- Burri, L., Heggen, K., Storsve, A.B., 2020. Higher omega-3 index after dietary inclusion of omega-3 phospholipids versus omega-3 triglycerides in Alaskan Huskies. *Vet. World* 13, 1167–1173. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1167-1173>
- Burri, L., Heggen, K., Storsve, A.B., 2019. Phosphatidylcholine from krill increases plasma choline and its metabolites in dogs. *Vet. World* 12, 671–676. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.671-676>
- Burri, L., Wyse, C., Gray, S.R., Harris, W.S., Lazzerini, K., 2018. Effects of dietary supplementation with krill meal on serum pro-inflammatory markers after the Iditarod sled dog race. *Res. Vet. Sci.* 121, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.10.002>
- Buydens-Branchey, L., Branchey, M., 2006. n-3 polyunsaturated fatty acids decrease anxiety feelings in a population of substance abusers. *J. Clin. Psychopharmacol.* 26, 661–665. <https://doi.org/10.1097/01.jcp.0000246214.49271.f1>
- Campbell, S.A., Hughes, H.C., Griffin, H.E., Landi, M.S., Mallon, F.M., 1988. Some effects of limited exercise on purpose-bred beagles. *Am. J. Vet. Res.* 49, 1298–1301.
- Cannas, S., Scagli, E., Maltese, F., Michelazzi, M., 2013. Evaluation of a diet supplement on anxiety signs on dog. *J. Vet. Behav.* 8, e29. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.04.009>
- Cannas, S., Tonini, B., Belà, B., Di Prinzio, R., Pignataro, G., Di Simone, D., Gramenzi, A., 2020. Effect of a novel nutraceutical supplement (Relaxigen Pet dog®) on the fecal microbiome and stress-related behaviors in dogs: a pilot study. *J. Vet. Behav.* <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.09.002>
- Carek, P.J., Laibstain, S.E., Carek, S.M., 2011. Exercise for the treatment of depression and anxiety. *Int. J. Psychiatry Med.* 41, 15–28. <https://doi.org/10.2190/PM.41.1.c>

- Carlini, V.P., Monzón, M.E., Varas, M.M., Cragolini, A.B., Schiöth, H.B., Scimonelli, T.N., de Barioglio, S.R., 2002. Ghrelin increases anxiety-like behavior and memory retention in rats. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 299, 739–743. [https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(02\)02740-7](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(02)02740-7)
- Carlone, B., Gazzano, A., Gutiérrez, J., Sighieri, C., Mariti, C., 2018. The effects of green odour on domestic dogs: A pilot study. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 207, 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.06.005>
- Carlsson, A., Lindqvist, M., 1978. Dependence of 5-HT and catecholamine synthesis on concentrations of precursor amino-acids in rat brain. *Naunyn. Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* 303, 157–164. <https://doi.org/10.1007/BF00508062>
- Carrié, I., Clément, M., Javel, D., Francès, H., Bourre, J.M., 2000. Phospholipid supplementation reverses behavioral and biochemical alterations induced by n–3 polyunsaturated fatty acid deficiency in mice. *J. Lipid Res.* 41, 473–80.
- Casseb, G.A.S., Ambrósio, G., Rodrigues, A.L.S., Kaster, M.P., 2019. Levels of 25-hydroxyvitamin D3, biochemical parameters and symptoms of depression and anxiety in healthy individuals. *Metab. Brain Dis.* 34, 527–535. <https://doi.org/10.1007/s11011-018-0371-7>
- Chalon, S., Delion-Vancassel, S., Belzung, C., Guilloteau, D., Leguisquet, A.M., Besnard, J.C., Durand, G., 1998. Dietary fish oil affects monoaminergic neurotransmission and behavior in rats. *J. Nutr.* 128, 2512–2519. <https://doi.org/10.1093/jn/128.12.2512>
- Chen, Y., Bai, J., Wu, D., Yu, S., Qiang, X., Bai, H., Wang, H., Peng, Z., 2019. Association between fecal microbiota and generalized anxiety disorder: Severity and early treatment response. *J. Affect. Disord.* 259, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.08.014>
- Chiffres des populations de chiens et chats en 2020 par régions et départements [WWW Document], n.d. URL <https://www.i-cad.fr/articles/populations-2020-chiens-chats> (accessed 11.6.21).
- Chmelíková, E., Bolechová, P., Chaloupková, H., Svobodová, I., Jovičić, M., Sedmíková, M., 2020. Salivary cortisol as a marker of acute stress in dogs: a review. *Domest. Anim. Endocrinol.* 72, 106428. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.106428>
- Cobb, M.L., Iskandarani, K., Chinchilli, V.M., Dreschel, N.A., 2016. A systematic review and meta-analysis of salivary cortisol measurement in domestic

- canines. *Domest. Anim. Endocrinol.* 57, 31–42.  
<https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.04.003>
- Coile, D.C., Pollitz, C.H., Smith, J.C., 1989. Behavioral determination of critical flicker fusion in dogs. *Physiol. Behav.* 45, 1087–1092. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(89\)90092-9](https://doi.org/10.1016/0031-9384(89)90092-9)
- Combarros, D., Castilla-Castaño, E., Lecru, L.A., Pressanti, C., Amalric, N., Cadiergues, M., 2020. A prospective, randomized, double blind, placebo-controlled evaluation of the effects of an n-3 essential fatty acids supplement (Agepi®  $\omega$ 3) on clinical signs, and fatty acid concentrations in the erythrocyte membrane, hair shafts and skin surface of dogs with poor quality coats. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 159, 102140. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2020.102140>
- Conley, M.J., Fisher, A.D., Hemsworth, P.H., 2014a. Effects of human contact and toys on the fear responses to humans of shelter-housed dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 156, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.008>
- Conley, M.J., Fisher, A.D., Hemsworth, P.H., 2014b. Effects of human contact and toys on the fear responses to humans of shelter-housed dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 156, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.008>
- Coppola, C.L., Enns, R.M., Grandin, T., 2006a. Noise in the animal shelter environment: building design and the effects of daily noise exposure. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 9, 1–7. [https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0901\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0901_1)
- Coppola, C.L., Grandin, T., Enns, R.M., 2006b. Human interaction and cortisol: can human contact reduce stress for shelter dogs? *Physiol. Behav.* 87, 537–541. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.12.001>
- Cracknell, N.R., Mills, D.S., 2008. A double-blind placebo-controlled study into the efficacy of a homeopathic remedy for fear of firework noises in the dog (*Canis familiaris*). *Vet. J.* 177, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.04.007>
- Crocq, M.-A., Guelfi, J.-D., Boyer, P., Pull, C.-B., Pull, M.-C., 2015. *DSM-5 : Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux*, Elsevier Masson. ed, Hors Collection.
- Cropley, M., Cave, Z., Ellis, J., Middleton, R.W., 2002. Effect of kava and valerian on human physiological and psychological responses to mental stress assessed under laboratory conditions. *Phytother. Res. PTR* 16, 23–27. <https://doi.org/10.1002/ptr.1002>

- Cunha, R.A., Ferre, S., Chen, J.-M.V. and J.-F., 2008. Potential Therapeutic Interest of Adenosine A2A Receptors in Psychiatric Disorders. *Curr. Pharm. Des.* 14, 1512–1524.
- Cunningham, C.L., Ramos, M.F., 2014. Effect of training and familiarity on responsiveness to human cues in domestic dogs (*Canis familiaris*). *Anim. Cogn.* 17, 805–814. <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0714-z>
- Currie, P.J., Khelemsky, R., Rigsbee, E.M., Dono, L.M., Coiro, C.D., Chapman, C.D., Hinchcliff, K., 2012. Ghrelin is an orexigenic peptide and elicits anxiety-like behaviors following administration into discrete regions of the hypothalamus. *Behav. Brain Res.* 226, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.08.037>
- Dahms, I., Bailey-Hall, E., Salem, N., 2016a. Kinetics of docosahexaenoic acid ethyl ester accumulation in dog plasma and brain. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 113, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2016.08.001>
- Dahms, I., Beilstein, P., Bonnette, K., Salem, N., 2016b. Safety of docosahexaenoic acid (DHA) administered as DHA ethyl ester in a 9-month toxicity study in dogs. *Food Chem. Toxicol.* 92, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.03.024>
- Dalla Villa, P., Barnard, S., Di Fede, E., Podaliri, M., Siracusa, C., Serpell, J.A., 2012. Comparison between group and pair housing conditions: effects on shelter dogs' behavior and welfare. *J. Vet. Behav.* 7, e3. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.09.011>
- D'Aniello, B., Alterisio, A., Scandurra, A., Petremolo, E., Iommelli, M.R., Aria, M., 2017. What's the point? Golden and Labrador retrievers living in kennels do not understand human pointing gestures. *Anim. Cogn.* 20, 777–787. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1098-2>
- Davis, D.J., Hecht, P.M., Jasarevic, E., Beversdorf, D.Q., Will, M.J., Fritsche, K., Gillespie, C.H., 2017. Sex-specific effects of docosahexaenoic acid (DHA) on the microbiome and behavior of socially-isolated mice. *Brain. Behav. Immun.* 59, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2016.09.003>
- de Oliveira, I.J.L., de Souza, V.V., Motta, V., Da-Silva, S.L., 2015. Effects of Oral Vitamin C Supplementation on Anxiety in Students: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Pak. J. Biol. Sci. PJBS* 18, 11–18. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2015.11.18>
- De Souza, M.C., Walker, A.F., Robinson, P.A., Bolland, K., 2000. A synergistic effect of a daily supplement for 1 month of 200 mg magnesium plus 50 mg vitamin

- B6 for the relief of anxiety-related premenstrual symptoms: a randomized, double-blind, crossover study. *J. Womens Health Gend. Based Med.* 9, 131–139. <https://doi.org/10.1089/152460900318623>
- de Witte, M., Spruit, A., van Hooren, S., Moonen, X., Stams, G.-J., 2020. Effects of music interventions on stress-related outcomes: a systematic review and two meta-analyses. *Health Psychol. Rev.* 14, 294–324. <https://doi.org/10.1080/17437199.2019.1627897>
- Définition de Stress [WWW Document], n.d. . Cent. Natl. Ressour. Textuelles Lexicales. URL <https://www.cnrtl.fr/definition/stress> (accessed 10.21.21).
- Dela Peña, I.J.I., Kim, H.J., de la Peña, J.B., Kim, M., Botanas, C.J., You, K.Y., Woo, T., Lee, Y.S., Jung, J.-C., Kim, K.-M., Cheong, J.H., 2016. A tryptic hydrolysate from bovine milk  $\alpha$ 1-casein enhances pentobarbital-induced sleep in mice via the GABAA receptor. *Behav. Brain Res.* 313, 184–190. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.07.013>
- Delion, S., Chalon, S., Hérault, J., Guilloteau, D., Besnard, J.C., Durand, G., 1994. Chronic dietary alpha-linolenic acid deficiency alters dopaminergic and serotonergic neurotransmission in rats. *J. Nutr.* 124, 2466–2476. <https://doi.org/10.1093/jn/124.12.466>
- Delzenne, N.M., Cani, P.D., Daubioul, C., Neyrinck, A.M., 2005. Impact of inulin and oligofructose on gastrointestinal peptides. *Br. J. Nutr.* 93 Suppl 1, S157-161. <https://doi.org/10.1079/bjn20041342>
- DeNapoli, J.S., Dodman, N.H., Shuster, L., Rand, W.M., Gross, K.L., 2000. Effect of dietary protein content and tryptophan supplementation on dominance aggression, territorial aggression, and hyperactivity in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 217, 504–508. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.217.504>
- Denenberg, S., Landsberg, G.M., 2008. Effects of dog-appeasing pheromones on anxiety and fear in puppies during training and on long-term socialization. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 233, 1874–1882. <https://doi.org/10.2460/javma.233.12.1874>
- DePorter, T.L., Landsberg, G.M., Araujo, J.A., Ethier, J.L., Bledsoe, D.L., 2012. HarmonEase Chewable Tablets reduces noise-induced fear and anxiety in a laboratory canine thunderstorm simulation: A blinded and placebo-controlled study. *J. Vet. Behav.* 7, 225–232. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.05.024>
- Desbonnet, L., Garrett, L., Clarke, G., Bienenstock, J., Dinan, T.G., 2008. The probiotic *Bifidobacteria infantis*: An assessment of potential antidepressant

- properties in the rat. *J. Psychiatr. Res.* 43, 164–174.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2008.03.009>
- Desbonnet, L., Garrett, L., Clarke, G., Kiely, B., Cryan, J.F., Dinan, T.G., 2010. Effects of the probiotic *Bifidobacterium infantis* in the maternal separation model of depression. *Neuroscience* 170, 1179–1188.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.08.005>
- Di Cerbo, A., Sechi, S., Canello, S., Guidetti, G., Fiore, F., Cocco, R., 2017. Behavioral Disturbances: An Innovative Approach to Monitor the Modulatory Effects of a Nutraceutical Diet. *J. Vis. Exp. JoVE.*  
<https://doi.org/10.3791/54878>
- Di Marzo, V., Griinari, M., Carta, G., Murru, E., Ligresti, A., Cordeddu, L., Giordano, E., Bisogno, T., Collu, M., Batetta, B., Uda, S., Berge, K., Banni, S., 2010. Dietary krill oil increases docosahexaenoic acid and reduces 2-arachidonoylglycerol but not N-acyl ethanolamine levels in the brain of obese Zucker rats. *Int. Dairy J., US/Ireland Functional Foods Conference 20*, 231–235. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.11.015>
- Diesel, G., Brodbelt, D., Pfeiffer, D.U., 2010. Characteristics of relinquished dogs and their owners at 14 rehoming centers in the United Kingdom. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 13, 15–30. <https://doi.org/10.1080/10888700903369255>
- Diez, M., Hornick, J.L., Baldwin, P., Van Eenaeme, C., Istasse, L., 1998. The influence of sugar-beet fibre, guar gum and inulin on nutrient digestibility, water consumption and plasma metabolites in healthy Beagle dogs. *Res. Vet. Sci.* 64, 91–96. [https://doi.org/10.1016/s0034-5288\(98\)90001-7](https://doi.org/10.1016/s0034-5288(98)90001-7)
- Dinwoodie, I.R., Dwyer, B., Zottola, V., Gleason, D., Dodman, N.H., 2019. Demographics and comorbidity of behavior problems in dogs. *J. Vet. Behav.* 32, 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2019.04.007>
- Dishman, R.K., O'Connor, P.J., 2009. Lessons in exercise neurobiology: The case of endorphins. *Ment. Health Phys. Act.* 2, 4–9.  
<https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2009.01.002>
- Dodman, N., Reisner, I., Shuster, L., Rand, W., Luescher, U., Robinson, I., Houpt, K., 1996. Effect of dietary protein content on behavior in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 208, 376–9.
- Döring, D., Haberland, B.E., Bauer, A., Dobenecker, B., Hack, R., Schmidt, J., Erhard, M.H., 2016a. Behavioral observations in dogs in 4 research facilities:

