Institutional Repository - Research Portal
Dépôt Institutionnel - Portail de la Recherche
researchportal.unamur.be
University of Namur

THESIS / THÈSE

DOCTEUR EN SCIENCES

Influence de l'environnement prénatal sur le comportement du chien

Leroy, Hélène

Award date:
2009

Awarding institution:
Universite de Namur

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 02. May. 2026

Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix

Laboratoire d'anatomie et éthologie des animaux domestiques.

Faculté des Sciences

Influence de l'environnement prénatal sur le comportement du chien

Thèse présentée par Hélène Leroy

en vue de l'obtention du grade de docteur en Sciences Vétérinaires.

Membres du Jury :

-Professeur J-M. Giffroy, promoteur FUNDP Namur

-Docteur C. Diederich, co-promotrice FUNDP Namur

-Professeur B. Deputte, ENV Alfort

-Professeur B. Nicks, ULg Liège

-Professeur M. Vandenheede, ULg Liège

© Presses universitaires de Namur & Hélène Leroy
Rempart de la Vierge, 13
B - 5000 Namur (Belgique)

Toute reproduction d'un extrait quelconque de ce livre,
hors des limites restrictives prévues par la loi,
par quelque procédé que ce soit, et notamment par photocopie ou scanner,
est strictement interdite pour tous pays.
Imprimé en Belgique
ISBN : 978-2-87037-642-3
Dépôt légal: D / 2009 / 1881 / 30

Remerciements **7**

Introduction **9**

Résumé **14**

I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE **16**

1. Espèces étudiées **16**

2. Stress utilisé **17**

2.1. Rats 17

2.2. Souris 20

2.3. Cobayes 20

2.4. Renards 21

2.5. Primates 21

2.6. Animaux de ferme 22

2.7. Humains 23

2.8. Chiens 24

3. Période stressante **25**

4. Transmission du stress de la mère au fœtus. **27**

5. Influence sur les paramètres physiologiques **32**

5.1. Terme 32

5.2. Sex ratio 32

5.3. Poids corporel à la naissance 33

5.4. Influence sur l'axe HPA 35

5.5. Influence sur la fonction immunitaire 38

6. Influence sur les comportements 39

6.1. Emotivité 39

6.2. Retard de développement comportemental 42

6.3. Comportement exploratoire 43

6.4. Aptitude à l'apprentissage 45

6.5. Stéréotypies 47

6.6. Comportement sexuel des jeunes 47

6.7. Comportement maternel des jeunes 48

6.8. Comportement social 49

7. Conclusion. 51

II. MISE AU POINT DES CONDITIONS EXPÉRIMENTALES 52

1. Période d'application des conditions expérimentales 55

2. Mise au point des conditions environnementales de l'environnement appauvri 56

2.1. Restriction spatiale 58

2.2. Isolement social 59

2.3. Présence du contact humain 60

2.4. Isolement social couplé à une restriction spatiale 61

2.5. Conditions climatiques 61

2.6. Activité physique et accès à un parcours extérieur 62

3. Mise au point des conditions environnementales de l'environnement enrichi 64

3.1. Enrichissement social avec congénères 65

3.2. eNRICHISSEMENT AVEC DES CONTACTS humains 66

3.3. Enrichissement physique avec accès extérieur 67

3.4. Enrichissement physique avec des objets 67

3.5. Enrichissement sensoriel 68

3.6. Enrichissement en période prénatale 69

4. Mise au point des tests des chiots (de la naissance À l'âge de 8 semaines) 71

4.1. Préambule 71

4.2. Emotivité dans la cage (0-4 semaines) 73

4.3. Emotivité en arène (À partir de la quatrième semaine) 74

4.4. Aptitude à l'apprentissage 76

4.4.1. Essai 1 : cages 76

- Matériel et méthode utilisés 79

4.4.2. Essai 2 : Le labyrinthe 80

- Epreuve du détour 82
- Epreuve du labyrinthe 83

4.5. Attention 91

4.5.1. Essai 1 : Tests de futurs chiens guides d'aveugle. 92

4.5.2. Essai 2 : Test de suivi visuel et auditif 94

4.6. Familiarisation 95

5. Mise au point des tests des chiens adultes. 97

5.1. Questionnaire 97

5.2. Test d'aptitude à l'apprentissage 99

III. MATÉRIEL ET MÉTHODES 104

1. Les chiennes 104

1.1. Echantillon 104

1.2. Logement 105

1.3. Déroulement d'une journée-type 106

1.4. Prévention et contrôle de la santé 107

1.5. Saillie 108

1.6. Gestation 109

2. Les chiots 113

2.1. Généralités 113

2.2. Tests des chiots de 1 à 8 semaines 117

2.2.1. Mesure de l'émotivité 117

- Test Emotivité 1 : à partir de l'âge d'une semaine (jour 7) 118
- Test Emotivité 2 : à partir de l'âge de 4 semaines 119
  - Observation 5 minutes dans l'arène 119
  - Présentation de trois stimuli nouveaux (sifflet, parapluie, ballon) 120

2.2.2. Mesure de l'attention 123

2.2.3. Test de familiarisation 125

2.2.4. Mesure de l'aptitude à l'apprentissage 127

2.3 Tableau récapitulatif des tests des chiots 131

3. Chiens adultes 132

3.1. Enquête téléphonique 133

3.2. Test d'aptitude à l'apprentissage 135

IV. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS 138

1. Méthode statistique 138

2. Les chiots de 1 jour à 8 semaines 140

2.1. Rappel du protocole expérimental et des objectifs 141

2.2. Analyse des résultats du test d'émotivité 1 (cage) 141

Discussion 144

2.3. Analyse des résultats du test d'émotivité 2 (arène) 146

2.3.1. Observations dans l'arène - Déplacements 147

2.3.2. Observations dans l'arène - Vocalisations 148

2.3.3. Apparition de stimuli nouveaux- Déplacements (=note stimuli-mouvements) 149

2.3.4. Apparition de stimuli nouveaux- vocalisations (=note stimuli-vocalisations) 150

2.3.5. Apparition de stimuli nouveaux- exploration (=note stimuli-exploration) 151

2.3.6. Discussion..... 152

2.4. Analyse des résultats du test d'aptitude à l'apprentissage 154

2.4.1. Temps nécessaire pour sortir du labyrinthe 156

2.4.2. Réactions dans le labyrinthes (erreurs, détours, grattages) 157

2.4.3. Discussion..... 160

2.5. Analyse des résultats du test d'attention 162

Discussion..... 164

2.6. Analyse des résultats du test de familiarisation 166

2.7. Conclusion générale à propos des tests pour chiots de 1 à 8 semaines. 167

3. Les chiens adultes 172

3.1. Rappel du protocole expérimental et des objectifs 172

3.2. Analyse des résultats du questionnaire (enquête téléphonique)..... 173

Discussion..... 175

3.3. Analyse des résultats du test d'aptitude à l'apprentissage 181

3.3.1. Résultats..... 181

3.3.2. Discussion..... 183

3.4. Conclusion générale à propos des tests des chiens adultes 186

V. CONCLUSION 188

VI. PERSPECTIVES 190

VII. ANNEXES 192

VIII. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 210

REMERCIEMENTS

Arrivée au terme de la rédaction de ce manuscrit, je tiens à remercier le Professeur Giffroy, promoteur de cette thèse qui m'a encadrée tout en me laissant une liberté dont j'espère avoir été à la hauteur. Son aide et ses conseils m'ont été précieux.

Je souhaite témoigner toute ma gratitude à Claire Diederich, co-promotrice, qui a toujours été disponible et à l'écoute. Je la remercie chaleureusement pour cet accompagnement rassurant et ses critiques constructives. Son professionnalisme est un modèle pour moi.

Je remercie tous les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail, à savoir Bertrand Deputte (ENVA), Baudouin Nicks (ULg) et Marc Vandenheede (ULg). Leurs conseils avisés ont été enrichissants.

Toute ma gratitude et mon amitié vont également aux membres du laboratoire d'anatomie et éthologie des animaux domestiques : Robert Graffin et son ingéniosité, Yves Deraeve et sa patience dans la résolution de détails et Vincent Simon qui a construit avec précision les dispositifs techniques. Leur sympathie et leur sourire de tous les jours sont inestimables.

Sans John Verstegen de l'ULg, qui a accepté de mettre les chiennes de son chenil à ma disposition, rien n'aurait été possible. Merci John de cette collaboration ! Je n'oublie pas Hadelin Toppets pour la

gestion quotidienne des animaux et France Beaufays, devenue une amie, qui était aux petits soins tous les jours pour les chiennes et les chiots, ne comptant pas son temps.

Merci à Delphine Cassart pour la mise en page, Jean Loup Bister pour les analyses de sang et à Lucie Lemaire pour le « prêt » de ses chiots pré test. Merci aussi à tous les adoptants qui prennent soin de « mes » chiots.

Je remercie également Cécile Cagniant, stagiaire et Hélène Scoufflaire, étudiante qui, toutes deux, m'ont aidée à gérer les épreuves d'aptitude à l'apprentissage avec un dynamisme impressionant.

Les statistiques sont une spécialité qui m'a été expliquée généreusement par Eric Depiereux (FUNDP) et Frédéric Farnir (ULg), de tout cœur, merci !

Enfin, merci à Philippe, qui m'a toujours encouragée et soutenue et à Bastien et Rosalie, mes tendres loulous qui me pardonnent tous les jours de ne pas être une maman disponible.

INTRODUCTION

La gestation est un état particulier, durant lequel le foetus est vulnérable. Chez les femmes, en vue d'engendrer un enfant équilibré et en bonne santé, des mesures de précaution sont conseillées afin d'éviter les agressions environnementales comme la fumée de cigarette et le stress. Le travail lourd est réglementé (AR du 2 mai 1995 concernant la protection de la maternité). Les éleveurs de chiens pensent qu'il en est de même pour leurs chiennes et quand on en discute avec eux, nombreux sont ceux qui disent accorder un soin tout particulier à leurs femelles gestantes. Certains les logent dans un endroit plus confortable, d'autres leur accordent plus d'attention et de meilleurs soins. Les vétérinaires, empiriquement les confortent dans cette voie et les groupements des comportementalistes (GERC, GECAF) affirment que caresser le ventre d'une chienne gestante produit des chiots plus aptes à vivre harmonieusement avec les humains.

L'influence des conditions de gestation n'a jamais été étudiée chez le chien mais le sujet du stress prénatal a fait l'objet d'une littérature très abondante, principalement chez les animaux de laboratoire. En 1957, Thompson a commencé à s'intéresser aux effets éventuels de stress subis par la mère lors de la gestation. Depuis, de nombreux auteurs se sont intéressés à la question, aussi bien chez les humains (Field et al. 1985, O'Connor et al. 2002), les primates (Clarke et al.

1996, Schneider 1992), les rongeurs (Takahashi et al. 2002, Brown et al. 2007), les carnivores (Braastad et al. 1998, Osadchuka 2001) et les animaux de ferme (Roussel et al. 2004, Otten et al. 2000, Eriksen et al.2003, Kraenendonk et al. 2005 , Janczak et al. 2006, Lay et al. 2008). De nombreuses études scientifiques ont placé des mères gestantes dans des conditions considérées comme stressantes pour ensuite évaluer l'influence de cet environnement sur les jeunes. Le stress utilisé diffère selon les espèces, tantôt une contention dans un cylindre étroit exposé à une lumière intense décrit comme « restraint stress » pour les rongeurs, tantôt un stress social avec des changements fréquents de compagnons de cage pour les primates. Ou encore des études chez des femmes vivant dans des conditions défavorisées ou en période de guerre. Les stress sont donc administrés volontairement chez les animaux, contrairement aux humains.

Par contre, l'amélioration de l'environnement maternel n'a pas été étudiée avec autant d'attention. Il apparaît que des caresses et des paroles apaisantes administrées à des truies en fin de gestation augmentaient les performances de reproduction et amélioraient le comportement maternel (Andersen et al. 2006, Lay et al. 2008). Cela n'a pas été démontré dans d'autres espèces.

Les effets du stress prénatal sont nombreux et concernent une large gamme de comportements (comportement social, de jeu, locomoteur, alimentaire, …) et une multitude d'effets physiologiques (variation des concentrations hormonales, poids corporel, constitution du cerveau, …). Ainsi la plupart des jeunes nés de mères

stressées montrent un tempérament plus émotif, indiquant une propension à réagir de manière moins adaptée dans des situations nouvelles (Sucheki & Neto 1991, Weinstock 2001, Mairesse et al. 2007). Ils sont généralement moins performants dans les tests d'apprentissage (Alexandrov et al. 2001, Gué et al. 2004, Wu et al. 2007) et moins attentifs (Schneider 1992).

Les effets peuvent être mesurés par des observations des réactions face à des situations nouvelles (Estanislau & Morato 2006), des dosages hormonaux (cortisol ou corticosterone plasmatique) (Maccari et al. 2003) ainsi que par des mesures de paramètres tels que le poids de naissance (Lehmann 2000, Estanislau & Morato 2006) et le sex ratio (Bakken 1998).

Ces effets sont aussi observés à long terme chez les primates (Clarke & Schneider 1997, Schneider et al. 1999) et chez les rats (Vallée et al. 1999).

L'évidence de l'influence du stress prénatal sur l'avenir du jeune dans plusieurs espèces démontre combien ce sujet est important et à quel point il est intéressant de l'étudier en profondeur, notamment dans les espèces domestiques. Il semble en effet tout à fait probable que si le stress prénatal a des conséquences sur l'évolution future des jeunes dans les espèces utilisées en laboratoire, il en est de même pour les autres animaux.

Les chiens en tant qu'animaux de compagnie sont confrontés à un environnement animé et inanimé très riche et pour vivre en harmonie dans la société il est préférable qu'ils réagissent de manière adaptée aux modifications de leur environnement.

L'éducation, aussi bien des chiens de compagnie que des chiens de travail nécessite une phase d'apprentissage avec attention envers les stimuli et mémorisation des réponses adéquates. S'il s'avère que le stress prénatal a des effets sur l'émotivité et l'aptitude à l'apprentissage des chiots, il est intéressant d'étudier cette espèce vu l'importance de ces paramètres pour une vie harmonieuse avec les humains.

Sur base des données de la littérature, un protocole a été établi en établissant tout d'abord les conditions expérimentales et ensuite les différents tests à appliquer aux chiots et aux chiens adultes. Les environnements de gestation sont : un environnement de base qui est le groupe contrôle, un environnement enrichi et un environnement appauvri. Les chiots sont testés selon les critères d'émotivité, d'aptitude à l'apprentissage qui ont été démontrés comme modifiés par les conditions prénatales dans les autres espèces. Le degré de familiarisation avec l'homme est évalué en les mettant en contact avec un inconnu. Ce test n'a pas été utilisé dans le cadre d'études sur le stress prénatal car les espèces utilisées sont généralement des espèces de laboratoire. Cependant ce paramètre est très important chez le chien, animal de compagnie par excellence.

Le protocole a été établi en définissant tout d'abord quelles peuvent être les conditions de vie améliorées (environnement enrichi) ou stressantes (environnement appauvri) pour des chiens de laboratoire sur base de la littérature traitant du logement des chiens de chenil.

Les tests des chiots ont été définis sur base des tests employés par des études dans le cadre du stress prénatal chez les primates

(Schneider 1992) et chez les renards (Braastad et al. 1998, Bakken 1998) ou des tests utilisés spécifiquement pour évaluer les chiots (Wilsson & Sundgren 1998). Nous avons successivement mis au point des tests d'émotivité dans le nid (pour les chiots âgés de 1 à 3 semaines), des tests d'émotivité en « open field » (pour les chiots âgés de 4 à 7 semaines), des tests d'aptitude à l'apprentissage au moyen de plusieurs dispositifs et des tests d'attention. La plupart de ces tests n'avaient pas été développés spécifiquement pour des chiots ou l'avaient été dans un autre cadre, il a donc été nécessaire de pré-tester le protocole sur des chiots hors étude. Cette mise au point est expliquée dans le chapitre « Mise au point des tests ».

L'étude a été réalisée avec cinq chiennes qui ont chacune mené trois gestations dans un environnement à chaque fois différent. Elles ont donné naissance à 66 chiots qui ont été testés selon quatre critères (l'émotivité, l'aptitude à l'apprentissage, l'attention et la familiarisation avec l'homme). L'analyse des résultats, suivie d'une discussion après chaque test est présentée dans le chapitre « Résultats et discussion ».

Ensuite, l'influence des conditions de logement des chiennes sur le comportement des chiots est discutée globalement.

L'influence du stress prénatal sur le comportement des jeunes ayant été démontrée dans d'autres espèces, les chiots devenus adultes ont également été testés. Ceux-ci ayant été adoptés par des particuliers, les éventuels problèmes de comportement et leur aptitude à l'apprentissage ont été évalués. Nous terminons par une conclusion et sur les perspectives qu'ouvre cette étude.

RESUME

L'environnement prénatal influence les comportements des animaux et des humains dans le jeune âge avec des répercussions jusqu'à l'âge adulte. Les études sur le sujet se sont essentiellement intéressées aux effets du stress prénatal chez les rongeurs, les carnivores, les animaux de ferme et les humains. Cette étude a suivi 66 chiots issus de cinq chiennes de race Beagle ayant chacune mené trois gestations. Chacune des trois gestations s'est déroulée dans un environnement différent : Base (= groupe contrôle), Enrichi et Appauvri. Le but de cette étude est de mettre en évidence d'éventuelles différences entre ces trois groupes de chiots. Après la naissance, tous les chiots ont vécu dans le même environnement. Les chiots ont été testés jusqu'à l'âge de huit semaines selon quatre critères : l'émotivité, l'attention, l'aptitude à l'apprentissage et la familiarisation à l'homme. Ils ont ensuite été évalués à l'âge adulte au moyen d'un questionnaire soumis au propriétaire visant à révéler d'éventuels problèmes de comportement et d'un test d'aptitude à l'apprentissage. Les chiots du groupe Appauvri montrent, par une réactivité plus grande face à la nouveauté et des vocalisations plus importantes, une émotivité plus forte que les chiots de deux autres groupes dès le plus jeune âge et jusqu'à l'âge de 7 semaines. A 8 semaines, ils sont en outre moins attentifs lors du test d'Attention mais plus performants lors des tests d'Aptitude à l'Apprentissage. Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les

groupes lors du test de Familiarisation à l'homme. Les chiots ont ensuite été adoptés par des familles auxquelles ont été prodigués des conseils d'éducation. A l'âge adulte il n'y a plus de différence significative entre les groupes.

I. Revue bibliographique

Ce chapitre s'intéresse à la littérature existant sur le sujet du stress prénatal et de l'environnement maternel lors de la gestation. Nous passerons en revue les espèces étudiées, les stress utilisés dans les différentes espèces, la période d'application du traitement, le mécanisme d'influence du stress sur le fœtus, l'influence sur les paramètres physiologiques et comportementaux.

1. ESPECES ETUDIEES

Les animaux utilisés sont principalement des rongeurs : rats et souris. Les rats sont des rats de laboratoire, le plus souvent du type Sprague-Dawley (Wu et al. 2007) ou Wistar (Alexandrov et al. 2001).

Les souris sont des individus provenant de lignées C57BL/6 ou B6C3F1 (Rangon et al. 2007) ou des Swiss-Webster (Sternberg & Ridgway 2003).

Deux auteurs (Clarke 1997 et Schneider 1992) ont principalement étudié l'influence du stress prénatal sur les singes. Ils ont utilisé des singes Rhésus (*Macacca mulatta*) et des singes écureuils (*Saimiri boliviensis peruviensis*).

Parmi les carnivores, les espèces étudiées sont les renards et les chiens. Les renards des fermes d'élevage utilisés pour ces études sont

des *Alopex lagopus* (Braastad et al. 1998, Bakken 1998, Osadchuk et al. 2001). Les chiens utilisés dans les quelques études appartenaient à des groupes décrits comme disparates en race, taille et poids (Abitbol 1982, Monheit 1988). Ces études sont anciennes et les agents stressants utilisés sont invasifs. Notre étude est donc innovante dans le domaine de l'influence du stress prénatal chez le chien.

Quelques études ont été réalisées sur des animaux de rente comme les porcs (Andersen et al. 1999, Otten et al. 2000, Kranendonk et al. 2005), les moutons (Roussel et al. 2004) et les poulets (Eriksen et al. 2003, Janczak et al. 2006).

Des études ont également été réalisées sur des populations humaines (Field et al. 1985, O'Connor et al. 2002, Tu et al. 2007, Malaspina et al. 2008).

2. STRESS UTILISE

Les agents stressants utilisés sont nombreux et variés. Ils varient selon les espèces animales utilisées.

2.1. Rats

Les stress utilisés sont de nature physique (confinement, luminosité, chocs électriques) et chimique (solution saline, éthanol, drogues). Le stress physique le plus couramment utilisé est le « restraint stress »

et associe généralement une immobilisation dans un cylindre en plexiglas transparent dans lequel le sujet est exposé à une exposition lumineuse intense (Ward & Stehm 1991, Beckhardt & Ward 1983, Stöhr et al. 1998, Vallée et al. 1996, 1997 et 1999). Le cylindre varie de 20 x 6 cm (Vallée et al. 1996) à 13 x 8 cm (Meisel et al. 1979). La lumière est fournie par des spots de 150 W.

La durée d'exposition à ce « restraint stress » est variable selon les études : de 3 périodes de 45 minutes chacune pendant la dernière semaine de la gestation (Beckhardt & Ward 1983) à 3 fois par jour, pour une durée de 30 min à chaque fois (Lehmann et al. 200o). Parfois le cylindre est suspendu à 1 m du sol (Lehmann et al. 2000).

Le confinement peut être associé à l'administration d'électrochocs : une électrode placée au milieu de la queue provoque de façon imprévisible 80 fois en 90 minutes, avec un intervalle variant de 30 à 120 secondes, un choc électrique de 0.5 mA pendant 5 secondes (Takahashi et al. 1988,1990 et 1992) ou de 0.2 mA (Fonseca et al. 2002).

Il peut y avoir association de 3 agents physiques stressants : le confinement, la lumière et la chaleur. Les femelles gestantes sont placées trois fois 45 minutes par jour dans un cylindre de plexiglas transparent illuminé par deux projecteurs de 150 W qui induisent une augmentation de la température ambiante (38°C) (Klein & Rager 1995).

Un autre stress physique consiste en une exposition des rattes gestantes logées en cages traditionnelles dans une pièce aménagée avec un appareillage sonore et lumineux, à des flashs lumineux (2 par

seconde) alternés toutes les 5 minutes avec des bruits de sonnerie (90-95 dB, 2 par minute) pendant 4 heures par jour (Fride et al. 1986, Wakshlak & Weinstock 1990, Weinstock et al. 1992, Kay et al. 1998).

La privation de sommeil paradoxal est une autre méthode utilisée. Cela implique l'utilisation de la « plate forme classique » mise au point par Coenen (1985) décrite par Sucheki & Neto (1991) : une enceinte où se trouve un pot de fleur retourné entouré d'eau, formant une île de 6 cm de diamètre. Cette situation dure 96 heures afin d'induire un stress maximal (Suchecki & Neto 1991).

En ce qui concerne les stress chimiques, il s'agit de l'injection une fois par jour par voie sous cutanée 0.1 ml d'une solution saline (Peters 1989 et 1990), de diverses drogues telles de la metamphétamine (Slamberova et al. 2007), de la cocaïne (Schuetze et al. 2007) ou de l'alcool (Brown et al. 2007, Powrozek & Zhou 2005). De l'éthanol peut aussi être inclus dans la nourriture (Ward et al. 1994).

Chez les rats de laboratoire, les études concernant le stress sont nombreuses et il y a une gradation dans les intensités de stress. Ainsi, Mercier et al. (2003) ont appliqué trois traitements stressants différents à trois groupes de jeunes rats : restriction de 30 minutes, nage forcée de 20 minutes et 10 chocs électriques en 15 minutes. L'étude démontre qu'il y a des changements comportementaux 24 h après le traitement (par rapport à un groupe contrôle non stressé) et que ces changements sont plus ou moins marqués selon le stress subi. Pour mesurer cela, les rats ont été placés dans une cage illuminée pouvant s'assombrir. La cage comporte deux leviers et en poussant sur le levier actif uniquement pendant l'illumination, les

rats provoquent l'extinction de la lumière pendant 20 secondes. Le dosage de la corticostérone plasmatique montre que les concentrations les plus élevées sont celles des rats des groupes ayant subi un choc électrique et, dans une moindre mesure, les rats du groupe « restriction ». Les auteurs en concluent donc qu'il existe bien une gradation d'intensité dans les traitements stressants appliqués aux rats.

2.2. Souris

Le « restraint stress » est utilisé avec des cylindres de dimensions adaptées : 4,5 cm de diamètre, longs de 12.5 cm et est combiné à une exposition sous deux lampes à incandescence qui portent la température du cylindre à 33.33°C, trois fois 30 minutes par jour avec des pauses de 30-45 minutes entre les sessions stressantes (Politch & Herrenkohl 1979).

2.3. Cobayes

Le stress utilisé est un stress social : les animaux sont logés en groupes composés de 1 mâle et 5 femelles et tous les 3 jours, une des femelles change de groupe. Chaque femelle reste maximum 15 jours dans un groupe (Sachser & Kaiser 1996).

2.4. Renards

Les renards sont stressés en seconde moitié de gestation par une manipulation quotidienne. L'animal est sorti de sa cage au moyen d'un collier à lacet et manipulé par un inconnu pendant une minute alors que le groupe contrôle ne subit aucune manipulation (Braastad et al. 1998, Osadchuk et al. 2001).

2.5. Primates

Les protocoles utilisent des stress physiques (bruits, confinement, illuminations), des stress sociaux ou encore des injections d'adrénaline.

Les femelles sont exposées à un stress sonore survenant de façon imprévisible. Il s'agit de trois bruits de 115 dB, 1300 Hz en 10 minutes 5 fois par semaine (Schneider 1992). Le bruit peut être associé au confinement dans une cage inconnue, petite et sombre (Clarke et al. 1994). Dans ce cas, les femelles sont soumises trois fois en 10 minutes au son d'une corne de brume de 115 dB, 1300 Hz, administrés à un intervalle aléatoire. Le son est produit à une distance d'un mètre de l'animal.

Le passage brutal d'un environnement sombre et calme à une luminosité forte associé à des bruits (Myers 1975) ou l'exposition brutale à un spot lumineux couplée à une contention (Morishima et al. 1978) sont d'autres exemples.

Le stress social consiste en un changement de groupe une fois en cours de gestation pour une partie de l'échantillon et trois fois pour un autre groupe. Ces animaux quittent un groupe de congénères pour intégrer une cage avec des congénères inconnus (Schneider & Coe1993).

Des études plus anciennes sont plus invasives : injections répétées et rapides d'adrénaline-noradrénaline à la mère ou encore des administrations prolongées au moyen d'un cathéter (Adamsons et al. 1971).

2.6. Animaux de ferme

Pour les truies gestantes, divers procédés sont décrits : contention 10 minutes par jour au moyen d'un anneau nasal durant les cinq dernières semaines de la gestation (Otten et al. 2000), chocs électriques produits par une pile de manutention pour le bétail, trois fois de suite à 3 minutes d'intervalle lors d'une session de 10 minutes organisée une fois par semaine de la semaine 6 à la semaine 11 de la gestation (Lay et al. 2008), administrations orales d'acétate d'hydroxicortisone (HCA) deux fois par jour (Kranendonk et al. 2004) ou encore des injections d'ACTH (Lay et al. 2008).

Les brebis sont soumises à deux séances de stress par semaine. Lors de la première séance , la brebis est isolée pendant une heure dans un box et, lors de la deuxième séance, 3-4 jours plus tard, un chien se trouve dans le box, derrière un grillage (Roussel et al. 2004)

Les poulets sont soumis à des injections de corticostérone dans l'albumen à une profondeur de 8 mm, au pôle apical (Eriksen et al. 2003, Janczak et al. 2006).

2.7. Humains

Field et al. (1985) comparent deux groupes de femmes enceintes, l'un recevant une information détaillée sur les mouvements fœtaux, les mesures effectuées et l'anatomie du fœtus durant les examens échographiques prénataux. De plus, l'écran de l'appareil est placé de façon à ce que les femmes aient une vue confortable sur les images. Pour l'autre groupe, l'écran est caché et les femmes ne reçoivent pas d'explication sur le déroulement de l'examen.

Wadhwa et al. (1993) ont mené une étude sur 90 femmes et considéré comme éléments anxiogènes les changements dans leur vie (perte d'un ami, licenciement, …), les tracas quotidiens (pollution, charge de famille, …), leur anxiété par rapport à l'expression de l'incertitude de leur vie, leur symptômes physiques (douleur dans le dos, chat dans la gorge, …) ainsi que l'anxiété générée par leur grossesse.

O'Connor et al. (2002) ont mené une étude au moyen de questionnaire sur 7448 femmes enceintes, notant les épisodes anxieux et dépressifs à deux moments de la grossesse (18 et 32 semaines) ainsi qu'à quatre moments postnataux (2, 8, 21 et 33 mois). D'autres facteurs de stress susceptibles de provoquer un stress

chez les fœtus sont aussi notés : consommation d'alcool, tabagisme, connaissance d'une éventuelle anomalie fœtale, …

Tu et al. (2006) étudient une population d'enfants nés prématurés (avant l'âge de 32 semaines), considérant que le stress subi en unité néonatale de soins intensifs s'apparente à un stress prénatal. En effet, chez ces enfants, l'âge réel pour l'évaluation du développement est calculé à partir du moment où la naissance aurait dû normalement se produire.

Une étude portant sur l'incidence de la schizophrénie chez de jeunes adultes dont les mères étaient en début de la gestation lors de la « guerre des 6 jours » en Israël en juin 1967 a montré une influence significative du stress. Il y a plus de cas de maladie chez les jeunes (stade « mois 2 » de la gestation) par rapport à la population née entre 1964 et 1976 (Malaspina et al. 2008).

2.8. Chiens

Peu d'études ont été réalisées chez les chiens et ces études ont utilisé le chien comme un modèle pour simuler la situation humaine. Les méthodes utilisées ont consisté en une diminution artificielle voire même un arrêt de l'irrigation sanguine de l'utérus en opérant une constriction sur l'aorte postérieure de la chienne (Abitbol 1982, Abitbol et al. 1986, Monheit et al. 1988).

3. PERIODE STRESSANTE

Dans la plupart des études sur les rongeurs, l'agent stressant est appliqué durant le dernier tiers de la gestation.

Rats

La durée de la gestation étant de 20 jours, dans plusieurs études, il y a comparaison entre l'effet de l'agent stressant appliqué en début ou fin de gestation (Peters 1989) ou à trois périodes (première, deuxième ou troisième semaine de gestation) (Suchecki & Neto 1991).

Primates

Les macaques sont généralement stressés dans la seconde moitié de la gestation (jour 90 jusqu'au jour 145) (Schneider 1992, Clarke & Schneider 1993). La gestation dure en moyenne 166 jours chez les *Macacca mulatta* (Silk 1993).

D'autres protocoles comparent un épisode de stress au début de la gestation avec un groupe subissant des stress répétés (Schneider & Coe 1993) ou encore l'effet du stress en début (jour 45 à 90) et en fin de gestation (jour 90 à 145) (Schneider et al. 1999).

Chiens

Les études sur les chiens (Abitbol 1982 et Abitbol et al. 1986, Monheit et al. 1988) se font en toute dernière période de gestation (1 semaine avant le terme).

4. TRANSMISSION DU STRESS DE LA MERE AU FŒTUS.

Les mécanismes le plus fréquemment incriminés dans la transmission de l'effet du stress maternel de la mère au fœtus sont des mécanismes hormonaux impliquant les hormones glucocorticoïdes et les catécholamines. Ces dernières ont une action physique sur le diamètre des vaisseaux sanguins utérins menant à une asphyxie du fœtus. Les glucocorticoïdes maternels provoqueraient une altération dans le développement de l'axe HPA (hypothalamic-pituitary-adrenocortical) du fœtus.

Plusieurs études portant sur la réponse au stress et la réaction face à un nouveau stimulus rapportent une influence du stress prénatal sur le développement de l'axe HPA du foetus. Dans ce système, la CRH (corticotrophin-releasing hormone) et l'AVP (vasopressin) sont secrétées par l'hypothalamus et stimulent la libération d'ACTH (adrenocorticotropic hormone) par l'hypophyse antérieure. L'ACTH stimule la synthèse et la libération de glucocorticoïdes : corticostérone (rats et souris) et cortisol (autres) par le cortex de la glande surrénale. La régulation de ce système est régie par des feed-back négatifs.

Le stress prénatal des fœtus serait provoqué par un passage transplacentaire d'hormones glucocorticoïdes maternelles, ceci est évoqué dès 1978 (Joffe cité par Schneider 1992).

L'exposition in utero à des concentrations anormalement élevées de glucocorticoïdes maternels est une hypothèse majeure pouvant expliquer la transmission du stress de la mère au fœtus. En effet, la secrétion de corticostérone est une des principales réponses biologiques au stress, les glucocorticoïdes sont liposolubles et traversent aisément les barrières placentaires et cérébrales. Cela peut être prouvé en utilisant des rattes surrénalectomisées (pour lesquelles la sécrétion d'hormones glucocorticoïdes est bloquée) mais néanmoins traitées avec des doses physiologiques de corticostérone (Barbazanges et al. 1996). Chez les jeunes issus de ces femelles stressées et non productrices de glucocorticoïdes, les effets du stress prénatal ne se sont pas illustrés comme dans le groupe stressé-non surrénalectomisé. Un troisième groupe stressé, surrénalectomisé a reçu une injection d'une forte dose de corticostérone concomitante au stress subi et les jeunes issus de ce groupe montraient des altérations semblables (mesurées par leurs concentrations plasmatiques en corticostérone après un stress de restriction spatiale) au groupe stressé-non surrénalectomisé. Dans cette expérience, les récepteurs (types I et II) à corticostéroïdes situés dans l'hippocampe, considérés comme étant des régulateurs importants de la sécrétion de corticostérone par leur faculté de capture (binding) sont évalués chez les jeunes issus de ces femelles. Les résultats (corticostérone et récepteurs) des jeunes issus de femelles stressées-surrénalectomisées étaient semblables à ceux du groupe contrôle n'ayant rien subi alors que les concentrations plasmatiques en corticostérone des jeunes issus des mères stressées-

non surrénalectomisées étaient plus élevées et leur nombre de récepteurs type I plus faible.

Le stress maternel est difficilement mesurable car, d'une part les éléments stressants peuvent être nombreux et variés, selon les espèces mais en plus, entre les individus de la même espèce, ils peuvent être perçus différemment. Prenons l'exemple des manipulations par des humains : pour un chien habitué à des contacts ce sera plutôt perçu comme un évènement positif, pour un chien de chenil, cette perception sera variable selon son vécu. Pour un renard, ce sera plutôt perçu comme stressant, pour un rat aussi mais cela est modulable en fonction du mode de vie et de l'histoire de chaque individu. Des renards femelles habituées à des prélèvements sanguins durant leur première année montrent des concentrations plasmatiques de cortisol plus élevées que les animaux n'ayant pas subi ces prélèvements, ce qui prouve qu'il n'y a pas eu d'habituation à la manipulation humaine (Moe & Bakken 1996). Par contre, si on donne deux fois par semaine un biscuit pour chien à des renardes gestantes dans le cadre d'un programme visant à diminuer le stress causé par les manipulations humaines (Bakken 1998), ces femelles ont produit des nichées avec un sex-ratio favorable aux mâles et des femelles plus lourdes et plus actives dans les test en « open-field ». On peut interpréter cela comme un stress social réduit durant la gestation indiquant l'homme comme un aide, ce qui ne nécessite pas de produire une nichée plus favorable à la survie (comprenant plus de femelles).

Une autre hypothèse avancée pour expliquer le stress du fœtus suite au stress de la mère est celle de la diminution d'apport sanguin vers le fœtus. Déjà en 1974, on évoquait une vasoconstriction des viscères abdominaux (dont l'utérus) qui conduisait à une mauvaise perfusion du fœtus (Myers 1975).

Cela a été illustré par les expériences de différents auteurs sur des singes femelles gestantes dont on a équipé différents vaisseaux ainsi que le fœtus de capteurs et de cathéters. Des injections rapides et répétées ou au contraire des injections prolongées d'adrénaline/noradrénaline dans les vaisseaux maternels provoquent une élévation de la pression sanguine maternelle et une asphyxie sévère du fœtus (Adamsons et al. 1971). Il apparaît qu'après une contention solide additionnée à l'exposition à une forte luminosité, le flux sanguin utéro-placentaire est fortement réduit, ce qui conduit à une asphyxie du fœtus (Morishima et al. 1978).

Une expérience similaire d'asphyxie fœtale a été menée chez le chien grâce à un système de gonflage de ballonnet implanté dans l'aorte maternelle. Le fœtus est ainsi soumis à de courts épisodes d'anoxie sévère qui provoquent des modifications du rythme cardiaque (Abitbol 1982 et Abitbol et al. 1986). Cette anoxie peut être mesurée en dosant la PO2 et la PCO2 du fœtus afin de quantifier l'asphyxie (Monheit et al. 1988). Les auteurs n'ont pas poursuivi leur étude de l'influence de ce stress sur les animaux après la naissance.

D'après Schneider & Coe (1993) qui ont étudié le développement neurologique des jeunes singes, le stress prénatal provoque une activation du système nerveux sympathique de la mère et altère le

flux sanguin placentaire ce qui se traduit par une hypoxie du fœtus. Elles citent Nathanielsz (1984) qui précise que l'activation de ce système affecte les contractions de l'utérus, altérant le flux sanguin vers le placenta et causant une compression mécanique du fœtus qui voit des variations de son rythme cardiaque et de l'activité électrique de son cerveau.

5. INFLUENCE SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

5.1. TERME

Dans l'étude-questionnaire de Wadhwa et al. (1993), les bébés nés de mères vivant dans des conditions considérées comme plus stressantes sont nés plusieurs jours avant le terme (et plus légers) par rapport aux femmes non stressées.

5.2. Sex ratio

Ce facteur a été peu étudié, seules quelques études rapportent un effet significatif du stress prénatal sur le sex ratio. D'autres détaillent des effets différents du stress prénatal selon le sexe des jeunes.

Les études sur les conditions stressantes en cours de gestation chez les renards bleus (Bakken 1998) ont montré une influence significative sur le sex ratio. L'auteur a séparé les femelles selon leur potentiel de compétition élevé (HCC) ou pas (LCC). Les femelles HCC placées dans des cages entourées d'autres femelles HCC sont plus stressées et la taille des portées est moindre que celle des femelles HCC entourées de LCC. Leur progéniture est composée d'un nombre de femelles plus élevé tandis que les femelles HCC entourées de LCC ont plus de jeunes mâles et leurs renardeaux femelles ont un poids plus élevé que la moyenne des jeunes femelles de l'étude. Dans une étude ayant pour but de démontrer que l'administration régulière

d'une friandise aux femelles gestantes diminue leur peur vis-à-vis de l'homme (Bakken 1998), le nombre de jeunes mâles est significativement plus élevé que dans le groupe ayant uniquement eu un contact humain de même durée.

Clutton-Brock & Iason (1986) rapportent, dans une revue bibliographique sur la question, que des rattes soumises à différentes conditions de stress ont des nichées composées préférentiellement de femelles. Il semble en être de même dans d'autres espèces (bovins, porcs, singes).

Il est rapporté par certains auteurs que les effets du stress prénatal pourraient être plus marqués selon le sexe : plus de stéréotypies (secouer les barrières) pour les singes mâles et un comportement exploratoire plus intense pour les femelles (Schneider 1992). Les femelles sont moins performantes dans le test d'apprentissage dans un labyrinthe (Gué et al. 2004).

5.3. Poids corporel à la naissance

Généralement le poids corporel à la naissance est moindre chez les jeunes dont la mère a subi un stress lors de la gestation, toutes espèces confondues.

Chez les humains, les femmes ayant reçu une information détaillée lors des échographies prénatales avaient accouché de bébés significativement plus gros que chez les mères n'ayant reçu aucune information lors de ces examens (Field et al. 85). Les mères vivant dans des conditions psycho-sociales jugées difficiles (questionnaire

utilisant le « Hopkins Symptom Checklist ») ont donné naissance à des bébés significativement plus légers (Wadhwa et al. 1993).

Chez les rats, les jeunes dont la mère a été stressée (confinement et lumière forte) ont un poids de naissance significativement plus bas (Beckhardt & Ward 1983, Stöhr et al.1998). Cette observation est encore notée à l'âge de 3 mois (Vallée et al. 1996, Lehmann et al. 2000) avec une consommation d'aliments moindre dans le groupe stressé, alors que la consommation d'eau est équivalente. Il est à noter que dans une étude comportant trois groupes d'animaux : les jeunes dont la mère avait été stressée (restriction spatiale + lumière), le groupe contrôle et un groupe manipulé (les jeunes de la nichée sont retirés de la mère et transportés dans une autre cage, pour une durée de 15 minutes). Les jeunes du groupe manipulé sont plus lourds à l'âge de 3 mois et ont également consommé plus d'aliments (Vallée et al. 1996). Par contre, dans d'autres études les jeunes issus du groupe stressé lors de la gestation sont plus lourds (Estanislau et al. 2006) ou encore ne présentent aucune différence significative de poids corporel à la naissance entre les nichées du groupe stressé (Takahashi et al. 1992).

Chez les macaques, les jeunes dont la mère a été stressée lors de la gestation ont un poids moyen plus faible que le groupe contrôle (Schneider 1992 et Schneider & Coe 1993).

Le moment d'application du traitement stressant peut influencer le poids de naissance. Si on différencie les jeunes dont la mère a été stressée en début de gestation (jours 45 à 90) ou en milieu ou fin de gestation (jours 90 à 145), il est constaté que les jeunes stressés en

début de gestation sont significativement plus légers que les autres (Schneider et al. 1999).

Chez les renards où un groupe de femelles gestantes a reçu des friandises depuis le début de la gestation, les jeunes nés de ces mères ont un poids corporel significativement plus élevé à l'âge de 30 jours, que les jeunes du groupe où la mère n'a pas reçu de friandises. Les femelles ayant reçu des friandises ont moins peur des humains et sont moins stressées que les femelles de l'autre groupe qui n'a eu que des contacts visuels avec un humain. Néanmoins, à la naissance, le poids corporel des renardeaux des deux groupes n'est pas significativement différent (Bakken 1998).

5.4. Influence sur l'axe HPA

Tous les auteurs ayant étudié l'influence du stress prénatal sur l'axe HPA, aussi bien sur les rongeurs, les renards, les porcs, les moutons et les poulets s'accordent sur son importance.

Ils ont tous effectué des dosages d'hormones glucocorticoïdes (corticostérone chez les rongeurs et les oiseaux, cortisol chez les autres) afin de mettre en évidence l'intervention de ces hormones dans le processus de transmission du stress de la mère au fœtus et de l'influence du stress sur le système HPA, aussi bien au niveau de la CRH que des glandes surrénales.

Chez les rats, les jeunes placés en « open-field » montrent des signes d'émotivité plus intenses (défécations, temps passé le long des parois) que le groupe contrôle et leurs concentrations sanguines en

corticostérone sont plus élevées (Weinstock et al. 1992) avec un trouble de la régulation de l'axe HPA s'exprimant par des concentrations élevées et prolongées de corticostéroïdes et une inhibition du feed-back de la CRH (Weinstock 1997). Les rats sont aussi utilisés comme modèle pour étudier l'anxiété, la dépression, l'hyperactivité chez les enfants (Graham et al.1999). L'étude montre que les récepteurs apparaissent lors de la gestation chez le fœtus et deviennent sensibles au feed-back des glucocorticoïdes en fin de gestation. Il semble que les animaux stressés en période prénatale et devenus adultes sont moins sensibles au feed-back négatif de hautes concentrations de glucocorticoïdes circulants (Vallée et al. 1996). L'augmentation de la concentration sanguine en corticostérone est corrélée positivement avec le comportement d'échappement (visites plus fréquentes des bras d'un labyrinthe) et négativement avec le comportement exploratoire dans un open-field. Les modifications de l'axe HPA causées par le stress prénatal sont donc un mécanisme sous-tendant les modifications comportementales observées (Vallée et al. 1997).

Cependant, d'après Takahashi et al. (1992), les jeunes rats soumis à un stress prénatal ont un système HPA très actif mais les concentrations basales des deux groupes, contrôle et stressés ne sont pas significativement différentes. L'intensité du stress appliqué peut moduler la réponse des glucocorticoïdes : un stress de faible intensité (séparation de la nichée, isolement dans une coupelle de mousse avec des copeaux de bois) ou de forte intensité (chocs électriques dans une cage à fond grillagé, une fois par minute pendant 5 minutes) provoque une réaction différente (Takahashi et al. 1988). Il

en est de même si la possibilité est offerte ou pas à l'animal de se soustraire à un choc électrique (Takahashi et al. 1988).

En ce qui concerne les récepteurs à corticostérone, ceux de type I et II, situés dans l'hippocampe de jeunes rats dont la mère avait été stressée (restriction spatiale) mais surrénalectomisée, comparativement à un groupe de mères stressées avec sécrétion de glucocorticoïdes intacte et un groupe contrôle sont moins nombreux et les concentrations en corticostérone sont plus élevées (Barbazanges et al. 1996). Cet effet se remarque encore à plus long terme (90 jours) (Maccari et al. 2003). Cette étude se fait dans le cadre de l'utilisation du rat comme modèle pour certaines maladies humaines (hypertension, hyperglycémie, dépression) et addictions (drogues). Les rats adultes d'âge moyen (16 mois) du groupe stressé en période prénatale de cette étude montrent une sécrétion basale de corticostérone plus élevée que les autres groupes et une concentration de corticostérone induite par le stress (restriction) plus élevée en âge plus avancé (24 mois) (Vallée et al. 1999).

Cependant cet effet peut être annulé par une adoption précoce du jeune rat par une nouvelle mère. En effet, celle-ci développe un comportement maternel intense vis-à-vis de son nouveau jeune (Maccari et al. 1995).

Chez les renards, les glandes surrénales de jeunes dont la mère a été stressée par des manipulations quotidiennes en fin de gestation pèsent 60% du poids de celles des renardeaux du groupe contrôle alors que leur poids vif était équivalent (Braastad et al. 1998). Le poids des glandes surrénales est plus faible dans le groupe stressé et

les concentrations plasmatiques de cortisol sont plus élevées chez ces fœtus (Osadchuk et al. 2001).

Chez le singe, l'influence du stress prénatal sur l'axe HPA a également été étudiée (Clarke et al. 1994). A l'âge de 15 mois, les jeunes séparés en 5 groupes placés en conditions de stress croissant montrent des concentrations plasmatiques en cortisol différentes. Les valeurs sont plus élevées en conditions basales (lors de la prise de sang sous anesthésie) chez les stressés mais l'augmentation en relation avec le niveau de stress subi n'est pas significative. L'auteur suggère que ces résultats sont dus au fait que la concentration de cortisol est déjà très haute lors de la première situation stressante (changement de cage), presque à son maximum et que donc, il n'est pas possible de différencier les différents niveaux de stress par la suite. Il signale qu'il avait déjà étudié en 1998 l'effet de l'exposition à un nouvel environnement chez les macaques et que ce changement d'environnement provoquait des valeurs presque maximales en concentration de cortisol plasmatique.

5.5. Influence sur la fonction immunitaire

Quelques expériences plus anciennes ont étudié cet aspect.

Le traitement stressant en période prénatale fait décroître de manière significative la cytotoxicité des NK (Natural Killer) et diminue la prolifération des lymphocytes B (Kay et al. 1998).

Par contre, une autre étude (Klein & Rager 1995) montre une augmentation de la cytotoxicité des NK et une augmentation de la réponse immunitaire humorale.

6. INFLUENCE SUR LES COMPORTEMENTS

6.1. Emotivité

Dans tous les cas, l'émotivité est mesurée en plaçant l'animal dans une situation nouvelle pour mesurer sa réactivité. L'émotivité est un trait du tempérament. Celui-ci désigne la propension individuelle à réagir d'une certaine manière à une certaine gamme de stimuli (Manteca & Deag 1993).

Chez les rats, l'émotivité est mesurée par la réactivité comportementale lors de tests spécifiques tels l' « open-field » ou les différents types de labyrinthes.

Dans une arène d' « open-field » l'animal est confronté à une situation nouvelle dans laquelle il se trouve isolé et à découvert. On remarque plus de comportements anxieux chez les ratons dont la mère a été confinée (Vallée et al. 1997). La distance parcourue est moindre et le temps passé dans les coins plus important (Lehmann et al. 2000). Les jeunes du groupe stressé passent plus de temps le long des parois, défèquent plus (signe d'émotivité) que le groupe contrôle (Weinstock et al. 1992).

Il ne semble pas y avoir de différence significative entre les animaux stressés au début, milieu ou fin de gestation par la privation de sommeil (Suchecki & Neto 2001).

La réactivité comportementale en réponse à une situation nouvelle peut aussi s'observer au moyen de labyrinthe. Les plus couramment rencontrés sont le labyrinthe en Y et le labyrinthe en hauteur (« elevated-plus maze » : un labyrinthe composé de 4 bras à 1 m du sol, deux bras étant fermés par des parois et un plafond, les deux autres bras consistant en des passerelles). Les mesures portent sur le nombre de visite des différents bras des labyrinthes et le pourcentage du temps passé dans les bras fermés du second modèle (ceux-ci étant préférés par les rats, animaux aimant raser les murs et les ambiances sombres). Les rats venant du groupe stressé passent moins de temps dans les bras découverts du labyrinthe en hauteur, ce qui traduit un état anxieux (Vallée et al. 1997, Maccari et al. 2003).

Ces observations (nombre plus élevé de visites des bras du labyrinthe en Y et la distance parcourue dans l'open-field le long des parois) sont considérées comme des réponses d'échappement à une situation nouvelle.

Dans le test de la nage forcée, ou « Morris water maze », couramment utilisé pour mesurer l'activité d'anti-dépresseur, les rats dont la mère a été stressée montrent plus d'immobilité et moins de périodes de nage (Maccari et al. 2003). Ce labyrinthe est constitué d'une citerne (180 cm de diamètre) remplie d'eau opaque (à 22°) dans laquelle est immergée une plate-forme à 1.5 cm sous la surface de l'eau. Des indices sont disposés en périphérie du labyrinthe

(lumières, formes …) afin de guider le rat dans sa recherche de la plate-forme. L'apprentissage de la représentation spatiale se fait dans le labyrinthe d'eau, après une phase d'habituation de 2 jours où l'animal dispose d'1 minute pour explorer l'eau opaque.

Chez les renards, les tests d'émotivité sont différents. Les tests décrits sont : un test de contact humain où l'animal est maintenu en main pendant 20 secondes avec un contact oculaire, un test en « open-field » où l'expérimentateur est caché et un « box test » où le renardeau, directement après l' « open-field » est poussé dans une boîte sombre (23 x 23 cm) où il reste 30 secondes. Les renardeaux stressés en période prénatale sont plus actifs (essai de fuite, essai de morsure, signaux agressifs) lors du test de contact humain et parcourent une plus grande distance dans l'open-field. Une plus grande proportion de renardeaux stressés a quitté la « box test » après les 30 secondes pour rentrer à nouveau dans l' « open-field » et ce sont les mêmes animaux que ceux qui ont montré une activité plus intense dans ce test (Braastad et al. 1998).

Il faut remarquer que les observations d'activité locomotrice plus intense dans le labyrinthe sont différentes chez les renards par rapport aux rats. Les renardeaux nés de mères stressées parcourent une plus grande distance alors que les rats provenant de mères stressées restent généralement plus inactifs que les groupes contrôles.

Chez les macaques, l'émotivité est mesurée en plaçant l'animal dans une situation nouvelle (nouvelle cage, nouveaux congénères). Les jeunes dont la mère a été stressée (au moyen d'un bruit imprévisible)

présentent plus de signes de perturbation (locomotion, étreinte de son propre corps, stéréotypies) face à la situation nouvelle que le groupe contrôle. Cet effet a aussi été observé à plus long terme (adolescents de 4 ans) (Clarke & Schneider 1997).

6.2. Retard de développement comportemental

L'influence du stress prénatal sur l'état de développement neuro-moteur des jeunes n'a été étudiée que chez les humains et les singes.

On trouve un nombre plus important d'enfants hyperactifs, inattentifs ou montrant des problèmes émotionnels chez les mères dont l'évaluation à 18 et 32 semaines de grossesse avait signifié un état anxieux dépressif que dans le groupe d'enfants nés de mères « équilibrées » (O'Connor et al. 2002).

Les primates stressés montrent un retard dans leur développement moteur. Les singes écureuils dont les mères ont subi des altérations des relations sociales par des modifications répétées de groupe expriment de faibles aptitudes motrices, une attention diminuée et un moins bon suivi visuel (Schneider & Coe 1993).

Dans une autre étude où les mères ont été soumises à des bruits imprédictibles (100 dB), les jeunes macaques à l'âge de 1 moins ont une tonus musculaire plus faible, une moins bonne coordination et des réponses plus lentes aux tests. Les tests utilisés sont des tests humains, ils consistent en la présentation d'un jouet (une face de Mickey) assortie d'un claquement de langue. En outre, les jeunes macaques soumis à un stress prénatal se nourrissent seuls plus tard

et sont plus distraits que les jeunes du groupe contrôle (Schneider 1992).

6.3. Comportement exploratoire

En ce qui concerne les études impliquant des rongeurs, le comportement exploratoire est mesuré au moyen de dispositifs d' »open-field » et de labyrinthes. On distingue plusieurs types de labyrinthes, les plus utilisés sont le labyrinthe radiaire le labyrinthe en Y et le « elevated plus maze ».

Dans l' « open field », le sol est quadrillé de sorte qu'il est aisé de noter la distance parcourue en l'exprimant ensuite par nombre de carrés parcourus. Les résultats obtenus sont discordants en ce qui concerne l'activité locomotrice des jeunes issus de mères stressées. Pour certains la distance parcourue est plus grande (Vallée et al. 1997, Stöhr et al. 1998) par contre, pour d'autres (Rimondini et al. 2003, Sternberg et al. 2003) il n'y a pas de différence significative entre les groupes stressé et non stressé.

Dans le « elevated plus maze » les jeunes rats du groupe stressé passent plus de temps dans les bras couverts et explorent peu les bras à découvert et dans le labyrinthe en Y, le comportement exploratoire est augmenté chez les jeunes stressés lors de la gestation (Vallée et al. 1997).

Chez les macaques, le comportement exploratoire est étudié en enregistrant les mouvements et l'intérêt porté aux objets nouveaux de l'environnement.

A 6 mois, les jeunes macaques issus du groupe dont la mère a été stressée ont un comportement exploratoire moindre et en particulier, les mâles grimpent moins sur les barrières des cages. Ils sont plus distraits lors de l'arrivée dans un nouvel environnement et certains sont même tombés endormis pendant le test. (Schneider 1992)

Les jeunes macaques soumis à un stress prénatal sonore montrent un comportement exploratoire moindre que le groupe contrôle lors de l'entrée dans une salle aménagée (jeux, plates-formes, cordes, …) et au cours du temps passé dans cette salle, ils l'explorent également moins que le groupe contrôle. Ils jouent moins et les périodes d'inactivité sont plus longues et les contacts avec les compagnons de cage sont moindres. L'auteur compare ces jeunes singes aux enfants qui ont un comportement « inhibé » (Clarke & Schneider 1997).

Le comportement exploratoire des renards est aussi étudié dans un « open-field ». Les renardeaux (Braastad et al. 1998) dont la mère a été stressée lors de la gestation par des manipulations quotidiennes montrent un comportement exploratoire plus important dans l' »open field » : ils quittent la boîte de départ (« box test ») plus rapidement et parcourent plus de carrés dans l'arène.

En résumé, nous pouvons remarquer que les renards stressés en période prénatale présentent un comportement exploratoire plus développé au contraire des primates. Les chercheurs enregistrent des résultats variables selon les études concernant les rongeurs.

6.4. Aptitude à l'apprentissage

Chez les rats l'aptitude à l'apprentissage est mesurée avec des tests en cage de Skinner comprenant des séances pré-training et puis de training ou alors dans des labyrinthes de différents types.

Dans la cage de Skinner, le pré-training consiste à placer le jeune rat dans la cage où il est soumis à un choc électrique accompagné d'un buzzer. Ce choc est précédé d'un signal lumineux. Lors du training, le jeune rat a la possibilité d'appuyer sur un bouton au moment du signal lumineux pour éviter le choc électrique. Il doit maintenir ce bouton enfoncé pendant les 10 secondes du choc électrique s'il veut l'éviter. Les résultats montrent que les jeunes rats issus du groupe stressé sont moins performants pour apprendre l'évitement du choc électrique (Smith et al. 1981). Un autre test consiste à apprendre à des rats à éviter un choc électrique annoncé par une sonnerie. Si le rat, après la perception du son change de côté dans la cage de test, il ne reçoit pas de choc. Des ratons dont la mère avait été stressée apprennent moins vite que le groupe contrôle à éviter un choc électrique (Lehmann et al. 2000). Tous les animaux du test, le groupe stressé comme le groupe contrôle ont cependant appris à éviter le choc mais le nombre d'essais nécessaires à l'apprentissage a été plus important pour le groupe stressé. On peut aussi utiliser une procédure visant à l'extinction passive c'est-à-dire en supprimant le renforcement ou par punition (choc électrique) d'un comportement appris (parcourir une longue allée afin d'y récolter de la nourriture). Lorsqu'il n'y a pas de punition, l'extinction se fait à un rythme semblable chez tous les animaux, par contre, lorsqu'un choc

électrique survient quand l'animal entame son parcours dans l'allée, la disparition du comportement se fait plus rapidement dans le groupe stressé que dans le groupe contrôle (Fride et al. 1986). Les auteurs interprètent ces résultats différents comme étant la résultante de deux stress différents : un stress léger lors de l'extinction simple et un stress intense lorsqu'il y a punition. L'apprentissage des animaux stressés lors de la gestation serait dès lors plus vulnérable aux mécanismes de punition lors de stress intense.

Dans le labyrinthe radiaire, les jeunes rats ont la possibilité d'explorer les bras lors de la période de training. Un renforcement alimentaire est placé en fin de parcours. Les jeunes stressés sont moins rapides pour trouver la sortie du labyrinthe (Smith et al. 1981).

Plusieurs études utilisent le « Morris water maze ». Le comportement exploratoire est moindre mais il n'y a aucune différence entre les capacités d'apprentissage entre les rats stressés et le groupe contrôle (Vallée et al. 1997). Par contre, d'autres études ont montré que l'aptitude à trouver la plate forme immergée était moindre dans le groupe stressé (Hosseini-Sharifabad & Hadinedoushan 2007).

Ces tests ont été répétés en s'intéressant cette fois aux effets à plus long terme sur les performances cognitives et en particulier sur la mémoire et l'aptitude à l'apprentissage en relation avec les concentrations sanguines de corticostérone. Les séries de tests sont menées sur trois périodes : entre 4 et 7 mois, 13-16 mois et 20-26 mois (Vallée et al. 1999). En ce qui concerne la reconnaissance spatiale, il n'y a aucune différence entre les 3 groupes. Dans le

labyrinthe en Y, à l'âge de 21 mois, le groupe de rats stressés avait des performances moindres (moins d'exploration du nouveau bras) que les autres (contrôle et manipulés après la naissance). Les résultats montrent que les rats stressés en période prénatale font plus d'erreurs pour trouver les 8 pellets de nourriture cachés dans le labyrinthe radiaire que le groupe contrôle, le groupe manipulé faisant quant à lui encore moins d'erreurs par rapport au groupe contrôle. Les auteurs concluent en disant que les perturbations de la mémoire se marquent lorsque l'animal atteint un âge moyen et que les manipulations postnatales préviennent ces altérations en améliorant la fonction cognitive.

6.5. Stéréotypies

Les jeunes singes dont la mère a été stressée lors de la gestation montrent plus de stéréotypies que le groupe contrôle. Ils secouent les barrières (Schneider 1992) et cet effet perdure sur le long terme (Clarke & Schneider 1997).

6.6. Comportement sexuel des jeunes

Chez les rats, on remarque une féminisation des mâles, qui acquièrent la position de lordose propre aux femelles (Meisel et al. 1979, Ward et al. 1991) avec en plus des déficiences de l'éjaculation

(Ward et al. 1994). On observe une démasculinisation (diminution de l'activité sexuelle) et une féminisation (lordose) (Weinstock 2001).

Quant aux cobayes, l'effet est observé chez les femelles issues de mères stressées, qui présentent un phénomène de masculinisation. Elles ont un comportement de parade nuptiale et de jeu semblable à celui des mâles (Sachser & Kaiser 1996).

6.7. Comportement maternel des jeunes

Les paramètres étudiés pour mesurer le comportement reproducteur et maternel sont le cycle, le terme, le poids des jeunes, la lactation et le comportement maternel. Ils sont normaux dans certains cas (Beckhardt & Ward 1983) et par contre dans d'autres études, une influence néfaste du stress prénatal sur ces paramètres a été démontrée (Herrenkohl & Politch 1978, Herrenkohl 1979). Beckhardt et al. expliquent ces différences de résultats par la différence d'échantillon (ses rattes étaient plus âgées) et de stress appliqué (pour eux : stress lumineux nocturne dans son étude et diurne dans l'étude précédente avec des phases de lumière deux fois plus longues).

Chez les jeunes renards, il s'avère que le stress prénatal provoque une diminution des concentrations des hormones sexuelles (oestradiol) et des mesures morphométriques des organes sexuels. Ceux-ci sont de plus petite taille chez les jeunes femelles provenant du groupe stressé. Ces résultats suggèrent que le stress prénatal a un effet néfaste sur la fonction reproductrice des descendants femelles

et n'a pas d'effet sur le développement du système reproducteur mâle (Osadchuka 2000).

6.8. Comportement social

Le comportement social peut être évalué en observant le comportement ludique des animaux ou en mesurant les contacts entre individus.

La propension au jeu des ratons est reconnue par de nombreux auteurs comme étant le signe d'une nature équilibrée. Quand on introduit une menace dans l'aire de jeu (une possibilité de recevoir un choc électrique via un sol grillagé), on peut mesurer la propension à inhiber le jeu ainsi que le tendance à l'immobilisation (« freezing »). Chez le rat, l'immobilisation est une réponse défensive indiquant la peur. Les jeunes dont la mère a été stressée initient le jeu avec un délai plus long que le groupe contrôle et montrent un comportement d'immobilisation plus long après un choc électrique. Les jeunes stressés en période prénatale sont plus hésitants dans un environnement social (Takahashi et al. 1992).

Chez des macaques adolescents de 4 ans, le groupe dont la mère a été stressée (au moyen d'un bruit imprévisible) joue moins que le groupe contrôle (Clarke & Schneider 1997).

Chez les primates, l'évaluation du comportement social se fait en mesurant les comportements sociaux par opposition aux comportements non sociaux. Les comportements sociaux sont les contacts avec un congénère, classés en trois catégories : le contact

étroit de tout le corps ou du ventre (enlacement), le contact partiel et la proximité (15 cm). Les comportements non sociaux sont : déplacement, exploration de l'environnement, s'occuper de soi, stéréotypies, vocalisations, inaction. Les comportements non sociaux ne sont en général pas plus affectés dans le groupe stressé en période prénatale que dans le groupe contrôle mais lors de la mesure des comportements sociaux, les auteurs ont noté beaucoup plus de contacts étroits chez les jeunes du groupe stressé en période prénatale, alors que dans le groupe contrôle on remarquait surtout une augmentation de la proximité et des contacts partiels. Les contacts étroits sont en effet considérés comme un comportement anormal chez les primates (Clarke & Schneider 1993). D'autre part, ces perturbations persistent à long terme, chez des macaques adolescents de 4 ans dont la mère avait été stressée lors de la gestation. Ils présentent des perturbations du comportement social et jouent jusqu'à 6 fois moins longtemps que le groupe contrôle, ils se serrent plus souvent les uns contre les autres et passent moins de temps près des barreaux (Clarke & Schneider 1997).

7. Conclusion.

Les études sur l'influence du stress prénatal dans différentes espèces montrent qu'il a un effet néfaste sur le comportement des jeunes. Les stress sont variables selon les espèces et sont généralement appliqués à la mère en seconde moitié de gestation. Les effets le plus souvent remarqués portent sur l'émotivité, l'aptitude à l'apprentissage et le comportement exploratoire des jeunes. En comparaison avec des groupes contrôle, les jeunes issus de mères stressées lors de la gestation sont plus émotifs, leurs performances dans les tests d'aptitude à l'apprentissage sont le plus souvent moins bonnes et leur comportement exploratoire est augmenté (carnivores) ou diminué (rats). Il y a également une influence sur des paramètres physiologiques et principalement sur le système HPA, la concentration plasmatique des glucocorticoïdes étant le plus souvent augmentée. La transmission du stress de la mère sur le fœtus impliquerait d'ailleurs ces hormones, via un passage transplacentaire. Plusieurs études ont démontré de effets à long terme sur les jeunes dont la mère a été stressée lors de la gestation.

II. Mise au point des conditions expérimentales

Notre protocole expérimental prévoit l'utilisation de 5 chiennes. Elles auront 3 gestations dans 3 environnements différents (environnement habituel = base, stressant = appauvri et enrichi) et donneront naissance à des chiots que nous évalueront. Plusieurs questions se sont posées pour l'élaboration de notre protocole : quand et comment stresser les mères, comment enrichir leur environnement ?

Tout d'abord, quand modifier les conditions environnementales des chiennes en gestation ? La gestation durant deux mois, nous devions décider quand commençait la mise en conditions expérimentales.

Ensuite, comment stresser un chien ? En effet, si les expériences s'intéressant aux stress appliqués aux rattes et aux singes femelles gestantes utilisent abondamment les chocs électriques (Takahashi et al. 1992), les expositions en lumière vive (Vallée et al. 1997), les restrictions spatiales (classiquement appelé « restraint stress ») dans un tube en plexiglas (Stöhr et al. 1998), les stress sociaux (Schneider & Coe 1993), les bruits forts (Clarke & Schneider 1993), … ces situations de stress ne sont pas applicables chez les chiens dans notre chenil. En effet, les cages électrifiées et les cylindres du « restraint

stress » n'existent pas en modèle adapté au chien, de plus, d'un point de vue éthique, il nous semblait discutable d'utiliser ces méthodes. Chez les renards, animaux carnivores, comme les chiens, le stress utilisé pour les femelles gestantes consiste en des manipulations quotidiennes avec le collier de contention (Braastad et al. 1998). Ces renardes ne sont pas familiarisées à l'homme, elles vivent dans des fermes d'élevage en vue de produire de la fourrure. Les chiennes de notre étude sont en contact quotidien avec des humains et les manipulations humaines sont pour elle une source de plaisir et elles le manifestent avec beaucoup d'effusion. Ces références ne pouvaient donc pas être utilisées. Notre protocole a donc été basé sur la littérature concernant les conditions de logement des chiens et l'influence de divers paramètres sur le bien-être et le stress des chiens. Ces paramètres qui sont principalement la restriction spatiale et l'isolement social sont un appauvrissement de l'environnement (Hetts et al. 1992, Hubrecht et al. 1992, Beerda et al. 1998). Ils constitueront les facteurs stressants de l'environnement prénatal.

Ensuite, comment enrichir l'environnement de chiens de laboratoire ? Les études s'intéressant à l'amélioration des conditions de logement des chiens de laboratoire sont nombreuses et nous nous en sommes inspirés (revues bibliographiques de Dean 1999 et Taylor & Mills 2007).

Et enfin, quels paramètres observer et quels tests utiliser aussi bien chez les chiots que chez les chiens adultes ?

Les études s'intéressant au stress prénatal chez les rongeurs, les singes et les humains relèvent une influence sur divers paramètres,

principalement sur l'émotivité (Braastad et al. 1998, Maccari et al. 2003), l'attention (Schneider & Coe 1993, O'Connor et al. 2002) et l'aptitude à l'apprentissage (Lehmann et al. 2000, Hosseini-Sharifabad & Hadinedoushan 2007). Nous avons donc décidé d'étudier ces trois paramètres en y ajoutant la familiarisation avec l'homme. En effet, le chien étant destiné à vivre en société avec des humains, il est important de voir si les conditions environnementales prénatales influencent ce paramètre.

Les tests d'émotivité dans la cage et en arène, un test d'attention, un test d'aptitude à l'apprentissage dans un labyrinthe et enfin un test de familiarisation avec l'homme ont été mis au point. Ces tests ont été inspirés de tests appliqués à des chiots ou des jeunes d'autres espèces. Ils ont d'abord été pré-testés sur des chiots n'appartenant pas à notre étude. Les chiots de notre étude ont été testés depuis l'âge de 1 semaine à 8 semaines et ensuite et re-testés à l'âge adulte (entre 14 mois et 3 ans 1/2).

1. PERIODE D'APPLICATION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES

Dans la plupart des études sur les rongeurs, l'agent stressant est appliqué durant le dernier tiers de la gestation (Vallée et al. 1996, Maccari et al. 2003, Mairesse et al. 2007). Les animaux peuvent être séparés en deux groupes : un groupe stressé en début de gestation et l'autre en fin de gestation (Peters 1989, Suchecki & Neto 1991).

Les singes sont stressés dans la seconde moitié de la gestation (jour 90 jusqu'au jour 145) (Schneider 1992, Clarke & Schneider 1993), ou alors l'étude compare l'effet du stress en début ou en fin de gestation (Schneider et al. 1999). Le stress peut être appliqué une fois ou alors de façon répétée (Schneider & Coe 1993).

Les études sur les chiens (Abitbol 1982 et Abitbol et al. 1986, Monheit et al. 1988) se font en toute dernière période de gestation (1 semaine avant le terme).

Le stade fœtal étant atteint au 35ème jour pour une gestation de 60 jours dans l'espèce canine, nous décidons de placer les chiennes dans les conditions expérimentales dans la deuxième moitié de gestation et nous prenons comme référence de point de départ le jour du pic de LH. Les chiennes sont placées en environnement stressant ou enrichi à partir du jour 35 post pic de LH.

2. MISE AU POINT DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE L'ENVIRONNEMENT APPAUVRI

Pour décrire la démarche qui nous a conduit à l'élaboration des conditions expérimentales qualifiées de stressantes, nous devons d'abord évoquer la notion de bien-être et de stress des animaux en général et des chiens en particulier. Nous adapterons cela à nos chiens Beagle vivant dans leurs conditions particulières de chenil.