- Do they use their enrichment? *J. Vet. Behav.* 13, 55–62.  
<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.04.002>
- Döring, D., Ketter, D.A., Klima, A., Küchenhoff, H., Dobenecker, B., Schmidt, J., Erhard, M.H., 2016b. Horn of calf hooves as chews in laboratory dogs. *J. Vet. Behav.* 13, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.03.010>
- Dowling-Guyer, S., Marder, A., D'Arpino, S., 2011. Behavioral traits detected in shelter dogs by a behavior evaluation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 130, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.12.004>
- Dramard, V., 2016. *Pathologie du comportement du chien et du chat*, 3e ed, Vade Mecum. Med'com.
- Dramard, V., Kern, L., Hofmans, J., Rème, C.A., Nicolas, C.S., Chala, V., Navarro, C., 2018. Effect of L-theanine tablets in reducing stress-related emotional signs in cats: an open-label field study. *Ir. Vet. J.* 71, 21. <https://doi.org/10.1186/s13620-018-0130-4>
- Dudley, E.S., Schiml, P.A., Hennessy, M.B., 2015. Effects of repeated petting sessions on leukocyte counts, intestinal parasite prevalence, and plasma cortisol concentration of dogs housed in a county animal shelter. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 247, 1289–1298. <https://doi.org/10.2460/javma.247.11.1289>
- Dunn, A.J., 1988. Changes in plasma and brain tryptophan and brain serotonin and 5-hydroxyindoleacetic acid after footshock stress. *Life Sci.* 42, 1847–1853. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(88\)90023-9](https://doi.org/10.1016/0024-3205(88)90023-9)
- Durantón, C., Bedossa, T., Gaunet, F., 2019. When walking in an outside area, shelter dogs (*Canis familiaris*) synchronize activity with their caregivers but do not remain as close to them as do pet dogs. *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 1983. <https://doi.org/10.1037/com0000171>
- Durantón, C., Gaunet, F., 2016. Effects of shelter housing on dogs' sensitivity to human social cues. *J. Vet. Behav.* 14, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.06.011>
- EB, V., Clark, S., Holscher, H., Swanson, K., 2016. Effects of Air Travel Stress on the Canine Microbiome: A Pilot Study. *Int. J. Vet. Health Sci. Res.* 132–139. <https://doi.org/10.19070/2332-2748-1600028>
- Engeland, W.C., Miller, P., Gann, D.S., 1990. Pituitary-adrenal and adrenomedullary responses to noise in awake dogs. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1990.258.3.R672>

- Engler, W.J., Bain, M., 2017. Effect of different types of classical music played at a veterinary hospital on dog behavior and owner satisfaction. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 251, 195–200. <https://doi.org/10.2460/javma.251.2.195>
- Epstein, J., Dowling-Guyer, S., McCobb, E., Glotzer, C., Dodman, N.H., 2021. Addressing stress in dogs in shelters through a novel visual and auditory enrichment device. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 236, 105215. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105215>
- Esmaily, H., Sahebkar, A., Iranshahi, M., Ganjali, S., Mohammadi, A., Ferns, G., Ghayour-Mobarhan, M., 2015. An investigation of the effects of curcumin on anxiety and depression in obese individuals: A randomized controlled trial. *Chin. J. Integr. Med.* 21, 332–338. <https://doi.org/10.1007/s11655-015-2160-z>
- Eutamene, H., Lamine, F., Chabo, C., Theodorou, V., Rochat, F., Bergonzelli, G.E., Corthésy-Theulaz, I., Fioramonti, J., Bueno, L., 2007. Synergy between *Lactobacillus paracasei* and its bacterial products to counteract stress-induced gut permeability and sensitivity increase in rats. *J. Nutr.* 137, 1901–1907. <https://doi.org/10.1093/jn/137.8.1901>
- Fairon, M., 2006. L'anxiété chez les animaux de compagnie: approches conceptuelle, clinique et thérapeutique.
- Fard, F.E., Mirghafourvand, M., Mohammad-Alizadeh Charandabi, S., Farshbaf-Khalili, A., Javadzadeh, Y., Asgharian, H., 2017. Effects of zinc and magnesium supplements on postpartum depression and anxiety: A randomized controlled clinical trial. *Women Health* 57, 1115–1128. <https://doi.org/10.1080/03630242.2016.1235074>
- Farhadnejad, H., Neshatbini Tehrani, A., Salehpour, A., Hekmatdoost, A., 2020. Antioxidant vitamin intakes and risk of depression, anxiety and stress among female adolescents. *Clin. Nutr. ESPEN* 40, 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.09.010>
- Fedoce, A. das G., Ferreira, F., Bota, R.G., Bonet-Costa, V., Sun, P.Y., Davies, K.J.A., 2018. The role of oxidative stress in anxiety disorder: cause or consequence? *Free Radic. Res.* 52, 737–750. <https://doi.org/10.1080/10715762.2018.1475733>
- Fehring, A., Dreschel, N.A., 2014. Stress in shelter dogs and the use of foster care to improve animal welfare. *J. Vet. Behav.* 9, e11. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.09.038>

- Fernández, S., Wasowski, C., Paladini, A.C., Marder, M., 2004. Sedative and sleep-enhancing properties of linarin, a flavonoid-isolated from *Valeriana officinalis*. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 77, 399–404. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2003.12.003>
- Fernstrom, J.D., Wurtman, R.J., 1972a. Brain serotonin content: physiological regulation by plasma neutral amino acids. *Science* 178, 414–416. <https://doi.org/10.1126/science.178.4059.414>
- Fernstrom, J.D., Wurtman, R.J., 1972b. Elevation of plasma tryptophan by insulin in rat. *Metabolism* 21, 337–342. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(72\)90078-9](https://doi.org/10.1016/0026-0495(72)90078-9)
- Fernstrom, J.D., Wurtman, R.J., 1971a. Brain Serotonin Content: Physiological Dependence on Plasma Tryptophan Levels. *Science* 173, 149–152. <https://doi.org/10.1126/science.173.3992.149>
- Fernstrom, J.D., Wurtman, R.J., 1971b. Brain Serotonin Content: Increase Following Ingestion of Carbohydrate Diet. *Science* 174, 1023–1025. <https://doi.org/10.1126/science.174.4013.1023>
- Feuerbacher, E.N., Wynne, C.D.L., 2015. Shut up and pet me! Domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) prefer petting to vocal praise in concurrent and single-alternative choice procedures. *Behav. Processes* 110, 47–59. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.08.019>
- Feuerbacher, E.N., Wynne, C.D.L., 2014. Most domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) prefer food to petting: population, context, and schedule effects in concurrent choice. *J. Exp. Anal. Behav.* 101, 385–405. <https://doi.org/10.1002/jeab.81>
- Feurté, S., Gerozissis, K., Regnault, A., Paul, F.M., 2001. Plasma Trp/LNAA Ratio Increases During Chronic Ingestion of An  $\alpha$ -lactalbumin Diet in Rats. *Nutr. Neurosci.* 4, 413–418. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2001.11747377>
- Field, T., Diego, M., Hernandez-Reif, M., Cisneros, W., Feijo, L., Vera, Y., Gil, K., Grina, D., Claire He, Q., 2005. Lavender fragrance cleansing gel effects on relaxation. *Int. J. Neurosci.* 115, 207–222. <https://doi.org/10.1080/00207450590519175>
- Formenton, M.R., Pereira, M.A.A., Fantoni, D.T., 2017. Small Animal Massage Therapy: A Brief Review and Relevant Observations. *Top. Companion Anim. Med.* 32, 139–145. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2017.10.001>
- Fraga, D.B., Olescowicz, G., Moretti, M., Siteneski, A., Tavares, M.K., Azevedo, D., Colla, A.R.S., Rodrigues, A.L.S., 2018. Anxiolytic effects of ascorbic acid and

- ketamine in mice. *J. Psychiatr. Res.* 100, 16–23.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2018.02.006>
- Fromm, L., Heath, D.L., Vink, R., Nimmo, A.J., 2004. Magnesium Attenuates Post-Traumatic Depression/Anxiety Following Diffuse Traumatic Brain Injury in Rats. *J. Am. Coll. Nutr.* 23, 529S-533S.  
<https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719396>
- Fukuda, M., Hata, A., Niwa, S.-I., Hiramatsu, K.-I., Honda, H., Nakagome, K., Iwanami, A., 1996. Plasma vanillylmandelic acid level as an index of psychological stress response in normal subjects. *Psychiatry Res.* 63, 7–16.  
[https://doi.org/10.1016/0165-1781\(96\)02527-9](https://doi.org/10.1016/0165-1781(96)02527-9)
- Fuxe, K., Ferré, S., Genedani, S., Franco, R., Agnati, L.F., 2007. Adenosine receptor–dopamine receptor interactions in the basal ganglia and their relevance for brain function. *Physiol. Behav., Karolinska Institutet - Neuroscience* 92, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.034>
- Gácsi, M., Maros, K., Sernkvist, S., Faragó, T., Miklósi, A., 2013. Human analogue safe haven effect of the owner: behavioural and heart rate response to stressful social stimuli in dogs. *PloS One* 8, e58475.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058475>
- Gácsi, M., Topál, J., Miklósi, Á., Dóka, A., Csányi, V., 2001. Attachment behavior of adult dogs (*Canis familiaris*) living at rescue centers: forming new bonds. *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 115, 423–431. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.115.4.423>
- Gaines, S.A., Rooney, N.J., Bradshaw, J.W.S., 2008. The effect of feeding enrichment upon reported working ability and behavior of kenneled working dogs. *J. Forensic Sci.* 53, 1400–1404. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00879.x>
- Galibert, F., Quignon, P., Hitte, C., André, C., 2011. Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *C. R. Biol.* 334, 190–196.  
<https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.12.011>
- Gandia Estellés, M., Mills, D.S., 2006. Signs of travel-related problems in dogs and their response to treatment with dog-appeasing pheromone. *Vet. Rec.* 159, 143–148.
- Gareau, M.G., Jury, J., MacQueen, G., Sherman, P.M., Perdue, M.H., 2007. Probiotic treatment of rat pups normalises corticosterone release and

- ameliorates colonic dysfunction induced by maternal separation. *Gut* 56, 1522–1528. <https://doi.org/10.1136/gut.2006.117176>
- Gaultier, E., Bonnafous, L., Bougrat, L., Lafont, C., Pageat, P., 2005. Comparison of the efficacy of a synthetic dog-appeasing pheromone with clomipramine for the treatment of separation-related disorders in dogs. *Vet. Rec.* 156, 533–538.
- Gaultier, E., Bonnafous, L., Vienet-Lagué, D., Falewee, C., Bougrat, L., Lafont-Lecuelle, C., Pageat, P., 2009. Efficacy of dog-appeasing pheromone in reducing behaviours associated with fear of unfamiliar people and new surroundings in newly adopted puppies. *Vet. Rec.* 164, 708–714. <https://doi.org/10.1136/vr.164.23.708>
- Gaultier, E., Bonnafous, L., Vienet-Lagué, D., Falewee, C., Bougrat, L., Lafont-Lecuelle, C., Pageat, P., 2008. Efficacy of dog-appeasing pheromone in reducing stress associated with social isolation in newly adopted puppies. *Vet. Rec.* 163, 73–80. <https://doi.org/10.1136/vr.163.3.73>
- Gibson, C.J., Deikel, S.M., Young, S.N., Binik, Y.M., 1982. Behavioural and biochemical effects of tryptophan, tyrosine and phenylalanine in mice. *Psychopharmacology (Berl.)* 76, 118–121. <https://doi.org/10.1007/BF00435264>
- Gibson, E.L., Vargas, K., Hogan, E., Holmes, A., Rogers, P.J., Wittwer, J., Kloek, J., Goralczyk, R., Mohajeri, M.H., 2014. Effects of acute treatment with a tryptophan-rich protein hydrolysate on plasma amino acids, mood and emotional functioning in older women. *Psychopharmacology (Berl.)* 231, 4595–4610. <https://doi.org/10.1007/s00213-014-3609-z>
- Gomes, J.A.S., Silva, J.F., Marçal, A.P., Silva, G.C., Gomes, G.F., de Oliveira, A.C.P., Soares, V.L., Oliveira, M.C., Ferreira, A.V.M., Aguiar, D.C., 2020. High-refined carbohydrate diet consumption induces neuroinflammation and anxiety-like behavior in mice. *J. Nutr. Biochem.* 77, 108317. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.108317>
- Graham, L., Wells, D.L., Hepper, P.G., 2005. The influence of visual stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. *Anim. Welf.* 14, 143–148.
- Graham, Lynne, Wells, D.L., Hepper, P.G., 2005. The influence of olfactory stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 91, 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.08.024>
- Green, P., Hermesh, H., Monselise, A., Marom, S., Presburger, G., Weizman, A., 2006. Red cell membrane omega-3 fatty acids are decreased in