Définir le bien-être animal n'est pas facile car chaque auteur utilise généralement sa propre définition. Retenons ici celle de Broom (1986) : le bien-être animal est le bilan à un moment donné des tentatives que l'individu effectue pour s'adapter à son environnement. Cet environnement auquel est confronté l'animal peut comprendre des éléments qui lui sont défavorables et afin de s'adapter à cette situation, le sujet réagit en mettant en œuvre un ou plusieurs systèmes dont il dispose : le comportement, le système immunitaire, l'inflammation, le système endocrinien (adrénaline et glucocorticoïdes), ... Cette réaction peut être efficace ou pas mais dans tous les cas elle réclame un effort de la part de l'organisme. Cet effort est plus ou moins « coûteux » pour l'animal. Si la réaction n'a pas été efficace, on dit que l'animal est en état de stress. Le stress est donc l'état dans lequel se trouve un individu qui, placé face à des conditions défavorables, a mis en œuvre ses systèmes d'adaptation

sans efficacité suffisante. Le mot « stress » est également employé pour définir toute situation défavorable entraînant une réaction de l'individu visant à l'adapter avec ou sans résultat suffisant (Broom, 1991). Lorsqu'on fait le bilan des tentatives d'adaptation, on constate donc que le bien-être peut être appauvri pour deux raisons : soit l'animal n'a pas réussi à s'adapter et est en état de stress, soit il s'est adapté mais les efforts consentis pour y parvenir ont été trop coûteux pour son organisme.

Qu'en est-il du bien-être et du stress des animaux de laboratoire ?

Dans la plupart des cas, les animaux de laboratoire ou d'élevage vivant en confinement, ne peuvent pas exprimer tous les comportements qui sont régulièrement observés dans des environnements moins restrictifs (Petherick & Rushen 1997). Cette situation est perçue comme désagréable et les animaux doivent chercher à s'y adapter. Cette adaptation est coûteuse en énergie et donc risque d'appauvrir leur bien-être voire même de les placer en état de stress.

Dans le cas de nos chiens Beagle, vivant en chenil, les facteurs pouvant restreindre l'expression de leurs comportements sont la taille de la cage et de l'enclos du parcours extérieur (restriction spatiale), la stimulation sociale apportée par leurs congénères (isolement social), les contacts avec les humains et l'exercice physique lors de l'accès au parcours extérieur.

2.1. Restriction spatiale

La restriction spatiale est couramment utilisée pour les transports, les manipulations et même le logement des chiens de laboratoire. Des chiens Beagle adultes placés seuls pendant 3 mois dans des logements de plus en plus étroits montrent une augmentation de certains comportements (toilette excessive, détérioration du logement, comportements inhabituels et anormaux comme des détériorations des locaux, …) (Hetts et al. 1992) avec en plus de la coprophagie et l'expression d'un profil plus « ramassé » de l'animal (Beerda et al. 1998) et des stéréotypies (Hubrecht et al. 1992). Il est donc démontré que la restriction spatiale provoque un état de stress chez le chien. En effet, les stéréotypies sont définies somme des comportements répétitifs qui n'ont pas de but ou de fonction (Ödberg 1978, Lawrence & Rushen 1993). Ces comportements sont indicateurs de problème de bien être (Lawrence & Rushen 1993) et un bien-être appauvri constitue un état de stress. Il est intéressant de remarquer que dans ces diverses études, les chiens qui sont logés dans de plus grands espaces sont plus actifs, sans que ce soit proportionnel à l'espace disponible.

2.2. Isolement social

Des chiens logés par paires dans des espaces de plus en plus réduits dans différentes conditions de logement supportent mieux d'être hébergés dans de très petites cages. Par contre, quand ils sont logés seuls, les chiens aboient plus et détériorent plus leur environnement dans les premiers instants de l'isolement. Ils dorment également moins (Hetts et al. 1992). Ces résultats confortent l'idée qu'une séparation avec le compagnon habituel altère le bien-être du chien. Des chiens logés seuls dans des cages mais avec possibilité d'établir un contact visuel avec un congénère passent plus de temps en avant de la cage à observer l'autre chien. Cette possibilité permet donc, dans le cas de chiens logés en chenil de palier au manque de stimulation sociale induit par le logement individuel (Wells & Hepper 1998).

Les chiens logés individuellement aboient plus, sont plus agressifs, montrent plus de stéréotypies (Mertens & Unshelm 1996). La présence d'un congénère semble donc très importante pour le bien-être des chiens de chenil. Les Guidelines de l'EU (Recommandations de la Commission du 18 juin 2007 notifiée sous le numéro C (2007) 2525) déconseillent d'ailleurs formellement le logement en solitaire dans le cas de toutes les espèces sociales.

2.3. Présence du contact humain

Un chien placé seul dans un nouvel environnement est beaucoup plus actif que s'il y est avec son compagnon habituel. Et quand le chien y est seul avec son soigneur, l'activité est comparable à celle des chiens du groupe contrôle qui n'a pas quitté son chenil habituel (Tuber et al. 1996). Un chien habitué à être logé avec un compagnon n'est pas plus agité s'il reste seul dans le chenil habituel. Par contre, si le chien est placé seul dans un local inconnu, il présente des manifestations de stress se traduisant par une agitation intense et des vocalisations. S'il est placé dans un environnement inconnu (une arène) sans son compagnon habituel mais avec le soigneur, le chien est calme (Hennessy et al. 1997).

On constate d'ailleurs qu'un tiers des comportements anormaux observés (vocalisations, destructions, …) se produisent dans les 5 minutes suivant le départ du personnel soignant (Hetts et al. 1992). Donc, un isolement social interspécifique (dans ce cas homme-chien) altère plus le bien-être à court terme du chien que l'isolement social intra spécifique (Hubrecht et al. 1992, Hennessy et al. 1997, Beerda et al. 1999).

2.4. Isolement social couplé à une restriction spatiale

Des chiens soumis à ces deux types de condition de logement simultanément montrent une diminution de l'activité locomotrice, du fouissage, du « self grooming », des déambulations plus importantes, … en plus d'une augmentation des concentrations plasmatiques en glucocorticoïdes dans les conditions de restriction spatiale (Beerda et al. 1998). Les chiens, soumis ensuite à un test en « open field » (marche forcée dans un couloir inconnu, stimulus nouveau, contrainte (rester couché), bruit, nourriture, confrontation avec un autre mâle) ont un profil plus élevé, lèvent plus la patte, montrent des postures agressives comme hérisser les poils et grogner sur le congénère. Ils sont plus excités et plus indécis.

2.5. Conditions climatiques

Des études ont également étudié l'influence des conditions climatiques sur le bien-être du chien en chenil : pluie et vent (Beerda et al. 1998), froid (Hubrecht et al. 1992) mais ces variations étaient impossible à prendre en compte dans le cas de nos chiennes vu l'impossibilité de les faire reproduire spécifiquement à certaines saisons.

2.6. Activité physique et accès à un parcours extérieur

En ce qui concerne l'exercice physique, peu d'études se sont spécifiquement intéressées aux conséquences de l'exercice physique par l'accès à un parcours extérieur.

La plupart des études n'ont pas pu démontrer d'effet positif ou négatif sur la santé de chiens (Campbell et al. 1988, Hetts et al. 1992). L'exercice physique ne porte pas atteinte à la santé des chiens et n'évite pas le développement de comportements anormaux (aboiements, mordre ou lécher les barreaux, stéréotypies, coprophagie, …) (Clark et al. 1997). Cependant, loger des chiens de laboratoire en leur permettant un accès à un parcours extérieur n'altère en rien leur santé. Cet accès à l'extérieur augmente clairement l'activité volontaire des chiens et les comportements liés à cette activité, ce qui semble être bénéfique pour leur santé (Spangenberg et al. 2006). Il est recommandé de laisser un accès extérieur aux chiens de chenil afin de favoriser les contacts sociaux (Coppinger 1999).

Nous pouvions donc conclure que pour nos chiennes qui vivent habituellement en paires stables depuis des années (2 couples de sœurs dans le groupe de 5 chiennes, la troisième étant une voisine de cage depuis longtemps), la séparation avec leur compagne de cage, l'isolement dans un local inconnu, le contact humain réduit au strict minimum et la suppression de leur séance d'exercice quotidienne provoqueraient une situation de stress.

La privation d'exercice n'est pas clairement établie comme étant néfaste pour le bien-être des chiens mais dans notre cas, permettre une sortie à la chienne placée en isolement impliquait un contact humain et des contacts au minimum visuels avec d'autres chiens du chenil. De plus, nous voulions les maintenir dans un espace restreint. Nous avons donc supprimé les sorties pour les chiennes passant leur gestation dans l'environnement stressant.

3. MISE AU POINT DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE L'ENVIRONNEMENT ENRICHI

L'enrichissement de l'environnement de laboratoire est un sujet exploré depuis de nombreuses années et encore étudié actuellement. Déjà en 1966, l'Animal Welfare Act (USA), loi fédérale régissant entre autres le traitement des animaux de laboratoire, énonçait des recommandations pour le logement des chiens d'expérience. En 1975, une étude préliminaire vise à évaluer l'activité physique du chien en comparaison de la taille de la cage occupée (Neamand cité par Taylor & mills 2007). En 1977, l'étude de Hite (cité par Taylor & Mills 2007) s'intéressait à l'effet de la taille de la cage sur les activités et la santé des chiens Beagle de laboratoire. Depuis, les études expérimentales se sont succédées et diverses possibilités sont offertes pour enrichir socialement ou physiquement l'environnement de chiens logés en cage.

Deux revues bibliographiques (Wells 2004 et Taylor & Mills 2007) font un état complet de la question au point de vue de l'enrichissement de l'environnement animé (autres chiens et humains) et inanimé (accès extérieur, jouets, musique, …) sur le bien-être des chiens vivant en chenil.

3.1. Enrichissement social avec congénères

Le chien étant un animal social, il est toujours préférable de loger les chiens en groupes stables (Hubrecht et al. 1992, Hetts et al. 1992). D'ailleurs, les personnes adoptant un chien de refuge qui y a passé son séjour en groupe ont un meilleur contact avec le chien par la suite que les personnes ayant adopté un chien gardé seul en cage (Mertens & Unshelm 996). De plus, ces chiens logés en groupe montrent moins de problèmes de comportements (stéréotypies) par rapport aux chiens logés seuls (Hubrecht et al. 1992). S'ils ont l'habitude d'être logés par paire, lors d'un isolement dans un endroit inconnu, les chiens présentent une activité locomotrice intense et des vocalisations plus importantes que s'ils restent seuls dans la cage habituelle (Tuber et al. 1996).

Le contact visuel entre chiens logés dans des cages individuelles est important mais ni l'activité ni les aboiements ne sont influencés par la vue d'un congénère (Wells & Hepper 1998). Pour cela, un contact physique est nécessaire (Beerda et al. 1999 a et b).

Taylor & Mills (2007), dans une revue bibliographique sur la question de l'effet de l'environnement de chenil sur le bien-être des chiens soulignent que malgré certaines critiques (agressions dans le cas de groupes importants et confinés, transmission de maladies et/ou parasites…), l'effet positif d'une vie en groupe est évident.

3.2. ENRICHISSEMENT AVEC DES CONTACTS HUMAINS

La présence du soigneur dans le cas de chiens placés dans les locaux inconnus est importante (Tuber et al. 1996, Hennessy et al. 1997). Ces chiens restent calmes et ne vocalisent pas, contrairement aux chiens placés seuls dans des locaux inconnus. Les chiens de refuge ont un comportement différent le dimanche (jour d'affluence pour les visiteurs) par rapport aux jours de semaine. Ce jour-là, les chiens passent significativement plus de temps à l'avant de la cage en position debout et ils aboient plus (Wells & Hepper2000).

Dean (1999) dans une revue bibliographique traitant de l'enrichissement des animaux de laboratoire résume la situation des chiens en disant qu'il est préférable de les loger en groupes, avec des contacts humains et même des caresses et des jeux (recommandations UFAW 1995). Une étude classifiant le stress chez les chiens en 4 catégories utilise le logement comme critère de stress, depuis le logement familial avec des sorties et des contacts humains multiples jusqu'au chenil avec niveau d'austérité croissant (peu de contacts, peu ou pas de sorties) (Beerda et al. 2000).

La revue bibliographique de Taylor & Mills (2007) citée plus haut fait état du bienfait considérable, selon plusieurs auteurs, de la présence d'humains sur le bien-être des chiens, tant au niveau stimulant (Hughes et al. 1989, Hetts et al. 1992) que calmant. Tous soulignent la grande attirance des chiens de laboratoire envers les humains.

3.3. Enrichissement physique avec accès extérieur

Généralement un accès à un parcours extérieur est associé avec une diminution des stéréotypies (Hetts et al. 1992 et Beerda et al. 1999a). Les chiens de laboratoire ayant un accès à l'extérieur ont une activité volontaire plus importante, cela étant très probablement bénéfique pour leur santé (Spangenberg et al. 2006).

De manière plus anecdotique, on décrit la construction d'un chenil modèle où, outre les critères habituels de fonctionnalité et de facilité de nettoyage, sont pris en compte des facteurs tels que les fenêtres, corridors, la lumière, les accès pour les visiteurs, les accès à l'extérieur quel que soit le climat… en sorte de fournir aux chiens un logement confortable, des stimulations sensorielles, de l'exercice physique, des relations sociales avec les autres chiens (Loveridge 1998).

3.4. Enrichissement physique avec des objets

L'enrichissement physique avec objets peut utiliser des jouets spécialisés, des matériaux de récupération (tuyau, chaînes) ou encore des infrastructures plus élaborées telles des plates formes.

Au niveau de l'enrichissement physique du milieu avec des objets, il existe de nombreuses possibilités : salle de jeux aménagée avec deux jouets alimentaires et d'un tuyau de plastic pendu à des chaînes modulables au milieu de la pièce (Hubrecht 1993), ajout d'une plate

forme en aluminium, os « Nylabone » (Wells & Hepper 2000), jouets en caoutchouc remplis de friandises pour chien « Kong Extreme » (Schipper et al. 2008). Les jouets au bout des chaînes sont jugés peu pratiques en raison de la souillure par les excréments et de manière générale, les chiens logés avec des jouets passent plus de temps à jouer seuls au détriment des interactions sociales entre chiens. Par contre, ces chiens passent moins de temps à déambuler et à mordiller les équipements de la cage. L'ajout d'une plate forme augmente le temps d'inactivité. Sachant que des chiens se trouvant en avant de la cage attirent plus les potentiels adoptants, il peut être utile de placer un jouet à cet endroit mais très peu de chiens ont montrent un intérêt pour le jouet (Wells & Hepper 2000).

3.5. Enrichissement sensoriel

On peut utiliser un enrichissement sensoriel sonore ou olfactif dans les chenils.

Sur cinq stimulations acoustiques différentes auprès de chiens de refuge, il en résulte que la musique classique favorise un comportement calme alors que la musique de type « Heavy Metal » favorise les vocalisations. Le son des conversations humaines et la « pop music » ne modifient pas le comportement par rapport au groupe contrôle (Wells et al. 2002).

Sur cinq types d'odeurs différentes d'huiles essentielles diffusées dans le refuge, la lavande et le la camomille ont un effet calmant sur les chiens et diminuent leurs vocalisations, tandis que le romarin et la

menthe poivrée favorisent leur comportement locomoteur et augmentent leurs vocalisations. Des substances telles que la lavande et la camomille sous forme d'huiles essentielles pourraient donc améliorer le bien-être des chiens de refuge (Graham et al. 2005).

3.6. Enrichissement en période prénatale

A notre connaissance, les rares articles traitant de l'enrichissement de l'environnement lors de la gestation concernent des truies (Andersen et al. 2006) et des renards (Bakken 1998). Ce dernier a donné des friandises (biscuits pour chiens) aux femelles gestantes dès le début de la gestation, diminuant ainsi la peur envers l'homme. Outre une modification du sex ratio en faveur des mâles, l'auteur a remarqué que les jeunes nés des mères moins peureuses étaient plus actifs lors du test d' «open field », traduisant ainsi une moindre peur des humains.

Par contre la littérature est relativement abondante en ce qui concerne l'enrichissement des chiens (non gestants) en chenil, insistant notamment sur l'importance des contacts humains (Hubrecht 1993, Hubrecht & Serpell 1993, Tuber et al. 1996, Hennessy et al. 1997, Taylor & Mills 2007).

En conclusion, nous avons choisi d'enrichir l'environnement des chiennes gestantes en les soumettant à des séances de contact humain intense avec caresses, paroles, manipulations douces 1 heure par jour, 5 jours par semaine pendant la seconde moitié de la gestation.

Elles bénéficient aussi d'une période d'accès au parcours extérieur plus longue : 5 à 6 heures par jour au lieu de 2 heures 30, avec le groupe habituel.

Elles sont logées dans la même cage qu'habituellement, avec leur compagne.

Nous leur avons présenté un gros os en caoutchouc (deux exemplaires par cage pour éviter les compétitions) mais devant leur manque total d'intérêt pour cet objet après une semaine, nous les avons retirés.

4. MISE AU POINT DES TESTS DES CHIOTS (DE LA NAISSANCE À L'AGE DE 8 SEMAINES)

4.1. Préambule

Les études s'intéressant au stress prénatal chez les rongeurs, les singes et les humains relèvent une influence sur divers paramètres, principalement sur l'émotivité (Braastad et al. 1998, Maccari et al. 2003), l'attention (Schneider & Coe 1993, O'Connor et al. 2002) et l'aptitude à l'apprentissage (Lehmann et al. 2000, Hosseini-Sharifabad & Hadinedoushan 2007) entre les groupes de jeunes nés de mères stressées et le groupe contrôle (voir revue bibliographique). Nous avons donc décidé d'étudier ces trois paramètres en y ajoutant la familiarisation avec l'homme. En effet, le chien étant destiné à vivre en société avec des humains, il nous a paru pertinent de voir si les conditions environnementales prénatales influençaient ce paramètre.

La littérature fait peu état de tests d'émotivité, d'attention et d'aptitude à l'apprentissage chez le chien. Nous avons donc réuni les informations recueillies par les différents auteurs étudiant ces critères dans d'autres espèces et nous avons procédé à des « pré tests » sur des nichées de chiots. Les mères de ces chiots n'ont subi aucun traitement lors de la gestation. Ceci dans le but de définir des tests d'émotivité, d'attention et d'aptitude à l'apprentissage

applicables pour nos chiots Beagle. Par contre, les tests évaluant la familiarisation avec l'homme sont nombreux et nous les avons appliqués tels que décrits dans la littérature (Scott & Fuller 1965, Wilsson & Sundgren 1998).

Au sein de l'université et parmi nos connaissances, des propriétaires de chiennes gestantes ont été recrutés et nous avons pu utiliser leurs chiots. Certains ont commencé les tests dès la naissance jusqu'à l'âge de 8 semaines, d'autres ont servi uniquement à valider certains points particuliers des tests. Nous voulions d'abord nous assurer de la possibilité d'appliquer ces tests à des chiots et ensuite, nous avons voulu vérifier si des chiots Beagle, semblables à ceux de notre étude pouvaient répondre à ces tests (principalement les tests d'attention et d'aptitude à l'apprentissage).

Notre laboratoire a ainsi accueilli 6 nichées de chiots de races et d'âge différents, entre 0 et 8 semaines et nous avons pré testé une nichée de chiots Beagle dans le chenil de notre étude :

- une portée de 4 chiots croisés Labrador-FoxTerrier (2M-2F)
- une portée de 5 chiots Bouledogues Français (3M-2F)
- une portée de 6 chiots croisés Berger Malinois (1M-4F)
- un chiot Doberman (F)
- une portée de 2 chiots Jack Russel Terrier (2F)
- une portée de 4 chiots Labrador (2M-2F)
- une portée de 4 chiots Beagle (2M-2F)

4.2. Emotivité dans la cage (0-4 semaines)

Ces tests, réalisés dès la première semaine de vie des chiots visent à mesurer leurs réactions face à une modification de leur environnement.

L'idée est de mesurer (en secondes) les vocalisations et les mouvements lorsqu'ils sont sortis du panier et manipulés.

En effet, les vocalisations de détresse, émises sous forme de gémissements et de cris plaintifs se retrouvent lorsque le chiot ressent de la douleur, est séparé de sa mère ou de la portée ou quand il est placé dans un endroit inconnu (Yéon 2007).

Le gémissement évolue en jappement-gémissement à l'ouverture des yeux (environ 14° jour) et puis en jappement proprement dit vers 21 jours (Bleicher 1963). A partir de 24 jours, le jappement devient un aboiement.

Le développement neurosensoriel est progressif mais dès la naissance, le sens du tact et la perception du froid et de la chaleur (Scott & Fuller 1965) sont fonctionnels. Les capacités motrices sont très limitées et, pendant les deux premières semaines se limitent à de la reptation et des mouvements pendulaires de la tête (Fox 1971).

Nous avons donc décidé de sortir les chiots du panier pour les soumettre à un changement d'environnement et de noter leurs mouvements et vocalisations lors de quatre sessions successives de manipulations. Ce test sera réalisé une fois par semaine depuis le jour 7 jusqu'au jour 21 (début de la quatrième semaine).

Ils ont été sortis du panier (5 sec) avec la main de l'expérimentateur passée sous le ventre, retournés (5 sec) sur le dos (sollicitation du sens de l'équilibre) et, dans cette position, leurs membres ont été manipulés un à un par flexion et extension (5 sec). Les mouvements et vocalisations ont été notés en secondes.

Les chiots ont ensuite été posés sur une surface plane (une plaque de plastique rigide de la taille d'une feuille A4) tenue par l'expérimentateur (5 sec) afin d'observer leur réaction par rapport au changement de situation (maintenu/posé).

4.3. Emotivité en arène (À partir de la quatrième semaine)

Des travaux anciens (Scott & Fuller 1965, Fox & Stelzner 1966, Fox & Spencer 1967) ont étudié les réactions de chiots face à un environnement et des stimuli nouveaux (un miroir, un bruit, une balle, …). Il s'agit de chiots ayant vécu une expérience précoce appauvrie (milieu peu stimulant, sans contacts humains) et la plupart des animaux n'explorent pas ou peu les stimuli, se réfugient fréquemment dans les coins. La diminution du comportement exploratoire est la résultante de la peur induite par le changement d'environnement (Fox & Spencer 1967, Lansade et al. 2005).

Les chiots élevés en milieu appauvri émettent plus de vocalisations lorsqu'ils sont isolés dans une arène (Fox & Spencer 1967).

Un test ayant pour but de mettre en évidence la détresse de chiots de 8 semaines en isolement consiste en une sortie de la cage suivie d'un placement dans un enclos (« open field ») de 2.5 x 3.0 m (Wilsson & Sundgren 1998). Les vocalisations (jappements et cris plaintifs) sont enregistrées pendant 5 minutes.

Nous avons utilisé ce test en « open field » pour nos chiots à la différence que ceux de notre étude étaient plus jeunes (4 semaines) que les animaux étudiés dans toutes les études précédentes (sauf Murphree & Dykman 1965, Diederich 1999). En effet, la mobilité étant fonctionnelle dès l'âge de 4 semaines, nous avons voulu mettre en évidence dès le plus jeune âge des différences de réaction face à un nouvel environnement et des stimuli inconnus.

Après les 5 minutes d'observation (comportement exploratoire, vocalisations, grattements de paroi, …) (Murphree & Dykman 1965) nous avons fait intervenir trois stimuli nouveaux : une sifflet, une grosse balle, un parapluie coloré à ouverture automatique (Hoffmann et al. 1995, Lansade et al. 2005). Ces trois stimuli stimulent les sens auditifs, visuels ou les deux ensemble. Le sol de l'arène est quadrillé afin de mesurer le degré d'activité du chiot en nombre de carrés parcourus (Harri et al. 1995, Braastad et al. 1998).

Nous avons aussi laissé au chiot la possibilité de sortir seul de l'arène à la fin du test, toujours pour évaluer leur comportement exploratoire (Braastad et al. 1998).

Ce test a été réalisé une fois par semaine, les jours 28-35-42 et 49 (soit les semaines 4-5-6 et 7).

4.4. Aptitude à l'apprentissage

La cage de Skinner est couramment utilisée chez les rats dont la mère a été stressée lors de la gestation pour étudier entre autres l'aptitude à échapper à un choc électrique (Smith et al. 1981, Fride et al. 1986 , Lehmann et al. 2000).

4.4.1. Essai 1 : cages

Nous avons donc d'abord pensé à utiliser des cages de Skinner modifiées (non électrifiées), pouvant accueillir un chiot mais ensuite, nous avons construit un modèle de cage inspiré de Thorndike. En 1898, celui-ci, dans sa thèse « animal intelligence : an experimental study of the associative processes in animals » soumet des chats à une série d'expériences visant à les faire sortir d'une cage munie d'un loquet pour obtenir de la nourriture. Le chat (affamé) est placé dans la cage et par hasard actionne le mécanisme d'ouverture. Il reçoit donc de la nourriture. Après plusieurs séjours dans la cage, le chat qui au départ n'avait aucune stratégie a découvert que l'action de manoeuvrer le loquet permet d'ouvrir la porte et d'être récompensé. Après plusieurs essais, l'intervalle de temps entre le début de l'enfermement et la sortie est de plus en plus court.

Nous avons utilisé une cage de transport classique (65.5 x 55 x 85 cm) à laquelle nous avons apporté une série de modifications : ouvertures supplémentaires et dispositifs d'ouvertures tels que pédales et chaînette à laquelle sont accrochés diverses friandises pour chien.

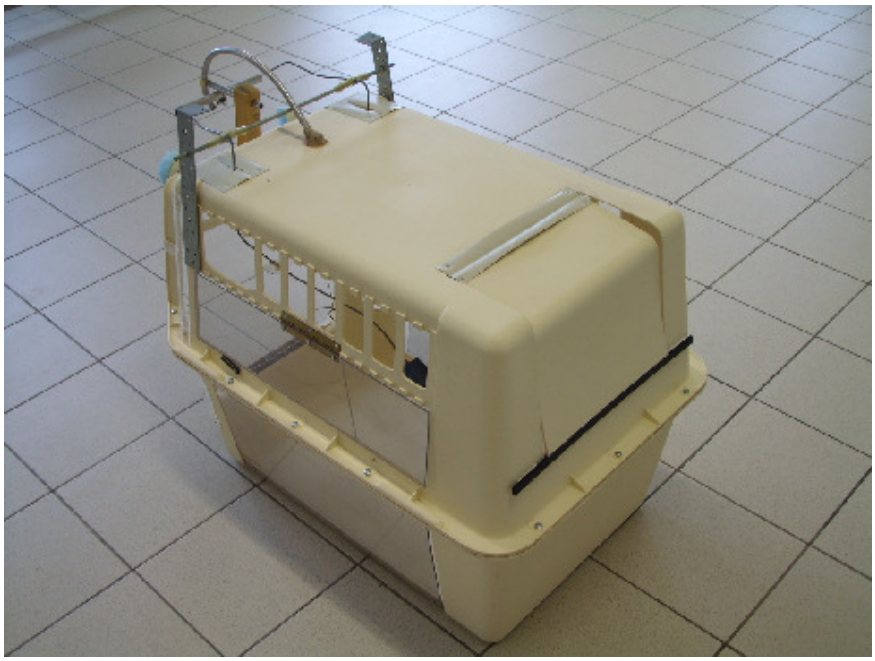


photo 1 : cage de transport aménagée. Vue latérale postérieure.

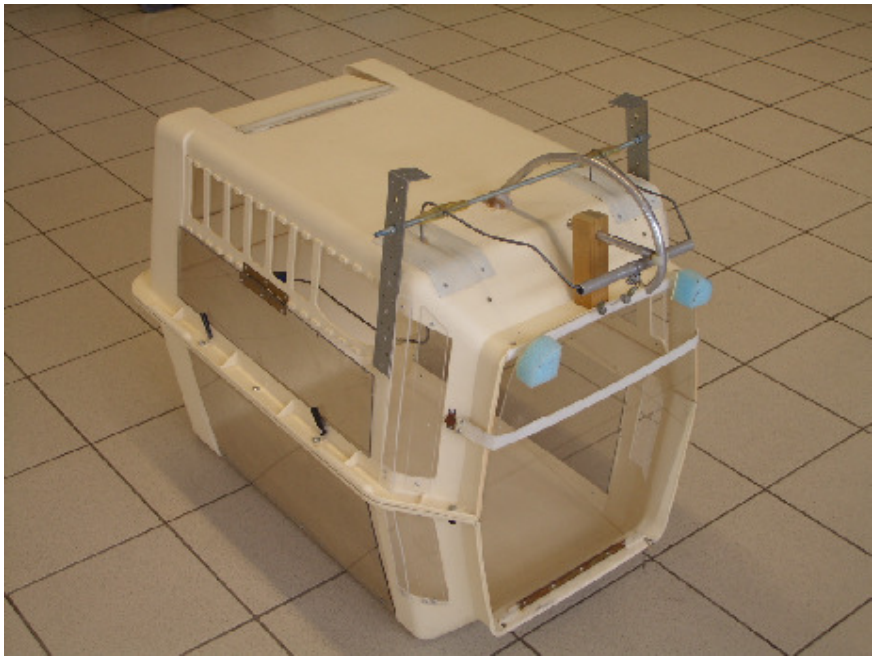


photo 2 : cage de transport aménagée. Vue latérale antérieure.

La procédure utilisée est celle du conditionnement opérant qui associe un stimulus à une réponse dont la conséquence est un renforcement (Reid 1996).

Dans notre cas, la réponse (utilisation d'un des 3 mécanismes d'ouverture de la porte) est suivie d'un renforcement alimentaire (renforcement primaire). Nous avons opté pour un programme de renforcement continu sans délai, c'est à dire que chaque réponse correcte est récompensée immédiatement. C'est le meilleur moyen pour apprendre un nouveau comportement (Reid 1996) et de plus, il permet un apprentissage rapide.

- MATERIEL ET METHODE UTILISES

1) Nous avons d'abord testé cette cage (mécanisme d'ouverture : pédales latérales + os en caoutchouc en position centrale) sur la nichée de chiots croisés Labrador-Fox Terrier. Les essais (30 minutes/jour avec démonstration préalable) se sont déroulés pendant 3 jours mais n'ont pas été concluants.

2. Nous avons apporté des modifications au dispositif : ajout d'une pédale centrale et friandises accrochés au plafond, permettant lors d'une traction (prise en gueule) d'ouvrir la porte. Ce dispositif a été testé avec la nichée de Bouledogues Français et le chiot Doberman.

Malgré tous nos essais, en matière d'instrument (pédale, nourriture, jouet, …) pour réaliser un test d'apprentissage au moyen d'une cage de Thorndike adaptée au chiot de 8 semaines, nous avons dû nous rendre à l'évidence de l'inadéquation de ce test pour évaluer l'aptitude à l'apprentissage.

La cause en est probablement le jeune âge des chiots. Ceux-ci se lassent rapidement et n'apprennent jamais l'association Stimulus-Réponse-Renforcement. D'autre part, nous nous sommes basés sur l'exemple des rats qui, dans une cage de ce type se dressent sur leurs postérieurs pour appuyer sur la pédale qui donne accès au renforcement et ce comportement de « rearing » n'apparaît pas chez les chiots de cet âge.

Nous avons donc opté pour un autre test : l'épreuve d'orientation dans un labyrinthe.

4.4.2. Essai 2 : Le labyrinthe

Dans ce cas, les chiots ne sont pas confinés et sont davantage proches d'une situation naturelle. Pour trouver la sortie, ils ne doivent pas actionner de mécanisme particulier. Il suffit au chiot de déambuler dans le dispositif afin de trouver le bon itinéraire accédant à la sortie et à la récompense. Les types de labyrinthe sont multiples et sont surtout utilisés dans les études sur les rongeurs. Dès 1927, les labyrinthes ont été utilisés pour mesurer l'apprentissage chez les animaux par Warner. On peut définir ce dispositif comme un dispositif conçu de façon à ce que la solution soit la sélection du plus court chemin (spatial ou temporel) pour atteindre un but qui demeure constant (Timberlake 2002). Il en existe plusieurs modèles :

- L'allée droite (considérée comme un labyrinthe rectiligne) pour mesurer la vitesse (Smith et al. 1981)

- Le « T-maze » : labyrinthe très simple, en T avec deux bras (Fride et al. 1986) ou plus complexe avec douze unités juxtaposées (Rauscher et al. 1998)

- Le labyrinthe à deux bras avec compartiment central (Fagan & Olton 1987)

- Le labyrinthe radiaire : labyrinthe en étoile (Levin 1988, He et al. 2002, Dubreuil et al. 2002) avec des variantes aux bras parallèles ou espacés inégalement (Schenk et al. 1990)

- le « Morris Water maze » ou épreuve de la nage forcée : citerne d'environ 1 m de diamètre, remplie d'eau opaque dans laquelle est immergée une plate forme. Des repères sont placés sur le bord et le rat doit utiliser ces repères pour découvrir la plate forme pour pouvoir s'y installer et ne plus devoir nager (Markowska et al. 1993, Frick et al. 1995, Poucet & Benhamou 1997, Rangon et al. 2007)

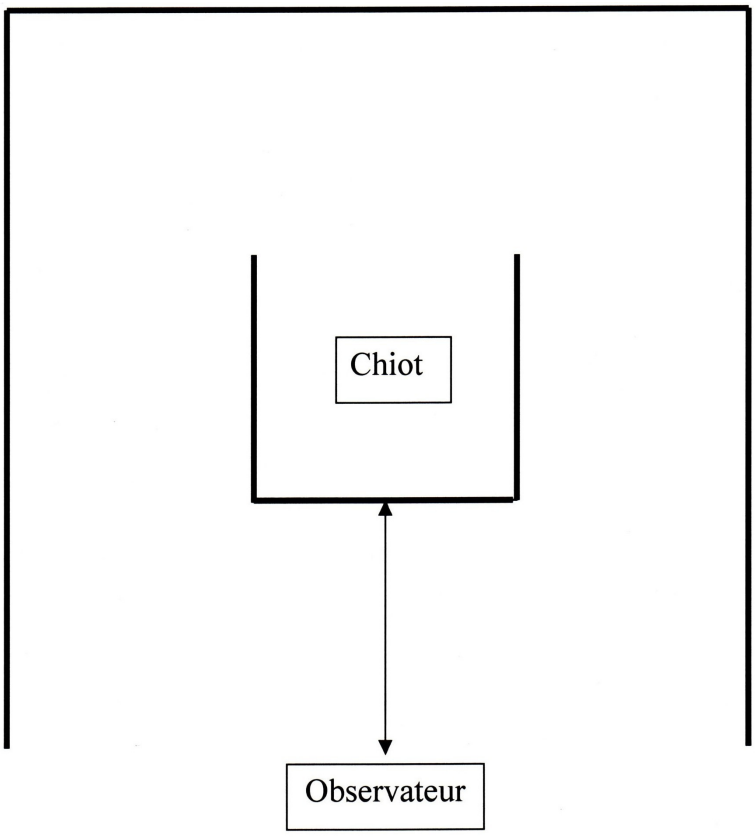
- le « Elevated-plus maze » qui est un labyrinthe à quatre bras de 1 m de long, deux bras représentés par des plates formes et les deux autres sont munis de parois latérales et d'un plafond (Carola et al. 2002, Garcia et al. 2005). Des variantes à quatre bras totalement fermés ou totalement ouverts existent (Salum et al. 2003).

Aucun de ces dispositifs ne convenant pour les chiens, nous nous sommes tournés vers la littérature concernant les tests pour chiots et avons d'abord choisi le test de détour, constitué d'une barrière en U que le chiot doit contourner (Fox 1971, Diederich 1999). Ce dispositif se révélant d'une facilité déconcertante pour nos chiots du pré-test à l'âge de 8 semaines, nous l'avons compliqué en ajoutant des parois pour finalement obtenir un dispositif de labyrinthe complexe constitué d'une épreuve de détour, suivie de bras avec 9 changements de direction et 2 bras aveugles. Nous avons ainsi testé 4 modèles de labyrinthes de plus en plus complexes pour arriver au modèle final que nous avons validé sur plusieurs nichées de chiots pré-test afin d'affiner les variables à récolter lors des test sur nos chiots d'expérience.

- EPREUVE DU DETOUR

Résoudre un problème de détour implique que pour atteindre son but, l'animal doit dans un premier temps s'en éloigner parce qu'un obstacle l'empêche de l'atteindre en ligne droite (Diederich 1999). Ces épreuves sont utilisées depuis longtemps par de nombreux auteurs utilisant des barrières de forme variées : droite de 1 m pour Wyrwicka (1959 cité par Diederich 1999) et Fox (1971), en U de 1 m x 1 m x 1 m pour Scott & Fuller (1965), cinq panneaux de 1.22 m x 2.44 m placés soit seul, soit juxtaposés, soit en U (Frank & Frank 1982).

Nous avons dans un premier temps utilisé une barrière en U (voir schéma), parois de 1 m x 1 m x 1 m, en grillage métallique. Le chiot est placé dans le U et l'expérimentateur est à l'opposé, dans l'axe, à une distance de 1 m. Le chiot doit donc s'en éloigner afin de contourner la barrière pour rejoindre l'expérimentateur qui lui est familier. Il reçoit alors quelques croquettes.



Ce dispositif a été testé sur les Bouledogues âgés de 8 semaines (n=4) mais l'épreuve s'est révélée beaucoup trop facile à accomplir de sorte qu'il a été compliqué et transformé en labyrinthe 1.

- EPREUVE DU LABYRINTHE.

Remarque préliminaire en ce qui concerne les odeurs et les traces laissées dans le labyrinthe après le passage d'un chiot.

Les odeurs laissées par un chiot peuvent influencer le comportement du suivant et ainsi de suite. Afin d'éviter cela, nous avons monté le dispositif du labyrinthe dans une pièce où les chiots et leur mère

avaient déjà circulé à de nombreuses reprises. Nous avons donc postulé que toutes les traces laissées, avant l'installation du labyrinthe brouillaient donc les pistes et n'influençaient pas le chiot en ordre de passage.

Les épreuves de détour chez les chiots (Frank & Frank 1982) et dans les divers dispositifs de labyrinthes chez les rats prévoient généralement une phase d'acclimatation où les animaux découvrent le dispositif afin d'en découvrir les solutions : plates formes dans le Morris Water Maze (Alexandrov et al.2001), nourriture au bout d'un des bras dans le labyrinthe radiaire (Schenk et al. 1990) ou le Labyrinthe en T (Fride et al. 1986), bras ouverts et fermés dans le « elevated plus maze » (Carola et al. 2002). Cette phase se déroule jusqu'à cinq jours avant l'épreuve (He et al. 2002) ou le jour même (Schenk et al 1990) et le dispositif n'est pas nettoyé avant l'épreuve proprement dite.

Pour les épreuves finales du labyrinthe 4, nous avons établi une procédure précise :

- installation du dispositif dans une pièce préalablement visitée par toute la nichée et la mère
- passage de la mère suivie de la nichée dans le labyrinthe en suivant le chemin correct, passage réalisé à deux reprises.
- Passage du chiot en individuel, accompagné de l'expérimentateur, qui lui montre le chemin correct, à deux

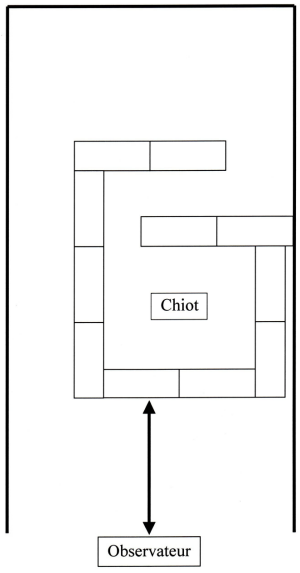
reprises. L'expérimentateur guide le chiot qui marche devant lui en le poussant et l'encourageant de la voix.

- Passage du chiot seul. C'est l'épreuve proprement dite.

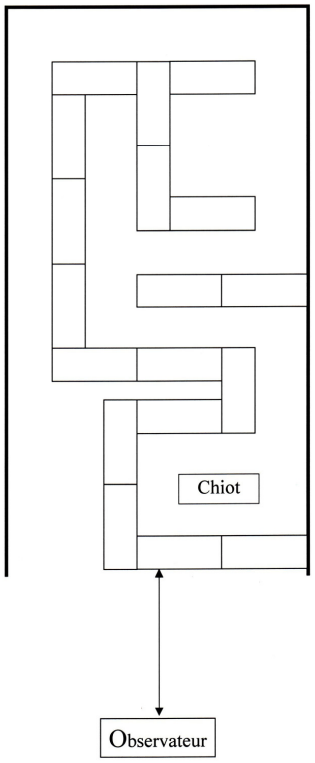
On suppose que la multitude des traces laissées de cette façon ne permet pas au chiot réalisant l'épreuve de percevoir d'indication sur le chemin à suivre. Les bras aveugles ne sont pas visités lors du passage de la mère et de la nichée, ni lors du passage du chiot en individuel car nous en avons bloqué l'accès au moyen d'un panneau placé à l'entrée. Cependant, ces bras présentent des traces olfactives au sol suite à l'arpentage préalable de la pièce par la nichée. Il est à noter qu'il n'y a normalement pas de traces sur les parois du labyrinthe dans ces bras et que, si un chiot s'est aventuré dans les bras aveugles, les parois sont nettoyées après son passage avec un nettoyant ménager industriel.

1. Divers modèles ont été testés. Les trois premiers ont été testés avec les chiots Bouledogue Français.

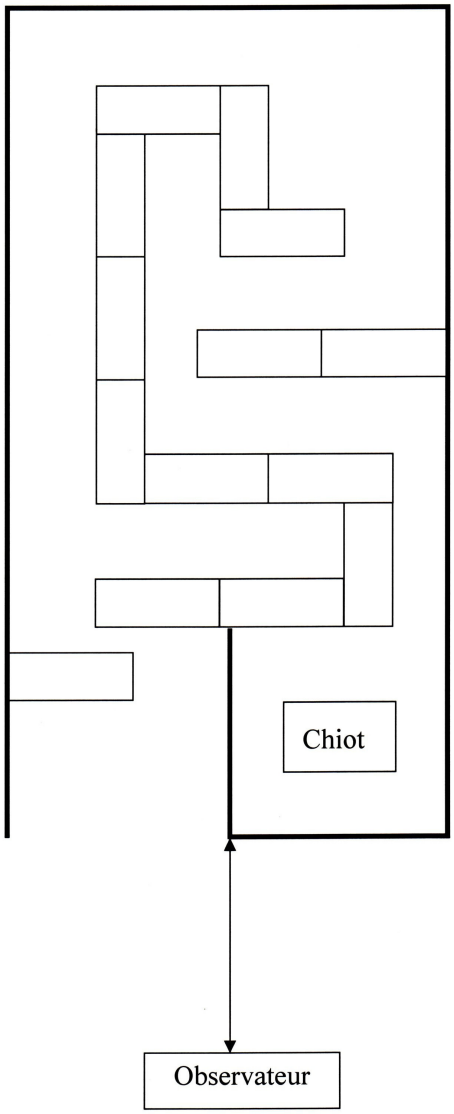
– le labyrinthe 1 : longueur 190 cm et largeur 157 cm, 4 changements de direction



- Le labyrinthe 2 : longueur 350 cm et largeur 170 cm 6 changements de direction et un bras aveugle



- le labyrinthe 3 : ajout d’une chicane au labyrinthe 2.

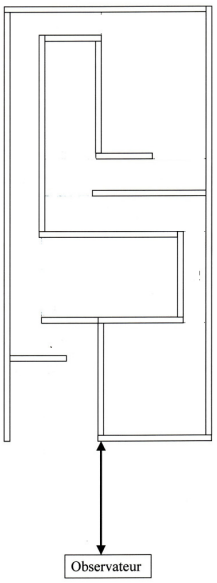


A ce stade de la mise au point du labyrinthe, nous établissons le protocole suivant :

- le premier jour sera une journée d'apprentissage : 2 passages avec la mère et la nichée, ensuite 3 passages seul.

- le deuxième jour sera la véritable journée test avec 3 passages par chiot. Le test est noté « réussi » si le chiot sort du dispositif en moins de 5 minutes.

- le labyrinthe 4 : semblable au labyrinthe 3 mais construit en plaques de résine expansée. Ce dispositif a été testé sur plusieurs portées de chiots (Malinois, Doberman, Labrador et Jack Russel Terrier). Les dimensions extérieures du dispositif sont de 380 cm x 180 cm.



2. Une méthode de notation a été mise au point avec les chiots Labrador et Jack Russel Terrier. En effet, le premier critère pour la notation était la possibilité et la facilité de notation en direct par une seule personne, ce qui nécessitait de choisir le positionnement de l'expérimentateur et les comportements effectués par le chiot (demi-tour, erreur de direction, changement de direction, grattage des parois…).

3. Satisfaits de nos observations, nous avons construit alors la version définitive du labyrinthe : parois de 80 cm de hauteur en PVC semi souple, blanc, de 0.5 cm d'épaisseur, solide et facile à nettoyer, coins et longues lignes droites rigidifiées au moyen de dispositifs de cornières en bois, qui permettent de garder les formes d'origine malgré les tentatives des chiots pour gratter et grimper sur les parois. Le PVC souple est glissant et ne permet plus aux chiots de grimper.

Conclusion pour le labyrinthe :

Un test d'aptitude à l'apprentissage dans un labyrinthe n'ayant jamais été utilisé chez le chien, nous avons dû procéder à des essais multiples, par approximations successives avant d'arriver à un résultat satisfaisant. Nous voulions un test suffisamment difficile pour pouvoir observer une évolution dans l'apprentissage et donc des différences entre chiots ayant potentiellement des capacités différentes et nous voulions un test qui nous permette de récolter des informations susceptibles d'être des variables à analyser par la suite.

Nous avons dû aussi gérer certaines questions pratiques : la question des odeurs et traces laissées dans le dispositif, la rigidité des parois, la possibilité de noter exactement les comportements observés.

4.5. Attention

L'attention est définie par "la vigilance, l'action de se concentrer sur quelque chose" (Schneider & Coe 1993). On distingue deux modes d'attention qui peuvent agir simultanément : l'attention « contrôlée » qui concerne des tâches nouvelles, nécessitant un contrôle conscient et l'attention « automatique » qui entre en jeu lors de la réalisation de tâches déjà bien connues (Pearce 2008). Prêter attention à une démonstration est essentiel pour apprendre quelque chose à partir d'un modèle. L'attention est un facteur important dans l'apprentissage et les autres processus cognitifs (Reid 1996, Pearce & Hall 1980).

Parallèlement à ces deux modes d'attention, on décrit deux processus distincts qui caractérisent l'attention chez les humains, qui peuvent être appliqués dans l'étude du comportement chez les animaux (Range & Huber 2007). Le processus de « porter attention » (« attention-getting ») détermine quand le sujet se tourne vers le stimulus. Le « maintien de l'attention » (« attention-holding ») d'autre part détermine combien de temps le sujet regarde le stimulus à partir du moment où il l'a aperçu. Ce sujet a été largement étudié chez l'enfant humain (Cohen 1972 cité par Schneider 1992) et ensuite étendu aux études s'intéressant aux effets du stress prénatal chez les singes (Schneider 1992, Schneider & Coe 1993) avec des tests utilisés

habituellement pour les jeunes enfants. On peut mesurer l'attention chez des enfants de 8 mois (nés prématurément, ce qui est assimilé à un stress prénatal) en utilisant une échelle en 5 points. Un jouet est présenté au bébé pendant 90 sec et l'enfant obtient un score de 1 s'il ne s'intéresse pas au jouet et ensuite des scores échelonnés jusque 5 selon le laps de temps où il montre une attention soutenue envers l'objet (Tu et al. 2006).

4.5.1. Essai 1 : Tests de futurs chiens guides d'aveugle.

Afin de mettre au point le protocole de mesure de l'attention, nous avons travaillé avec 3 portées de chiots pré-test de 8 semaines (croisés Labrador-Fox Terrier, Bouledogue Français et Beagle). Les Beagle ont été choisis car il semble qu'il y ait des effets de race en ce qui concerne les tests d'attention. En effet, les tests utilisés par Wilsson & Sundgren (1998) ont donné des résultats significatifs avec une race de chiens et les chiots de nos deux portées pré-test n'ont pas été intéressés par les tests proposés. Nous avons voulu observer si les chiots Beagle réagissaient à ces divers stimuli.

Nous avons appliqué les tests décrits par Wilsson & Sundgren (1998) pour mesurer différentes caractéristiques chez le chiot (Berger Allemand) de 8 semaines futur chien-guide d'aveugle : la familiarisation avec l'homme, l'indépendance, la peur, la compétition, l'activité générale et le comportement exploratoire.

Ces tests comprennent, après une évaluation du degré de familiarisation (à l'homme), le « Fetch », le « Retrieve » et le « Tug of

War ». Le « Fetch » consiste à attirer l'attention du chiot, lui montrer une balle de tennis et, son attention étant captée, la faire rouler sur le sol. Les auteurs mesurent le temps entre le moment où l'attention du chiot est attirée et la prise en gueule de la balle. Le « Retrieve » est le rapport de la balle à l'expérimentateur.

Pour le « Tug of War », l'expérimentateur présente un jouet constitué par une grosse corde, l'agite devant la gueule du chiot et si celui-ci l'agrippe, il le secoue fortement en opposant une résistance quand le chiot mord dedans. Le score est donné selon que le chiot tient fermement la prise en secouant (score 5), tient fermement (score 4), mordille mais lâche tout de suite (score 3), ne prend pas en bouche (score 2) ou ne prête pas attention au jouet (score 1).

Conclusion :

Nos chiots pré-test n'ont pas manifesté, comme ces chiots Berger Allemand, d'intention d'aller chercher et rapporter la balle. Les chiots des portées de croisés Labrador-Fox et Bouledogue avaient été habitués à la présence de la corde qui était présente dans leur environnement depuis 1 semaine avant le test mais les Beagle ne l'étaient pas. Les chiots l'ont approchée, reniflée mais aucun ne l'a prise dans la gueule alors que l'expérimentateur l'agitait devant eux. Il est rapidement apparu que ces tests n'étaient pas adaptés à nos chiots et nous les avons abandonnés.

4.5.2. Essai 2 : Test de suivi visuel et auditif

A défaut de pouvoir appliquer des tests décrits chez le chien, nous nous sommes tournés vers d'autres espèces. Ainsi, les tests de mesure de l'attention chez les singes (Schneider 1992) ont été retenus. Ils consistent en un test de suivi visuel (la présentation d'un jouet, une tête de Mickey suivie du déplacement de ce jouet) et un test de suivi auditif (un stimulus sonore : un sifflet) est produit et la source du son se déplace. L'auteur mesure le temps pour capter le stimulus et la durée de fixation du regard sur la source (visuelle ou sonore). Nous avons adaptés ces deux derniers tests en les validant sur nos chiots pré-test (croisés Labrador-Fox Terrier, Labrador et Jack Russel) avec des résultats concluants : les chiots étaient attirés par le stimulus et suivaient le mouvement pendant plus ou moins longtemps.

Les tests retenus afin de mesurer l'attention ont donc été le test du suivi visuel et le test du suivi auditif avec jouets en plastique (marionnette de Mickey et sirène de pompier).

4.6. Familiarisation

Nous avons voulu savoir s'il existait des différences de familiarisation envers l'homme entre nos différents groupes de chiots. En effet, le chien étant un animal destiné à vivre en société avec l'homme, ce critère est indispensable pour une cohabitation harmonieuse (Overall 1997, Lindsay 2001). Les tests évaluant la familiarisation à l'homme des chiots sont nombreux (Scott & Fuller 1965, Wilsson & Sundgren 1998) et nous les avons appliqués tels que décrits dans la littérature et n'avons pas effectué de pré-test.

En ce qui concerne nos chiots Beagle, la socialisation à l'espèce canine a été réalisée par les contacts nombreux des chiots non seulement avec leur mère et la nichée mais aussi avec les autres chiens vivant dans le chenil, tandis que la familiarisation avec l'homme n'avait été réalisée qu'avec quatre individus différents (un homme, deux femmes et un petit garçon). Nous n'avons pas testé la familiarisation de nos chiots avec d'autres espèces que l'homme. En effet, il était impossible, pour des raisons sanitaires, d'introduire des animaux d'autres espèces dans le chenil.

Pour étudier la familiarisation à l'homme, on peut utiliser des êtres humains inconnus, des chiens (Scott & Fuller 1965) ou des images d'humains. Ceci est néanmoins plus rare : une image d'un homme avec certains traits accentués (Wilsson & Sundgren 1997) ou un mannequin de la taille d'un homme (Netto & Planta 1997).

Le test que nous avons décidé de pratiquer est un test de contact humain impliquant une personne inconnue du chiot. Le testeur entre dans la pièce sans prêter attention au chiot et la réaction de celui-ci

est notée de 1 à 5. Le score 5 indique un chiot qui prend contact immédiatement, sautant, grimpant, jappant. Le score 4 est celui d'un chiot qui prend contact immédiatement mais sans sauter ni japper, le score 3 pour un chiot qui prend contact après une légère hésitation, le score 2 pour un chiot qui d'abord s'éloigne et puis permet le contact avec la manipulateur qui devient actif (durée non précisée) et le score 1 pour un chiot qui ne permet pas au testeur de prendre contact (Wilsson & Sundgren 1998).

Nous avons procédé de la même manière (Wilsson & Sundgren 1998) et avons choisi d'utiliser une personne inconnue du chien, de sexe masculin âgé de 20 à 24 ans qui a été recrutée le jour du test, par facilité. Il s'agissait donc de personnes différentes selon les nichées à tester, mais correspondant aux mêmes caractéristiques générales : inconnu, même sexe, même âge.

Le chiot est présent dans la pièce quand le testeur rentre. Nous avons décidé que celui-ci n'interagit pas avec l'animal pendant 15 secondes et puis, seulement il s'accroupit, l'appelle et entre en contact avec lui.

5. MISE AU POINT DES TESTS DES CHIENS ADULTES.

5.1. Questionnaire

Nous basant sur les principaux problèmes comportementaux rencontrés chez les chiens vivant en famille (Overall 1997, Lindsay 2001, Landsberg 1997) nous avons construit un questionnaire visant à évaluer le comportement des chiots de l'étude, à l'âge adulte et nous l'avons soumis aux adoptants, par téléphone. Le but était de mettre en évidence d'éventuelles différences entre les trois groupes de chiens.

Nous avons évalué :

L'éducation-obéissance du chien qui reflète en réalité sa place au sein de la famille. Ce paramètre a été évalué selon les réponses du chien à des ordres simples (assis, couché) et son comportement en famille : place de couchage, de repas, mendicité éventuelle.

La peur, qui est une réponse normale de défense face à une situation potentiellement dangereuse. Un animal répond selon un des trois schémas : l'immobilisation, la fuite ou le combat (communément décrits comme « Freeze, Flight, Fight »). L'immobilisation est une réponse inhibitrice à un stimulus et est généralement provoquée par de faibles niveaux de stimulations ou encore une menace lointaine.

La fuite est une réponse d'excitation. Le combat est observé dans des situations impliquant des stimulations intenses et lorsque l'animal n'a pas la possibilité de fuir. Les signes de peur incluent une variété de postures, expressions faciales et indicateurs physiologiques propres aux espèces. (Lindsay 2001).

Les phobies, qui se distinguent des autres peurs par leur caractère mal adapté. Une autre distinction importante entre la plupart des phobies et les peurs fréquentes est la persistance des premières et l'échec à l'habituation naturelle (Lindsay 2001, Sherman & Mills 2008).

L'anxiété de séparation est un problème comportemental très fréquent. Elle est due, selon certains auteurs, à un hyper attachement de l'animal envers son maître. L'animal se livre à un comportement anormal (destructions, élimination, vocalisations) lorsqu'il est laissé seul (Overall 1997, Sherman & Mills 2008)

Les aboiements excessifs. L'aboiement est un moyen de communication normal et naturel chez le chien. Il est associé à certains types de stimuli et est renforcé par la disparition de la menace. Il y a de multiples facteurs de contribution et il existe plusieurs types d'aboiements. Les aboiements peuvent être territoriaux, protecteurs ou préventifs. Ils peuvent être provoqués par le conflit, la détresse, l'anxiété ou peuvent servir de demande pour obtenir de l'attention, initier le jeu ou un contact social (Molnar et al. 2006, Yéon 2007, Maros et al. 2008).

L'agression est un comportement dont l'objectif est de repousser un autre individu. Ce comportement consiste en des menaces ou des

attaques ayant pour conséquence possible de la douleur et/ou des dommages (Beilharz 1982).

Le questionnaire était dès lors composé de 6 items : éducation-obéissance, familiarisation, peurs, attachement à l'homme, aboiements, agressivité.

Nous avons construit le questionnaire et l'avons pré-testé en situation réelle (communication téléphonique) sur deux personnes volontaires, propriétaires de chiens adultes n'appartenant pas au groupe de chiens de notre étude et des améliorations ont été apportées quant à la formulation des questions, la facilité de répondre, la précision, la longueur des explications.

5.2. Test d'aptitude à l'apprentissage

Ce facteur peut être affecté affecté par le stress prénatal des mammifères (Lehmann et al. 2000, Hosseini-Sharifabad & Hadinedoushan 2007) mais les effets ne sont généralement pas étudiées à long terme.

Dans l'espèce canine, les tests d'aptitude à l'apprentissage se font sur des chiens adultes dans le cadre de l'évaluation de l'effet de médicaments (Mills & Ledger 2001) ou de l'éducation de chiens de travail (Rooney et al. 2006).

Plusieurs auteurs ont donné des propositions de définition de l'apprentissage. Elles convergent toutes à dire que l'apprentissage résulte d'une expérience qui modifie des éléments au sein de

l'organisme, ce qui entraîne une modification du comportement. Le sujet s'adapte à son environnement : il y a apparition d'une relation nouvelle entre un élément de l'environnement et un comportement. Il existe différentes formes d'apprentissage que l'on peut classer en trois groupes : les apprentissages de type conditionnement classique (l'expérience Pavlov, association de deux stimuli), les apprentissages de type conditionnement opérant et les apprentissages cognitifs (l'individu évalue une situation, il a recours au raisonnement) (Chance 1979, Doré 1983, Godefroid 1987, Lindsay 2001).

Dans cette étude nous avons considéré le conditionnement opérant qui établit un lien entre, d'une part un stimulus et d'autre part une relation entre une réponse et la conséquence qu'entraîne cette réponse. Cette conséquence peut être favorable ou défavorable pour le sujet (renforcement ou punition). Le conditionnement opérant est régulièrement utilisé dans le dressage des animaux. Quatre types de scénarios sont possibles dans les conséquences (Reid 1996) : le renforcement positif et négatif et la punition positive et négative. Le renforcement rend l'apparition de la réponse plus probable et la punition, moins probable. Le renforcement positif implique l'apparition d'un stimulus appétitif lorsque la réponse est effectuée. Le renforcement négatif est la disparition d'un stimulus aversif ou sa non apparition. La punition positive implique l'apparition d'un stimulus aversif tandis que la punition négative entraîne la disparition d'un stimulus appétitif ou sa non apparition. Différents programmes déterminent quand et comment la réponse est suivie de sa conséquence : on peut renforcer ou punir toutes les bonnes réponses ou seulement certaines d'entre elles (par exemple programme de

renforcement continu ou intermittent). Différents procédés peuvent être mis en œuvre pour installer de nouveaux comportements chez le chien (Reid, 1996). Les plus fréquemment utilisés sont l'apprentissage par essais et erreurs et le « shaping » ou façonnement dans lequel chaque approximation successive de la réponse est renforcée.

Les chiots de notre étude ont été soumis à quatre épreuves s'inspirant de l'Agility. L'Agility est une discipline canine éducative et athlétique consistant à faire évoluer un chien sur un parcours composé d'obstacles divers. L'apprentissage du passage d'obstacles d'Agility découle typiquement du conditionnement opérant et procède par un apprentissage par « shaping ». Après une visite dans un club canin et discussion avec l'entraîneur des chiens pratiquant cette discipline, le choix s'est fixé sur quatre obstacles : un tunnel rigide, un tunnel souple, un saut de haie et une « table ». Le tunnel rigide et la haie sont considérés comme faciles, la « table » de difficulté modérée et le tunnel souple difficile.

Le stimulus discriminatif (annonçant que si la réponse attendue est produite, elle sera renforcée) est l'ordre donné au chien. La réponse est la réaction du chien et le renforcement est la caresse du maître. Notons que pour les chiens pratiquant régulièrement cette discipline, la récompense est la possibilité de produire la réponse suivante, c'est-à-dire le franchissement d'un autre obstacle. Il s'agit dans ce cas d'une procédure en chaîne.

Ces 4 obstacles ont été pré-testés avec 3 chiens adultes étrangers à notre étude : deux chiens n'ayant aucune expérience de cette

discipline et une chienne de 12 ans ayant participé à des épreuves d'Agility dans ses jeunes années. Nous avons ainsi déterminé la procédure complète : la place de chaque personne impliquée (le maître, l'expérimentateur, le caméraman et le secrétaire), le nombre de répétitions de l'ordre, le nombre de franchissements d'obstacles.

Le protocole suivant a été défini :

- une promenade (balisée) de 10 minutes dans le quartier (certains chiens étaient en effet très excités en arrivant sur le terrain) pour mettre tous les chiens dans les mêmes conditions de départ.

- un test d'obéissance : marche au pied en laisse sur 15 mètres, « assis » dans un carré dessiné au sol, retour en marche au pied au point d'origine et « couché » dans un carré, afin de mettre le chien en situation d'exercice et de nous permettre d'évaluer le degré d'obéissance basal de chaque animal.

- Le test d'apprentissage consiste en deux phases séparées par une pause :

    1. La phase 1 du test : sur le terrain, le maître étant présent, l'expérimentateur donne l'ordre au chien devant l'obstacle (« hop » = stimulus discriminatif) et l'incite en tirant sur la laisse (= incitation) pour lui faire franchir l'obstacle. Le propriétaire peut encourager son chien de la voix. Chaque exercice (obstacle) est répété 3 fois avant de passer à l'obstacle suivant, l'ordre de passage des obstacles étant toujours le même. Le chien est récompensé par des

caresses et des félicitations vocales chaleureuses (= renforcements secondaires). Notons que pour le tunnel souple, obstacle décrit comme « difficile », l'apprentissage s'est fait par étapes, d'abord le propriétaire s'est tenu au bout, en position debout et a tenu le bord de la bâche à hauteur de la taille, comme pour former un tunnel. Il a ensuite abaissé la bâche à hauteur des genoux et ensuite il n'a laissé subsister qu'un interstice de quelques centimètres afin de laisser passer la lumière.

2. Pause de minimum 3 heures où le chien et son propriétaire quittent les lieux.

3. La phase 2 du test : Le propriétaire est tenu à l'écart et l'expérimentateur répète l'exercice du matin. Il donne l'ordre au chien, incite et récompense. Tous les obstacles sont présentés trois fois toujours dans le même ordre de passage.

III. Matériel et méthodes

1. LES CHIENNES

1.1. Echantillon

Cinq chiennes Beagle mènent 3 gestations consécutives, chaque gestation se déroulant dans un environnement différent.

Elles sont nées et vivent au Chenil du Service d'Obstétrique des petits animaux de l'Université de Liège. Elles ne sont pas primipares et sont âgées de 2 ans à 8 ans au début de l'étude. Elles sont identifiées au moyen d'un numéro : 82, 83, 106, 137 et 138.

On peut noter que 82 et 83 sont sœurs ainsi que 137 et 138, qui sont des filles de 82. Cet échantillon est donc très homogène : animaux de la même famille, vivant ensemble depuis leur plus jeune âge dans les mêmes conditions environnementales.

Elles présentent un bon état général, deux d'entre elles (82 et 138) présentant un état d'embonpoint proche de l'obésité (côtes non visibles et non palpables à cause d'une épaisse couche de graisse).

1.2. Logement

Le chenil est composé d'une allée centrale (30 m) dans laquelle débouchent 8 locaux à gauche et 4 salles à droite (l'infirmerie, deux locaux de stockage et la salle de tests).

Les chiennes sont logées deux par deux (82 et 83, 137 et 138, 106 et 120 qui ne participe pas à l'étude mais est sa compagne habituelle) dans des cages d'1.80 m² (1.20m x 1.50m). Il y a cinq cages alignées dans chaque local, les chiennes de cette étude occupent 3 cages d'un local, les autres restent inoccupées. Il y a d'autres chiens dans les autres locaux.

Il n'y a pas de fenêtres, la ventilation étant assurée par un système d'aération artificielle en continu. La lumière est fournie par des tubes au néon. Une minuterie règle le rythme des périodes d'éclairement, s'allumant à 7h et s'éteignant à 17h00, laissant uniquement des veilleuses allumées dans le couloir central.

Trois parois des cages sont formées par des murs en blocs de béton recouverts de peinture blanche et la quatrième est une porte grillagée (treillis de 3cm x 3 cm).

Le sol est en béton lissé de couleur grise, recouvert de copeaux de bois (Copolit, litière pour chevaux).

Il y a une radio située dans l'allée centrale, qui diffuse de la musique, des jeux radiophoniques et des flashs d'information entre 8h00 et 17h00. Tous les chiens logés dans les locaux peuvent l'entendre.

1.3. Déroulement d'une journée-type

Tous les matins, vers 9h30, les chiennes sortent dans un enclos grillagé extérieur de 10 m x 10 m, au sol de gravier, entouré d'arbres. Ce parcours extérieur est situé derrière les bureaux du service d'Obstétrique, de sorte que les animaux ont un contact visuel avec des humains. Il y a 4 parcours extérieurs, chaque enclos étant occupé au même moment par les chiens logeant dans le même local. Pour atteindre ce parcours les animaux parcourent un trajet d'une cinquantaine de mètres.

La durée de séjour dans le parcours extérieur est environ de 2 heures 30 tous les jours. Les animaux sont toujours sortis par le soigneur, sauf les week-end où ce sont des étudiants jobistes.

Pendant que les cages et les locaux sont vides, le soigneur procède au nettoyage. Il enlève la sciure souillée et la remplace par de la fraîche. Une fois par semaine, il nettoie le chenil au moyen d'un nettoyant industriel additionné de désinfectant (Dettol).

Les abreuvoirs sont remplis d'eau en permanence. La nourriture est composée de croquettes de la marque Hill's. Il s'agit de la variété « Maintenance » au Poulet (protéines : 28.2%, lipides : 25%, glucides : 31.9%, fibres : 1.9%). Les animaux sont nourris une fois par jour. La nourriture n'est pas distribuée individuellement, ce qui explique l'état d'embonpoint variable des chiennes malgré l'utilisation d'un aliment de maintenance.

Vers 12h00, le soigneur fait rentrer les animaux, local par local. Ceux-ci se dirigent vers leur cage habituelle.

Cet environnement constitue l'environnement de base, qui sera ensuite appelé comme tel (= Base).

1.4. Prévention et contrôle de la santé

Les chiennes sont régulièrement vaccinées contre la parvovirose, la maladie de Carré et la leptospirose. Elles sont vermifugées une fois par an au moyen de Drontal (Bayer) en comprimés (praziquantel, 344 mg de substance active par 10 kg de poids vif). Une fois par semaine, nous procédons à un contrôle sanitaire des chiennes, qu'elles soient gestantes ou pas.

C'est au cours de ce contrôle que se font les différents actes annexes : vaccinations, vermifugation, récolte de sang, frottis vaginaux de contrôle lorsque la date prévue des chaleurs approche.

Quand les chiennes sont gestantes, une échographie de contrôle est réalisée chaque semaine afin de s'assurer du bon déroulement de la gestation.

1.5. Saillie

Lorsqu'une chienne présente des écoulements vulvaires, elle est surveillée attentivement afin de déterminer le moment de l'ovulation. Pour ce faire, des frottis vaginaux sont effectués quotidiennement. Les frottis sont colorés au moyen de la méthode de coloration Diff-Quick. Quand l'ovulation est jugée proche, une échographie des ovaires est effectuée ainsi qu'un prélèvement sanguin en vue de déterminer la concentration plasmatique de progestérone. Ces prélèvements sont réalisés quotidiennement autant de fois que nécessaire jusqu'à ce que la concentration en progestérone soit comprise entre 4 et 5 ng/ml, cette concentration indiquant le moment de l'ovulation.

A ce moment, la chienne est présentée au mâle en vue de la saillie. Le mâle utilisé dans notre étude a toujours été le même individu, il s'agit de l'individu n° 42 (né le 01/12/1994). Le choix s'est porté sur lui car il ne présentait pas de consanguinité avec les femelles utilisées et de plus, c'est un mâle reproducteur expérimenté, en bonne santé.

Le dosage de la progestérone permet aussi de déterminer le jour où a eu lieu le pic de LH (pic de LH quand la progestérone = 2,5 ng/ml) et donc, à partir de cette date de déterminer la date précise de la mise bas. En effet, il s'écoule 65 jours (+/- 1 jour) entre ces deux dates.

1.6. Gestation

La gestation est confirmée au moyen d'une échographie au jour 18 post pic de LH.

Dans la seconde moitié de leur gestation (le stade fœtal étant atteint au 35ème jour post pic de LH), elles sont placées dans des conditions de logement différentes, appelées environnement de base , enrichi ou appauvri dans un ordre aléatoire. Les chiots nés des gestations s'étant déroulées dans l'environnement de base représenteront le groupe contrôle.

Le premier jour de la mise en conditions expérimentales est le 35ème jour après le pic de LH, pris comme référence.

Tableau récapitulatif de l'ordre de passage dans chaque environnement pour chaque chienne :

Chienne/ environnement	environnement enrichi	environnement appauvri	environnement de base = contrôle
chiennes 82 et 83	x		
chiennes 82,83, 106 et 137	x		x
chienne 106			
chiennes 106 et 137		x	
chienne 137	x		
Chienne 138			x
chienne 138	x		
chienne 138		x	

1ère gestation, 2ème gestation, 3ème gestation

Remarque : Les chiennes 82 et 83 n'ont pas été placées en environnement appauvri car elles ont été euthanasiées pour cause de maladie au cours de l'expérience.

L'environnement de base, qui permettra de constituer le groupe contrôle de référence est décrit dans les points 1.2. Logement et 1.3. Déroulement d'une journée-type.

L’environnement dans lequel vivent les chiennes reste inchangé par rapport à leur quotidien, c'est-à-dire qu’elles sont logées par paire, avec leur compagne habituelle, les sorties se déroulent avec la même fréquence et la même durée.

L’environnement enrichi est décrit dans le chapitre « mise au point des conditions expérimentales » au point 3. Mise au point des conditions expérimentales de l’environnement enrichi. Pour rappel, nous avons choisi d’enrichir le milieu au moyen de contacts sociaux humains supplémentaires, de stimuli sonores et visuels.