- nondepressed patients with social anxiety disorder. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 16, 107–113.  
<https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2005.07.005>
- Greenwood, C.E., Winocur, G., 1990. Learning and memory impairment in rats fed a high saturated fat diet. *Behav. Neural Biol.* 53, 74–87.  
[https://doi.org/10.1016/0163-1047\(90\)90831-P](https://doi.org/10.1016/0163-1047(90)90831-P)
- Grigg, E.K., Piehler, M., 2015. Influence of dog appeasing pheromone (DAP) on dogs housed in a long-term kennelling facility. *Vet. Rec. Open* 2, e000098.  
<https://doi.org/10.1136/vetreco-2014-000098>
- Guesdon, B., Messaoudi, M., Lefranc-Millot, C., Fromentin, G., Tomé, D., Even, P.C., 2006. A tryptic hydrolysate from bovine milk alphaS1-casein improves sleep in rats subjected to chronic mild stress. *Peptides* 27, 1476–1482.  
<https://doi.org/10.1016/j.peptides.2005.10.001>
- Gunter, L.M., Feuerbacher, E.N., Gilchrist, R.J., Wynne, C.D.L., 2019. Evaluating the effects of a temporary fostering program on shelter dog welfare. *PeerJ* 7, e6620. <https://doi.org/10.7717/peerj.6620>
- Haider, S., Naqvi, Fizza, Batool, Z., Tabassum, S., Sadir, S., Liaquat, L., Naqvi, Faizan, Zuberi, N.A., Shakeel, H., Perveen, T., 2015. Pretreatment with curcumin attenuates anxiety while strengthens memory performance after one short stress experience in male rats. *Brain Res. Bull.* 115, 1–8.  
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2015.04.001>
- Hakanen, E., Mikkola, S., Salonen, M., Puurunen, J., Sulkama, S., Araujo, C., Lohi, H., 2020. Active and social life is associated with lower non-social fearfulness in pet dogs. *Sci. Rep.* 10, 13774. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70722-7>
- Hall, J.A., Brockman, J.A., Jewell, D.E., 2011. Dietary fish oil alters the lysophospholipid metabolomic profile and decreases urinary 11-dehydro thromboxane B2 concentration in healthy Beagles. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 144, 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2011.08.007>
- Hans, C.P., Chaudhary, D.P., Bansal, D.D., 2002. Magnesium deficiency increases oxidative stress in rats. *Indian J. Exp. Biol.* 40, 1275–1279.
- Hansen, F., de Oliveira, D.L., Amaral, F.U.Í., Guedes, F.S., Schneider, T.J., Tumelero, A.C., Hansel, G., Schmidt, K.H., Giacomini, A.C.V.V., Torres, F.V., 2011. Effects of chronic administration of tryptophan with or without concomitant fluoxetine in depression-related and anxiety-like behaviors on

- adult rat. *Neurosci. Lett.* 499, 59–63.  
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.05.032>
- Harauma, A., Moriguchi, T., 2011. Dietary n-3 fatty acid deficiency in mice enhances anxiety induced by chronic mild stress. *Lipids* 46, 409–416.  
<https://doi.org/10.1007/s11745-010-3523-z>
- Harmonease Chewable Tablets [WWW Document], n.d. . Drugs.com. URL <https://www.drugs.com/vet/harmonease-chewable-tablets.html> (accessed 8.9.20).
- Harris, L.D., Briand, E.J., Orth, R., Galbicka, A., 1999. Assessing the Value of Television as Environmental Enrichment for Individually Housed Rhesus Monkeys: A Behavioral Economic Approach. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 38, 48–53.
- Harte, J.L., Eifert, G.H., Smith, R., 1995. The effects of running and meditation on beta-endorphin, corticotropin-releasing hormone and cortisol in plasma, and on mood. *Biol. Psychol.* 40, 251–265. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05118-T](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05118-T)
- Harvey, C.J.D.C., Schofield, G.M., Williden, M., 2018. The use of nutritional supplements to induce ketosis and reduce symptoms associated with keto-induction: a narrative review. *PeerJ* 6, e4488.  
<https://doi.org/10.7717/peerj.4488>
- Held, S.D.E., Špinka, M., 2011. Animal play and animal welfare. *Anim. Behav.* 81, 891–899. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.01.007>
- Hendriks, H., Bos, R., Woerdenbag, H.J., Koster, A.S., 1985. Central nervous depressant activity of valerianic Acid in the mouse. *Planta Med.* 51, 28–31.  
<https://doi.org/10.1055/s-2007-969384>
- Hennessy, M.B., Davis, H.N., Williams, M.T., Mellott, C., Douglas, C.W., 1997. Plasma cortisol levels of dogs at a county animal shelter. *Physiol. Behav.* 62, 485–490.
- Hennessy, M.B., T. Williams, M., Miller, D.D., Douglas, C.W., Voith, V.L., 1998. Influence of male and female petters on plasma cortisol and behaviour: can human interaction reduce the stress of dogs in a public animal shelter? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 63–77. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00179-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00179-8)
- Hennessy, M.B., Voith, V.L., Hawke, J.L., Young, T.L., Centrone, J., McDowell, A.L., Linden, F., Davenport, G.M., 2002a. Effects of a program of human interaction and alterations in diet composition on activity of the hypothalamic-pituitary-

- adrenal axis in dogs housed in a public animal shelter. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 221, 65–71.
- Hennessey, M.B., Voith, V.L., Mazzei, S.J., Buttram, J., Miller, D.D., Linden, F., 2001. Behavior and cortisol levels of dogs in a public animal shelter, and an exploration of the ability of these measures to predict problem behavior after adoption. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 217–233.
- Hennessey, M.B., Voith, V.L., Young, T.L., Hawke, J.L., Centrone, J., McDowell, A.L., Linden, F., Davenport, G.M., 2002b. Exploring human interaction and diet effects on the behavior of dogs in a public animal shelter. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 5, 253–273. [https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0504\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0504_01)
- Hennessey, M.B., Willen, R.M., Schiml, P.A., 2020. Psychological Stress, Its Reduction, and Long-Term Consequences: What Studies with Laboratory Animals Might Teach Us about Life in the Dog Shelter. *Anim. Open Access J. MDPI* 10. <https://doi.org/10.3390/ani10112061>
- Hermiston, C., Montrose, V.T., Taylor, S., 2018. The effects of dog-appeasing pheromone spray upon canine vocalizations and stress-related behaviors in a rescue shelter. *J. Vet. Behav.* 26, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.03.013>
- Herron, M.E., Kirby-Madden, T.M., Lord, L.K., 2014. Effects of environmental enrichment on the behavior of shelter dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 244, 687–692. <https://doi.org/10.2460/javma.244.6.687>
- Hetts, S., Derrell Clark, J., Calpin, J.P., Arnold, C.E., Mateo, J.M., 1992. Influence of housing conditions on beagle behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 34, 137–155. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80063-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80063-2)
- Hewison, L.F., Wright, H.F., Zulch, H.E., Ellis, S.L.H., 2014. Short term consequences of preventing visitor access to kennels on noise and the behaviour and physiology of dogs housed in a rescue shelter. *Physiol. Behav.* 133, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.04.045>
- Hiby, E.F., Rooney, N.J., Bradshaw, J.W.S., 2006. Behavioural and physiological responses of dogs entering re-homing kennels. *Physiol. Behav.* 89, 385–391. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.07.012>
- Hidese, S., Ogawa, S., Ota, M., Ishida, I., Yasukawa, Z., Ozeki, M., Kunugi, H., 2019. Effects of L-Theanine Administration on Stress-Related Symptoms and Cognitive Functions in Healthy Adults: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients* 11. <https://doi.org/10.3390/nu11102362>

- Hollis, F., Mitchell, E.S., Canto, C., Wang, D., Sandi, C., 2018. Medium chain triglyceride diet reduces anxiety-like behaviors and enhances social competitiveness in rats. *Neuropharmacology* 138, 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2018.06.017>
- Holt, S., Carter, DavidC., Tothill, P., Heading, RobertC., Prescott, LaurenceF., 1979. EFFECT OF GEL FIBRE ON GASTRIC EMPTYING AND ABSORPTION OF GLUCOSE AND PARACETAMOL. *The Lancet*, Originally published as Volume 1, Issue 8117 313, 636–639. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(79\)91079-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(79)91079-1)
- Howard, M.D., Kerley, M.S., Sunvold, G.D., Reinhart, G.A., 2000. Source of dietary fiber fed to dogs affects nitrogen and energy metabolism and intestinal microflora populations. *Nutr. Res.* 20, 1473–1484. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(00\)80028-7](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(00)80028-7)
- Hubrecht, R.C., 1995. Enrichment in puppyhood and its effects on later behavior of dogs. *Lab. Anim. Sci.* 45, 70–75.
- Hubrecht, R.C., 1993. A comparison of social and environmental enrichment methods for laboratory housed dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 345–361. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90123-7](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90123-7)
- Hubrecht, R.C., Serpell, J.A., Poole, T.B., 1992. Correlates of pen size and housing conditions on the behaviour of kennelled dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 34, 365–383. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80096-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80096-6)
- Hughes, R.N., Lowther, C.L., van Nobelen, M., 2011. Prolonged treatment with vitamins C and E separately and together decreases anxiety-related open-field behavior and acoustic startle in hooded rats. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 97, 494–499. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2010.10.010>
- Ikeno, T., Deats, S.P., Soler, J., Lonstein, J.S., Yan, L., 2016. Decreased daytime illumination leads to anxiety-like behaviors and HPA axis dysregulation in the diurnal grass rat (*Arvicanthis niloticus*). *Behav. Brain Res.* 300, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.12.004>
- Ings, R., Waran, N., Young, R., 1997. Effect of Wood-Pile Feeders on the Behaviour of Captive Bush Dogs (*Speothos Venaticus*). *Anim. Welf.* 6, 145–152.
- Interactive Pet Camera [WWW Document], 2018. URL <https://petchatz.com/> (accessed 11.7.21).
- Islam, M.R., Ahmed, M.U., Islam, M.S., Sayeed, M.S.B., Sadia, F., Chowdhury, Z.S., Nahar, Z., Hasnat, A., 2014. Comparative Analysis of Serum

- Malondialdehyde, Antioxidant Vitamins and Immunoglobulin Levels in Patients Suffering from Generalized Anxiety Disorder. *Drug Res.* 64, 406–411. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358758>
- Jarvis, T., Hall, N.J., 2020. Development of point following behaviors in shelter dogs. *Learn. Behav.* 48, 335–343. <https://doi.org/10.3758/s13420-020-00415-8>
- Jezova, D., Makatsori, A., Duncko, R., Moncek, F., Jakubek, M., 2004. High trait anxiety in healthy subjects is associated with low neuroendocrine activity during psychosocial stress. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry* 28, 1331–1336. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2004.08.005>
- Jezova, D., Makatsori, A., Smriga, M., Morinaga, Y., Duncko, R., 2005. Subchronic treatment with amino acid mixture of L-lysine and L-arginine modifies neuroendocrine activation during psychosocial stress in subjects with high trait anxiety. *Nutr. Neurosci.* 8, 155–160. <https://doi.org/10.1080/10284150500162937>
- Jiang, H., Zhang, X., Yu, Z., Zhang, Z., Deng, M., Zhao, J., Ruan, B., 2018. Altered gut microbiota profile in patients with generalized anxiety disorder. *J. Psychiatr. Res.* 104, 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2018.07.007>
- Jones, C.A., Refsal, K.R., Lippert, A.C., Nachreiner, R.F., Schwacha, M.M., 1990. Changes in adrenal cortisol secretion as reflected in the urinary cortisol/creatinine ratio in dogs. *Domest. Anim. Endocrinol.* 7, 559–572. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(90\)90013-P](https://doi.org/10.1016/0739-7240(90)90013-P)
- Jongman, E.C., Butler, K.L., Hemsworth, P.H., 2018. The effects of kennel size and exercise on the behaviour and stress physiology of individually-housed greyhounds. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 199, 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.11.002>
- Jung, J.H., Kim, S.-J., 2019. Anxiolytic Action of Taurine via Intranasal Administration in Mice. *Biomol. Ther.* 27, 450–456. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2018.218>
- Kalman, D.S., Feldman, S., Feldman, R., Schwartz, H.I., Krieger, D.R., Garrison, R., 2008. Effect of a proprietary Magnolia and Phellodendron extract on stress levels in healthy women: a pilot, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Nutr. J.* 7, 11. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-11>
- Kandola, A., Stubbs, B., 2020. Exercise and Anxiety. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1228, 345–352. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_23)

- Kato, M., Miyaji, K., Ohtani, N., Ohta, M., 2012. Effects of prescription diet on dealing with stressful situations and performance of anxiety-related behaviors in privately owned anxious dogs. *J. Vet. Behav.* 7, 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.05.025>
- Kaulfuss, P., Hintze, S., Würbel, H., 2009. Effect of tryptophan as dietary supplement on dogs with abnormal-repetitive behaviors. *J. Vet. Behav.* 4, 97. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2008.09.023>
- Kawasaki, K., Muroyama, K., Murosaki, S., 2018. Effect of a water extract of *Curcuma longa* on emotional states in healthy participants. *Biosci. Microbiota Food Health* 37, 25–29. <https://doi.org/10.12938/bmfh.17-020>
- Kennedy, D.O., Little, W., Scholey, A.B., 2004. Attenuation of laboratory-induced stress in humans after acute administration of *Melissa officinalis* (Lemon Balm). *Psychosom. Med.* 66, 607–613. <https://doi.org/10.1097/01.psy.0000132877.72833.71>
- Kennedy, D.O., Scholey, A.B., Tildesley, N.T.J., Perry, E.K., Wesnes, K.A., 2002. Modulation of mood and cognitive performance following acute administration of *Melissa officinalis* (lemon balm). *Pharmacol. Biochem. Behav.* 72, 953–964. [https://doi.org/10.1016/S0091-3057\(02\)00777-3](https://doi.org/10.1016/S0091-3057(02)00777-3)
- Kerepesi, A., Dóka, A., Miklósi, Á., 2015. Dogs and their human companions: the effect of familiarity on dog-human interactions. *Behav. Processes* 110, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.02.005>
- Kiddie, J., Bodymore, A., Dittrich, A., 2017. Environmental Enrichment in Kennelled Pit Bull Terriers (*Canis lupus familiaris*). *Anim. Open Access J. MDPI* 7. <https://doi.org/10.3390/ani7040027>
- Kiddie, J., Collins, L., 2015. Identifying environmental and management factors that may be associated with the quality of life of kennelled dogs (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 167, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.03.007>
- Kiddie, J.L., Collins, L.M., 2014. Development and validation of a quality of life assessment tool for use in kennelled dogs (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 158, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.05.008>
- Kiecolt-Glaser, J.K., Belury, M.A., Andridge, R., Malarkey, W.B., Glaser, R., 2011. Omega-3 supplementation lowers inflammation and anxiety in medical students: a randomized controlled trial. *Brain. Behav. Immun.* 25, 1725–1734. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2011.07.229>