La chienne bénéficie de sorties plus longues. Il est à noter que tout le groupe (les 5 chiennes) sort en même temps afin de ne pas perturber l’organisation sociale à cause d’allées et venues de quelques animaux seulement. De plus, il s’agit d’un enrichissement social pour la chienne en cours d’expérience car elle a des contacts avec plus de congénères. Donc les 5 chiennes bénéficient de sorties plus longues alors qu’une seule d’entre elle est (gestante) en environnement enrichi. Le groupe sort dès 8 h et rentre entre 13h 00 et 14h 00, sauf lors de forte pluie ou de neige où il rentre plus tôt.

Une fois par jour, la chienne gestante passe une heure dans une salle qui lui est familière (la salle de soins) avec l’expérimentateur afin de bénéficier de contacts humains doux. Ceux-ci consistent principalement en des caresses sur le dos, le ventre et des paroles. Les chiennes sont friandes de ce genre de contact, elles le manifestent par une recherche de proximité avec l’expérimentateur.

L'environnement appauvri est décrit comme source de stress dans les études de Beerda et al. 1999 et 2000, dans lequel la chienne est isolée socialement et physiquement. Durant les 30 jours que dure l'expérience, depuis le J35 post pic de LH et jusqu'à deux jours avant la date prévue de la mise-bas, la chienne est isolée dans une cage située dans un local du chenil. La cage a la grandeur de sa cage habituelle (1.8 m^2). Elle ne sort pas et le contact humain est très limité. Il consiste en la visite du soigneur une fois par jour et le contrôle sanitaire une fois par semaine (voir détails plus loin). Le soigneur déplace la chienne de sa cage vers la cage adjacente afin de nettoyer rapidement le sol au jet d'eau, il remplit la gamelle de nourriture (nourriture habituelle, Croquettes Hill's, Poulet Maintenance) et remplace l'eau de l'abreuvoir. Le soigneur ne peut pas parler ni toucher la chienne, sauf pour la déplacer de sa cage à la cage adjacente.

2. LES CHIOTS

2.1. Généralités

Quatre jours avant la date estimée de la mise bas, la chienne quitte sa cage habituelle pour rejoindre une des deux cages de la maternité. Une lampe chauffante y est suspendue et un grand panier en plastique (80 cm x 60 cm) y est disposé. Le sol est recouvert de sciure. La nourriture habituelle est progressivement mélangée de nourriture plus riche (Hill's Puppy) en vue de fournir suffisamment d'énergie pour la lactation. La chienne est ensuite exclusivement nourrie avec de la nourriture Puppy (protéines : 27.8% lipides : 18,5%, fibres, 2.5%, glucides : 36.8%) jusqu'au sevrage des chiots.

Une surveillance discrète est effectuée afin d'intervenir si nécessaire. Les mise bas ont généralement eu lieu en fin de journée et une seule (106, environnement enrichi, 27/01/2006) a nécessité une assistance suite à une dystocie lors de la naissance du deuxième chiot. Celui-ci a été repoussé dans l'utérus et ensuite a été sorti au moyen de forceps.

Nous avons obtenu 68 chiots vivants à la naissance dont 2 sont morts au cours des premières semaines.

Tableau récapitulatif des chiots :

	Env. de Base	**Env. Enrichi**	**Env. Appauvri**
Total Chiots nés (vivants)	23	27	18
Total - Chiots morts pendant la durée de la phase expérimentale. = total des chiots testés.	22	27	17

Tableau récapitulatif des portées :

	Env. de Base	Env. Enrichi	Env. Appauvri
82 Farandole	P=18/06/04 S=20/06/04 35°j=22/07/04 mb=23/08/04 5 chiots	P=03/10/03 S=06/10/03 35°j=07/11/03 mb=07/12/03 6 chiots	Euthanasiée (tumeur vésicale) le 02/02/05
83 Fistule	P=24/06/04 S=28-29/06/04 35°j=31/07/04 mb=30/08/04 4 chiots	P=13/10/03 S=16/10/03 35°j=17/11/03 mb=17/12/03 7 chiots dont 3 morts nés	Euthanasiée (tumeur ovarienne) le 29/10/04
106 Gaufrette	P=29/03/05 S=31/03/05 35°j=03/05/05 mb=02/06/05 8 chiots dont 1 mort né	P=22/11/05 S=25/11/05 35°j=27/12/05 mb=27/01/06 9 chiots dont 3 morts nés	P=30/12/03 S=31/12/03 35°j=03/02/04 mb=08/03/04 5 chiots
137 Lady	P=29/11/05 S=01-02/12/05 35°j=03/01/06 mb=01/02/06 4 chiots dont 1 mort né	P=14/12/04 S=15/12/04 35°j=14/01/05 mb=12/02/05 7 chiots	P=15/12/03 S=16/12/03 35°j=18/01/04 mb=18/02/04 8 chiots dont 1 mort né
138 Louloutte	P=25/11/03 S=27/11/03 35°j=30/12/03 mb=29/11/04 9 chiots dont 5 morts nés	P=07/07/04 S=09/07/04 35°j=09/08/04 mb=08/09/04 4 chiots	P=04/07/05 S=05-06/07/05 35°j=05/08/05 mb=04/09/05 6 chiots

1ère gestation, 2ème gestation et 3ème gestation p=pic de LH S=saillie 35°j = 35° j après le pic de LH et mise en environnement expérimental Mb=mise bas

Il était prévu que chaque chienne mène 3 gestations sur deux ans, de sorte à laisser un intervalle d'un cycle sans gestation au cours de cette période (Verstegen, communication personnelle). La première chienne est entrée dans le protocole expérimental le 03/10/2003 et la dernière en est sortie le 29/05/2006 ce qui donne une durée totale de 2 ans et 8 mois pour la phase expérimentale concernant les chiots.

Dans les heures qui suivent la naissance, chaque chiot est examiné afin de détecter une éventuelle anomalie macroscopique (fente palatine, hernie ombilicale importante, etc.). Aucun cas n'a été repéré dans notre étude.

A partir de la naissance, les chiots vivent avec leur mère dans une des deux cages de la maternité. La chienne est nourrie une fois par jour (Hill's Puppy) avec de l'eau à volonté.

Une fois par jour, à partir de la naissance, les chiots sont brièvement observés. La portée est examinée dans son ensemble afin de vérifier si tous les chiots peuvent téter et se mouvoir. Chaque chiot est pris en main pendant quelques secondes.

Dès la fin de la première semaine après la naissance, la chienne sort une heure par jour, accompagnant ses congénères habituelles, la portée restant groupée sous la lampe chauffante dans le panier en plastique.

A partir de la fin de la troisième semaine, lors de la sortie quotidienne de la mère, plusieurs écuelles contenant des croquettes Hill's Puppy

imbibées d'eau tiède sont présentées aux chiots afin de les habituer à consommer une alimentation solide. A partir de la cinquième semaine, la porte de la cage est laissée ouverte et les chiots peuvent se promener librement dans le local ainsi que dans l'allée centrale. Ils n'ont cependant pas de contact direct avec d'autres chiens adultes.

2.2. Tests des chiots de 1 à 8 semaines

Dès la première semaine, les chiots sont testés afin de les évaluer selon 4 critères : l'émotivité, l'attention, l'aptitude à l'apprentissage et la familiarisation.

Remarque : La valeur du score obtenu par un chiot/une portée n'est indicative que comparée aux scores obtenus par les autres chiots/portées provenant de chiennes ayant passé leur gestation dans des environnements différents.

2.2.1. Mesure de l'émotivité

Ces tests sont réalisés dès la première semaine jusqu'à l'âge de 7 semaines, une fois par semaine avec deux tests différents. Les chiots sont d'abord testés dans la cage (jours 7-14-21) et ensuite en arène (jours 28-35-42-49).

- TEST EMOTIVITE 1 : A PARTIR DE L'AGE D'UNE SEMAINE (JOUR 7)

Voir chapitre « Mise au point des tests des chiots» point 4.2 Emotivité dans la cage.

Le chiot est manipulé par le testeur dans la cage. Les manipulations sont effectuées et notées par la même personne 1 x / semaine à jour et heure fixes jusqu'à l'âge de 3 semaines, aux jours 7-14 et 21.

Les manipulations et les différentes attitudes notées sont représentées dans la feuille de notation en annexe (Annexe 1).

Comportements observés :

Sorti : le chiot est sorti du panier avec la main passée sous le ventre et maintenu pendant 5 secondes. Le chronomètre est enclenché dès la prise en main. Les mouvements sont notés dès que le chiot bouge (remue, se tortille, se débat). Le résultat est exprimé en secondes

Les vocalisations sont mesurées en secondes.

Retourné : Le chiot est retourné sur le dos (5 sec), son dos reposant dans la paume de l'examinateur. Les mouvements sont notés dès que le chiot bouge (remue, se tortille, se débat). Le résultat est exprimé en secondes

Les vocalisations sont mesurées en secondes.

Manipulé : les membres du chiot sont manipulés l'un après l'autre (5 sec), le chiot étant toujours en position retournée sur le dos. Une flexion est suivie d'une extension. Les mouvements sont notés dès que le chiot bouge (remue, se tortille, se débat). Le résultat est exprimé en secondes

Les vocalisations sont mesurées en secondes.

Posé : Le chiot est posé sur une surface plane (5 sec) constituée par un plateau en PVC rigide blanc de 30 x 40 cm. Son activité est observée pendant 5 secondes. Les mouvements sont notés dès que le chiot bouge (remue, se tortille, se débat). Le résultat est exprimé en secondes.

Les vocalisations sont mesurées en secondes.

Les mouvements lors des quatre phases sont additionnés en une note « réactions » et il en est de même pour les vocalisations.

- TEST EMOTIVITE 2 : A PARTIR DE L'AGE DE 4 SEMAINES

Lors de l'acquisition de la locomotion, mesure du comportement exploratoire du chiot et de sa réaction face à différents stimuli nouveaux (sifflet, parapluie et ballon coloré). Tests inspirés de Murphree & Dykman (1965) et Hoffman et al. (1995). Voir chapitre « Mise au point des tests des chiots» point 4.3 Emotivité en arène.

- *OBSERVATION 5 MINUTES DANS L'ARENE*

Une fois par semaine, aux jours 28, 35, 42 et 49, le chiot est placé dans une arène (2,1 m x 2,1 m) quadrillée (30 cm x 30 cm) pendant 5 minutes. Le chiot y est introduit par une porte pratiquée dans la paroi située du côté de l'examinateur. L'attitude du chiot du chiot est observée et les comportements sont comptabilisés : nombre de

carrés parcourus, vocalisations, miction, défécation, grattage des parois, bonds sur les parois, recherche du contact humain.

- *PRESENTATION DE TROIS STIMULI NOUVEAUX (SIFFLET, PARAPLUIE, BALLON)*

Après 5 minutes, l'expérimentateur présente successivement 3 stimuli : sifflet, parapluie et ballon. Les mouvements sont comptabilisés en nombre de carrés parcourus et les vocalisations en secondes.

Les manipulations et les différentes attitudes notées sont représentées dans la feuille de notation en annexe (Annexe 2).

Comportements observés :

Les carrés parcourus : dès que le chiot pose une patte dans un carré adjacent à celui où il se trouve, le carré est comptabilisé. Si en se déplaçant, il se déplace sur deux carrés adjacents en suivant la même ligne, un seul des deux carrés est comptabilisé.

Toute vocalisation est comptabilisée en secondes.

Les mictions et défécations sont comptabilisées en unités.

Grattage des parois : le chiot se dresse sur ses postérieurs et gratte la paroi avec ses antérieurs. L'action est comptabilisée en unités. S'il repose ses antérieurs au sol et recommence immédiatement à gratter, une deuxième action est comptabilisée.

Bond sur la paroi : le chiot saute sur la paroi et aussi bien les antérieurs que les postérieurs quittent le sol.

Recherche de contact humain : le chiot se place au niveau de l'examinateur et essaye d'attirer son attention (recherche d'un contact visuel) par quelque moyen que ce soit : vocalisation, grattage ou bond, la recherche de contact est notée en unité.

Après 5 minutes, l'examinateur produit un bruit soudain au moyen d'un sifflet. Il s'agit d'un coup bref (1 seconde). Les comportements du chiot immédiatement après le bruit sont observés. La réaction (mouvement) provoquée par l'apparition du stimulus est mesurée par le nombre de carrés parcourus (noté « sifflet - carrés parcourus ») et la durée des vocalisations est chronométrée (« sifflet - vocalisation ») aussi. Ces observations sont notées en secondes.

Si le chiot se dirige vers la source du sifflet, le mouvement est noté comme «sifflet - explore ». Ces observations sont notées en secondes.

Après 2 minutes où aucune stimulation externe n'est présentée, l'examinateur ouvre violemment un parapluie automatique multicolore (rouge, bleu, vert) de 75 cm de diamètre à proximité du chiot. L'attitude du chiot immédiatement après l'ouverture du parapluie est observée. La réaction (mouvement) provoquée par l'apparition du stimulus est mesurée par le nombre de carrés parcourus (noté « parapluie - carrés parcourus ») et la durée des vocalisations est chronométrée (« parapluie - vocalisation ») aussi. Ces observations sont notées en secondes.

Si le chiot se dirige vers le parapluie pour le renifler, le regarder de plus près, le mouvement est noté comme «parapluie - explore ». Ces observations sont notées en secondes.

Après deux minutes où aucune stimulation externe n'est présentée, l'examinateur lance un ballon de 22 cm de diamètre, vert à pois blancs à proximité du chiot. L'attitude du chiot immédiatement après l'arrivée du ballon est observée. La réaction (mouvement) provoquée par l'apparition du stimulus est mesurée par le nombre de carrés parcourus (noté « ballon - carrés parcourus ») et la durée des vocalisations est chronométrée (« ballon - vocalisation ») aussi. Ces observations sont notées en secondes.

Si le chiot se dirige vers le ballon pour le renifler, le regarder de plus près, le mouvement est noté comme « ballon - explore ». Ces observations sont notées en secondes.

Après deux minutes où aucune stimulation externe n'est présentée, l'examinateur ouvre la porte afin que le chiot puisse sortir. S'il n'est pas sorti après 1 minute, l'examinateur entre dans l'arène et prend le chiot.

2.2.2. Mesure de l'attention

Ce test est réalisé une seule fois à l'âge de 8 semaines.

Les chiots sont testés à l'aide d'un test du suivi visuel et le test du suivi auditif (Schneider 1992). Voir chapitre « Mise au point des tests des chiots» point 4.5 Attention.

Test du suivi visuel. Un jouet coloré, en l'occurrence une marionnette représentant le visage de Mickey, inconnu du chiot, lui est présenté. L'expérimentateur agite le jouet en silence dans la direction du chiot. Celui-ci est placé seul dans l'arène à présent connue de lui et l'expérimentateur attend que le chiot soit au centre de cette arène, lui-même se tenant à l'extérieur, le long d'un mur, il est donc à une distance d'environ 1 m du chiot. Le temps pour que le regard du chiot soit attiré par le jouet est noté « temps capté ». Ce sera la mesure du « attention - getting ». Ensuite, l'expérimentateur déplace le jouet le long de la paroi au moyen d'une barre en bois invisible pour le chiot. Il mesure le temps pendant lequel le chiot garde son regard fixé sur le jouet. Le temps est noté « temps suivi ». Ce sera la mesure du « attention - holding » (Range & Huber 2007).

Remarque sur la méthode de notation.

Nous avons donné une note sur 5 pour le « temps capté » et une note sur 10 pour le « temps suivi ». La note du « temps capté » représente la soustraction du nombre de secondes nécessaires pour capter de la note maximum (5). Exemple : si le chiot capte après 3 secondes il a une note de 2, s'il capte après une seconde il a une note

de 4. La note « temps suivi » représente la mesure réelle du temps où le chiot suit le stimulus du regard. Nous avons additionné ces deux notes pour chaque chiot afin d'obtenir une note «suivi visuel ». En effet, nous voulions mesurer l'attention globale du chiot envers un objet et pas précisément la subdivision théorique des deux phases.

Test du suivi auditif. Le chiot étant placé au centre de l'arène, l'expérimentateur produit un sifflement avec un jouet émettant un bruit de sirène de pompier. Ce jouet est caché du chiot par la paroi de l'arène. Le temps pour que le regard du chiot soit dirigé vers l'endroit de provenance du son est noté « temps capté » (mesure du « attention - getting »). L'expérimentateur déplace le jouet musical monté sur une barre en bois le long de la paroi de l'arène. L'expérimentateur mesure le temps pendant lequel le chiot garde son regard fixé sur l'endroit de provenance du son. Le temps est noté « temps suivi » (mesure du «attention - holding »). Nous avons procédé de la même manière que pour le stimulus visuel pour la notation lors de la présentation du stimulus sonore et avons obtenu une note « suivi auditif ».

Les différentes attitudes notées sont représentées dans la feuille de notation en annexe (Annexe 3).

2.2.3. Test de familiarisation

Ce test est effectué une seule fois à l'âge de 8 semaines mais pas le même jour que les autres tests (attention et aptitude à l'apprentissage). Ces différents tests sont répartis sur 5 jours lors de la 8ème semaine de vie du chiot. Voir chapitre « Mise au point des tests des chiots» point 4.6 Familiarisation.

Test inspiré des travaux de Fox (1971), Scott & Fuller (1965) et Wilsson & Sundgren (1998).

Le but de cette étude n'étant pas d'étudier la familiarisation mais de confirmer son bon déroulement, ce test a volontairement été très simple. Pour rappel, tous les chiots après la naissance ont suivi le même programme d'exposition à l'homme. Une fois par jour, dès le premier jour, chaque chiot est pris en main pour subir un bref examen visuel et une estimation globale de son état général. Cette manipulation n'a pas donné lieu à une récolte de données dans le cadre de cette étude. A partir du moment où la mobilité est acquise, les chiots ne sont plus soulevés pour être examinés mais le vétérinaire responsable de l'animalerie entre chaque jour dans la cage, inspecte rapidement l'ensemble de la portée afin de détecter une différence de croissance ou de mobilité de l'un ou l'autre chiot. Il s'intéresse ensuite spécifiquement à chaque chiot pendant une vingtaine de secondes (caresses, paroles). Le programme de familiarisation comprend donc des contacts avec deux hommes (quotidiennement le soigneur et deux jours par semaine l'étudiant jobiste), deux femmes (le vétérinaire responsable et l'expérimentateur) et aussi un enfant. En effet, puisque les chiots

étaient destinés à être adoptés par des familles à l'âge de 8 semaines, nous avons jugé préférable de les mettre en contact plusieurs fois avec un enfant. La plupart des chiots ont eu 3 contacts d'environ 1 heure chacun avec un petit garçon (3 à 5 ans) qui a été encouragé à jouer avec eux. Ces contacts impliquaient la portée entière.

Dans la littérature scientifique, on estime depuis longtemps (Scott &Fuller 1965) que 20 minutes de contacts humains par semaine sont nécessaires pour assurer une bonne familiarisation des chiots.

Une personne inconnue des chiots (appelée le testeur) est recrutée dans les environs du chenil, il s'agit toujours d'un étudiant volontaire âgé de 20 à 24 ans, du sexe masculin.

Le chiot est enfermé dans la salle de test et le testeur entre, n'interagit pas avec le chiot pendant 15 secondes et puis, seulement s'accroupit, appelle le chiot et entre en contact avec lui. L'expérimentateur habituel n'étant pas présent, le testeur était interrogé par la suite afin de déterminer si le contact avait été spontané ou hésitant, si le chiot avait répondu à l'appel, s'il avait permis la prise de contact. Le chiot est ensuite noté sur une échelle de 1 à 5. Voir chapitre « mise au point des tests » point 4.6 Familiarisation.

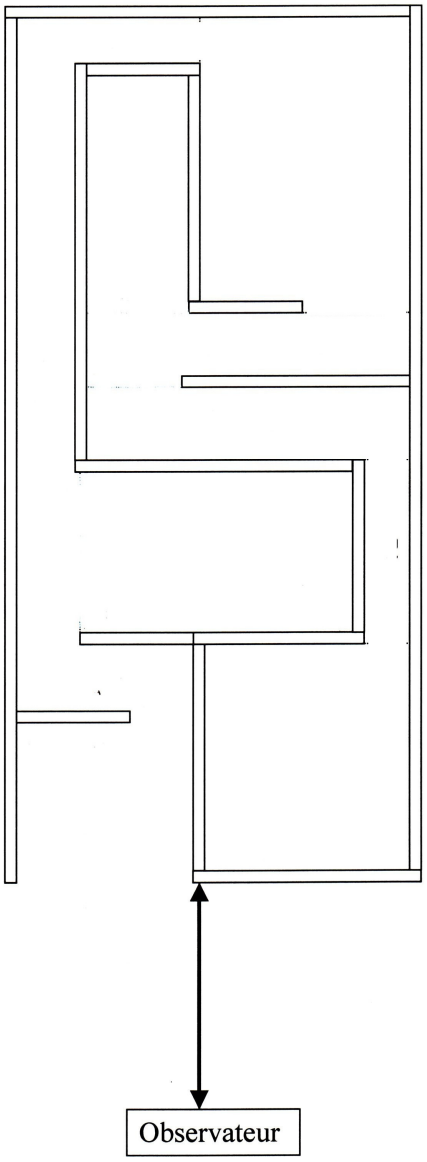
2.2.4. Mesure de l'aptitude à l'apprentissage

Ce test est effectué à l'âge de 8 semaines.

En vue d'évaluer s'il existe des différences dans l'aptitude à l'apprentissage de nos chiots Beagle provenant de nichées dont la mère a vécu la gestation dans des environnements ordinaires, stressants ou enrichis, nous avons envisagé divers dispositifs et procédures et finalement, nous avons construit un labyrinthe. Voir chapitre « Mise au point des tests des chiots» point 4.4 Aptitude à l'apprentissage.

Ce dispositif complexe, inscrit dans un rectangle de 380 cm x 180 cm est composé d'un parcours alliant deux culs-de-sac et neuf changements de direction. Ce labyrinthe est combiné avec un test de détour car l'animal doit se détourner de l'expérimentateur et puis s'en éloigner afin de suivre le parcours qui le conduira vers la sortie. L'aire de départ est juxtaposée à l'endroit d'arrivée que nous appellerons la sortie.

Les parois de 80 cm de hauteur sont réalisées en PVC semi souple, blanc, de 0.5 cm d'épaisseur. Les coins et les longues lignes droites sont rigidifiés au moyen de dispositifs de glissières en bois, qui permettent de garder les formes d'origine malgré les tentatives des chiots pour gratter et grimper sur les parois.



Procédure :

Ce test se déroule en deux jours. Le premier jour (= phase 1) est consacré à l'apprentissage du parcours. Le but est que le chiot comprenne qu'il est enfermé dans le labyrinthe et que s'il suit le bon chemin, il peut en sortir et est récompensé par des caresses et des

encouragements vocaux de la part de l'expérimentateur. Le deuxième jour (= phase 2), nous évaluons l'apprentissage de la solution de l'épreuve.

Le jour 1 du test, l'expérimentateur emmène la mère et la portée entière dans le labyrinthe. La mère est tenue par un collier afin qu'elle suive le bon parcours. Les chiots suivent. Deux aides empêchent les chiots de faire demi-tour, de sorte que le parcours est toujours réalisé dans le même sens.

La mère et sa portée parcourent deux fois le labyrinthe, aidés par l'expérimentateur. Les déjections éventuelles sont nettoyées.

Ensuite, tous sont ramenés dans la cage de la maternité et l'expérimentateur prend les chiots individuellement afin de commencer le test. D'abord, l'expérimentateur montre le bon parcours au chiot dans le labyrinthe à deux reprises. Le chiot n'est pas tenu mais est aiguillé, poussé fermement dans le sens de la sortie. Il lui est permis de s'arrêter pour renifler mais il ne peut pas faire demi-tour.

Après ces deux passages en étant aidé, le chiot est placé seul dans l'aire de départ. A ce moment, le chronomètre est enclenché et les données sont récoltées au moyen de l'enregistreur portable du logiciel Noldus Observer. Le nombre de demi-tours effectués, les erreurs (= visite des bras en cul-de-sac), grattages des parois et le temps total passé à parcourir le dispositif avant de trouver la sortie sont mesurés.

Le chiot effectue 3 fois le test, c'est-à-dire que dès qu'il est sorti la première fois, il est immédiatement et chaleureusement récompensé pendant une dizaine de secondes et est redéposé dans l'aire de départ pour un deuxième et puis pour un troisième parcours. Les mêmes mesures sont effectuées et notées 1, 2 et 3.

Ensuite, le chiot retrouve sa mère et sa fratrie.

Nous procédons au test en prenant les chiots dans un ordre tout à fait aléatoire. Les déjections éventuelles sont nettoyées.

Le jour 2 du test (toujours le lendemain), les chiots parcourent à nouveau le labyrinthe trois fois, individuellement, sans qu'on leur ait préalablement indiqué le parcours. Ces trois essais se font plus rapidement que la veille. Les chiots participent au test à nouveau dans un ordre aléatoire, qui n'est pas le même que celui de la veille.

Les mêmes mesures sont effectuées et notées 4, 5 et 6.

2.3 Tableau récapitulatif des tests des chiots

Voici un tableau récapitulatif des différents tests appliqués aux chiots entre les semaines 1 et 8.

Test	Age (jour)	Lieu	Protocole	Mesures
Emotivité 1	7-14-21	Cage	-Sortir -Retourner -Manipuler -Poser -Observer	Mouvements et vocalisations (sec)
Emotivité 2	28-35-42-49	Arène Open Field dans local de Test	1- Observation	-Miction -Défécation -Carrés parcourus -Recherche contact -Gratte parois -Bonds -Vocalisations
			2-Stimuli nouveaux -Sifflet -Parapluie -Ballon	Réactions Carré parcourus et vocalisations (sec)
Attention Suivi visuel et auditif	55	Arène Open Field dans local de Test	Suivi visuel et suivi auditif	-Capté -Suivi
Contact Humain	56	Local de Test	Humain inconnu	Contact
Aptitude à l'apprentissage	57-58	Local de Test	Labyrinthe	-1/2 tour -Erreur -Gratte parois -Temps (sec)

3. CHIENS ADULTES

A l'âge de 8 semaines, les 66 chiots ont été adoptés par des familles afin de pouvoir effectuer un suivi à plus long terme sur certains caractères comportementaux. Pour cela, nous avons demandé une dérogation au SPF Santé Publique et celle-ci nous a été accordée à certaines conditions : les chiots devaient être vaccinés, vermifugés, détenteurs d'un passepor identifiés au moyen d'une puce électronique et enregistrés au registre national de l'ABIEC.

Les chiots ont été identifiés, enregistrés et vaccinés avec le vaccin Puppy DP (Intervet), les protégeant contre la parvovirose et la maladie de Carré. Ils ont été vermifugés avec du Dogminth (embonate de pyrantel, 14.5 mg par kg de poids vif) en pâte (à l'âge de 5 semaines et de 8 semaines).

Les adoptants ont reçu une information détaillée sur le mode de vie des chiots et des conseils quant à une socialisation et une éducation adéquate. Ils ont également reçu une information pratique sur la nourriture à donner, les vaccinations et vermifugations futures (Annexe 4).

Nous ne les avons pas informés de l'appartenance à un groupe particulier (enrichi pendant la gestation, appauvri ou groupe contrôle) afin de ne pas influencer leur attitude envers leur chien. Ils ont été invités à donner des nouvelles du chiot pendant le premier mois passé dans leur foyer et ensuite une à deux fois par an.

3.1. Enquête téléphonique

Quand la dernière nichée a atteint l'âge de 14 mois, âge adulte que nous avons pris comme repère, le chien étant dans son nouvel environnement depuis au moins 1 an, nous avons contacté les nouveaux propriétaires par téléphone afin de leur poser des questions liées à différents traits comportementaux et aux problèmes comportementaux les plus fréquemment rencontrés. Pour rappel, les propriétaires savaient que leur chiot était issu d'un protocole de recherche scientifique sur le stress prénatal et qu'il avait participé à une étude comportementale comprenant des tests d'émotivité, d'attention, d'aptitude à l'apprentissage et de familiarisation (tout cela expliqué simplement avec des mots de vulgarisation adapté au public rencontré) mais aucun ne savait à quel groupe son chiot appartenait.

Les chiens étaient alors âgés de 14 mois à 3 ans 1/2.

1) Nous n'avons pu réellement contacter que 33 adoptants. Diverses raisons nous ont empêchés de joindre les 33 autres personnes : déménagement, changement d'adresse, adresse e-mail plus valide, numéro de téléphone plus en service, départ à l'étranger (cas de chiots adoptés par des étudiants français retournés chez eux), 7 chiots morts (accident de la route suite à des fugues).

2) En premier lieu, nous avons pris contact par téléphone ou par e-mail (voir Annexe 5) avec les propriétaires pour prendre rendez-vous avec eux afin de les questionner. En même temps, les premiers renseignements succincts quant à l'état de santé du chien, son éducation, la satisfaction du maître étaient déjà notés.

3) La durée du questionnaire (voir Annexe 6) est d'environ 20 minutes. Le questionnaire a été lu de manière rigoureusement identique à chaque propriétaire.

4) Procédure : d'abord nous avons présenté chaque question en définissant au moyen de mots simples le comportement concerné par la question (exemple : « par comportement de peur, j'entends le fait que le chien va réagir par la fuite, l'immobilisation voire l'agressivité. Certains signaux visuels peuvent attirer votre attention : dos arqué, la queue entre les jambes, les oreilles en arrière, des tremblements, des gémissements, … »). Premièrement, nous avons posé la question de manière générale en demandant au maître de situer sur une échelle de 1 à 10 le comportement de son chien (exemple : « est-ce que d'une manière générale vous trouvez que votre chien est peureux ? Veuillez le situer sur une échelle de 1 à 10, 1 étant une note indiquée pour un chine extrêmement peureux et 10 pour un chien pas peureux du tout »). Vu que les propriétaires qui sont fort attachés à leur chien les évaluent plutôt favorablement (Serpell 1996), nous avons nuancé la note attribuée par le maître à son chien par une série de questions (exemple : « je vais maintenant vous citer toute une série de situations devant lesquelles votre chien est susceptible de présenter des signes de peur : une personne déguisée, une porte qui claque, un avion, l'orage, … »). Pour chaque comportement investigué le 1 était toujours la note qualifiant le pauvre résultat et le 10 l'excellent résultat.

5) Nous leur avons ensuite expliqué que nous voulions revoir les chiens dans nos locaux à Namur (dans un souci de standardisation)

afin de leur faire subir un test d'aptitude à l'apprentissage, pour vérifier si les différences comportementales observées lors du test du labyrinthe effectué à l'âge de 8 semaines se remarquaient encore et surtout si les différences allaient dans le même sens à l'âge adulte.

Ce questionnaire nous a permis de caractériser les chiens selon 6 critères, chaque chien obtenant une note de 1 à 10 pour chaque critère : Education-obéissance, Familiarisation, Peur, Attachement, Aboiements, Agressivité.

3.2. Test d'aptitude à l'apprentissage.

Sur les 33 propriétaires contactés, seulement 17 ont accepté de venir faire passer le test d'aptitude à l'apprentissage à leur chien. Les absents ont évoqué la distance ou le manque de temps.

Chaque propriétaire a reçu un e-mail lui détaillant le déroulement de la journée du test. Le protocole que nous avons mis au point prévoit une promenade (balisée) de 10 minutes dans le quartier et un test d'obéissance simple (marcher en ligne, assis, couché) pour mettre tous les chiens dans les mêmes conditions de départ.

Ensuite, le couple maître-chien est conduit sur le terrain de test où nous avons placé 4 obstacles d'Agility. Il s'agit de :

- un tunnel en plastique extensible par un système d'accordéon central. Il peut mesurer jusqu'à 6 m, nous l'avons déployé afin qu'il mesure 1.50 m.

- un tunnel souple avec une entrée rigide d'1 m de long, continué par un manchon mou dans lequel le chien doit ramper pour trouver la sortie. Cet obstacle étant considéré comme difficile, le protocole prévoit un apprentissage par étapes (voir « Mise au point des tests destinés aux chiens adultes» point 5.2 Test d'aptitude à l'apprentissage).

- un saut de haie : obstacle le plus semblable au jumping équestre. Nous avons réglé la barre à une hauteur de 35 cm du sol.

- une « table » : il s'agit d'un plateau d'1 m x 1 m, sur pieds, placé à 30 cm du sol.

La phase 1 du test constitue l'apprentissage proprement dit de chaque réponse : on apprend au chien un ordre auquel il doit répondre pour en être récompensé. Dans cette phase du test, le propriétaire est présent pour encourager son chien à passer l'obstacle (voix, gestes) et le récompenser après l'obstacle. Le propriétaire est placé de l'autre côté de l'obstacle, afin que le chien le voie.

L'apprentissage se fait de manière similaire pour les différents obstacles :

- l'ordre est donné au chien par l'expérimentateur

- le propriétaire appelle son chien

- l’expérimentateur tire sur la laisse (incitation)

- l’animal franchit l’obstacle

- renforcement positif : caresses et félicitations vocales du maître

Nous avons décidé que pour cette première phase, il était important que le chien franchisse l’obstacle, quel que soit le nombre d’ordre donnés, l’intensité des incitations et des récompenses. Le propriétaire avait donc carte blanche.

Chaque obstacle a été franchi trois fois par chaque chien.

La phase 2 du test s’est déroulée le même jour, avec une pause de minimum 3 heures entre les deux phases. Le propriétaire et le chien quittent le terrain de test pendant cette pause.

Durant cette deuxième phase, le propriétaire n’intervient plus. L’expérimentateur prend le chien en laisse et le présente devant l’obstacle. Il donne l’ordre (« hop ») et le répète deux fois si nécessaire. Le temps mis par le chien pour franchir l’obstacle est mesuré en secondes. Si après 3 ordres le chien n’a pas franchi, l’exercice est considéré comme échec pour cet obstacle et est noté 300.

IV. Résultats et Discussions

Ce chapitre comporte une description des résultats obtenus pour les chiots de 1 à 8 semaines et ensuite pour les chiots devenus adultes.

La première partie concerne les résultats des différents tests appliqués aux chiots : Emotivité 1 (dans la cage), Emotivité 2 (dans l'arène), Aptitude à l'Apprentissage et Attention.

La deuxième partie concerne l'enquête téléphonique auprès des propriétaires des chiots adoptés et le test d'apprentissage.

Après l'énoncé des résultats, nous discuterons chaque test pour ensuite discuter l'ensemble des tests des chiots et des chiens adultes.

1. MÉTHODE STATISTIQUE

Le but de l'étude étant de mettre en évidence des différences entre nos trois groupes de chiots, nous avons voulu déterminer si un groupe avait un comportement différent par rapport aux deux autres. Afin d'établir cela, nous avons fait la moyenne par environnement des résultats obtenus par les individus (Excel). Nous avons donc des moyennes « Base » (= groupe contrôle), « Enrichis » et « Appauvris » pour chaque test réalisé, aussi bien pour les chiots de 1 à 8 semaines que pour les chiots devenus adultes.

Pour les données « chiots » récoltées :

Pour savoir si les différences de moyennes observées sont liées au traitement, nous allons utiliser un modèle d'analyse da variance, il s'agit d'un modèle linéaire multifactoriel adapté aux échantillons de taille différente : le modèle linéaire généralisé (GLM). Dans le cas de données répétées (tests Emotivité 1 et 2, Aptitude à l'apprentissage dans le labyrinthe), les corrélations entre résidus successifs ont été modélisées en utilisant un modèle autorégressif. Ce modèle prend en compte la diminution de la corrélation avec l'espacement dans le temps. La procédure GLM met en œuvre un modèle de classification multiple reliant le comportement de variables dépendantes à des variables indépendantes. Dans notre expérience, les effets « portée » et « mère » ont été intégrés.

Le modèle indique qu'il existe des différences entre les moyennes mais ne précise pas quel groupe est différent des autres. Pour cela des tests post hoc ont été ajoutés. Il s'agit de tests t qui comparent les groupes deux à deux.

Les calculs ont été réalisés au moyen du logiciel SAS.

Pour les données « adultes » récoltées :

L'analyse la plus appropriée est l'analyse de la variance ou ANOVA. Dans notre cas, il s'agit d'une analyse de la variance à deux critères (effet « traitement » fixe et effet « mère » aléatoire), ou ANOVA II. Le modèle choisi est un modèle de type IV, tenant compte de la structure des données de cette études : données non balancées et incomplètes. Dans le cas de cette seconde partie de l'étude, il n'a pas

été possible de tenir compte d'un effet « portée » ni « numéro de nichée » car l'échantillon était trop petit.

Les analyses ANOVA, quand il y a rejet de l'hypothèse nulle, indiquent que l'on a mis en évidence la présence d'au moins une moyenne différente des autres. On ne peut cependant pas dire avec précision laquelle (lesquelles) des moyennes est (sont) différente(s) des autres. Ces différences ont été mises en évidence au moyen de contrastes (test t pour comparaisons deux à deux).

Les calculs ont été réalisés au moyen du logiciel SAS.

2. LES CHIOTS DE 1 JOUR A 8 SEMAINES

- Leroy, H., Depiereux, E., Giffroy, J-M., Diederich, C. Influence of prenatal environment on emotivity in dogs. Applied Animal Behaviour Science (in prep)

- Leroy, H., Depiereux, E., Giffroy, J-M., Diederich, C., Does prenatal environment influence attention and learning's ability in dogs? Applied Animal Behaviour Science (in prep)

2.1. Rappel du protocole expérimental et des objectifs

Les 5 chiennes ont vécu chacune 2 ou 3 gestations à chaque fois dans un environnement différent.

Le but de l'étude est d'évaluer les chiots au point de vue de leur émotivité, de leur attention, de leur familiarisation à l'homme et de leur aptitude à l'apprentissage. Nous espérons observer des différences entre les chiots issus des différents milieux environnementaux de gestation.

2.2. Analyse des résultats du test d'émotivité 1 (cage)

Rappel : Les tests d'émotivité ont été réalisés dans la cage aux jours 7 - 14 et 21. Ils consistent en quatre manipulations du chiot (le sortir du panier, le retourner, manipuler ses membres, le poser sur une surface plane) ; les réactions ainsi que les vocalisations sont notées en secondes. Nous avons additionné le temps de mouvement pour les quatre manipulations pour en faire une note globale « réaction » et nous avons procédé de la même manière pour en faire une note « vocalisation ».

Réactions lors des manipulations :

En tenant compte des répétitions du test lors des trois premières semaines, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base et la moyenne du groupe Appauvri est significativement plus élevée que celle du groupe Base (t= 6,78, p<0.0001) et du groupe Enrichi (t= 8,16, p<0.0001).

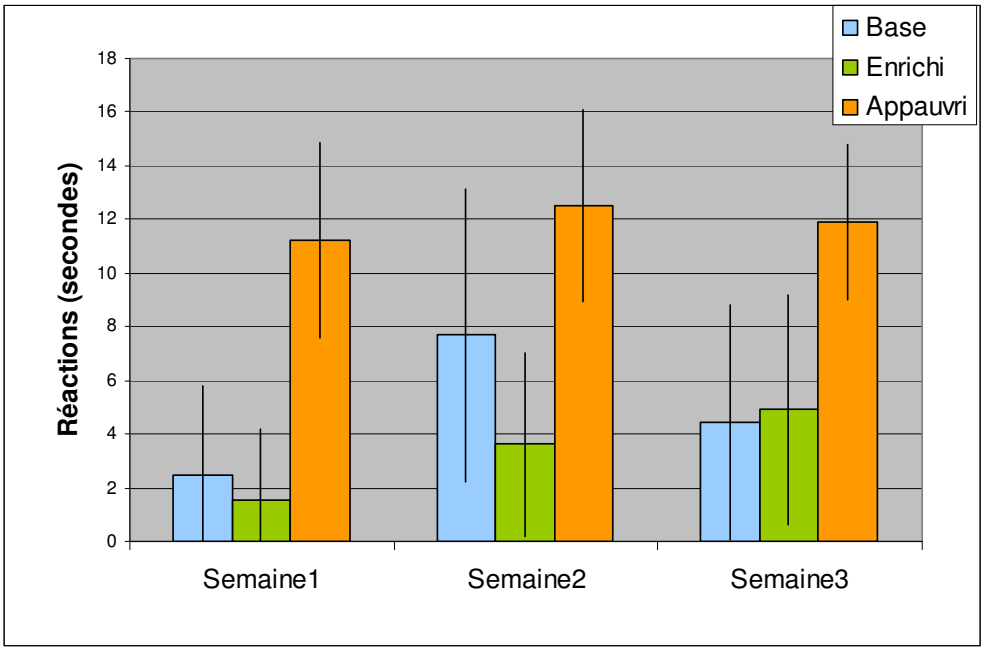


Fig. 1 : Comparaison des réactions lors des manipulations (Test Emotivité 1) pour les trois environnements de gestation durant les semaines 1-2 et 3.

Vocalisations lors des manipulations :

En tenant compte des répétitions du test lors des trois premières semaines, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base et la moyenne du groupe Appauvri est significativement plus élevée que celle du groupe Base (t= 7,64, p<0.0001) et du groupe Enrichi (t= 9,77, p<0.0001).

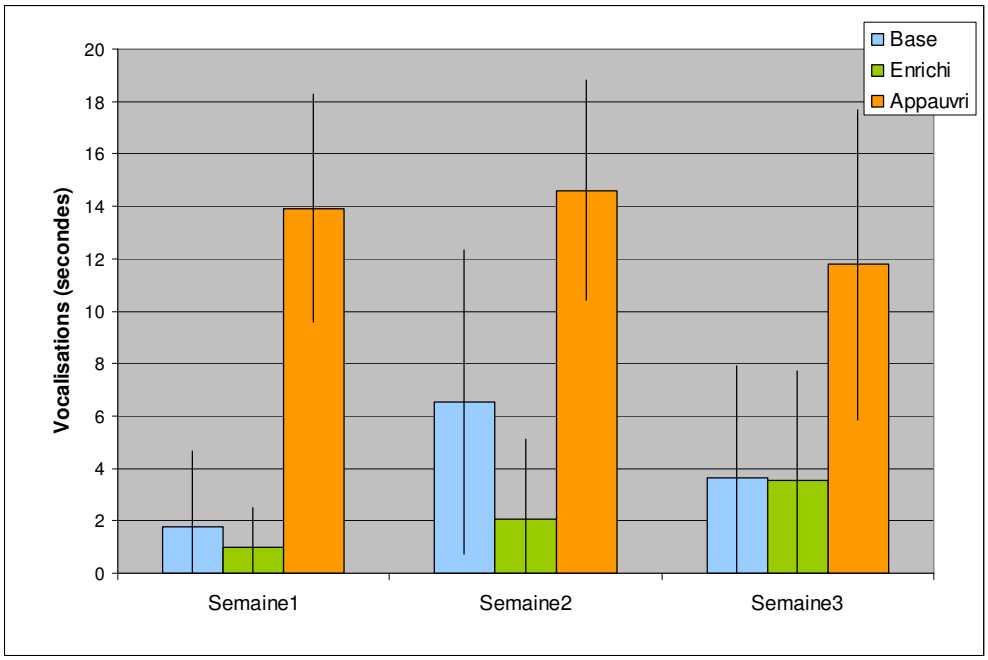


Fig. 2 : Comparaison des vocalisations lors des manipulations (Test Emotivité 1) pour les trois environnements de gestation durant les semaines 1-2 et 3.

Pour les 3 premières semaines de vie nous remarquons des différences importantes entre les chiots lors du test d'Emotivité 1. Ce test mesure les réactions et vocalisations des chiots soumis à un changement d'environnement : ils sont sortis du panier et manipulés. Les réactions (mouvements) sont mesurées en secondes et sont plus importantes chez les chiots du groupe Appauvri (fig. 1). Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les réactions des chiots des groupes Base et Enrichi. Il semble donc que l'enrichissement du milieu prénatal n'influence pas les réactions des chiots durant les trois premières semaines lorsqu'ils sont sortis hors du panier et manipulés.

Les chiots du groupe Appauvri montrent une réactivité plus importante lors des manipulations (fig. 1), ce qui corrobore les observations faites chez les renards (Braastad et al. 1998, Bakken 1998, Osadchuk et al. 2001) et les rats (Suchecki & Neto 1991, Takahashi et al. 1992, Rimondini et al. 2003).

Une augmentation des réactions lors d'un test de manipulation peut refléter des processus émotionnels telle la peur. Les renardeaux (âgés de 35 jours) venant d'un environnement prénatal stressant sont plus actifs lors des manipulations, ils essayent de s'enfuir et de mordre le manipulateur. Ces réactions sont assimilées à des réactions de peur (Braastad et al. 1998). Dans le cas des chiots de notre étude on peut donc affirmer que nous avons un groupe de chiots plus

émotifs et donc plus peureux que les autres ou que ces tentatives d'échappement lors des manipulations se développent plus rapidement que dans les deux autres groupes. Le traitement stressant lors de la gestation agirait comme modulateur sur les mécanismes gérant la peur tels l'axe HPA avec un système plus actif chez les animaux ayant subi un stress prénatal.

Le groupe de chiots provenant de l'environnement Appauvri vocalise plus que ceux des autres groupes (fig. 2). Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les vocalisations des chiots des groupes Base et Enrichi. Il semble donc que l'enrichissement du milieu prénatal n'influence pas les vocalisations des chiots durant les trois premières semaines.

Cette réaction a été remarquée également chez les rats. Les jeunes stressés en période prénatale vocalisent plus quand ils sont sortis du nid (Takahashi et al. 1990). Les vocalisations chez le chien sont un moyen efficace pour communiquer son état émotionnel (Molnar et al. 2006). Les chiens émettent diverses sortes de vocalisations comme les gémissements, jappements, aboiements, grognements (Yéon 2007). Les chiots gémissent jusqu'à l'âge de 20 jours et ensuite apparaissent les jappements (Simpson 1997). Les gémissements sont généralement des appels de détresse émis suite à la séparation avec la mère (Yéon 2007) et ne sont pas émis lors d'évènements agréables (Ohl 1996).

Nous pouvons donc conclure que des chiots dont la mère a été placée en environnement appauvri durant la seconde moitié de gestation sont plus émotifs durant les trois premières semaines de

vie. Cette émotivité se manifeste par une réactivité plus importante, mesurée en mouvements et en vocalisations lors de manipulations représentant un changement d'environnement.

Par contre il n'y a pas d'effet significatif d'un enrichissement de l'environnement de la mère sur l'émotivité des chiots lors des manipulations dans les trois premières semaines de vie, par rapport à un groupe contrôle.

2.3. Analyse des résultats du test d'émotivité 2 (arène)

Rappel : Le test Emotivité 2 a été réalisé dans l'arène aux jours 28-35-42 et 49 (notés semaine 4, 5, 6 et 7 dans les graphiques). Il s'agit d'un test en « open field » où le chiot est d'abord observé pendant les 5 minutes qui suivent son introduction dans l'arène. Le nombre de carrés parcourus et le nombre de secondes pendant lesquelles le chiot vocalise sont notés. Les mictions, défécations, grattages de parois et recherche de contact ont été exprimés en nombre insignifiant, de sorte que ces paramètres n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques. Ensuite l'expérimentateur présente successivement trois stimuli et les réactions sont notées en « carrés parcourus » et les vocalisations en secondes. Pour les analyses, les réactions aux trois stimuli sont additionnées en une note « stimuli-mouvement » (= nombre de carrés parcourus) et en une note « stimuli-vocalisation ». Nous avons également enregistré et additionné les temps pendant lesquels le chiot venait explorer les

stimuli successifs (s'approche du ballon, du parapluie ou de la source du sifflement), c'est la note « stimuli-exploration ».

2.3.1. Observations dans l'arène - Déplacements

Il n'y a pas de différences significatives entre les trois groupes de chiots.

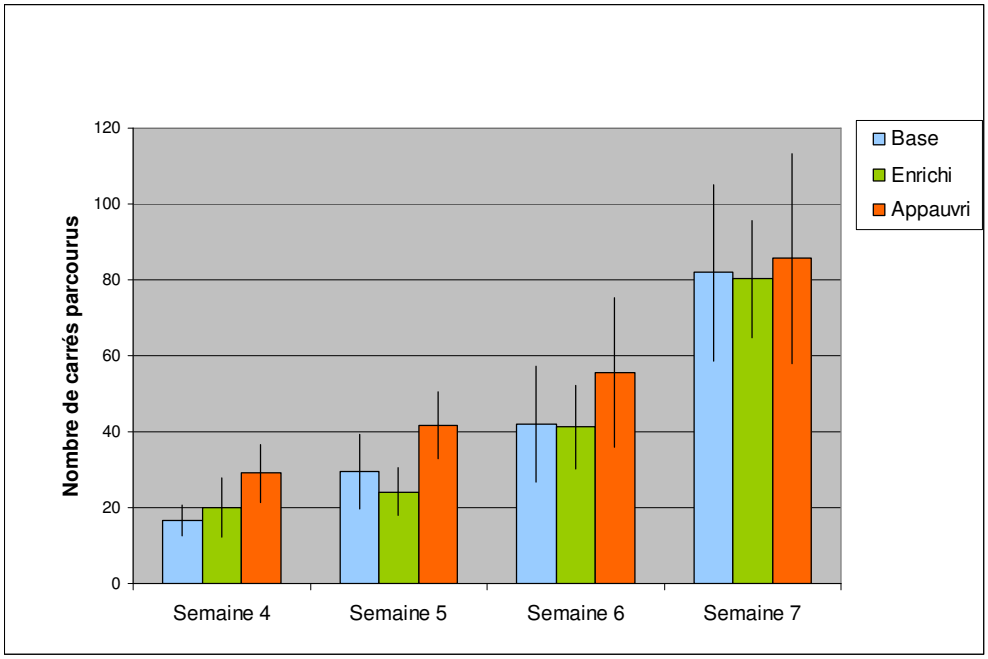


Fig. 3 : Comparaison des déplacements (en nombre de carrés parcourus) lors de l'isolement en arène (observation pendant 5 minutes) lors du Test Emotivité 2 pour les trois environnements de gestation durant les semaines 4-5-6 et 7.

2.3.2. OBSERVATIONS DANS L'ARENE - VOCALISATIONS

En tenant compte des répétitions du test lors des semaines 4, 5, 6 et 7, la moyenne du groupe Appauvri est significativement plus élevée que celle du groupe Base ($t= 4,56$, $p<0.0001$) et du groupe Enrichi ($t= 9,27$, $p<0.0001$).

La moyenne du groupe Enrichi est significativement plus faible que celle du groupe Base ($t= 4,78$, $p<0.0001$).

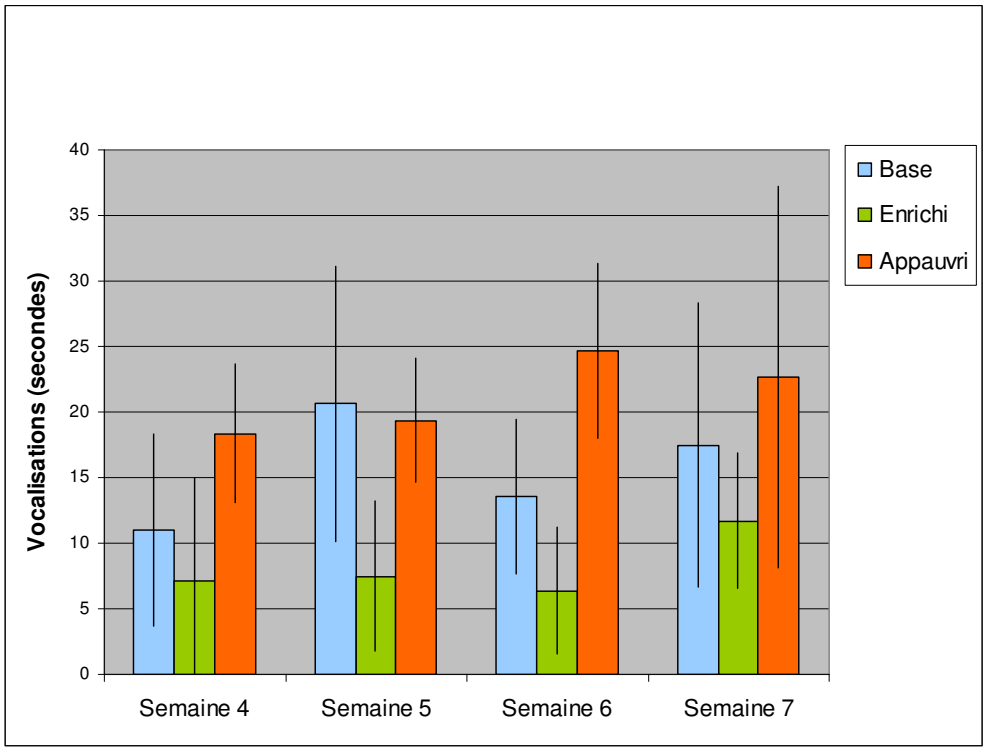


Fig. 4 : Comparaison des vocalisations lors de l'isolement en arène (observation pendant 5 minutes) lors du Test Emotivité 2 pour les trois environnements de gestation durant les semaines 4-5-6 et 7.

2.3.3. Apparition de stimuli nouveaux- Déplacements (=note stimuli-mouvements)

En tenant compte des répétitions du test lors des semaines 4, 5, 6 et 7, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base et la moyenne du groupe Appauvri est significativement plus élevée que celle du groupe Base ($t= 4,58$, $p<0.0001$) et du groupe Enrichi ($t= 5,41$, $p<0.0001$).

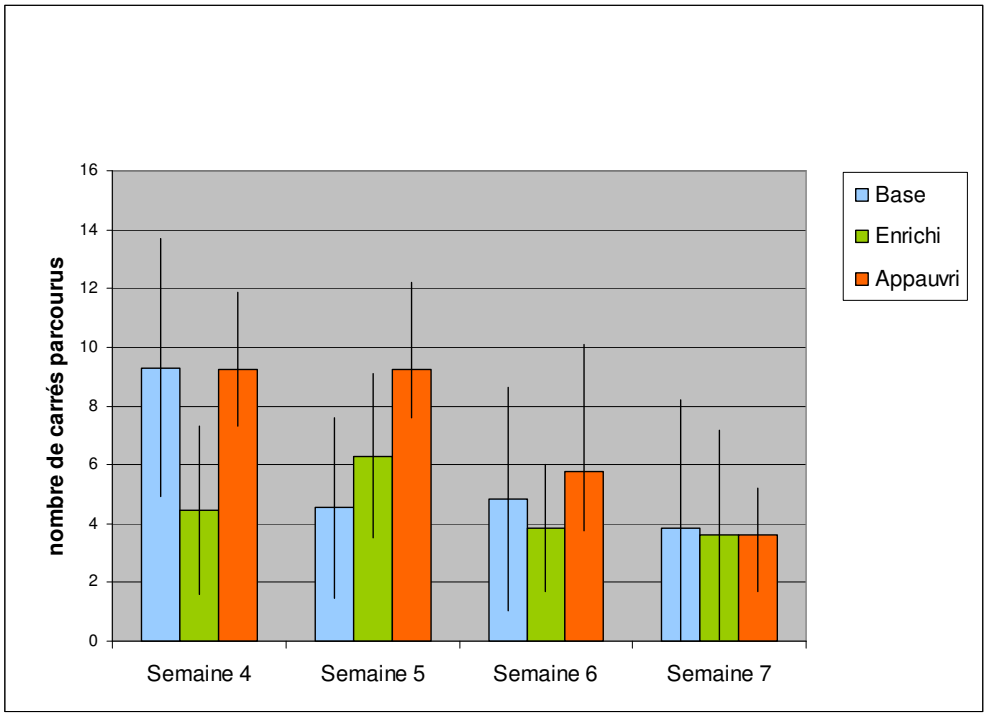


Fig. 5 : Comparaison des déplacements lors de l'introduction des nouveaux stimuli pendant le Test Emotivité 2 pour les trois environnements de gestation durant les semaines 4-5-6 et 7.

2.3.4. Apparition de stimuli nouveaux- vocalisations (=note stimuli-vocalisations)

En tenant compte des répétitions du test lors des semaines 4, 5, 6 et 7, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base et la moyenne du groupe Appauvri est significativement plus élevée que celle du groupe Base ($t= 6,29$, $p<0.0001$) et du groupe Enrichi ($t= 8, 85$, $p<0.0001$).

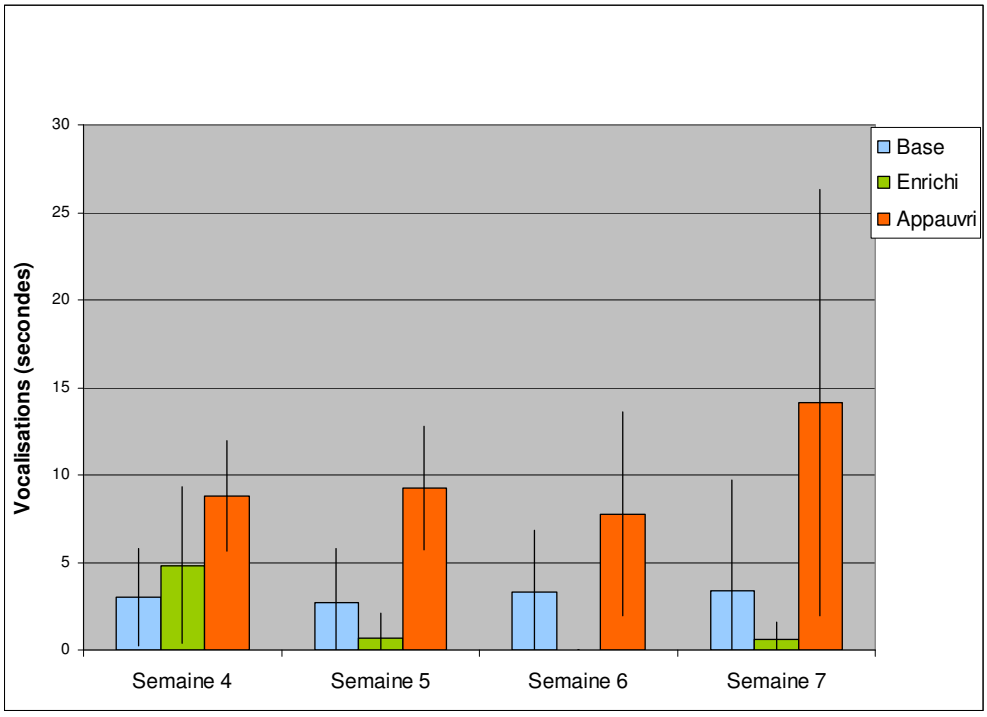


Fig. 6 : Comparaison des vocalisations lors de l'introduction des nouveaux stimuli pendant le Test Emotivité 2 pour les trois environnements de gestation durant les semaines 4-5-6 et 7.

2.3.5. Apparition de stimuli nouveaux- exploration (=note stimuli-exploration)

Il n'y a pas de différences significatives entre les trois groupes de chiots.

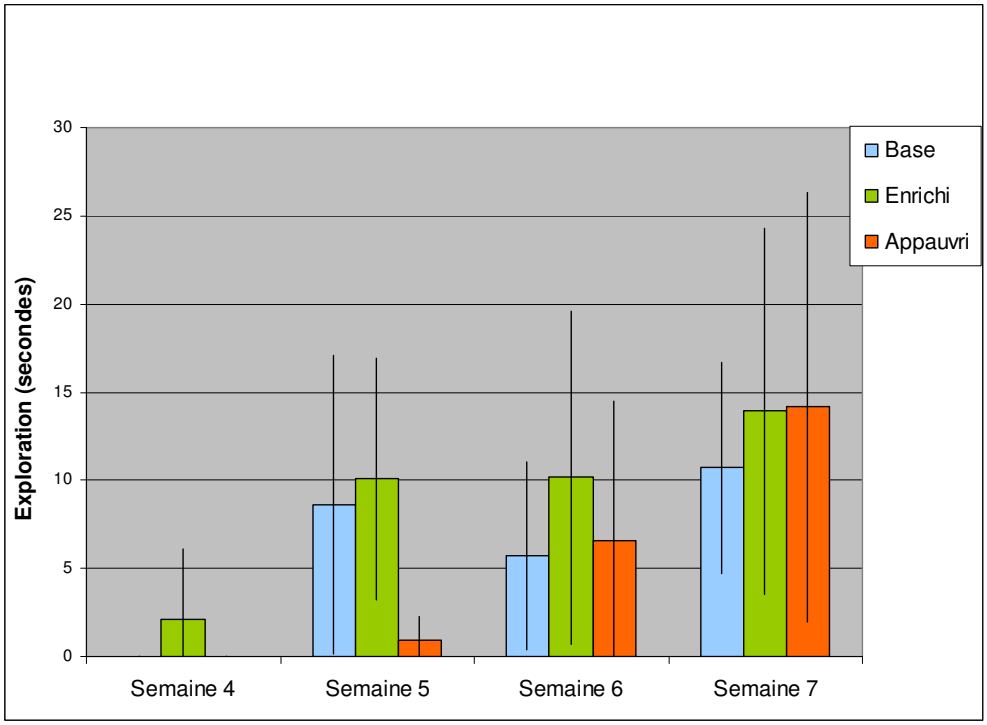


Fig. 7 : Comparaison des temps d'exploration des stimuli nouveaux introduits lors du Test Emotivité 2 pour les trois environnements de gestation durant les semaines 4-5-6 et 7.

2.3.6. Discussion

A l'âge de 4 semaines, la locomotion est acquise pour les chiots et nous les avons soumis à un test que nous appelons Emotivité 2. Comme le test Emotivité 1, c'est un test qui va mesurer leurs réactions face à un changement d'environnement. Il s'agit de les sortir de la cage qu'ils occupent avec leur mère et de les placer individuellement dans une arène au sol quadrillé, placée dans une pièce inconnue. Il n'y a pas de différences significatives entre les trois groupes de chiots lors de l'observation des réactions (déplacements mesurés en nombre de carrés parcourus) pendant les 5 minutes d'isolement en milieu inconnu. Lorsque des rats issus d'un environnement prénatal stressant sont placés dans un nouvel environnement, ils parcourent plus de carrés en longeant davantage les parois que les rats du groupe contrôle (Vallée et al. 1997, Estanislau & Morato 2006). Par contre d'autres études ne montrent pas d'effet sur l'activité locomotrice dans un « open field » pour les rats du groupe stressé en période prénatale (Rimondini et al. 2003, Sternberg & Ridgway 2006). Les renardeaux nés de mères manipulées (et donc stressées) lors de la gestation parcourent une plus grande distance que le groupe contrôle lorsqu'ils sont placés dans une arène à l'âge de 35 jours (Braastad et al. 1998).

Les chiots du groupe Appauvri vocalisent plus que les chiots des deux autres groupes et les chiots du groupe Enrichi vocalisent

significativement moins que les autres (fig. 4). Nous pouvons donc remarquer ici un effet de l'environnement prénatal sur les vocalisations des chiots placés en milieu inconnu. Remarquons ici que les vocalisations sont maintenant des gémissements associés à des jappements et des cris. Les jappements et les cris sont utilisés pour mesurer les réactions en milieu inconnu des chiots de 8 semaines lors des tests pour futurs chiens d'aveugle (Wilsson & Sundgren 1998). Les vocalisations lors de l'isolement et la séparation avec les congénères sont un indicateur d'un tempérament plus émotif dans d'autres espèces tels les chevaux (Lansade et al. 2008). Les chiots qui vocalisent le plus sont ceux qui se montrent les plus peureux (retrait, fuite) lors de la mise en situation avec différents stimuli : personne passive, jouets (Wilsson & Sundgren 1998). Les chiots Beagle de notre étude provenant de mères ayant vécu leur gestation en milieu appauvri se montrent donc plus peureux que ceux du groupe contrôle.

Lors de l'apparition de stimuli nouveaux, les réactions, consistant en des déplacements latéraux, des sauts et des fuites sont mesurées en carrés parcourus. Nous remarquons une réactivité plus importante des chiots du groupe Appauvri tant au niveau des déplacements (fig. 5) que des vocalisations (fig. 6) lors de l'apparition des stimuli nouveaux. Le caractère nouveau d'un objet inconnu et son apparition soudaine (son et mouvement) sont susceptibles de provoquer la peur chez des chiens testés en vue de déterminer leur tempérament peureux ou pas (King et al. 2003). La réaction de peur est décrite comme une caractéristique psychologique de l'individu qui le prédispose à réagir fortement (réactions d'évitement) à une large

gamme de stimuli potentiellement effrayants (Boissy & Bouissou 1995). Ce paramètre a été étudié chez le bovins (Boissy & Bouissou 1995), les porcs (Anderson et a l. 2000), les poulets (Jones & Waddington 1992), les moutons (Vandenheede & Bouissou 1998) et les chiens (Goddard & Beilharz 1984, King et al 2003, Ley et al. 2007).

Nous pouvons donc conclure que des chiots dont la mère a été placée en environnement appauvri durant la seconde moitié de gestation sont plus émotifs et ont des réactions de peur plus importantes que les deux autres groupes durant les premières semaines de vie lorsqu'ils sont placés en isolement dans un environnement inconnu. Cette émotivité se manifeste par une réactivité plus importante, mesurée en mouvements et en vocalisations lors de l'introduction de stimuli nouveaux représentant un changement d'environnement. Ces réactions sont assimilées à de la peur par plusieurs auteurs (Braastad et al 1998, King et al. 2003).

2.4. Analyse des résultats du test d'aptitude à l'apprentissage

Rappel : Le test d'aptitude à l'apprentissage a été réalisé lors de la semaine 8 et se déroule en deux jours. Le premier jour (J1) est consacré à l'apprentissage du parcours (voir Chapitre « matériel et méthodes ») et le second jour (J2) est le test proprement dit. Le chiot effectue trois passages dans le labyrinthe. Le temps nécessaire à trouver la sortie est chronométré, les erreurs (entrée dans les bras aveugles), demi-tours et grattages de paroi sont comptabilisés. Les mictions et défécations sont présentes en quantité négligeable et n'interviennent donc pas dans les analyses. Les temps nécessaires

pour trouver la sortie lors des trois passages sont additionnés ainsi que les erreurs, demi-tours et grattages de paroi.

2.4.1. Temps nécessaire pour sortir du labyrinthe

En tenant compte des répétitions du test pour les deux jours, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base ni entre le groupe Appauvri et le groupe Base.

La moyenne du groupe Appauvri est significativement plus faible que celle du groupe Enrichi ($t= -2,32$, $p <0.05$).

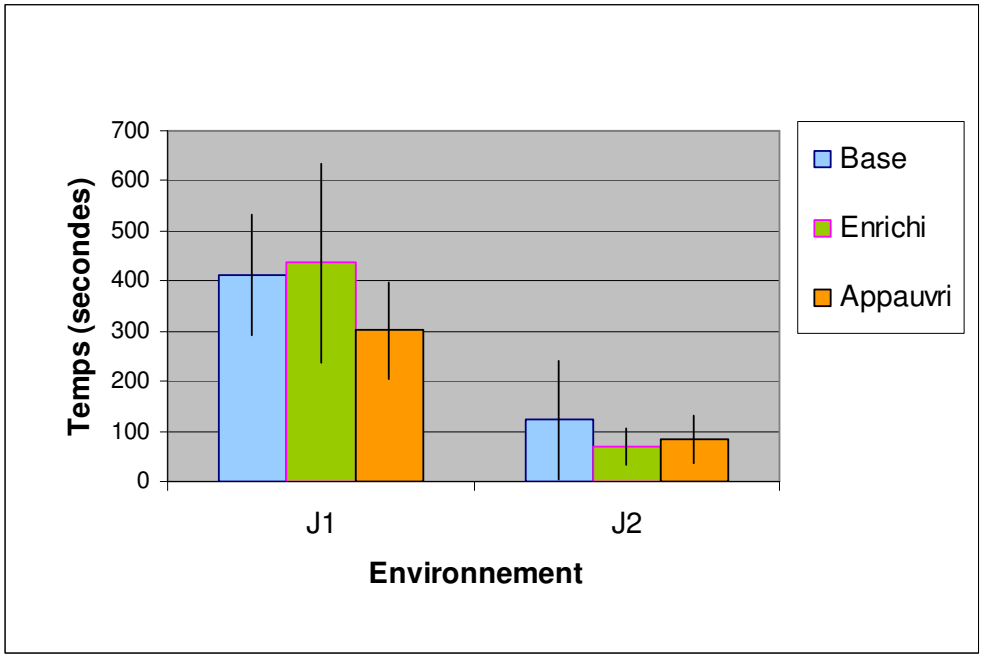


Fig. 8 : Comparaison des temps de sortie du labyrinthe pour les trois environnements de gestation lors du Test d'Aptitude à l'apprentissage durant la Semaine 8 ; le jour 1 (J1) = phase d'apprentissage et le jour 2 (J2) = le test.

2.4.2. REACTIONS DANS LE LABYRINTHES (ERREURS, DETOURS, GRATTAGES)

Erreurs.

En tenant compte des répétitions du test pour les deux jours, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base ni entre le groupe Appauvri et le groupe Enrichi.

La moyenne du groupe Appauvri est significativement plus faible que celle du groupe Base ($t= -2.09$, $p<0.05$).

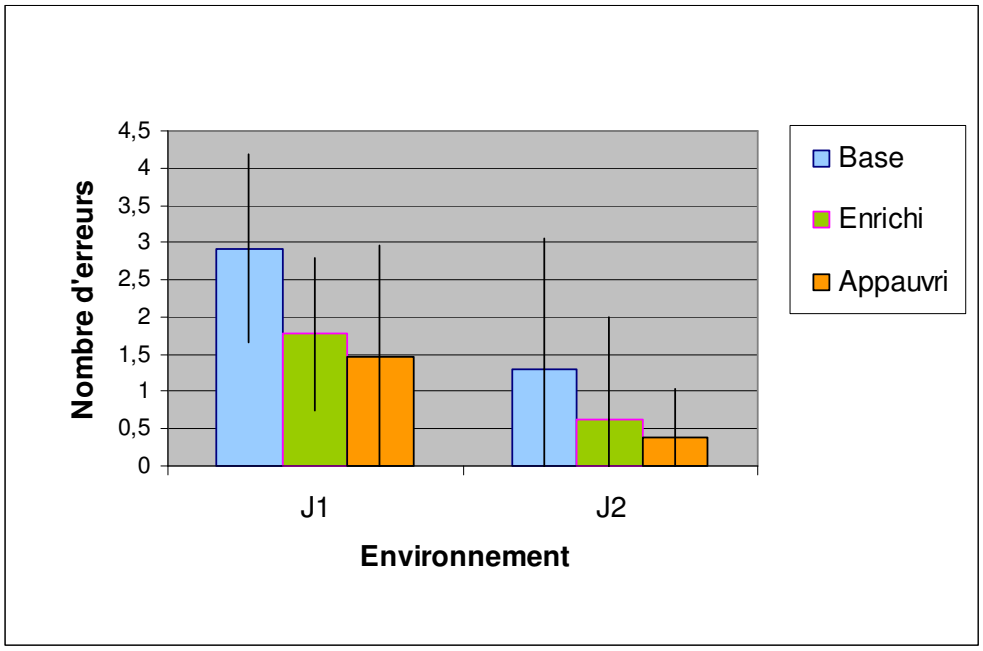


Fig. 9 : Comparaison du nombre d'erreurs (bras aveugles) effectuées dans le labyrinthe pour les trois environnements de gestation lors du Test d'Aptitude à l'apprentissage durant la Semaine 8 ; le jour 1 (J1) = phase d'apprentissage et le jour 2 (J2) = le test.