- Kim, J.H., Desor, D., Kim, Y.T., Yoon, W.J., Kim, K.S., Jun, J.S., Pyun, K.H., Shim, I., 2007. Efficacy of alphas1-casein hydrolysate on stress-related symptoms in women. *Eur. J. Clin. Nutr.* 61, 536–541. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602553>
- Kim, Y.-M., Lee, J.-K., Abd el-aty, A.M., Hwang, S.-H., Lee, J.-H., Lee, S.-M., 2010. Efficacy of dog-appeasing pheromone (DAP) for ameliorating separation-related behavioral signs in hospitalized dogs. *Can. Vet. J. Rev. Veterinaire Can.* 51, 380–384.
- Kimura, K., Ozeki, M., Juneja, L.R., Ohira, H., 2007. L-Theanine reduces psychological and physiological stress responses. *Biol. Psychol.* 74, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.06.006>
- Klaassen, T., Klumperbeek, J., Deutz, N.E.P., van Praag, H.M., Griez, E., 1998. Effects of tryptophan depletion on anxiety and on panic provoked by carbon dioxide challenge. *Psychiatry Res.* 77, 167–174. [https://doi.org/10.1016/S0165-1781\(98\)00004-3](https://doi.org/10.1016/S0165-1781(98)00004-3)
- Kleiman, S.C., Bulik-Sullivan, E.C., Glenny, E.M., Zerwas, S.C., Huh, E.Y., Tsilimigras, M.C.B., Fodor, A.A., Bulik, C.M., Carroll, I.M., 2017. The Gut-Brain Axis in Healthy Females: Lack of Significant Association between Microbial Composition and Diversity with Psychiatric Measures. *PLOS ONE* 12, e0170208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170208>
- Kobelt, A.J., Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., Coleman, G.J., Butler, K.L., 2007. The behaviour of Labrador retrievers in suburban backyards: The relationships between the backyard environment and dog behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 106, 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.07.006>
- Kogan, L.R., Schoenfeld-Tacher, R., Simon, A.A., 2012. Behavioral effects of auditory stimulation on kennel dogs. *J. Vet. Behav.* 7, 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.11.002>
- Komiya, M., Sugiyama, A., Tanabe, K., Uchino, T., Takeuchi, T., 2009. Evaluation of the effect of topical application of lavender oil on autonomic nerve activity in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 70, 764–769. <https://doi.org/10.2460/ajvr.70.6.764>
- KONG® Classic [WWW Document], n.d. URL <https://www.kongcompany.com/fr/kong-classic> (accessed 11.7.21).
- Konok, V., Marx, A., Faragó, T., 2019. Attachment styles in dogs and their relationship with separation-related disorder – A questionnaire based

- clustering. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 213, 81–90.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.02.014>
- Koopmans, S.J., Ruis, M., Dekker, R., van Diepen, H., Korte, M., Mroz, Z., 2005. Surplus dietary tryptophan reduces plasma cortisol and noradrenaline concentrations and enhances recovery after social stress in pigs. *Physiol. Behav.* 85, 469–478. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.05.010>
- Kovács, Z., D'Agostino, D.P., Ari, C., 2018. Anxiolytic Effect of Exogenous Ketone Supplementation Is Abolished by Adenosine A1 Receptor Inhibition in Wistar Albino Glaxo/Rijswijk Rats. *Front. Behav. Neurosci.* 12, 29. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00029>
- Kovar, K.A., Gropper, B., Friess, D., Ammon, H.P., 1987. Blood levels of 1,8-cineole and locomotor activity of mice after inhalation and oral administration of rosemary oil. *Planta Med.* 53, 315–318. <https://doi.org/10.1055/s-2006-962725>
- Kuhne, F., Hößler, J.C., Struwe, R., 2012. Effects of human–dog familiarity on dogs' behavioural responses to petting. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 142, 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.10.003>
- Kuti, D., Winkler, Z., Horváth, K., Juhasz, B., Paholcsek, M., Stágel, A., Gulyás, G., Czeglédi, L., Ferenczi, S., Kovacs, K., 2019. Gastrointestinal (Non-systemic) Antibiotic Rifaximin Differentially Affects Chronic Stress-induced Changes in Colon Microbiome and Gut Permeability without Effect on Behavior. *Brain. Behav. Immun.* 84. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.12.004>
- Lambert, K., Coe, J., Niel, L., Dewey, C., Sargeant, J.M., 2015. A systematic review and meta-analysis of the proportion of dogs surrendered for dog-related and owner-related reasons. *Prev. Vet. Med.* 118, 148–160. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.002>
- Landsberg, G., Milgram, B., Mougeot, I., Kelly, S., de Rivera, C., 2017. Therapeutic effects of an alpha-casozepine and L-tryptophan supplemented diet on fear and anxiety in the cat. *J. Feline Med. Surg.* 19, 594–602. <https://doi.org/10.1177/1098612X16669399>
- Landsberg, G.M., Beck, A., Lopez, A., Deniaud, M., Araujo, J.A., Milgram, N.W., 2015. Dog-appeasing pheromone collars reduce sound-induced fear and anxiety in beagle dogs: a placebo-controlled study. *Vet. Rec.* 177, 260. <https://doi.org/10.1136/vr.103172>

- Larousse, É., n.d. Définition de la phytothérapie [WWW Document]. URL <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/phytoth%C3%A9rapie/60668> (accessed 8.8.20).
- Larrieu, T., Layé, S., 2018. Food for Mood: Relevance of Nutritional Omega-3 Fatty Acids for Depression and Anxiety. *Front. Physiol.* 9, 1047. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01047>
- Larsson, F., Winblad, B., Mohammed, A.H., 2002. Psychological stress and environmental adaptation in enriched vs. impoverished housed rats. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 73, 193–207. [https://doi.org/10.1016/S0091-3057\(02\)00782-7](https://doi.org/10.1016/S0091-3057(02)00782-7)
- Lee, B., Lee, H., 2018. Systemic Administration of Curcumin Affect Anxiety-Related Behaviors in a Rat Model of Posttraumatic Stress Disorder via Activation of Serotonergic Systems. *Evid.-Based Complement. Altern. Med. ECAM* 2018, 9041309. <https://doi.org/10.1155/2018/9041309>
- Lehnert, H., Reinstein, D.K., Strowbridge, B.W., Wurtman, R.J., 1984. Neurochemical and behavioral consequences of acute, uncontrollable stress: Effects of dietary tyrosine. *Brain Res.* 303, 215–223. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(84\)91207-1](https://doi.org/10.1016/0006-8993(84)91207-1)
- Les “messages réconfortants” d’ADAPTIL [WWW Document], n.d. . Adaptil. URL <https://www.adaptil.com/fr/Produits/Les-messages-rassurants-d-ADAPTIL> (accessed 9.13.21).
- Li, S.-M., Fan, J.-Y., Fan, L., Zhang, Z.-F., Luo, P., Zhang, X.-J., Wang, J.-G., Zhu, L., Zhao, Z.-Z., Chen, H., 2014. Comparative analysis of EPA and DHA in fish oil nutritional capsules by GC-MS. *Lipids Health Dis.* 13, 190. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-190>
- Liu, J., Galfalvy, H., Cooper, T., Oquendo, M., Grunebaum, M., Mann, J., Sublette, M.E., 2013. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) Status in Major Depressive Disorder With Comorbid Anxiety Disorders. *J. Clin. Psychiatry* 74, 732–8. <https://doi.org/10.4088/JCP.12m07970>
- López-Arjona, M., Mateo, S.V., Cerón, J.J., Martínez-Subiela, S., 2021. Changes in salivary oxytocin after stroking in dogs: Validation of two assays for its assessment. *Res. Vet. Sci.* 136, 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.04.007>

- Lore, R.K., Eisenberg, F.B., 1986. Avoidance reactions of domestic dogs to unfamiliar male and female humans in a kennel setting. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15, 261–266. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(86\)90096-1](https://doi.org/10.1016/0168-1591(86)90096-1)
- Lourenço, A.L., Booij-Vrieling, H.E., Vossebeld, C.B., Neves, A., Viegas, C., Corbee, R.J., 2018. The effect of dietary corn oil and fish oil supplementation in dogs with naturally occurring gingivitis. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 102, 1382–1389. <https://doi.org/10.1111/jpn.12932>
- Luescher, A.U., Tyson Medlock, R., 2009. The effects of training and environmental alterations on adoption success of shelter dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 117, 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.11.001>
- Luño, I., Palacio, J., García-Belenguer, S., Rosado, B., 2019. Baseline and postprandial concentrations of cortisol and ghrelin in companion dogs with chronic stress-related behavioural problems: A preliminary study. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 216, 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.04.011>
- Lynch, J.J., Gantt, W.H., 1968. The heart rate component of the social reflex in dogs: The conditional effects of petting and person. *Cond. Reflex Pavlov. J. Res. Ther.* 3, 69–80. <https://doi.org/10.1007/BF03001139>
- Lynch, J.J., McCarthy, J.F., 1967. The effect of petting on a classically conditioned emotional response. *Behav. Res. Ther.* 5, 55–62. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(67\)90056-3](https://doi.org/10.1016/0005-7967(67)90056-3)
- Mack, Z., Fokidis, H.B., 2017. A novel method for assessing chronic cortisol concentrations in dogs using the nail as a source. *Domest. Anim. Endocrinol.* 59, 53–57. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.11.003>
- MacLean, E.L., Gesquiere, L.R., Gee, N.R., Levy, K., Martin, W.L., Carter, C.S., 2017. Effects of Affiliative Human-Animal Interaction on Dog Salivary and Plasma Oxytocin and Vasopressin. *Front. Psychol.* 8, 1606. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01606>
- Manos, B.E., Bravender, T.D., Harrison, T.M., Lange, H.L.H., Cottrill, C.B., Abdel-Rasoul, M., Bonny, A.E., 2018. A pilot randomized controlled trial of omega-3 fatty acid supplementation for the treatment of anxiety in adolescents with anorexia nervosa. *Int. J. Eat. Disord.* 51, 1367–1372. <https://doi.org/10.1002/eat.22964>
- Mariti, C., Carlone, B., Ricci, E., Sighieri, C., Gazzano, A., 2014. Intraspecific attachment in adult domestic dogs (*Canis familiaris*): Preliminary results. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 152, 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.12.002>

- Mariti, C., Ricci, E., Zilocchi, M., Gazzano, A., 2013. Owners as a secure base for their dogs. *Behaviour* 150, 1275–1294. <https://doi.org/10.1163/1568539X-00003095>
- Markus, C.R., 2007. Effects of carbohydrates on brain tryptophan availability and stress performance. *Biol. Psychol.* 76, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.06.003>
- Markus, C.R., Firk, C., Gerhardt, C., Kloek, J., Smolders, G.F., 2008. Effect of different tryptophan sources on amino acids availability to the brain and mood in healthy volunteers. *Psychopharmacology (Berl.)* 201, 107–114. <https://doi.org/10.1007/s00213-008-1254-0>
- Markus, C.R., Jonkman, L.M., Lammers, J.H., Deutz, N.E., Messer, M.H., Rigtering, N., 2005. Evening intake of  $\alpha$ -lactalbumin increases plasma tryptophan availability and improves morning alertness and brain measures of attention. *Am. J. Clin. Nutr.* 81, 1026–1033. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.5.1026>
- Markus, C.R., Klöpping-Ketelaars, W.I., Pasman, W., Klarenbeek, B., van den Berg, H., 2000a. Dose-Dependent Effect of  $\alpha$ -Lactalbumin in Combination with Two Different Doses of Glucose on the Plasma Trp/LNAA Ratio. *Nutr. Neurosci.* 3, 345–355. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2000.11747332>
- Markus, C.R., Olivier, B., de Haan, E.H., 2002. Whey protein rich in  $\alpha$ -lactalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 75, 1051–1056. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.6.1051>
- Markus, C.R., Olivier, B., Panhuysen, G.E., Van der Gugten, J., Alles, M.S., Tuiten, A., Westenberg, H.G., Fekkes, D., Koppeschaar, H.F., de Haan, E.E., 2000b. The bovine protein  $\alpha$ -lactalbumin increases the plasma ratio of tryptophan to the other large neutral amino acids, and in vulnerable subjects raises brain serotonin activity, reduces cortisol concentration, and improves mood under stress. *Am. J. Clin. Nutr.* 71, 1536–1544. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.6.1536>
- Markus, C.R., Panhuysen, G., Tuiten, A., Koppeschaar, H., Fekkes, D., Peters, M.L., 1998. Does Carbohydrate-rich, Protein-poor Food Prevent a Deterioration of Mood and Cognitive Performance of Stress-prone Subjects when Subjected to a Stressful Task? *Appetite* 31, 49–65. <https://doi.org/10.1006/appe.1997.0155>