Demi-tours.

En tenant compte des répétitions du test pour les deux jours, il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base. La moyenne du groupe Appauvri est significativement plus faible que celle du groupe Base ($t= -2,45$, $p<0.05$) et que celle du groupe Enrichi ($t= -2,41$, $p<0.05$).

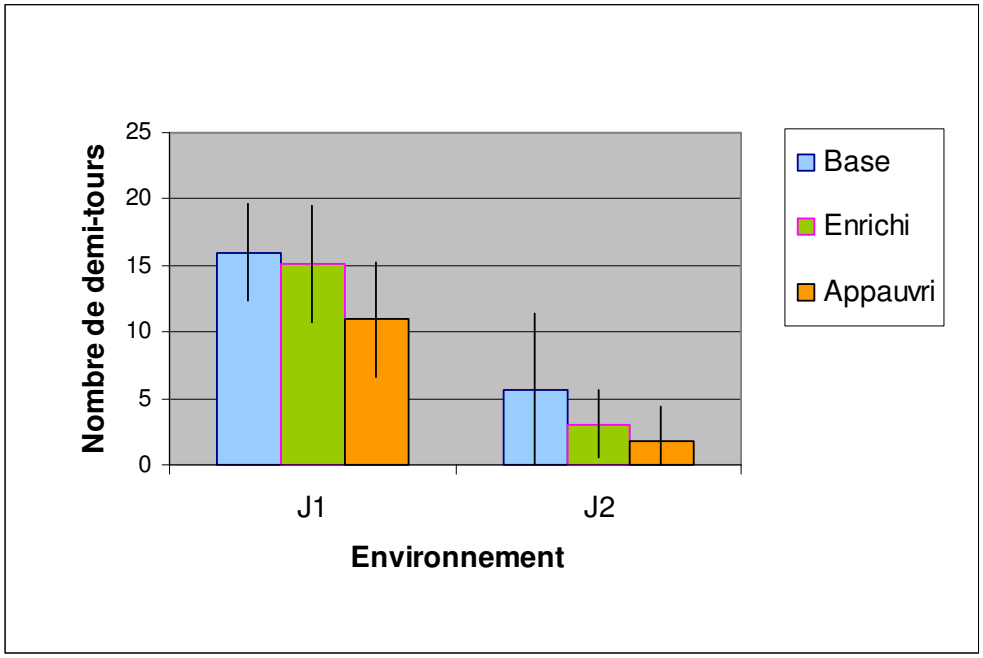


Fig. 10 : Comparaison du nombre de demi tours effectués dans le labyrinthe pour les trois environnements de gestation lors du Test d'Aptitude à l'apprentissage durant la Semaine 8 ; le jour 1 (J1) = phase d'apprentissage et le jour 2 (J2) = le test.

Grattages et bonds sur les parois.

Il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes de chiots.

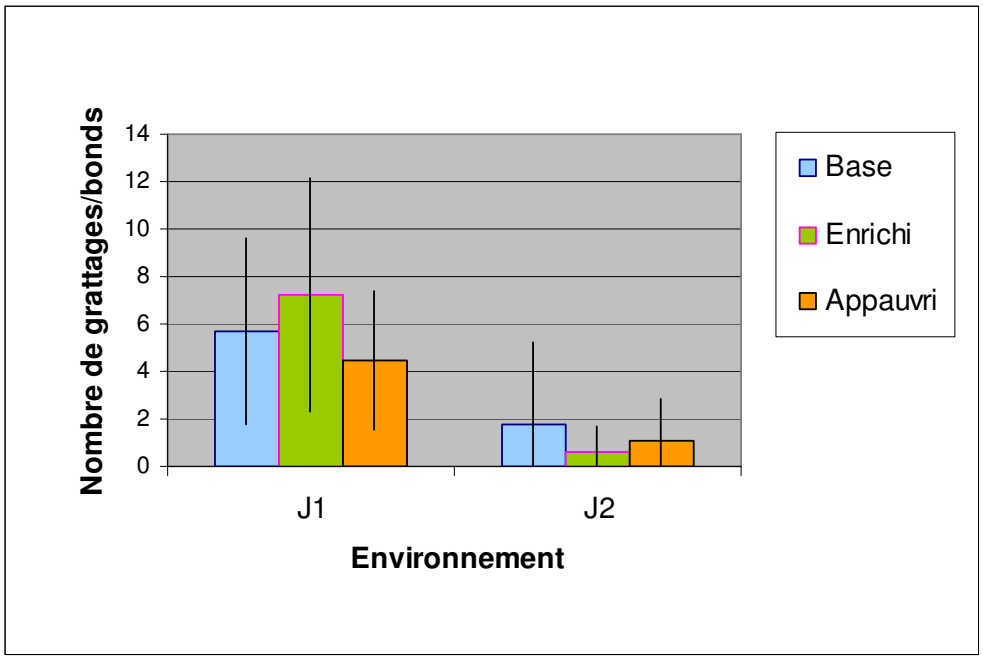


Fig. 11 : Comparaison du nombre de grattages et bonds sur les parois dans le labyrinthe pour les trois environnements de gestation lors du Test d'Aptitude à l'apprentissage durant la Semaine 8 ; le jour 1 (J1) = phase d'apprentissage et le jour 2 (J2) = le test.

2.4.3. Discussion

Lors du test dans le Labyrinthe, on mesure le temps mis pour sortir, les erreurs, demi-tours et grattages de paroi. Le test se déroule en deux jours : le premier jour est la phase 1 (Apprentissage) et le second jour est la phase 2 (Test).

En ce qui concerne le temps mis pour sortir du labyrinthe, les chiots du groupe Appauvri sont plus rapides que ceux du groupe Enrichi. Ils commettent significativement moins d'erreurs que les chiots du groupe Base et font significativement moins de demi-tours que les chiots des deux autres groupes. Il n'y a pas de différence significative entre les chiots des groupes Base et Enrichi.

Les labyrinthes sont des tests d'aptitude à l'apprentissage bien adaptés aux rats. En effet, cette espèce présente une affinité pour la circulation dans des tunnels sombres (Garcia et al. 2005) en longeant des parois (Timberlake 2002), ce qui représente le modèle du Y maze ou Radial Maze. Les résultats obtenus indiquent généralement une moins bonne aptitude à résoudre l'épreuve du labyrinthe pour les animaux ayant subi un stress prénatal (Vallée et al. 1999, Gué et al. 2004) ou une exploration des bras ouverts variable selon l'âge des animaux (Estanislau & Morato 2006, Wu et al. 2007). Une autre étude ne met cependant aucun effet de l'environnement prénatal en évidence pour l'aptitude à l'apprentissage (Alexandrov et al. 2001).

Par contre, ce type de test n'est pas utilisé chez le chien et nous avons été parmi les premiers à l'utiliser. Nous pouvons affirmer avec certitude qu'il est réellement un test d'apprentissage puisque la performance du second jour est significativement différente de celle du premier jour.

Nous pouvons attribuer les meilleurs résultats des chiots du groupe Appauvri à une réactivité plus importante en milieu complexe, de la même manière que ces chiots manifestent une activité locomotrice et des vocalisations plus importantes lorsqu'ils sont placés en isolement dans l'arène en milieu inconnu (fig. 5). Réagissant un plus grand nombre de fois, ils ont effectué plus d'essais en moins de temps que les autres chiots et ont donc pu trouver la solution plus vite.

2.5. Analyse des résultats du test d'attention

Rappel : Le test d'attention a été réalisé lors de la semaine 8 et comporte deux parties : le test du suivi visuel et le test du suivi auditif. Il se déroule dans l'arène de test.

Pour le test du suivi visuel un stimulus (marionnette de Mickey) est présenté au chiot et ensuite, dès que le regard de celui-ci est fixé sur le jouet, celui-ci est déplacé le long de la paroi de l'arène. Le temps nécessaire pour que l'attention du chiot soit captée est noté « temps capté » et le temps pendant lequel le regard du chiot suit le jouet est noté « temps suivi ». Nous avons donné une note sur 5 pour le « temps capté » et une note sur 10 pour le « temps suivi ».

Nous avons procédé de la même manière pour le stimulus sonore (sirène de pompier) et avons obtenu une note « suivi auditif ».

Suivi visuel :

Il n'y a pas de différences significatives entre le groupe Enrichi et le groupe Base.

La moyenne du groupe Appauvri est significativement plus faible que celle du groupe Base ($t= -2,18$, $p<0.05$) et que celle du groupe Enrichi ($t= -2,70$, $p<0.05$).

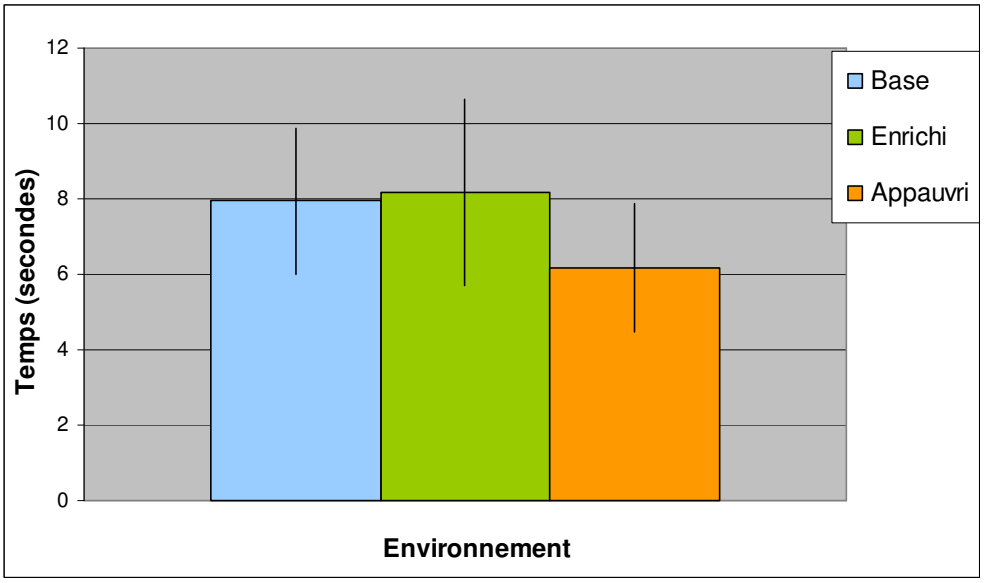


Fig. 12 : Comparaison des temps de suivi visuel pour les trois environnements de gestation lors du Test d'Attention durant la Semaine 8.

Suivi auditif :

Il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes de chiots.

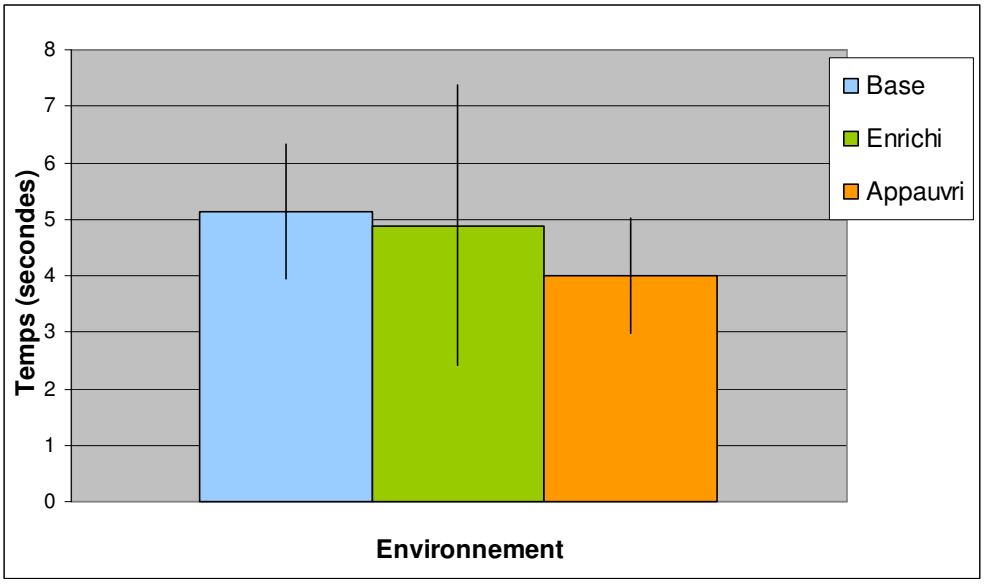


Fig. 13 : Comparaison des temps de suivi auditif pour les trois environnements de gestation lors du Test d'Attention durant la Semaine 8.

DISCUSSION

Nous remarquons des différences significatives entre les résultats des test d'attention avec le suivi visuel, des chiots du groupe Appauvri par rapport aux chiots des groupes Base et Enrichi. Les chiots du groupe Appauvri sont moins performants. Il n'y a pas de différence significative entre les performances des chiots des groupe Base et Enrichi.

Les tests d'attention réalisés chez des macaques dont la mère a été stressée lors de la gestation montrent une attention moins soutenue allant jusqu'à l'endormissement par rapport à un groupe contrôle (Schneider & Coe 1993). Il en est de même chez les humains avec les enfants de mères issues d'une population de femmes stressées (O' Connor et al. 2002, Tu et al. 2006).

Bien que les tests utilisés soient des tests destinés aux singes, ils semblent convenir aux chiots Beagle de notre étude car ceux-ci ont eu l'attention attirée et ils ont suivi le stimulus aussi bien pour le test de suivi visuel que pour le test de suivi auditif.

Les chiots ont toujours suivi moins longtemps le stimulus auditif par rapport au stimulus visuel et nous pouvons attribuer cela au fait que la sirène produite par le jouet était apparentée au son du sifflet utilisé pour le test Emotivité 2 alors que la marionnette de Mickey était totalement inconnue. Cette marionnette était un stimulus nouveau, au même titre que le ballon et le parapluie du test Emotivité 2 mais n'a pas provoqué de réaction de fuite ni de vocalisation. Nous pouvons attribuer cela au fait qu'elle ne s'est pas approchée du chiot, elle a été présentée en bordure de l'arène et n'y a pas été jetée de façon soudaine.

Nous pouvons donc conclure que des chiots dont la mère a été placée en environnement appauvri durant la seconde moitié de gestation ont une attention moins soutenue envers de nouveaux stimuli. Dans la mesure où l'attention est un facteur important dans l'apprentissage et les autres processus cognitifs (Pearce et al. 1980) et que prêter attention à une démonstration est essentiel pour

apprendre quelque chose à partir d'un modèle (Reid 1996), les chiots dont la mère est en environnement appauvri lors de la gestation sont susceptibles d'être moins performants lors des apprentissages, du moins dans le jeune âge. En effet, dans le cas du conditionnement opérant, un stimulus discriminatif est associé à une réponse et à la conséquence de celle-ci. Si l'animal est moins attentif envers le stimulus, l'apprentissage en est affecté. Nous n'avons cependant pas mis cela en évidence. Au contraire, les chiots du groupe Appauvri se sont montrés plus performants dans le labyrinthe.

2.6. Analyse des résultats du test de familiarisation

Tous nos chiots ont obtenu un score de 5 lors du test du contact avec un humain inconnu.

Pour rappel : Le testeur entre dans la pièce sans prêter attention au chiot et la réaction de celui-ci est notée de 1 à 5. Le score 5 indique un chiot très expressif qui prend contact immédiatement, sautant, grimpant, jappant (Wilsson & Sundgren 1998).

2.7. Conclusion générale à propos des tests pour chiots de 1 à 8 semaines.

Nous pouvons dire que les tests que nous avons utilisés sont bien adaptés aux chiots pour les âges auxquels nous les avons testés. En effet, les chiots ont réagi dans les différentes situations de modification de l'environnement (test Emotivité 1 et Emotivité 2), ont réussi à trouver la sortie dans le labyrinthe dans le temps imparti et ont suivi les stimuli visuels et auditifs lors du test d'Attention. Rappelons que tous les chiots, dès la naissance vivent dans les mêmes conditions avec stimulations identiques. Les seules différences entre eux sont d'une part le traitement appliqué à la mère (conditions de logement de Base, environnement Enrichi ou environnement Appauvri) et d'autre part, la mère en elle-même. Toutefois, tous nos chiots ne sont pas frères et sœurs, ils sont au minimum demi-frères et demi-sœurs car leur père est le même. Les chiots testés proviennent de cinq chiennes dont deux sont des propres sœurs, de la même nichée. La cinquième n'est pas directement apparentée mais les chiennes vivent ensemble dans le même chenil depuis leur plus jeune âge. Un facteur de correction pour l'effet « mère » a été introduit dans l'analyse statistique des résultats (GLM au moyen du logiciel SAS).

Le lien génétique très étroit entre tous les chiots est intéressant pour la standardisation de cette étude mais a une influence sur la portée

des résultats obtenus. Ceux-ci sont valables dans le cas de chiots Beagle élevés en laboratoire et ne peuvent pas être généralisés à toute l'espèce canine.

Nous avons démontré qu'il y a des différences significatives entre l'émotivité des chiots : les chiots provenant d'un environnement appauvri lors de la gestation se montrent plus réactifs (déplacements et vocalisations) dans des situations nouvelles. On peut donc affirmer qu'ils ont un tempérament plus peureux. En effet, les réactions d'échappement (King et al. 2003, Lansade et al. 2005, Ley et al. 2007) et le comportement exploratoire intense en situation inconnue traduisent une peur de la nouveauté (Braastad et al. 1998, Vallée et al. 1999) et reflètent l'existence d'un tempérament peureux qui peut influencer la plupart des comportements (Boissy & Bouissou 1995).

Par ailleurs, les tests d'Attention montrent que les chiots du groupe Appauvri sont moins attentifs, ce qui laisse supposer une moins bonne performance dans le test d'aptitude à l'apprentissage (labyrinthe). Ce qui ne fut pas le cas : les chiots du groupe Appauvri se sont révélés significativement plus performants (plus rapides, moins d'erreurs et de demi tours) lors du test d'aptitude à l'apprentissage. Le choix du test lui-même ne peut être remis en cause car bien que particulièrement adapté au rat (Timberlake 2002, Garcia et al. 2005), il reste cependant une évaluation de la résolution de problèmes chez le chien. Par ailleurs, il n'existe pas de test d'aptitude à l'apprentissage développé chez le chiot à part les épreuves de détour que nous avons écartées (voir Chapitre II « mise au point des tests »). Nous attribuons ce résultat à une réactivité plus

importante des chiots en situation nouvelle, qui, faisant plus d'essais et moins d'erreurs, sortent plus vite du labyrinthe.

Le test du contact humain visant à estimer la familiarisation avec un homme inconnu n'a pas démontré de différence significative, tous les chiots obtenant un score maximum en ce qui concerne le contact avec un humain inconnu. Il semble donc que le programme de familiarisation que nous avons appliqué (1 homme, deux femmes, un petit garçon) soit suffisant pour que ces chiots soient attirés par un humain inconnu et entrent en contact avec lui à l'âge de 8 semaines.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence de différences significatives de l'influence d'un environnement Enrichi lors de la gestation sur les comportements des chiots sauf pour les vocalisations lors de l'apparition de stimuli nouveaux en arène. Les chiots du groupe Enrichi vocalisent significativement moins que les autres groupes lors de ces tests. Rappelons ici que les chiennes vivant dans le chenil du service d'Obstétrique de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège sont logées aux normes légales, par groupes de deux individus, avec accès à l'extérieur plusieurs heures par jour, contact humain quotidien et stimulation sensorielle (radio). Quand nous avons défini le protocole, la question de l'enrichissement a été longuement explorée. La littérature scientifique sur le sujet conseille le logement en groupe et surtout insiste sur le contact humain (Hubrecht 1993, Taylor & Mills 2007). Un des objectifs de l'étude étant aussi de vérifier les affirmations des éleveurs, vétérinaires et comportementalistes affirmant que caresser une chienne gestante produit des chiots plus aptes à vivre avec l'homme, nous avons

finalement opté pour un enrichissement de l'environnement animé avec une heure par jour de caresses par un humain et un contact prolongé avec tout le groupe (6 chiennes) à l'extérieur. L'ajout de jouet a suscité peu d'intérêt chez les chiennes, étant principalement source de conflit. Les modifications apportées à l'environnement Enrichi par rapport à l'environnement de Base, bien que conséquentes, semblent donc produire moins d'effets sur les chiots que celles entre l'environnement Appauvri et l'environnement de Base. Ce qui explique probablement les résultats non significatifs des comparaisons entre les groupes Base et Enrichi. Néanmoins, notre étude peut affirmer que caresser une chienne gestante tous les jours pendant une heure ne produit pas des chiots différents au point de vue de l'émotivité, de l'attention et de l'aptitude à l'apprentissage par rapport à des chiots élevés en environnement de base.

Nous pouvons donc affirmer qu'à l'âge de 8 semaines, les chiots Beagle (de laboratoire) provenant de mères vivant leur gestation dans un milieu appauvri sont plus peureux dans un nouvel environnement et ont une moins bonne attention envers des stimuli visuels. Les chiots issus de l'environnement Appauvri sont plus performants lors d'un test d'aptitude à l'apprentissage.

Par contre il n'y a que peu d'influence des caresses aux chiennes gestantes sur l'émotivité, l'attention et l'aptitude à l'apprentissage des chiots nés de mères ayant suivi ce protocole. Ce groupe n'a montré de différence de comportement significative par rapport au groupe Base que lors des vocalisations enregistrées lors de l'apparition en arène de stimuli nouveaux.

3. LES CHIENS ADULTES

3.1. Rappel du protocole expérimental et des objectifs

Nous voulons déterminer s'il y a des différences de comportement entre les chiens issus des gestations s'étant déroulées dans des milieux différents lorsqu'ils ont atteint l'âge adulte.

Alors que 66 chiots ont été adoptés, nous n'avons pu travailler qu'avec 33 propriétaires. La répartition des groupes est faite comme suit :

- 12 animaux issus de l'environnement de base

- 12 animaux issus de l'environnement enrichi

- 9 animaux issus de l'environnement appauvri

Les adultes testés avaient entre 14 mois et 3 ans 1/2. Le dépouillement du questionnaire nous a permis d'attribuer à chaque chien un score entre 1 et 10, caractérisant son comportement pour un des paramètres analysés. Pour le test d'apprentissage, nous avons mesuré les temps nécessaires à chaque franchissement d'obstacle d'Agility. Nous avons fait une analyse ANOVA II (de type IV, pour données non balancées) en prenant comme variables les environnements d'élevage et la mère.

3.2. Analyse des résultats du questionnaire (enquête téléphonique)

Le questionnaire nous a permis de donner un score à chaque chien pour 6 paramètres : Education-obéissance, Familiarisation, Peur, Attachement, Aboiements, Agressivité.

Trois des paramètres présentent une variation suffisante pour être étudiés, il s'agit de :

- « Education-obéissance » qui reflète la réponse aux ordres, le comportement en laisse (Reid 1996) et la place du chien dans la famille (endroit de repas, de couchage) ;

- « Aboiements » qui représente les vocalisations des chiens dans des circonstances décrites pour être des stimuli déclencheurs de vocalisations (Overall 1997, Landsberg 1997, Molnar et al. 2006) ;

- « Peurs » qui caractérise le comportement face à des stimuli inhabituels et/ou inconnus (Sherman & Mills 2008).

Pour le paramètre Familiarisation, tous les chiots ont obtenu la note de 9/10, pour l'Attachement : 6/10 sauf cinq (deux Appauvri, deux Enrichi, 1 Base) et pour l'Agressivité : 10/10 pour tous (c'est à dire non agressifs).

Aucun effet significatif de l'environnement de gestation n'a pas être mis en évidence pour les paramètres « Aboiements et « Peurs ».

En ce qui concerne le paramètre « Education-Obéissance » :

L'effet de l'environnement est significatif ($F= 4,27$, $p<0.05$) et l'effet « mère » est non significatif.

Les contrastes post hoc montrent que le score des chiens du groupe Appauvri est plus élevé que celui des chiens du groupe Base ($p<0.01$) et que le score des chiens du groupe Enrichi est plus élevé que celui des chiens du groupe Base ($p<0.05$).

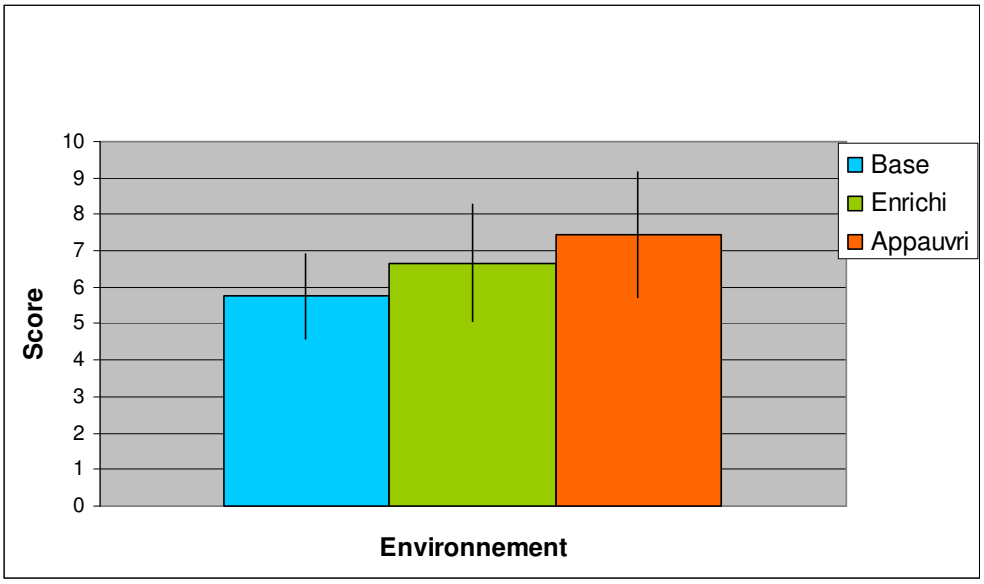


Fig. 14 : Scores obtenus par les chiens adultes pour le paramètre « Education-Obéissance » lors de l'enquête par questionnaire.

Nous n'avons pas de différences significatives entre les groupes de chiots provenant des trois environnements différents lors de la gestation quand nous les évaluons (déclarations des adoptants corrigées par nos questions, voir chapitre « mise au point des test des chiens adultes ») sur les aboiements et les peurs à l'âge adulte alors que nous avons démontré des différences hautement significatives au niveau de l'émotivité dans le jeune âge (fig.5 et 6).

Par contre, pour le paramètre « Education-Obéissance », les groupes Appauvri et Enrichi obtiennent un score significativement plus élevé que celui du groupe Base. Il semble donc que les chiots provenant des groupes Appauvri et Enrichi soient mieux éduqués et plus obéissants que ceux du groupe Base. Le score Education-Obéissance représente l'obéissance du chien aux ordres simples (tels que « assis » et « couché ») et son comportement dans la maison (endroit de repos, de couchage, …). Bien que le score soit attribué au chien, il reflète plus vraisemblablement le comportement du maître car celui-ci est en grande partie responsable de ces comportements. De plus, certains propriétaires ont suivi, sur nos conseils, des cours d'Education Canine dans un club. Cependant, nous ne pouvons pas ignorer le fait que les chiots du groupe Appauvri étaient plus performants lors du test d'aptitude à l'apprentissage à l'âge de 8 semaines. Il est donc possible que ces chiots aient manifesté une

meilleure aptitude à l'apprentissage lors de l'arrivée dans la famille et que leur éducation en ait été facilitée.

Le lissage à l'âge adulte des différences démontrées dans le jeune âge (peurs et vocalisations) peut être dû à plusieurs facteurs : l'information transmise aux adoptants sur la bonne manière d'éduquer un chiot (voir Annexe 4), la proximité avec le monde vétérinaire, la compassion de la plupart des adoptants envers un chiot issu d'un laboratoire ou encore la disparition à l'âge adulte des effets du stress prénatal.

Rappelons ici que les adoptants connaissent les grandes lignes de l'étude à laquelle a participé leur chiot mais aucun n'a eu connaissance du groupe (Base, Enrichi ou Appauvri) auquel il appartenait.

1) Tout d'abord, envisageons l'impact de l'information de départ. Chaque adoptant a reçu un dossier comprenant notamment une feuille de conseils d'éducation (voir Annexe 4). Le nouveau propriétaire a pu discuter avec le vétérinaire responsable de l'étude à propos de l'adoption, des conditions d'accueil et du suivi de l'éducation. En effet, les chiots provenant d'un environnement de chenil n'étaient pas habitués à la variété de stimulation de la vie de famille. Tous ont été adoptés par des personnes vivant dans une maison avec accès à l'extérieur (jardin clôturé). Nous avons refusé les demandes d'adoption de personnes vivant en appartement. Les chiots bien que provenant d'une lignée de chiens de laboratoire n'ayant accès à l'extérieur que quelques heures par jour, il nous

semblait nécessaire qu'ils soient adoptés par des familles ayant un jardin.

Les propriétaires ont été informés de la nécessité d'éduquer le chiot et ont été prévenus de la réputation dynamique de la race. Nous leur avons donné les bases d'une bonne éducation. Il a en effet été prouvé (Wells & Hepper 2000, Neidhart & Boyd 2002) que l'adoption se passe mieux et que la relation homme-chien est meilleure si le propriétaire reçoit des informations sur le comportement normal du chien, s'il reçoit des indications quant à la bonne place dans la famille, l'entretien de la santé et des conseils d'éducation. Ces études font cependant référence à l'adoption de chiens adultes. Nous pensions qu'il était tout aussi important, voire même plus, vu l'environnement peu stimulant du chenil, d'informer les adoptants de nos chiots. Nous avons abordé les problèmes comportementaux les plus fréquemment rencontrés (anxiété de séparation, aboiements excessifs, peurs) en indiquant comment les prévenir. Le sujet a depuis été plus largement abordé (Herron et al. 2007, Diesel et al. 2008) avec toujours ces mêmes conclusions : il y a beaucoup de facteurs qui interviennent pour le succès d'une adoption mais il est très important que le futur propriétaire soit informé de l'éducation à donner au chien et encouragé à fréquenter un club d'éducation canin. De plus, Il faut qu'il soit préparé à anticiper les problèmes comportementaux éventuels et à les détecter s'ils apparaissent.

Nous avons demandé aux adoptants de nous donner des nouvelles dans le mois suivant l'adoption, par mail ou téléphone et nous les avons ensuite encouragés à nous contacter de temps en temps. Nous

recevons régulièrement des informations sur environ 1/3 des chiens, le plus souvent à la date anniversaire de l'adoption.

Bien que les résultats des scores « Aboiements » et « Peurs » soient non significatifs à l'âge adulte, il est pertinent d'en discuter car dans le jeune âge, ils étaient un facteur très significatif de différenciations entre les groupes de chiots.

Le paramètre « Aboiement » renseigne sur les vocalisations du chien dans des situations régulièrement décrites comme source d'aboiements intempestifs (par exemple visiteurs, autres chiens, objets en mouvement) (Overall 1997, Landsberg 1997). Dans le cas de nos chiens, il apparaît que ceux-ci semblent avoir connu dans leur période sensible une variété suffisante de stimuli de sorte que leur seuil de réactivité est normal et ne provoque pas d'aboiements excessifs.

Le paramètre « Peurs » reflète la réaction du chien face à des stimuli inconnus ou peu fréquemment rencontrés (avion, orage, parapluie, personne déguisée…). Nous avons insisté lors de visite d'adoption sur le manque de stimulation de l'environnement des chiots qui ne connaissaient que la cage, le local et le couloir central du chenil et n'avaient eu de contacts qu'avec peu de personnes (un homme, deux femmes et un enfant). Nous avons expliqué qu'il était absolument nécessaire d'exposer le chiot au monde extérieur pour le soumettre à diverses stimulations sensorielles ainsi que de lui faire rencontrer un panel varié d'humains, autres chiens et animaux. Nous avons insisté sur le fait que la période sensible propice à un établissement correct des seuils de référence des stimulations sensorielles se terminait vers

l'âge de 3 mois et donc de l'importance cruciale de leur rôle à cette période. L'analyse du questionnaire montre que les chiens adultes de notre étude sont peu réactifs face aux stimuli nouveaux, ne présentent pas de problèmes de comportement tels que anxiété de séparation et agressivité. Les chiots du groupe Appauvri qui, de l'âge de 4 à 7 semaines réagissaient de manière plus forte (sursauts et vocalisations) aux stimuli parapluie, ballon et sifflet ne se montrent pas plus réactifs à l'âge adulte dans des situations inhabituelles que les chiens issus des deux autres groupes.

2) Une deuxième cause du lissage des différences entre les groupes peut être attribué à la proximité des adoptants avec le monde vétérinaire. En effet, beaucoup de chiots (42/66) ont été adoptés par des étudiants vétérinaires ou des proches de ces étudiants (famille, amis, voisins, connaissances, …). Les étudiants vétérinaires, recevant une formation en Ethologie, sont sensibilisés aux questions de familiarisation à l'homme, établissement des seuils de références pour les stimulations sensorielles (cours d'Ethologie Générale, Bac 1) et prévention des problèmes de comportements (cours d'Ethologie Appliquée, Bac 3). Ils ont donc mis en pratique cet enseignement et il ressort des conversations téléphoniques des adoptants donnant des nouvelles de leur chien que ces étudiants ont suivi leur chien et leur ont donné des conseils. Si ces chiens avaient été adoptés par un public moins informé, il est probable qu'ils n'auraient pas été aussi bien éduqués et n'auraient pas reçu autant de contacts humains et sensoriels différents. Nous ne pouvons cependant que supposer cette éventualité.

3) Une troisième cause du lissage des différences rencontrées dans le jeune âge est que la plupart des adoptants, sachant leur chien issu d'un chenil de laboratoire (et de plus informés sur la pauvreté de la stimulation du chiot dans ce lieu) se sont montrés plus attentifs à leur fournir soins, attention et stimulations après leur adoption par compassion, même inconsciente.

4) Enfin, il se peut que les effets du stress prénatal s'estompent avec le temps. Généralement, dans les autres espèces, cet effet perdure (singes : Clarke et al. 1996 , rats : Vallée et al. 1999) mais les animaux étudiés grandissent en conditions standard de laboratoire jusqu'aux tests à l'âge adulte. Ce n'est pas le cas des chiens de cette étude. Pour pouvoir affirmer que l'éducation et l'environnement stimulant dans lequel vivent les chiens adoptés par des familles et la cause du lissage des troubles (vocalisations et peurs) mesurés dans le jeune âge, il aurait fallu diviser notre échantillon en deux : un groupe contrôle restant en laboratoire et un groupe adopté.

En résumé, nous pouvons dire que l'information reçue par les propriétaires a été entendue et les conseils suivis au point que la plupart des chiens adultes sont remarquablement bien éduqués, obéissants et adaptés à une vie de famille. Les différences comportementales (réaction face aux stimuli nouveaux et aboiements dans le groupe appauvri) remarquées dans le jeune âge ne se marquent plus de manière significative après l'adoption.