- Markus, C.R., Verschoor, E., Firk, C., Kloek, J., Gerhardt, C.C., 2010. Effect of tryptophan-rich egg protein hydrolysate on brain tryptophan availability, stress and performance. *Clin. Nutr.* 29, 610–616. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2010.01.003>
- Marston, L.C., Bennett, P.C., Coleman, G.J., 2004. What happens to shelter dogs? An analysis of data for 1 year from three Australian shelters. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 7, 27–47. [https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0701\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0701_2)
- Marten, B., Pfeuffer, M., Schrezenmeir, J., 2006. Medium-chain triglycerides. *Int. Dairy J., Technological and Health Aspects of Bioactive Components of Milk* 16, 1374–1382. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.06.015>
- Mason, B.L., Li, Q., Minhajuddin, A., Czysz, A.H., Coughlin, L.A., Hussain, S.K., Koh, A.Y., Trivedi, M.H., 2020. Reduced anti-inflammatory gut microbiota are associated with depression and anhedonia. *J. Affect. Disord.* 266, 394–401. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.137>
- Mason, G., Latham, N.R., 2004. Can't stop, won't stop: Is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Anim. Welf.* 13, 57–69.
- Massimino, S., McBurney, M., Field, C., Thomson, A., Keelan, M., Hayek, M., Sunvold, G., 1998. Fermentable Dietary Fiber Increases GLP-1 Secretion and Improves Glucose Homeostasis Despite Increased Intestinal Glucose Transport. *J. Nutr.* 128, 1786–93. <https://doi.org/10.1093/jn/128.10.1786>
- Mazloom, Z., Ekramzadeh, M., Hejazi, N., 2013. Efficacy of supplementary vitamins C and E on anxiety, depression and stress in type 2 diabetic patients: a randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *Pak. J. Biol. Sci. PJBS* 16, 1597–1600. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.1597.1600>
- McGowan, R.T.S., Bolte, C., Barnett, H.R., Perez-Camargo, G., Martin, F., 2018. Can you spare 15 min? The measurable positive impact of a 15-min petting session on shelter dog well-being. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 203, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.011>
- McKee, J.S., Harrison, P.C., 1995. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance of broiler chickens exposed to multiple concurrent stressors. *Poult. Sci.* 74, 1772–1785. <https://doi.org/10.3382/ps.0741772>
- McMillan, F.D., Duffy, D.L., Zawistowski, S.L., Serpell, J.A., 2015. Behavioral and Psychological Characteristics of Canine Victims of Abuse. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 18, 92–111. <https://doi.org/10.1080/10888705.2014.962230>

- Meehan, C.L., Mench, J.A., 2007. The challenge of challenge: Can problem solving opportunities enhance animal welfare? *Appl. Anim. Behav. Sci., Conservation, Enrichment and Animal Behaviour* 102, 246–261. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.031>
- Menor-Campos, D.J., Molleda-Carbonell, J.M., López-Rodríguez, R., 2011. Effects of exercise and human contact on animal welfare in a dog shelter. *Vet. Rec.* 169, 388–388. <https://doi.org/10.1136/vr.d4757>
- Mertens, P.A., Unshelm, J., 2015. Effects of Group and Individual Housing on the Behavior of Kennelled Dogs in Animal Shelters. *Anthrozoös*. <https://doi.org/10.2752/089279396787001662>
- Mertens, P.A., Unshelm, J., 1996. Effects of Group and Individual Housing on the Behavior of Kennelled Dogs in Animal Shelters. *Anthrozoös* 9, 40–51. <https://doi.org/10.2752/089279396787001662>
- Messaoudi, M., Lalonde, R., Schroeder, H., Desor, D., 2009. Anxiolytic-like effects and safety profile of a tryptic hydrolysate from bovine alpha s1-casein in rats. *Fundam. Clin. Pharmacol.* 23, 323–330. <https://doi.org/10.1111/j.1472-8206.2009.00672.x>
- Messaoudi, M., Lalonde, R., Violle, N., Javelot, H., Desor, D., Nejdi, A., Bisson, J.-F., Rougeot, C., Pichelin, M., Cazaubiel, M., Cazaubiel, J.-M., 2011. Assessment of psychotropic-like properties of a probiotic formulation (*Lactobacillus helveticus* R0052 and *Bifidobacterium longum* R0175) in rats and human subjects. *Br. J. Nutr.* 105, 755–764. <https://doi.org/10.1017/S0007114510004319>
- Messaoudi, M., Lefranc-Millot, C., Desor, D., Demagny, B., Bourdon, L., 2005. Effects of a tryptic hydrolysate from bovine milk alphaS1-casein on hemodynamic responses in healthy human volunteers facing successive mental and physical stress situations. *Eur. J. Nutr.* 44, 128–132. <https://doi.org/10.1007/s00394-004-0534-7>
- Meyer, I., Forkman, B., 2014. Dog and owner characteristics affecting the dog–owner relationship. *J. Vet. Behav.* 9, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.03.002>
- Miclo, L., Perrin, E., Driou, A., Papadopoulos, V., Boujrad, N., Vanderesse, R., Boudier, J., Desor, D., Linden, G., Gaillard, J., 2001. Characterization of alpha-casozepine, a tryptic peptide from bovine alpha(s1)-casein with

- benzodiazepine-like activity. *FASEB J. Off. Publ. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.* 15, 1780–2.
- Milakofsky, L., Hare, T.A., Miller, J.M., Vogel, W.H., 1985. Rat plasma levels of amino acids and related compounds during stress. *Life Sci.* 36, 753–761. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(85\)90195-x](https://doi.org/10.1016/0024-3205(85)90195-x)
- Miller, E.R., Pastor-Barriuso, R., Dalal, D., Riemersma, R.A., Appel, L.J., Guallar, E., 2005. Meta-analysis: high-dosage vitamin E supplementation may increase all-cause mortality. *Ann. Intern. Med.* 142, 37–46. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-142-1-200501040-00110>
- Milliman, R.E., 1982. Using Background Music to Affect the Behavior of Supermarket Shoppers. *J. Mark.* 46, 86–91. <https://doi.org/10.2307/1251706>
- Mills, D.S., Ramos, D., Estelles, M.G., Hargrave, C., 2006. A triple blind placebo-controlled investigation into the assessment of the effect of Dog Appeasing Pheromone (DAP) on anxiety related behaviour of problem dogs in the veterinary clinic. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98, 114–126. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.08.012>
- Mitchell, E.S., Slettenaar, M., Quadt, F., Giesbrecht, T., Kloek, J., Gerhardt, C., Bot, A., Eilander, A., Wiseman, S., 2011. Effect of hydrolysed egg protein on brain tryptophan availability. *Br. J. Nutr.* 105, 611–617. <https://doi.org/10.1017/S0007114510004150>
- Mitsui, S., Yamamoto, M., Nagasawa, M., Mogi, K., Kikusui, T., Ohtani, N., Ohta, M., 2011. Urinary oxytocin as a noninvasive biomarker of positive emotion in dogs. *Horm. Behav.* 60, 239–243. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2011.05.012>
- Mizoguchi, K., Shoji, H., Ikeda, R., Tanaka, Y., Tabira, T., 2008. Persistent depressive state after chronic stress in rats is accompanied by HPA axis dysregulation and reduced prefrontal dopaminergic neurotransmission. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 91, 170–175. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2008.07.002>
- Mizushige, T., Sawashi, Y., Yamada, A., Kanamoto, R., Ohinata, K., 2013. Characterization of Tyr-Leu-Gly, a novel anxiolytic-like peptide released from bovine  $\alpha$ S-casein. *FASEB J. Off. Publ. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.* 27, 2911–2917. <https://doi.org/10.1096/fj.12-225474>
- Mohajeri, M.H., Wittwer, J., Vargas, K., Hogan, E., Holmes, A., Rogers, P.J., Goralczyk, R., Gibson, E.L., 2015. Chronic treatment with a tryptophan-rich protein hydrolysate improves emotional processing, mental energy levels and

- reaction time in middle-aged women. *Br. J. Nutr.* 113, 350–365.  
<https://doi.org/10.1017/S0007114514003754>
- Mondo, E., Barone, M., Soverini, M., D'Amico, F., Cocchi, M., Petrulli, C., Mattioli, M., Marliani, G., Candela, M., Accorsi, P.A., 2020. Gut microbiome structure and adrenocortical activity in dogs with aggressive and phobic behavioral disorders. *Heliyon* 6, e03311. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03311>
- Moritz, B., Schmitz, A.E., Rodrigues, A.L.S., Dafre, A.L., Cunha, M.P., 2020. The role of vitamin C in stress-related disorders. *J. Nutr. Biochem.* 85, 108459. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108459>
- Moritz, B., Schwarzbald, M.L., Guarnieri, R., Diaz, A.P., S Rodrigues, A.L., Dafre, A.L., 2017. Effects of ascorbic acid on anxiety state and affect in a non-clinical sample. *Acta Neurobiol. Exp. (Warsz.)* 77, 362–372.
- Moskowitz, D.S., Pinard, G., Zuroff, D.C., Annable, L., Young, S.N., 2001. The Effect of Tryptophan on Social Interaction in Everyday Life: A Placebo-Controlled Study. *Neuropsychopharmacology* 25, 277–289. [https://doi.org/10.1016/S0893-133X\(01\)00219-6](https://doi.org/10.1016/S0893-133X(01)00219-6)
- Moss, M., Cook, J., Wesnes, K., Duckett, P., 2003. Aromas of rosemary and lavender essential oils differentially affect cognition and mood in healthy adults. *Int. J. Neurosci.* 113, 15–38. <https://doi.org/10.1080/00207450390161903>
- Motomura, N., Sakurai, A., Yotsuya, Y., 2001. Reduction of Mental Stress with Lavender Odorant. *Percept. Mot. Skills* 93, 713–718. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.93.3.713>
- Mukherji, A., Kobiita, A., Ye, T., Chambon, P., 2013. Homeostasis in intestinal epithelium is orchestrated by the circadian clock and microbiota cues transduced by TLRs. *Cell* 153, 812–827. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.04.020>
- Murtagh, K., Farnworth, M.J., Brilot, B.O., 2020. The scent of enrichment: Exploring the effect of odour and biological salience on behaviour during enrichment of kennelled dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 223, 104917. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104917>
- Nagasawa, M., Mitsui, S., En, S., Ohtani, N., Ohta, M., Sakuma, Y., Onaka, T., Mogi, K., Kikusui, T., 2015. Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science* 348, 333–336. <https://doi.org/10.1126/science.1261022>

- Nakajima, S., Fukasawa, K., Gotoh, M., Murakami-Murofushi, K., Kunugi, H., 2020. Saturated fatty acid is a principal cause of anxiety-like behavior in diet-induced obese rats in relation to serum lysophosphatidyl choline level. *Int. J. Obes.* 2005 44, 727–738. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0468-z>
- Nakamura, M., Miura, A., Nagahata, T., Shibata, Y., Okada, E., Ojima, T., 2019. Low Zinc, Copper, and Manganese Intake is Associated with Depression and Anxiety Symptoms in the Japanese Working Population: Findings from the Eating Habit and Well-Being Study. *Nutrients* 11. <https://doi.org/10.3390/nu11040847>
- Nakashima, T., Akamatsu, M., Hatanaka, A., Kiyohara, T., 2004. Attenuation of stress-induced elevations in plasma ACTH level and body temperature in rats by green odor. *Physiol. Behav.* 80, 481–488. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2003.10.008>
- Natacci, L., M Marchioni, D., C Goulart, A., Nunes, M.A., B Moreno, A., O Cardoso, L., Giatti, L., B Molina, M.D.C., S Santos, I., Brunoni, A.R., A Lotufo, P., M Bensenor, I., 2018. Omega 3 Consumption and Anxiety Disorders: A Cross-Sectional Analysis of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Nutrients* 10. <https://doi.org/10.3390/nu10060663>
- Nishida, K., Sawada, D., Kuwano, Y., Tanaka, H., Rokutan, K., 2019. Health Benefits of *Lactobacillus gasseri* CP2305 Tablets in Young Adults Exposed to Chronic Stress: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Nutrients* 11, 1859. <https://doi.org/10.3390/nu11081859>
- Normando, S., Contiero, B., Marchesini, G., Ricci, R., 2014. Effects of space allowance on the behaviour of long-term housed shelter dogs. *Behav. Processes* 103, 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.01.015>
- Normando, S., Corain, L., Salvadoretti, M., Meers, L., Valsecchi, P., 2009a. Effects of an Enhanced Human Interaction Program on shelter dogs' behaviour analysed using a novel nonparametric test. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 116, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.10.005>
- Normando, S., Salvadoretti, M., Marinelli, L., Mongillo, P., Bono, G., 2009b. Effects of pen size on old shelter dogs' behavior. *J. Vet. Behav.* 4, 86. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2008.09.066>
- North, A.C., Tarrant, M., Hargreaves, D.J., 2016. The Effects of Music on Helping Behavior: A Field Study. *Environ. Behav.* <https://doi.org/10.1177/0013916503256263>

- Nos comptes et chiffres-clés [WWW Document], n.d. URL <https://www.la-spa.fr/nos-comptes-et-chiffres-cles> (accessed 11.6.21).
- Ogi, A., Mariti, C., Baragli, P., Sergi, V., Gazzano, A., 2020. Effects of Stroking on Salivary Oxytocin and Cortisol in Guide Dogs: Preliminary Results. *Anim. Open Access J. MDPI* 10, E708. <https://doi.org/10.3390/ani10040708>
- Okura, Y., Tawara, S., Kikusui, T., Takenaka, A., 2009. Dietary vitamin E deficiency increases anxiety-related behavior in rats under stress of social isolation. *BioFactors* 35, 273–278. <https://doi.org/10.1002/biof.33>
- Orosco, M., Rouch, C., Beslot, F., Feurte, S., Regnault, A., Dauge, V., 2004. Alpha-lactalbumin-enriched diets enhance serotonin release and induce anxiolytic and rewarding effects in the rat. *Behav. Brain Res.* 148, 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(03\)00153-0](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(03)00153-0)
- Orosco, M., Rouch, C., Dauge, V., 2002. Behavioral responses to ingestion of different sources of fat. Involvement of serotonin? *Behav. Brain Res.* 132, 103–109. [https://doi.org/10.1016/s0166-4328\(01\)00397-7](https://doi.org/10.1016/s0166-4328(01)00397-7)
- Osborne, T., Mulcahy, N.J., 2019. Reassessing shelter dogs' use of human communicative cues in the standard object-choice task. *PloS One* 14, e0213166. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213166>
- Oshima, Y., Watanabe, Tasuku, Endo, S., Hata, S., Watanabe, Tsuyoshi, Osada, K., Takenaka, A., 2018. Effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on anxiety-like behavior in socially isolated rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 82, 716–723. <https://doi.org/10.1080/09168451.2017.1403888>
- Oskarsson, H.J., Godwin, J., Gunnar, R.M., Thomas, J.X., 1993. Dietary fish oil supplementation reduces myocardial infarct size in a canine model of ischemia and reperfusion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 21, 1280–1285. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(93\)90257-2](https://doi.org/10.1016/0735-1097(93)90257-2)
- Otsu, Y., Darcq, E., Pietrajtis, K., Mátyás, F., Schwartz, E., Bessaih, T., Gerges, S.A., Rousseau, C.V., Grand, T., Dieudonné, S., Paoletti, P., Acsády, L., Agulhon, C., Kieffer, B.L., Diana, M.A., 2019. Control of aversion by glycine-gated GluN1/GluN3A NMDA receptors in the adult medial habenula. *Science* 366, 250–254. <https://doi.org/10.1126/science.aax1522>
- Oyama, D., Hyodo, M., Doi, H., Kurachi, T., Takata, M., Koyama, S., Satoh, T., Watanabe, G., 2014. Saliva collection by using filter paper for measuring cortisol levels in dogs. *Domest. Anim. Endocrinol.* 46, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2013.09.008>

- Packer, R.M.A., Law, T.H., Davies, E., Zanghi, B., Pan, Y., Volk, H.A., 2016. Effects of a ketogenic diet on ADHD-like behavior in dogs with idiopathic epilepsy. *Epilepsy Behav.* EB 55, 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2015.11.014>
- Palestrini, C., Minero, M., Cannas, S., Berteselli, G., Scaglia, E., Barbieri, S., Cavallone, E., Puricelli, M., Servida, F., Dall'Ara, P., 2010. Efficacy of a diet containing caseinate hydrolysate on signs of stress in dogs. *J. Vet. Behav.* 5, 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.04.004>
- Palestrini, C., Previde, E.P., Spiezio, C., Verga, M., 2005. Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: A pilot study. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 94, 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.02.005>
- Park, E., Elidrissi, A., Schuller-Levis, G., Chadman, K.K., 2019. Taurine Partially Improves Abnormal Anxiety in Taurine-Deficient Mice. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1155, 905–921. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-8023-5\\_76](https://doi.org/10.1007/978-981-13-8023-5_76)
- Part, C.E., Kiddie, J.L., Hayes, W.A., Mills, D.S., Neville, R.F., Morton, D.B., Collins, L.M., 2014. Physiological, physical and behavioural changes in dogs (*Canis familiaris*) when kennelled: testing the validity of stress parameters. *Physiol. Behav.* 133, 260–271. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.05.018>
- Pérez, M.Á., Terreros, G., Dagnino-Subiabre, A., 2013. Long-term  $\omega$ -3 fatty acid supplementation induces anti-stress effects and improves learning in rats. *Behav. Brain Funct. BBF* 9, 25. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-9-25>
- Petak, I., 2013. Communication Patterns Within a Group of Shelter Dogs and Implications for Their Welfare. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 16, 118–139. <https://doi.org/10.1080/10888705.2013.741001>
- Pettijohn, T.F., Wong, T.W., Ebert, P.D., Scott, J.P., 1977. Alleviation of separation distress in 3 breeds of young dogs. *Dev. Psychobiol.* 10, 373–381. <https://doi.org/10.1002/dev.420100413>
- Pike, A.L., Horwitz, D.F., Lobprise, H., 2015. An open-label prospective study of the use of l-theanine (Anxitane) in storm-sensitive client-owned dogs. *J. Vet. Behav.* 10, 324–331. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.04.001>
- Pires, G.N., Bezerra, A.G., Tufik, S., Andersen, M.L., 2016. Effects of experimental sleep deprivation on anxiety-like behavior in animal research: Systematic review and meta-analysis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 68, 575–589. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.06.028>

- Platt, D.M., Novak, M.A., 1997. Videostimulation as enrichment for captive rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 52, 139–155. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01093-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01093-3)
- Plusquellec, P., Lanoix, D., 2013. Adverse effects of pollution on mental health: the stress hypothesis. *OA Evid. Based Med.* 1. <https://doi.org/10.13172/2053-2636-1-1-572>
- Poleszak, E., 2008. Benzodiazepine/GABA(A) receptors are involved in magnesium-induced anxiolytic-like behavior in mice. *Pharmacol. Rep. PR* 60, 483–489.
- Poleszak, E., Szewczyk, B., Kedzierska, E., Wlaż, P., Pilc, A., Nowak, G., 2004. Antidepressant- and anxiolytic-like activity of magnesium in mice. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 78, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2004.01.006>
- Poleszak, E., Wlaż, P., Wróbel, A., Fidecka, S., Nowak, G., 2008. NMDA/glutamate mechanism of magnesium-induced anxiolytic-like behavior in mice. *Pharmacol. Rep. PR* 60, 655–663.
- Pouteau, E., Frenais, R., Dumon, H., Noah, L., Martin, L., Nguyen, P., 2005. Colonic fermentation of inulin increases whole-body acetate turnover in dogs. *J. Nutr.* 135, 2845–2851. <https://doi.org/10.1093/jn/135.12.2845>
- Pouteau, E., Kabir-Ahmadi, M., Noah, L., Mazur, A., Dye, L., Hellhammer, J., Pickering, G., Dubray, C., 2018. Superiority of magnesium and vitamin B6 over magnesium alone on severe stress in healthy adults with low magnesemia: A randomized, single-blind clinical trial. *PloS One* 13, e0208454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208454>
- Protopopova, A., 2016. Effects of sheltering on physiology, immune function, behavior, and the welfare of dogs. *Physiol. Behav.* 159, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.03.020>
- Protopopova, A., Hauser, H., Goldman, K.J., Wynne, C.D.L., 2018. The effects of exercise and calm interactions on in-kennel behavior of shelter dogs. *Behav. Processes* 146, 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.11.013>
- Protopopova, A., Mehrkam, L.R., Boggess, M.M., Wynne, C.D.L., 2014. In-kennel behavior predicts length of stay in shelter dogs. *PloS One* 9, e114319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114319>
- Pullen, A.J., Merrill, R.J.N., Bradshaw, J.W.S., 2013. The effect of familiarity on behavior of kenneled dogs during interactions with conspecifics. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 16, 64–76. <https://doi.org/10.1080/10888705.2013.741003>

- Pullen, A.J., Merrill, R.J.N., Bradshaw, J.W.S., 2012a. The effect of familiarity on behaviour of kennel housed dogs during interactions with humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 137, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.12.009>
- Pullen, A.J., Merrill, R.J.N., Bradshaw, J.W.S., 2012b. Habituation and dishabituation during object play in kennel-housed dogs. *Anim. Cogn.* 15, 1143–1150. <https://doi.org/10.1007/s10071-012-0538-2>
- Pullen, A.J., Merrill, R.J.N., Bradshaw, J.W.S., 2010. Preferences for toy types and presentations in kennel housed dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 125, 151–156. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.04.004>
- Puty, B., Maximino, C., Brasil, A., da Silva, W.L.L., Gouveia, A., Oliveira, K.R.M., Batista, E. de J.O., Crespo-Lopez, M.E., Rocha, F.A.F., Herculano, A.M., 2014. Ascorbic Acid Protects Against Anxiogenic-Like Effect Induced by Methylmercury in Zebrafish: Action on the Serotonergic System. *Zebrafish* 11, 365–370. <https://doi.org/10.1089/zeb.2013.0947>
- Puurunen, J., Hakanen, E., Salonen, M.K., Mikkola, S., Sulkama, S., Araujo, C., Lohi, H., 2020. Inadequate socialisation, inactivity, and urban living environment are associated with social fearfulness in pet dogs. *Sci. Rep.* 10, 3527. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60546-w>
- Puurunen, J., Tiira, K., Lehtonen, M., Hanhineva, K., Lohi, H., 2016. Non-targeted metabolite profiling reveals changes in oxidative stress, tryptophan and lipid metabolisms in fearful dogs. *Behav. Brain Funct.* BBF 12, 7. <https://doi.org/10.1186/s12993-016-0091-2>
- Radosevich, P.M., Nash, J.A., Brooks Lacy, D., O'Donovan, C., Williams, P.E., Abumrad, N.N., 1989. Effects of low- and high-intensity exercise on plasma and cerebrospinal fluid levels of ir- $\beta$ -endorphin, ACTH, cortisol, norepinephrine and glucose in the conscious dog. *Brain Res.* 498, 89–98. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(89\)90402-2](https://doi.org/10.1016/0006-8993(89)90402-2)
- Rafacz, M.L., Santymire, R.M., 2014. Using odor cues to elicit a behavioral and hormonal response in zoo-housed African wild dogs. *Zoo Biol.* 33, 144–149. <https://doi.org/10.1002/zoo.21107>
- Re, S., Zanoletti, M., Emanuele, E., 2008. Aggressive dogs are characterized by low omega-3 polyunsaturated fatty acid status. *Vet. Res. Commun.* 32, 225–230. <https://doi.org/10.1007/s11259-007-9021-y>

- Rehn, T., Keeling, L.J., 2011. The effect of time left alone at home on dog welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 129, 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.11.015>
- Reinstein, D.K., Lehnert, H., Scott, N.A., Wurtman, R.J., 1984. Tyrosine prevents behavioral and neurochemical correlates of an acute stress in rats. *Life Sci.* 34, 2225–2231. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(84\)90209-1](https://doi.org/10.1016/0024-3205(84)90209-1)
- Reinstein, D.K., Lehnert, H., Wurtman, R.J., 1985. Dietary tyrosine suppresses the rise in plasma corticosterone following acute stress in rats. *Life Sci.* 37, 2157–2163. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(85\)90566-1](https://doi.org/10.1016/0024-3205(85)90566-1)
- Reverso, n.d. Définition de la néophilie [WWW Document]. URL <https://dictionnaire.reverso.net/francais-definition/n%C3%A9ophilie> (accessed 8.7.20).
- Riemer, S., Assis, L., Pike, T.W., Mills, D.S., 2016. Dynamic changes in ear temperature in relation to separation distress in dogs. *Physiol. Behav.* 167, 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.09.002>
- Roberts, A., Williams, J.M.G., 1992. The effect of olfactory stimulation on fluency, vividness of imagery and associated mood: A preliminary study. *Br. J. Med. Psychol.* 65, 197–199. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8341.1992.tb01699.x>
- Roelofs, K., 2017. Freeze for action: neurobiological mechanisms in animal and human freezing. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 372, 20160206. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0206>
- Romero, T., Nagasawa, M., Mogi, K., Hasegawa, T., Kikusui, T., 2014. Oxytocin promotes social bonding in dogs. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 111, 9085–9090. <https://doi.org/10.1073/pnas.1322868111>
- Rooney, N.J., Gaines, S.A., Bradshaw, J.W.S., 2007. Behavioural and glucocorticoid responses of dogs (*Canis familiaris*) to kennelling: Investigating mitigation of stress by prior habituation. *Physiol. Behav.* 92, 847–854. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.06.011>
- Ross, B.M., Malik, I., Babay, S., 2016. Dietary omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in an animal model of anxiety. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 114, 17–20. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2016.09.004>
- Rossi, A., Parada, F.J., Stewart, R., Barwell, C., Demas, G., Allen, C., 2018. Hormonal Correlates of Exploratory and Play-Soliciting Behavior in Domestic Dogs. *Front. Psychol.* 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01559>

- Roth, L.S.V., Faresjö, Å., Theodorsson, E., Jensen, P., 2016. Hair cortisol varies with season and lifestyle and relates to human interactions in German shepherd dogs. *Sci. Rep.* 6, 19631. <https://doi.org/10.1038/srep19631>
- Russo, A.J., 2011. Decreased zinc and increased copper in individuals with anxiety. *Nutr. Metab. Insights* 4, 1–5. <https://doi.org/10.4137/NMI.S6349>
- Ryan, M.G., Storey, A.E., Anderson, R.E., Walsh, C.J., 2019. Physiological Indicators of Attachment in Domestic Dogs (*Canis familiaris*) and Their Owners in the Strange Situation Test. *Front. Behav. Neurosci.* 13, 162. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00162>
- Sales, G., Hubrecht, R., Peyvandi, A., Milligan, S., Shield, B., 1997. Noise in dog kennelling: Is barking a welfare problem for dogs? *Appl. Anim. Behav. Sci., Behavioural Problems of Small Animals* 52, 321–329. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01132-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01132-X)
- Salman, M.D., New, J.G., Scarlett, J.M., Kass, P.H., Ruch-Gallie, R., Hetts, S., 1998. Human and animal factors related to relinquishment of dogs and cats in 12 selected animal shelters in the United States. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 1, 207–226. [https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0103\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0103_2)
- Samardzić, J., Savić, K., Stefanović, N., Matunović, R., Baltezarević, D., Obradović, M., Jancić, J., Oprić, D., Obradović, D., 2013. Anxiolytic and antidepressant effect of zinc on rats and its impact on general behavioural parameters. *Vojnosanit. Pregl.* 70, 391–395. <https://doi.org/10.2298/vsp111129036s>
- Santos, C.J., Ferreira, A.V.M., Oliveira, A.L., Oliveira, M.C., Gomes, J.S., Aguiar, D.C., 2018. Carbohydrate-enriched diet predispose to anxiety and depression-like behavior after stress in mice. *Nutr. Neurosci.* 21, 33–39. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2016.1213529>
- Santos, N.R., Beck, A., Maenhoudt, C., Fontbonne, A., 2020. Influence of ADAPTIL® during the Weaning Period: A Double-Blinded Randomised Clinical Trial. *Anim. Open Access J. MDPI* 10, E2295. <https://doi.org/10.3390/ani10122295>
- Santos, O., Polo, G., Garcia, R., Oliveira, E., Vieira, A., Calderón, N., De Meester, R., 2013. Grouping protocol in shelters. *J. Vet. Behav.* 8, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.03.002>
- Sartori, S.B., Whittle, N., Hetzenauer, A., Singewald, N., 2012. Magnesium deficiency induces anxiety and HPA axis dysregulation: Modulation by therapeutic drug treatment. *Neuropharmacology, Anxiety and Depression* 62, 304–312. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2011.07.027>

- Schatz, S., Palme, R., 2001. Measurement of faecal cortisol metabolites in cats and dogs: a non-invasive method for evaluating adrenocortical function. *Vet. Res. Commun.* 25, 271–287. <https://doi.org/10.1023/a:1010626608498>
- Scheifele, P., Martin, D., Clark, J.G., Kemper, D., Wells, J., 2012. Effect of kennel noise on hearing in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 73, 482–489. <https://doi.org/10.2460/ajvr.73.4.482>
- Schipper, L.L., Vinke, C.M., Schilder, M.B.H., Spruijt, B.M., 2008. The effect of feeding enrichment toys on the behaviour of kennelled dogs (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 114, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.01.001>
- Schönfeld, P., Wojtczak, L., 2016. Short- and medium-chain fatty acids in energy metabolism: the cellular perspective. *J. Lipid Res.* 57, 943–954. <https://doi.org/10.1194/jlr.R067629>
- Scott, J.P., Fuller, J.L., 1965. *Genetics and the Social Behavior of the Dog*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Sechi, S., Di Cerbo, A., Canello, S., Guidetti, G., Chiavolelli, F., Fiore, F., Cocco, R., 2017. Effects in dogs with behavioural disorders of a commercial nutraceutical diet on stress and neuroendocrine parameters. *Vet. Rec.* 180, 18. <https://doi.org/10.1136/vr.103865>
- Sharma, E., Joshi, R., Gulati, A., 2018. L-Theanine: An astounding sui generis integrant in tea. *Food Chem.* 242, 601–610. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.046>
- Sharp, T., Bramwell, S.R., Grahame-Smith, D.G., 1992. Effect of acute administration of L-tryptophan on the release of 5-HT in rat hippocampus in relation to serotonergic neuronal activity: an in vivo microdialysis study. *Life Sci.* 50, 1215–1223. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(92\)90321-f](https://doi.org/10.1016/0024-3205(92)90321-f)
- Shaw, D., Annett, J.M., Doherty, B., Leslie, J.C., 2007. Anxiolytic effects of lavender oil inhalation on open-field behaviour in rats. *Phytomedicine* 14, 613–620. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2007.03.007>
- Shea, A., Walsh, C., MacMillan, H., Steiner, M., 2005. Child maltreatment and HPA axis dysregulation: relationship to major depressive disorder and post traumatic stress disorder in females. *Psychoneuroendocrinology* 30, 162–178. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2004.07.001>
- Shen, M., Yang, Y., Wu, Y., Zhang, B., Wu, H., Wang, L., Tang, H., Chen, J., 2019. L-theanine ameliorate depressive-like behavior in a chronic unpredictable mild

- stress rat model via modulating the monoamine levels in limbic-cortical-striatal-pallidal-thalamic-circuit related brain regions. *Phytother. Res. PTR* 33, 412–421. <https://doi.org/10.1002/ptr.6237>
- Shen, Y.B., Coffey, M.T., Kim, S.W., 2015. Effects of short term supplementation of l-tryptophan and reducing large neutral amino acid along with l-tryptophan supplementation on growth and stress response in pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 207, 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.06.020>
- Sheppard, G., Mills, D., 2003. Evaluation of dog-appeasing pheromone as a potential treatment for dogs fearful of fireworks. *Vet. Rec.* 152, 432–6. <https://doi.org/10.1136/vr.152.14.432>
- Shih, H.-Y., Paterson, M.B.A., Georgiou, F., Mitchell, L., Pachana, N.A., Phillips, C.J.C., 2021. Two Ends of the Leash: Relations Between Personality of Shelter Volunteers and On-leash Walking Behavior With Shelter Dogs. *Front. Psychol.* 12, 619715. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.619715>
- Shih, H.-Y., Paterson, M.B.A., Georgiou, F., Pachana, N.A., Phillips, C.J.C., 2020a. Who Is Pulling the Leash? Effects of Human Gender and Dog Sex on Human-Dog Dyads When Walking On-Leash. *Anim. Open Access J. MDPI* 10, E1894. <https://doi.org/10.3390/ani10101894>
- Shih, H.-Y., Paterson, M.B.A., Georgiou, F., Phillips, C.J.C., 2020b. Do Canine Behavioural Assessments and Characteristics Predict the Human-Dog Interaction When Walking on a Leash in a Shelter Setting? *Anim. Open Access J. MDPI* 11, E26. <https://doi.org/10.3390/ani11010026>
- Shin, Y.-J., Shin, N.-S., 2017. Relationship between sociability toward humans and physiological stress in dogs. *J. Vet. Med. Sci.* 79, 1278–1283. <https://doi.org/10.1292/jvms.16-0403>
- Shiverdecker, M.D., Schiml, P.A., Hennessy, M.B., 2013. Human interaction moderates plasma cortisol and behavioral responses of dogs to shelter housing. *Physiol. Behav.* 109, 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.12.002>
- Silva, L.C.A., Viana, M.B., Andrade, J.S., Souza, M.A., Céspedes, I.C., D’Almeida, V., 2017. Tryptophan overloading activates brain regions involved with cognition, mood and anxiety. *An. Acad. Bras. Cienc.* 89, 273–283. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160177>
- Simonet, O., Murphy, M., Lance, A., 2001. Laughing dog: Vocalizations of domestic dogs during play encounters.

- Simonet, P., Versteeg, D., Storie, D., 2005. Dog-laughter: Recorded playback reduces stress related behavior in shelter dogs. *Proc. 7th Int. Conf. Environ. Enrich.* 1–6.
- Singewald, N., Sinner, C., Hetzenauer, A., Sartori, S.B., Murck, H., 2004. Magnesium-deficient diet alters depression- and anxiety-related behavior in mice—influence of desipramine and *Hypericum perforatum* extract. *Neuropharmacology* 47, 1189–1197. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2004.08.010>
- Siniscalchi, M., McFarlane, J.R., Kauter, K.G., Quaranta, A., Rogers, L.J., 2013. Cortisol levels in hair reflect behavioural reactivity of dogs to acoustic stimuli. *Res. Vet. Sci.* 94, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2012.02.017>
- Sipple, N., Thielke, L., Smith, A., Vitale, K.R., Udell, M.A.R., 2021. Intraspecific and Interspecific Attachment between Cohabitant Dogs and Human Caregivers. *Integr. Comp. Biol.* 61, 132–139. <https://doi.org/10.1093/icb/icab054>
- Siracusa, C., Manteca, X., Cuenca, R., del Mar Alcalá, M., Alba, A., Lavín, S., Pastor, J., 2010. Effect of a synthetic appeasing pheromone on behavioral, neuroendocrine, immune, and acute-phase perioperative stress responses in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 237, 673–681. <https://doi.org/10.2460/javma.237.6.673>
- Smith, A.S., Tabbaa, M., Lei, K., Eastham, P., Butler, M.J., Linton, L., Altshuler, R., Liu, Y., Wang, Z., 2016. Local oxytocin tempers anxiety by activating GABAA receptors in the hypothalamic paraventricular nucleus. *Psychoneuroendocrinology* 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2015.09.017>
- Smriga, M., Kameishi, M., Uneyama, H., Torii, K., 2002. Dietary L-lysine deficiency increases stress-induced anxiety and fecal excretion in rats. *J. Nutr.* 132, 3744–3746. <https://doi.org/10.1093/jn/132.12.3744>
- Smriga, M., Torii, K., 2003a. Prolonged treatment with L-lysine and L-arginine reduces stress-induced anxiety in an elevated plus maze. *Nutr. Neurosci.* 6, 125–128. <https://doi.org/10.1080/1028415031000079685>
- Smriga, M., Torii, K., 2003b. L-Lysine acts like a partial serotonin receptor 4 antagonist and inhibits serotonin-mediated intestinal pathologies and anxiety in rats. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 100, 15370–15375. <https://doi.org/10.1073/pnas.2436556100>

- Sommerville, R., O'Connor, E.A., Asher, L., 2017. Why do dogs play? Function and welfare implications of play in the domestic dog. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 197, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.09.007>
- Sonderegger, S.M., Turner, D.C., 1996. Introducing Dogs into Kennels: Prediction of Social Tendencies to Facilitate Integration. *Anim. Welf.* 5, 391–404.
- Song, C., Li, X., Leonard, B.E., Horrobin, D.F., 2003. Effects of dietary n-3 or n-6 fatty acids on interleukin-1beta-induced anxiety, stress, and inflammatory responses in rats. *J. Lipid Res.* 44, 1984–1991. <https://doi.org/10.1194/jlr.M300217-JLR200>
- Song, H., Sun, X., Yang, T., Zhang, L., Yang, J., Bai, J., 2015. Effects of sleep deprivation on serum cortisol level and mental health in servicemen. *Int. J. Psychophysiol.* 96, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.04.008>
- Spangenberg, E.M.F., Björklund, L., Dahlborn, K., 2006. Outdoor housing of laboratory dogs: Effects on activity, behaviour and physiology. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98, 260–276. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.09.004>
- Srinongkote, S., Smriga, M., Nakagawa, K., Toride, Y., 2003. A Diet Fortified with L-lysine and L-arginine Reduces Plasma Cortisol and Blocks Anxiogenic Response to Transportation in Pigs. *Nutr. Neurosci.* 6, 283–289. <https://doi.org/10.1080/10284150310001614661>
- Stephen, J.M., Ledger, R.A., 2006. A longitudinal evaluation of urinary cortisol in kennelled dogs, *Canis familiaris*. *Physiol. Behav.* 87, 911–916. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.02.015>
- Stephen, J.M., Ledger, R.A., 2005. An audit of behavioral indicators of poor welfare in kennelled dogs in the United Kingdom. *J. Appl. Anim. Welf. Sci. JAAWS* 8, 79–96. [https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0802\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0802_1)
- Stevens, B.R., Goel, R., Seungbum, K., Richards, E.M., Holbert, R.C., Pepine, C.J., Raizada, M.K., 2018. Increased human intestinal barrier permeability plasma biomarkers zonulin and FABP2 correlated with plasma LPS and altered gut microbiome in anxiety or depression. *Gut* 67, 1555–1557. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314759>
- Storengen, L.M., Lingaas, F., 2015. Noise sensitivity in 17 dog breeds: Prevalence, breed risk and correlation with fear in other situations. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 171, 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.08.020>

- Svartberg, K., Forkman, B., 2002. Personality traits in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79, 133–155. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00121-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00121-1)
- Tahmasebi, K., Amani, R., Nazari, Z., Ahmadi, K., Moazzen, S., Mostafavi, S.-A., 2017. Association of Mood Disorders with Serum Zinc Concentrations in Adolescent Female Students. *Biol. Trace Elem. Res.* 178, 180–188. <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0917-7>
- Takeuchi, T., Iwanaga, M., Harada, E., 2003. Possible regulatory mechanism of DHA-induced anti-stress reaction in rats. *Brain Res.* 964, 136–143. [https://doi.org/10.1016/s0006-8993\(02\)04113-6](https://doi.org/10.1016/s0006-8993(02)04113-6)
- Talbott, S.M., Talbott, J.A., Pugh, M., 2013. Effect of *Magnolia officinalis* and *Phellodendron amurense* (Relora®) on cortisol and psychological mood state in moderately stressed subjects. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 10, 37. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-37>
- Tarou, L.R., Bashaw, M.J., 2007. Maximizing the effectiveness of environmental enrichment: Suggestions from the experimental analysis of behavior. *Appl. Anim. Behav. Sci., Conservation, Enrichment and Animal Behaviour* 102, 189–204. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.026>
- Thalken, C.E., 1971. Use of beagle dogs in high intensity noise studies. *Lab. Anim. Sci.* 21, 700–704.
- Thesing, C.S., Bot, M., Milaneschi, Y., Giltay, E.J., Penninx, B.W.J.H., 2018. Omega-3 polyunsaturated fatty acid levels and dysregulations in biological stress systems. *Psychoneuroendocrinology* 97, 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2018.07.002>
- Thielke, L.E., Udell, M.A.R., 2019. Characterizing Human-Dog Attachment Relationships in Foster and Shelter Environments as a Potential Mechanism for Achieving Mutual Wellbeing and Success. *Anim. Open Access J. MDPI* 10, E67. <https://doi.org/10.3390/ani10010067>
- Tian, X., Sun, L., Gou, L., Ling, X., Feng, Y., Wang, L., Yin, X., Liu, Y., 2013. Protective effect of l-theanine on chronic restraint stress-induced cognitive impairments in mice. *Brain Res.* 1503, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.01.048>
- Tiira, K., Lohi, H., 2015. Early Life Experiences and Exercise Associate with Canine Anxieties. *PloS One* 10, e0141907. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141907>

- Titulaer, M., Blackwell, E.J., Mendl, M., Casey, R.A., 2013. Cross sectional study comparing behavioural, cognitive and physiological indicators of welfare between short and long term kennelled domestic dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 147, 149–158. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.05.001>
- Tod, E., Brander, D., Waran, N., 2005. Efficacy of dog appeasing pheromone in reducing stress and fear related behaviour in shelter dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93, 295–308. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.01.007>
- Topál, J., Miklósi, A., Csányi, V., Dóka, A., 1998. Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 1983 112, 219–229.
- Tuber, D.S., Sanders, S., Hennessy, M.B., Miller, J.A., 1996. Behavioral and glucocorticoid responses of adult domestic dogs (*Canis familiaris*) to companionship and social separation. *J. Comp. Psychol. Wash. DC* 1983 110, 103–108. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.110.1.103>
- Udell, M.A.R., Dorey, N.R., Wynne, C.D.L., 2010. The performance of stray dogs (*Canis familiaris*) living in a shelter on human-guided object-choice tasks. *Anim. Behav.* 79, 717–725. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.12.027>
- Umbrello, M., Sorrenti, T., Mistraretti, G., Formenti, P., Chiumello, D., Terzoni, S., 2019. Music therapy reduces stress and anxiety in critically ill patients: a systematic review of randomized clinical trials. *Minerva Anestesiol.* 85. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.19.13526-2>
- Uvnäs-Moberg, K., Handlin, L., Petersson, M., 2015. Self-soothing behaviors with particular reference to oxytocin release induced by non-noxious sensory stimulation. *Front. Psychol.* 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01529>
- Valsecchi, P., Pattacini, O., Beretta, V., Bertozzi, J., Zannoni, S., Viggiani, R., Accorsi, P.A., 2007. Effects of a human social enrichment program on behavior and welfare of sheltered dogs. *J. Vet. Behav.* 2, 88–89. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2007.04.017>
- van der Harst, J.E., Fermont, P.C.J., Bilstra, A.E., Spruijt, B.M., 2003. Access to enriched housing is rewarding to rats as reflected by their anticipatory behaviour. *Anim. Behav.* 66, 493–504. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2201>
- Veeder, C., Taylor, D., 2009. Injury Related to Environmental Enrichment in a Dog (*Canis familiaris*): Gastric Foreign Body. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. JAALAS* 48, 76–8.

- Vekovischeva, O.Y., Peuhkuri, K., Bäckström, P., Sihvola, N., Pilvi, T., Korpela, R., 2013. The effects of native whey and  $\alpha$ -lactalbumin on the social and individual behaviour of C57BL/6J mice. *Br. J. Nutr.* 110, 1336–1346. <https://doi.org/10.1017/S0007114513000238>
- Verly-Miguel, M.V.B., Farias, D.R., Pinto, T. de J.P., Lepsch, J., Nardi, A.E., Kac, G., 2015. Serum docosahexaenoic acid (DHA) is inversely associated with anxiety disorders in early pregnancy. *J. Anxiety Disord.* 30, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2014.12.002>
- Violle, N., Messaoudi, M., Lefranc-Millot, C., Desor, D., Nejdi, A., Demagny, B., Schroeder, H., 2006. Ethological comparison of the effects of a bovine  $\alpha$ 1-casein tryptic hydrolysate and diazepam on the behaviour of rats in two models of anxiety. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 84, 517–523. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2006.06.017>
- Vitulová, S., Voslášková, E., Večerek, V., Bedáňová, I., 2018. Behaviour of dogs adopted from an animal shelter. *Acta Vet. Brno* 87, 155–163. <https://doi.org/10.2754/avb201887020155>
- Wainwright, P.E., Xing, H., Mutsaers, L., McCutcheon, D., Kyle, D., 1997. Arachidonic Acid Offsets the Effects on Mouse Brain and Behavior of a Diet with a Low (n-6):(n-3) Ratio and Very High Levels of Docosahexaenoic Acid. *J. Nutr.* 127, 184–93. <https://doi.org/10.1093/jn/127.1.184>
- Walia, V., Garg, C., Garg, M., 2019. Nitrergic signaling modulation by ascorbic acid treatment is responsible for anxiolysis in mouse model of anxiety. *Behav. Brain Res.* 364, 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.02.007>
- Walia, V., Garg, C., Garg, M., 2018. Anxiolytic-like effect of pyridoxine in mice by elevated plus maze and light and dark box: Evidence for the involvement of GABAergic and NO-sGC-cGMP pathway. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 173, 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2018.06.001>
- Walker, J.K., Waran, N.K., Phillips, C.J.C., 2014. The effect of conspecific removal on the behaviour and physiology of pair-housed shelter dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 158, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.06.010>
- Watson, F., Packer, R.M.A., Rusbridge, C., Volk, H.A., 2020. Behavioural changes in dogs with idiopathic epilepsy. *Vet. Rec.* 186, 93. <https://doi.org/10.1136/vr.105222>
- Wauquier, A., Verheyen, J.L., Van Den Broeck, W.A.E., Janssen, P.A.J., 1979. Visual and computer-based analysis of 24 h sleep-waking patterns in the dog.

- Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 46, 33–48.  
[https://doi.org/10.1016/0013-4694\(79\)90047-6](https://doi.org/10.1016/0013-4694(79)90047-6)
- Wells, null, Hepper, null, 2000a. Prevalence of behaviour problems reported by owners of dogs purchased from an animal rescue shelter. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69, 55–65.
- Wells, null, Hepper, null, 2000b. The influence of environmental change on the behaviour of sheltered dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68, 151–162.
- Wells, D.L., 2006. Aromatherapy for travel-induced excitement in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 229, 964–967. <https://doi.org/10.2460/javma.229.6.964>
- Wells, D.L., 2004. The influence of toys on the behaviour and welfare of kennelled dogs. *Anim. Welf.* 13, 367–373.
- Wells, Deborah L., 2004. A review of environmental enrichment for kennelled dogs, *Canis familiaris*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85, 307–317.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.11.005>
- Wells, D.L., Graham, L., Hepper, P.G., 2002. The Influence of Length of Time in a Rescue Shelter on the Behaviour of Kennelled Dogs. *Anim. Welf.* 11, 317–325.
- Wells, D L, Graham, L., Hepper, P.G., 2002. The influence of auditory stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. *Anim. Welf.* 11, 385–393.
- Wells, D.L., Hepper, P.G., 1999. Male and female dogs respond differently to men and women. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 341–349.  
[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00202-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00202-0)
- Wells, D.L., Hepper, P.G., 1998. A note on the influence of visual conspecific contact on the behaviour of sheltered dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60, 83–88.  
[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00146-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00146-4)
- Whigham, L.D., Cook, M.E., Atkinson, R.L., 2000. Conjugated linoleic acid: implications for human health. *Pharmacol. Res.* 42, 503–510.  
<https://doi.org/10.1006/phrs.2000.0735>
- Wiley, N.C., Dinan, T.G., Ross, R.P., Stanton, C., Clarke, G., Cryan, J.F., 2017. The microbiota-gut-brain axis as a key regulator of neural function and the stress response: Implications for human and animal health. *J. Anim. Sci.* 95, 3225–3246. <https://doi.org/10.2527/jas.2016.1256>
- Willen, R.M., Mutwill, A., MacDonald, L.J., Schiml, P.A., Hennessy, M.B., 2017. Factors determining the effects of human interaction on the cortisol levels of

- shelter dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 186, 41–48.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.002>
- Willen, R.M., Schiml, P.A., Hennessy, M.B., 2019. Enrichment centered on human interaction moderates fear-induced aggression and increases positive expectancy in fearful shelter dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 217, 57–62.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.05.001>
- Williams, J.L., Everett, J.M., D’Cunha, N.M., Sergi, D., Georgousopoulou, E.N., Keegan, R.J., McKune, A.J., Mellor, D.D., Anstice, N., Naumovski, N., 2020. The Effects of Green Tea Amino Acid L-Theanine Consumption on the Ability to Manage Stress and Anxiety Levels: a Systematic Review. *Plant Foods Hum. Nutr. Dordr. Neth.* 75, 12–23. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00771-5>
- Wood, P.A., Bie, J. de, Clarke, J.A., 2014. Behavioural and physiological responses of domestic dogs (*Canis familiaris*) to agonistic growls from conspecifics. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 161, 105–112.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.10.004>
- Wu, A., Noble, E.E., Tyagi, E., Ying, Z., Zhuang, Y., Gomez-Pinilla, F., 2015. Curcumin boosts DHA in the brain: Implications for the prevention of anxiety disorders. *Biochim. Biophys. Acta* 1852, 951–961.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2014.12.005>
- Wu, H., Zhao, Z., Stone, W.S., Huang, L., Zhuang, J., He, B., Zhang, P., Li, Y., 2008. Effects of sleep restriction periods on serum cortisol levels in healthy men. *Brain Res. Bull.* 77, 241–245.  
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2008.07.013>
- Yamada, K., Miura, T., Mimaki, Y., Sashida, Y., 1996. Effect of inhalation of chamomile oil vapour on plasma ACTH level in ovariectomized-rat under restriction stress. *Biol. Pharm. Bull.* 19, 1244–1246.  
<https://doi.org/10.1248/bpb.19.1244>
- Yayeh, T., Leem, Y.-H., Kim, K.-M., Jung, J.-C., Schwarz, J., Oh, K.-W., Oh, S., 2018. Administration of Alphas1-Casein Hydrolysate Increases Sleep and Modulates GABAA Receptor Subunit Expression. *Biomol. Ther.* 26, 268–273.  
<https://doi.org/10.4062/biomolther.2017.083>
- Yehuda, S., Rabinovitz, S., Mostofsky, D.I., 1999. Essential fatty acids are mediators of brain biochemistry and cognitive functions. *J. Neurosci. Res.* 56, 565–570.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4547\(19990615\)56:6<565::AID-JNR2>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4547(19990615)56:6<565::AID-JNR2>3.0.CO;2-H)

- Yokoyama, M., Nakahara, K., Kojima, M., Hosoda, H., Kangawa, K., Murakami, N., 2005. Influencing the between-feeding and endocrine responses of plasma ghrelin in healthy dogs. *Eur. J. Endocrinol. Eur. Fed. Endocr. Soc.* 152, 155–60. <https://doi.org/10.1530/eje.1.01818>
- Young, L.M., Pipingas, A., White, D.J., Gauci, S., Scholey, A., 2019. A Systematic Review and Meta-Analysis of B Vitamin Supplementation on Depressive Symptoms, Anxiety, and Stress: Effects on Healthy and “At-Risk” Individuals. *Nutrients* 11. <https://doi.org/10.3390/nu11092232>
- Zhang, C.G., Kim, S.-J., 2007. Taurine induces anti-anxiety by activating strychnine-sensitive glycine receptor in vivo. *Ann. Nutr. Metab.* 51, 379–386. <https://doi.org/10.1159/000107687>
- Zhu, Y., Auerbach, A., 2001. Na<sup>+</sup> Occupancy and Mg<sup>2+</sup> Block of the N-Methyl-d-Aspartate Receptor Channel. *J. Gen. Physiol.* 117, 275–286. <https://doi.org/10.1085/jgp.117.3.275>
- Zhvania, M., Gogokhia, N., Tizabi, Y., Japaridze, N., Pochkidze, N., Lomidze, N., Rzayev, F., Gasimov, E., 2020. Behavioral and neuroanatomical effects on exposure to White noise in rats. *Neurosci. Lett.* 728, 134898. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.134898>
- Zimmer, L., Delpal, S., Guilloteau, D., Aïoun, J., Durand, G., Chalon, S., 2000. Chronic n-3 polyunsaturated fatty acid deficiency alters dopamine vesicle density in the rat frontal cortex. *Neurosci. Lett.* 284, 25–28. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(00\)00950-2](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(00)00950-2)
- Zimmer, L., Hembert, S., Durand, G., Breton, P., Guilloteau, D., Besnard, J.C., Chalon, S., 1998. Chronic n-3 polyunsaturated fatty acid diet-deficiency acts on dopamine metabolism in the rat frontal cortex: a microdialysis study. *Neurosci. Lett.* 240, 177–181. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(97\)00938-5](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(97)00938-5)

**Prévention de l'anxiété chez les chiens placés en refuge :**  
**Etude bibliographique pour l'élaboration de directives destinées aux refuges**

NOM et Prénom : CHAUVEL Chloé

Résumé

En France, les abandons d'animaux sont nombreux chaque année. Ils conduisent au logement de beaucoup de chiens en refuge, parfois pour des périodes prolongées. Ceci constitue un changement majeur dans leur mode de vie et leurs habitudes. Dans ce travail, nous montrons que le séjour en refuge provoque l'apparition d'une anxiété chez l'espèce canine, qui représente un obstacle au bien-être et à l'équilibre comportemental des animaux. Nous proposons ici une liste de directives, fondées sur les données récoltées dans la littérature scientifique, à appliquer en refuge pour prévenir l'apparition d'anxiété chez le chien. Ces directives comprennent des recommandations sur les conditions d'hébergement, des méthodes d'enrichissement du milieu social et physique, ainsi que des conseils sur l'alimentation et le recours à certaines thérapies douces. La propagation de ces informations auprès des associations de protection animale pourrait participer à adoucir le séjour de leurs pensionnaires.

Mots-clés : Chien – Abandon – Refuge – Anxiété – Bien-être animal – Enrichissement du milieu – Mesures préventives – Directives pratiques

**Anxiety prevention in dogs placed in shelters:**  
**Study of literature for the purpose of developing guidelines for shelters**

Given name and Surname : Chloé Chauvel

Summary

In France, animal abandonments are numerous every year. They lead to many dogs being housed in shelters, sometimes for an extended period of time. This constitutes a major change in their lifestyle and habits. In this work, we show that staying in a shelter causes the appearance of anxiety in the canine species, which is an obstacle to the animal well-being and behavioural balance. Here, we offer a list of guidelines, based on data collected in the scientific literature, to apply in a shelter to prevent anxiety in dogs. These guidelines include recommendations on housing conditions, methods of social and physical environmental enrichment, and advice on nutrition and the use of certain alternative therapies. The spread of this information to animal welfare associations could participate in softening the stay of their residents.

Key-words : Dog – Abandonment – Shelter – Anxiety – Animal welfare – Environmental enrichment – Preventive measures – Practical guidelines