3.3. Analyse des résultats du test d'aptitude à l'apprentissage

Rappel : Les adultes sont soumis à un test d'apprentissage réalisé au moyen de 4 obstacles utilisés classiquement lors d'épreuves d'Agility : le tunnel rigide, le tunnel souple, la haie et la table. Le résultat obtenu par le chien représente la moyenne de 3 essais. On accorde 5 minutes au chien pour répondre à l'ordre et franchir l'obstacle. S'il y a échec après ce délai, le score est noté 300.

3.3.1. Résultats

Il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes de chiens pour aucun des 4 obstacles.

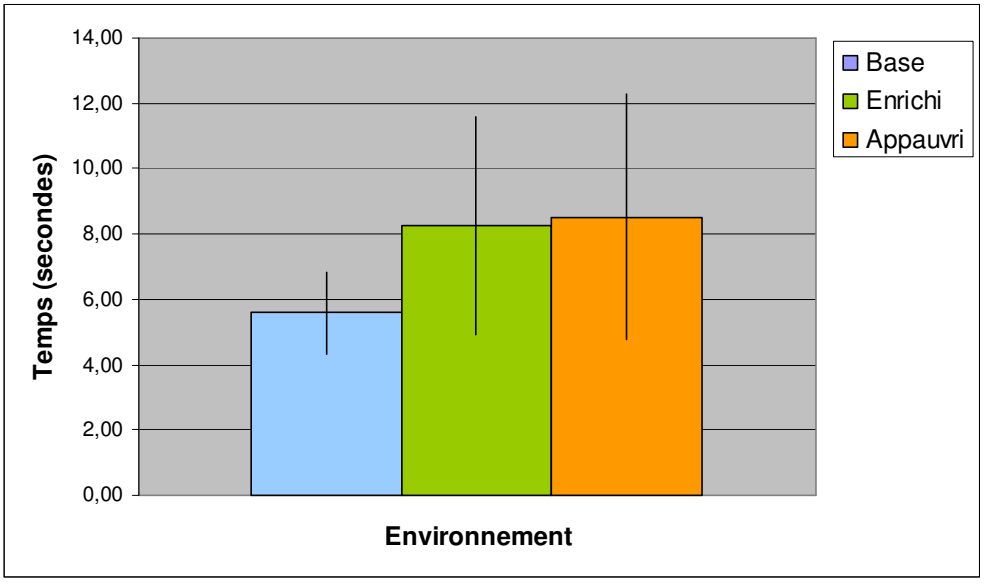


Fig. 15 : Comparaison des temps de franchissement du tunnel rigide par les chiens adultes provenant des trois environnements de gestation différents lors du Test d'Aptitude à l'Apprentissage, pour la phase 2 (= Test) .

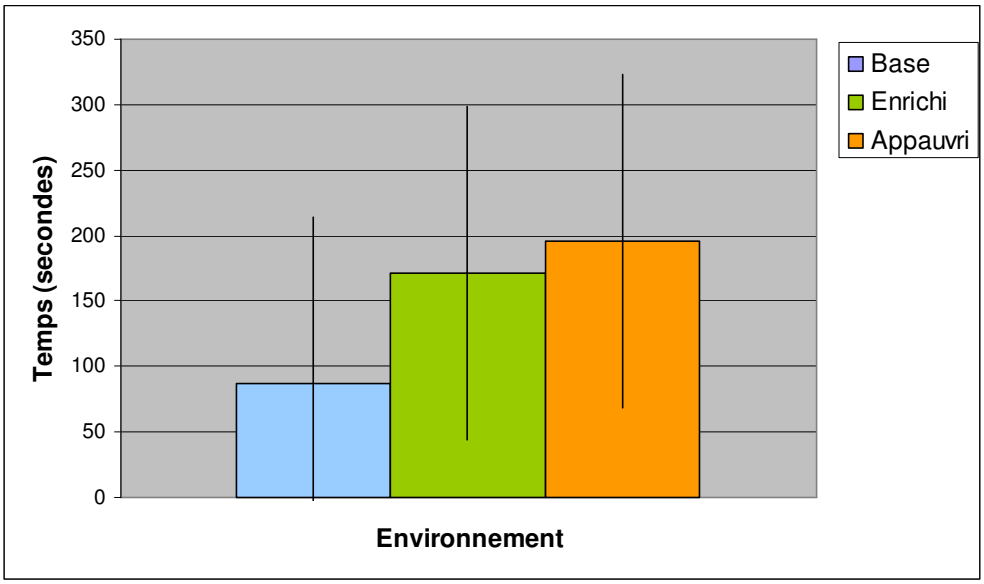


Fig. 16 : Comparaison des temps de franchissement du tunnel souple par les chiens adultes provenant des trois environnements de gestation différents lors du Test d'Aptitude à l'Apprentissage, pour la phase 2 (= Test) .

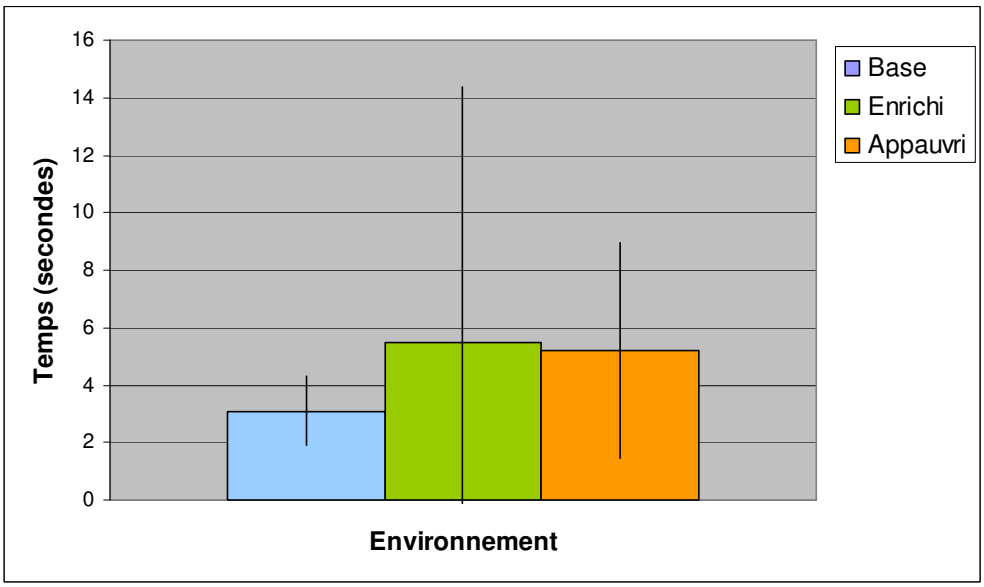


Fig. 17 : Comparaison des temps de franchissement de la haie par les chiens adultes provenant des trois environnements de gestation différents lors du Test d'Aptitude à l'Apprentissage, pour la phase 2 (= Test) .

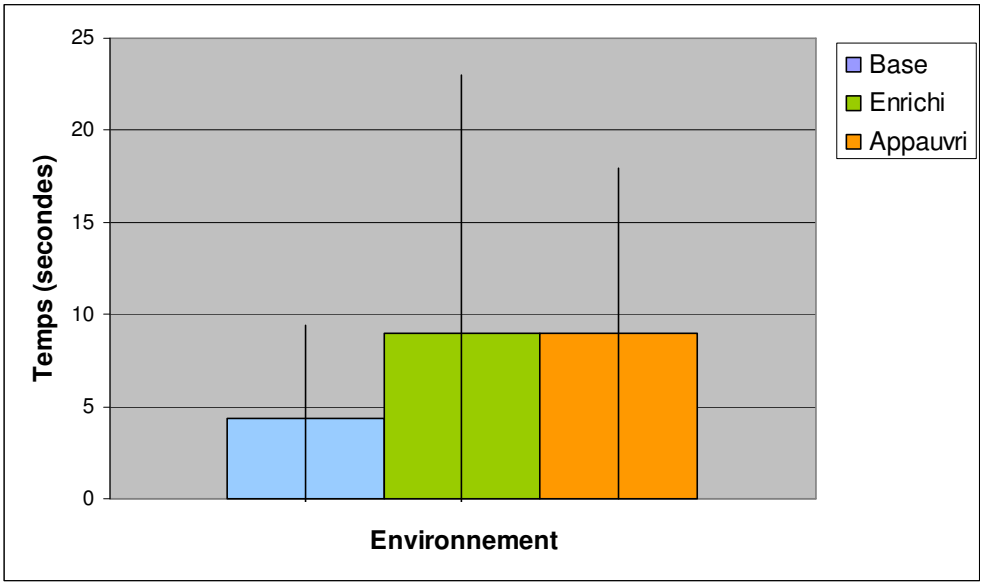


Fig. 18 : Comparaison des temps de franchissement de la table par les chiens adultes provenant des trois environnements de gestation différents lors du Test d'Aptitude à l'Apprentissage, pour la phase 2 (= Test) .

3.3.2. Discussion

Nous avons démontré qu'il existait une influence significative au niveau des erreurs et des demi-tours dans le test d'aptitude à l'apprentissage des chiots de 8 semaines dans le labyrinthe (entre Base et Appauvri) : les chiots « Appauvri » sont plus rapides, font moins d'erreurs que les « Base » (fig. 9) et moins de demi-tours que les deux autres groupes (fig. 10). Nous avons donc voulu vérifier si cette différence d'apprentissage (erreurs) était encore présente à l'âge adulte. La persistance de telles différences a été observée chez les rats (Vallée et al. 1999) où les animaux provenant d'un

environnement prénatal stressant sont moins performants que le groupe contrôle lorsqu'ils sont testés jeunes et ceci, jusqu'à l'âge de 24 mois (âge adulte = 4 mois). Par contre, une autre étude (Alexandrov et al. 2001) n'a pas pu mettre en évidence de persistance de différences d'apprentissage à l'âge adulte.

Cependant, nous n'avons pas pu démontrer de différences significatives entre les groupes de chiens lors d'un test d'apprentissage à l'âge adulte.

Nous pouvons attribuer cette absence de différences à quatre facteurs : l'expérience antérieure au test, la validité de contenu du test, la petite taille de l'échantillon et enfin la disparition à l'âge adulte de l'effet mesuré dans le jeune âge.

1) Tout d'abord, évoquons l'expérience acquise antérieurement par le chien. Plusieurs chiots avaient fréquenté un club d'éducation canine même si aucun n'avait réellement suivi les sessions de cours d'Agility. Plusieurs propriétaires font des exercices d'obéissance chez eux ou en extérieur, en se servant d'obstacles comme de petites épreuves (murets, barrières, …). Quelques chiens accompagnent leur maître chasseur et donc sont confrontés à des situations plus complexes. Nous avons aussi remarqué que certains chiens (dont une chienne « Base » qui n'a pas franchi le tunnel souple ni en phase 1 ni en phase 2, obtenant un score de 300 sec) n'ont pas l'habitude de répondre à des ordres simples. Par contre certains, remarquablement bien éduqués, franchissent l'obstacle très rapidement (une chienne « Appauvri » a mis 44 sec en phase 1 et 15 sec en phase 2 dans le tunnel souple) (fig. 16). Nous suggérons donc que la disparité des

modes de vie et l'éducation des chiens a pu jouer un grand rôle dans ce lissage.

2) Ensuite, nous nous interrogeons sur la validité de contenu du test utilisé pour les adultes. Celle-ci décrit dans quelle mesure les variables comportementales étudiées sont représentatives du trait comportemental à évaluer (Diederich & Giffroy 2006), dans notre cas l'aptitude à l'apprentissage. Notre test inspiré de l'Agility n'est probablement pas un bon test d'aptitude à l'apprentissage chez le chien adulte.

3) Nous pensons aussi que la petite taille de l'échantillon (17 chiens), avec une variation individuelle importante due à leur expérience antérieure est aussi une des causes probable de l'absence de différence significative entre les groupes.

4) D'autre part, chez les rats testés dans des labyrinthes, il a été démontré dans des travaux sur l'influence du stress prénatal sur l'apprentissage que, s'il y a un effet négatif dans le jeune âge (Smith et al. 1981, Vallée et al. 1997 et 1999), celui-ci s'estompe à l'âge de 2 mois et ne se marque plus à l'âge 4 mois (âge considéré comme adulte) (Alexandrov et al. 2001).

Chez nos chiots, l'effet de l'environnement de gestation appauvri sur l'aptitude à l'apprentissage n'était pas négatif puisque les chiots issus de ce groupe Appauvri étaient plus rapides, commettaient moins d'erreurs et faisaient moins de demi-tours lors de l'épreuve d'apprentissage en labyrinthe passée à 8 semaines. Nous avons rapporté ce résultat à leur émotivité plus forte qui se traduit par une

réactivité plus importante dans une situation nouvelle (voir Résultats III 3.3 et fig. 4, 5 et 6).

Avec les chiens de notre étude, nous étions limités d'une part par la faible taille de l'échantillon et d'autre part par le bon vouloir des propriétaires qui ont fait un voyage parfois long pour venir tester leur chien. Nous ne pouvions donc pas réaliser de test de durée plus longue comme par exemple pousser sur un bouton (Mills & Ledger 2001) ou apprendre des ordres simples par un inconnu (Fukuzawa et al. 2005).

3.4. Conclusion générale à propos des tests des chiens adultes

Les tests des chiens adultes n'ont pas montré de différence significative entre les groupes provenant d'environnement de gestations différents alors qu'il y avait des différences significatives pour les tests d'Emotivité (1 = dans le nid et 2 = dans l'arène), d'Attention et d'aptitude à l'apprentissage chez les chiots âgés de 1 à 8 semaines.

Les chiots ont vécu ces 8 semaines dans le chenil en environnement contrôlé et absolument identique pour toutes les nichées. Les chiens adultes vivent dans des milieux différents, certains en famille, d'autres chez des étudiants, certains peu éduqués, d'autres fréquentant des clubs d'éducation canine. Nous pensons que l'échantillon de chiens adultes est biaisé aussi par la sensibilité des adoptants au fait de « sauver un animal de laboratoire » et donc

adoptent avec leur chien un comportement qui n'est pas neutre. Nous aurions pu cibler la population des adoptants mais il était difficile de déterminer quels critères utiliser. En effet, si nous les faisions adopter par une catégorie particulière (étudiants, famille avec enfants par exemple), cette situation risquait d'être modifiée au cours des années suivantes. La preuve nous en a d'ailleurs été apportée par le nombre de chiens ayant déménagé (chiens d'étudiants ou divorces), les récits et photos des adoptants nous avertissant de l'arrivée d'un nouveau compagnon (bébé ou chiot) pour leur chien ou encore les changements de propriétaires.

D'autre part, même si nous avons indiqué à chaque propriétaire les bases d'une bonne éducation, ces conseils ont été appliqués différemment et l'environnement post adoption était incontrôlable. La plupart des chiens adultes que nous avons revus étaient cependant bien éduqués, à quelques exceptions près. Aucun ne présente de problèmes de comportements tels que l'anxiété de séparation ou l'agressivité mais deux maîtres n'ont aucune autorité sur leur chien. Par contre, quatre autres savent se faire obéir de façon remarquable (marche au pied sans laisse, rappel).

Nous pouvons donc dire que dans le cas de nos chiens, les conséquences d'un environnement prénatal appauvri sur l'émotivité, l'attention et l'aptitude à l'apprentissage remarquées dans le jeune âge ont été lissées chez les chiens adultes qui ont vécu ultérieurement dans des conditions variées.

V. Conclusion

Nous pouvons donc conclure que l'environnement prénatal et principalement un environnement appauvri a une influence sur le comportement des chiots Beagle élevés en laboratoire dans le jeune âge mais que les effets ne semblent pas se prolonger dans le temps. Les chiots issus de mères vivant leur gestation en milieu appauvri sont plus peureux et vocalisent plus lors des modifications de leur environnement (de 1 à 3 semaines), lors de l'isolement (semaines 4-5-6-7) et lors de l'apparition de stimuli nouveaux (semaines 4-5). Ils se montrent moins attentifs au suivi visuel de nouveaux stimuli mais plus performants lors d'un test d'aptitude à l'apprentissage (semaine 8). A l'âge adulte, nous n'avons pas pu mettre en évidence d'effet de l'environnement de gestation sur le comportement des chiens alors que d'autres études, dans d'autres espèces ont montré une prolongation de l'effet du stress prénatal à long terme (singes : Clarke et al. 1996 , rats : Vallée et al. 1999, humains : Phillips 2007, Malaspina et al. 2008).

Ce lissage entre les groupes pourrait être dû à l'éducation et à l'environnement post adoption. Cependant, il n'est pas possible de l'affirmer avec certitude car tous les chiens ont été adoptés et se sont retrouvés dans des conditions similaires.

Il est aussi possible que quel que soit l'environnement de vie des chiens, les effets du stress prénatal disparaissent avec le temps, avec ou sans contact humain.

VI. Perspectives

1) Des effets négatifs du stress prénatal ont été démontrés sur les chiots jusqu'à l'âge de 8 semaines (peur, attention moindre) mais ils ont été lissés à l'âge adulte probablement grâce au milieu riche et à l'éducation attentive de leurs propriétaires. Il serait intéressant de voir si ce lissage se produit aussi dans le cas de chiots de laboratoire stressés en période prénatale qui resteraient dans ce même milieu moins stimulant que le milieu familial et sans suivre de programme d'éducation. Ou alors dans le cas de chiots adoptés par des familles qui n'auraient pas reçu de conseils particuliers au niveau de l'éducation.

2) Les chiots du groupe Appauvri se sont montrés moins attentifs lors du test d'attention mais néanmoins plus performants dans le test d'aptitude à l'apprentissage. Nous avons attribué cette étonnante différence au fait que les chiots « Appauvris », étant plus actifs, faisaient plus d'essais dans le labyrinthe (milieu considéré comme peu agréable) et donc trouvaient la sortie plus rapidement. Or, le test d'attention teste l'intérêt et le suivi visuel/auditif envers un stimulus discriminatif. L'attention envers un stimulus discriminatif est cependant employée dans le cadre du conditionnement opérant. Il serait intéressant de développer cette idée.

3) Le test d'aptitude à l'apprentissage chez les chiots a été validé et a permis de mettre en évidence des différences entre les groupes. Ce test peut à l'avenir être employé dans d'autres études. On pourrait envisager de l'adapter pour tester l'apprentissage de chiens adultes.

4) Le test d'aptitude à l'apprentissage inspiré de l'Agility ne s'est pas révélé un vrai test d'apprentissage car il n'y a pas eu de différences de performance entre la phase d'apprentissage et la phase de test. Nous avons utilisé les obstacles d'Agility car cette discipline correspond à la définition du conditionnement opérant dans le cadre de l'apprentissage d'une réponse : association d'un stimulus (l'ordre) à une réponse (le franchissement) suivi d'un renforcement (caresses).

L'élaboration d'un test d'aptitude à l'apprentissage de chiens adultes, réalisable en conditions standardisées et ne nécessitant pas un apprentissage de plusieurs jours (Mills & Ledger 2001, Fukuzawa 2005) serait intéressante.

5) Des études récentes portant sur les effets du stress prénatal en relation avec la mémoire, l'attention et l'aptitude à l'apprentissage par rapport au métabolisme des protéines kinases dans l'hippocampe (Wu et al. 2007, Hosseini-Sharifabad & Hadinedoushan 2007) ouvrent la voie vers l'analyse histologique des conséquences du stress prénatal.

VII. Annexes

Ce chapitre présente les annexes citées dans le texte.

Annexe 1 : Grille de notation du test Emotivité 1 (dans le nid).

Annexe 2 : Grille de notation Test Emotivité 2 (dans l'arène)

Annexe 3 : Grille de notation Test Attention (dans l'arène)

Annexe 4 : Document écrit reçu par les adoptants

Annexe 5 : E-mail envoyé aux adoptants des chiots âgés alors de 14 mois minimum

Annexe 6 : Questionnaire sur le comportement des chiots âgés de 14 mois minimum

Annexe 1 : Grille de notation Test Emotivité 1 (dans le nid)

grille d'évaluation EMOTIVITE - 1						
var indep						
ttm	normal					
mère						
chiot		1	2	3	4	5
date						
testeur	HL					
lieu	cage					
Sortie du nid	réaction	mouvement				
		immobile				
	vocalisation					
retourner	réaction	mouvement				
		immobile				
	vocalisation					
manipulation	réaction	mouvement				
des 4 membres		immobile				
	vocalisation					
poser sur	réaction	mouvement				
surface plane		immobile				
	vocalisation					

Annexe 2 : Grille de notation Test Emotivité 2 (dans l'arène)

grille d'évaluation EMOTIVITE - 2					
ttm	base				
mère					
chiot		1	2	3	4
date					
testeur	HL				
lieu	arène pièce				
attitude	miction				
en arène					
5 min	défécation				
	carrés parcourus				
	recherche				
	contact humain				
	gratte parois				
	vocalisation				
sifflet	carrés parcourus				
	vocalisation				
parapluie	carrés parcourus				
	vocalisation				
ballon jeté	carrés parcourus				
	vocalisation				
sort de l'arène	1 min				

Annexe 3 : Grille de notation Test Attention (dans l'arène)

grille d'évaluation ATTENTION					
chiot		1	2	3	4
semaine	8				
stimulus visuel	capté				
	suivi				
stimulus auditif	capté				
	suivi				

Annexe 4 : Document écrit reçu par les adoptants

Santé :

Votre chiot a été habitué à manger des croquettes Hill's Puppy. Si possible, gardez cette marque les premiers temps, ensuite, n'importe quelle bonne marque de croquettes fera l'affaire. Il boit de l'eau (pas de lait !).

- Votre chiot a été pré-vacciné (parvovirose = typhus, maladie de Carré et hépatite). Ces vaccins ne sont actifs qu'un mois car son système immunitaire est encore immature et de plus, les anticorps transmis par sa mère (placenta, lait) risquent de contrecarrer les vaccins. Il n'est protégé que pour un mois. Vous devez donc aller chez un vétérinaire vers le 00/00/0000 pour commencer les « vaccins définitifs » qui comprennent aussi la vaccination contre la leptospirose. Ces vaccins se feront en deux étapes.

- Si vous désirez passer les frontières, vous devrez aussi le faire vacciner contre la rage.

- Votre chiot a été vermifugé deux fois. Vous devez le refaire dans une semaine et ensuite, quelques jours avant sa vaccination. Utilisez du Dogminth en pâte (2 cm/ kg de poids, il y a une réglette sur le côté de la boîte) ou, mieux du Drontal (1 comprimé pour 10 kg). Vous devez donc peser votre chien régulièrement (pour plus de facilité, pesez-vous et puis, prenez le dans vos bras).

- Habituez dès maintenant votre chien à recevoir des « médicaments ». Pour ce faire, donnez-lui un « nic-nac » ou autre petit biscuit sec (ou jambon ou petite boulette de viande) de temps en temps comme récompense ou friandise et quand il est habitué au goût, placez le directement dans sa bouche, ainsi, le jour où il aura besoin d'être soigné, vous aurez déjà l'habitude de lui ouvrir la bouche et d'y placer un aliment (dans lequel vous aurez camouflé le comprimé !)

Education :

- La socialisation : votre chiot n'est jamais sorti du chenil où il vivait avant aujourd'hui. Il ne connaît donc comme univers qu'une cage avec de la sciure, le couloir et le local de test. Il a rencontré d'autres chiens (les compagnes de sa mère) et quelques humains (hommes et femmes et un seul enfant). La socialisation avec d'autres chiens et le contact avec d'autres espèces (chat, chevaux, moutons, vaches, etc …) peut se faire jusqu'à l'âge de 3 mois de façon très efficace. Faites-le donc rencontrer plusieurs autres animaux/personnes (enfants, petits et grands !!!) dans

différentes situations ! Il est vacciné, vous pouvez donc sortir avec lui dès maintenant (en laisse, pas dans les bras !) mais évitez quand même les endroits où pourraient se trouver des chiens errants…

- De même, habituez-le dès maintenant à diverses situations de la vie courante : bruits (avion, orage, machine à lessiver, tondeuse, …), mouvements (voitures, cyclistes, joggeurs, …), etc … Vous l'aurez compris, jusqu'à l'âge de 3 mois il assimile tout ce qui lui semblera « normal » par la suite. Plus tard, cette faculté diminue et lorsque le chien rencontre une situation qui n'est pas dans son répertoire de mémoire, il risque d'avoir peur et de mal réagir.

- La propreté : il faudra attendre 4 à 6 mois pour que votre chiot sache se retenir assez longtemps mais vous pouvez commencer dès maintenant à lui inculquer la notion de propreté. Dès que vous le voyez faire mine de s'arrêter lors d'un jeu ou de commencer à faire ses besoins, sortez-le, mettez-le à l'endroit où vous voulez qu'il les fasse et caressez-le en l'encourageant. Ne punissez pas lorsqu'il s'est oublié dans la maison. De manière générale, le repas (3-4 fois par jour au début) stimule la défécation, donc, dès qu'il a mangé, mettez-le dans le coin du jardin qui lui est réservé pour ses besoins (éventuellement mettez un peu de sciure à cet endroit car jusqu'à présent il a été habitué à faire ses besoins sur de la sciure).

- Habituez-le directement à rester seul à la maison, quelques minutes, quelques heures, une demi-journée et puis une journée entière. Quand vous reprendrez le travail/ l'école, il sera déjà habitué à être seul la journée et ne s'angoissera pas (certains chiens sont tellement anxieux qu'ils détruisent, salissent, etc …)

- Je vous encourage à fréquenter un club d'éducation canine dès que votre chiot sera vacciné totalement (3 mois ½-4 mois). Les Beagle sont en général des chiens très gentils mais très têtus, ils ont beaucoup de caractère, il faut être ferme avec eux et les éduquer strictement. Cela conditionnera votre relation avec votre chien pendant les 12-15 années qui viennent ! N'oubliez pas que ce sont des chiens de chasse, qui vivent en meute, … pas des chiens de compagnie au départ !!! Néanmoins ils peuvent faire de très agréables compagnons de maison !

- Donnez-moi de ses nouvelles de temps en temps, par mail par exemple ou envoyez-moi une photo par la Poste ! En tous les cas, dans un mois, racontez-moi son adaptation chez vous et dites-moi si vous éprouvez des difficultés à l'éduquer. Je suis disponible pour répondre à toutes vos questions!

Hélène Leroy- FUNDP- Labo d'anatomie et éthologie, 6 rue Muzet, 5000 Namur

081/74 05 52 – gsm 00000000000 – helene.leroy@fundp.ac.be

Annexe 5 : E-mail envoyé aux adoptants des chiots âgés alors de 14 mois minimum

Bonjour chers adoptants,

Ce petit message d'abord pour avoir des nouvelles de votre chien. J'espère que tout va bien, qu'il est en bonne santé et qu'il met de la joie dans votre famille ! Tous mes chiots étaient extrêmement sympathiques, j'espère qu'ils sont de bons compagnons pour vous maintenant !

Rappelez-vous, votre chiot vient d'un laboratoire d'expérimentation animale. On ne lui a bien sûr rien fait subir de très traumatisant, c'était surtout de l'observation de diverses réactions face à des changements d'environnements, un test dans un labyrinthe, un test d'attention, une évaluation de leur degré de familiarisation avec l'homme, ... ils ont aussi subi 4 prises de sang pour mesurer les hormones de stress. Ils participaient à une étude visant à investiguer les effets du stress prénatal de leur mère.

Ensuite, vous l'avez adopté, à l'âge de 8 semaines, encore merci pour lui / elle !!!

Maintenant, les chiots de 18 nichées sont tous adultes et nous aimerions effectuer un suivi au niveau de leur comportement et leurs différentes réactions dans leur vie quotidienne.
Cette étude consiste en un **questionnaire** (15 minutes maximum) que nous comptons vous soumettre par téléphone la semaine prochaine (entre le 27 et le 31 août).
Dites-moi le jour, l'heure et le numéro de téléphone auquel on peut vous appeler (ça peut aussi être le soir !) sans vous importuner.
Ce sera Hélène Scoufflaire, une des étudiantes qui a choisi de faire son travail de fin de cycle dans la continuité de ma recherche qui vous appellera.

L'analyse des réponses à ces questions permettra de mettre en évidence la persistance ou non des caractéristiques relevées chez les chiots des différents groupes.

Je compte donc beaucoup sur votre participation !

D'autre part, nous aimerions **revoir** votre chien, une journée, en vue de le soumettre à un test d'intelligence à partir de 4 obstacles d'Agility (un genre de jumping pour chien) et se déroulera le 12, 13 14 et 15 octobre (du vendredi au lundi, vous ne devriez venir qu'un seul jour, à votre meilleure convenance !). Le matin, on apprendra à votre chien à répondre à un ordre simple pour lui faire passer l'obstacle et l'après-midi, après une petite pause-balade, le temps qu'il

mémorise, on testera s'il a bien appris l'ordre.
Cette épreuve sportive de mémorisation nous permettra de voir si les chiots des groupes les plus performants dans le labyrinthe sont encore les meilleurs dans une épreuve d'apprentissage pour adultes !

Votre collaboration m'est donc extrêmement précieuse et je compte beaucoup sur votre participation à la suite de mon étude !

Je me réjouis également de revoir votre chien !

Vous pouvez me joindre au 081/740552 (de France 003281740552) pendant la journée ou au 0000/000000 (0032000000) (soir et week-end) afin de prendre rendez-vous pour le questionnaire la semaine prochaine .

Très cordialement
Hélène Leroy

Hélène Leroy DVM
PhD Student
Laboratory of Anatomy and Ethology of Domestic Animals
Department of Veterinary Medicine
Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix
rue Muzet, 6
B-5000 Namur (Belgium)

Tel. : 0032-81-74.05.52
e-mail : helene.leroy@fundp.ac.be

Annexe 6 : Questionnaire sur le comportement des chiots âgés de 14 mois minimum

Tout d'abord je vais prendre quelques informations générales.

1. Informations générales :
    - Nom du propriétaire :
    - Prénom :
    - Numéro de téléphone :
    - Adresse e-mail :
    - Ville :
    - Pays :
    - Votre chien reste-t-il seul la journée : *oui - non*
    - Vous habitez : *à la ville / à la campagne*
    - Possédez-vous un jardin : *oui – non*

        - Le chien y vit-il : *en liberté / en chenil*

    - Structure de la famille : -*Nombre d'adultes :*

        - *Age(s) des enfants :*
    - Nom du chien :
    - Date de naissance :
    - Nom de la mère :
    - Groupe :
    - Sexe : ♂ - ♀
    - Maladie éventuelle survenue avant l'âge de 4 mois (ayant demandé des soins importants) : *oui – non*

    Si oui, précisez :

Votre chien :

- Peut rentrer *dans* la maison : *oui – non*
- A accès à *toutes* les pièces de la maison : *oui – non*
- Peut s'installer dans les *fauteuils* : *oui – non*
- A un panier : *oui - non*

-pièce dans laquelle il se trouve :

Avez-vous déjà consulté un vétérinaire comportementaliste ou un éducateur canin afin de résoudre des problèmes comportementaux présentés par votre chien ? *oui – non*

Expliquez en deux mots :

Dès son arrivée, vous avez installé votre chiot, est- ce qu'il vous a plutôt semblé :

- A l'aise.
- Inquiet.
- Exubérant.

- Lors de sa première sortie, le chiot était-il :
  - A l'aise.
  - Inquiet.

2. <u>Education et Obéissance :</u>

Je vais vous poser quelques questions visant à me faire une idée du degré d'obéissance de votre chien.

D'abord je vais vous posez une question générale, ensuite je vous présenterez des cas particuliers.

- D'une manière générale, trouvez vous que votre chien est obéissant ? Donnez lui une note entre 1 et 10. 1 correspond au chien qui « n'obéit pas du tout », 10 est la note d'un chien qui « obéit toujours ».

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- Lorsque vous demandez à votre chien de s'asseoir :
  - Il s'assied : *toujours / parfois / jamais*
  - Il s'assied si vous avez une *récompense* en main.
- Lorsque vous demandez à votre chien de se coucher:
  - Il se couche : *toujours / parfois / jamais*
  - Il se couche si vous avez une *récompense* en main.
- Lorsque vous appelez votre chien :
  - Il vient : *toujours / parfois / jamais*
  - Il revient si vous avez une *récompense* en main.
- Lorsque vous êtes à table, le chien se trouve :
  - Enfermé dans une autre pièce.
  - Dehors.
  - Couché à vos cotés.

- Debout à vos cotés.
- Autre :

  _____

- Votre chien mendie :
  - Jamais, il ne reçoit jamais rien.
  - Souvent, il a parfois un petit quelque chose.
  - Toujours, vous partagez votre repas avec lui.
  - Ça dépend des personnes qui sont à table, il sait à qui il a à faire.
  - Autre :

    _____

- La nuit, votre chien dort :
  - Dans son panier.
  - Dans votre chambre.
  - Dans la cuisine.
  - Dehors.
  - Autre :

    _____

  - Le chien vous réveille en pleine nuit (aboiements) :

    jamais / parfois / toujours

  - Le chien urine ou défèque en pleine nuit :

    jamais / parfois / toujours

- Combien de promenades faites vous par jours :
- En moyenne quelle est la durée des sorties :
- Est-ce que vous trouvez votre chien facile en promenade, 1 caractérise le chien qui tire sur sa laisse, aboie, essaye de se sauver, et 10 le chien

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

  parfaitement docile en promenade.
- Lorsqu'il est tenu en laisse :

  -Est-ce une laisse qui s'allonge : *oui - non*

  - Il tire sur sa laisse.
  - Il reste près de vous.
- Lorsqu'il est sans laisse :
  - Il revient quand vous l'appelez.
  - Il s'échappe et devient impossible à récupérer.
- Vous êtes en ballade, votre chien répond-t-il aux ordres suivant :

- Assis : *jamais / parfois / toujours*
- Couché : *jamais / parfois / toujours*
- Aux pieds: *jamais / parfois / toujours*

- Vous arrivez avec votre chien dans un endroit inconnu :
  - Il explore, renifle.
  - Il semble stressé.
  - Il est indifférent.
- Avez-vous déjà fréquenté un club d'éducation ou d'agility : *oui - non*
- Est-ce que vous emmenez facilement votre chien avec vous (chez des amis, en vacances, au restaurant, faire les courses, faire du sport...) : *oui – non*

3. <u>Les aboiements :</u>

Je vais vous poser quelques questions afin de connaître le degré d'aboiement de votre chien.

D'abord une question générale, ensuite quelques cas particuliers.

- Trouvez vous que votre chien est aboyeur. Donnez une note de 1 à 10,1 caractérisant un chien n'aboyant « quasi jamais », et 10 un chien qui aboie « énormément ».

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Voici quelques situations devant lesquelles votre chien aboie peut-être.

Votre chien aboie-t-il :	oui	non
A la maison en votre absence.		
Sur des personnes qui passent devant chez vous.		
Sur les personnes qui vous rendent visite.		
Sur les autres chiens.		
Sur des objets en mouvement.		
Lorsqu'il va recevoir à manger.		
Autre(s) :		

4. <u>L'attachement</u>

Le chien est le meilleur ami de l'homme, je vais vous poser quelques questions dans le but d'évaluer l'attachement de votre chien à vous.

Certains chiens ne supporte pas d'être séparés de leur maître alors que d'autres savent rester sans problème en leur absence.

- Sur l'échelle de 1 à 10, estimez l'attachement de votre chien envers vous, 1 pour un chien pas du tout attaché qui se préoccupe très peu de vous (uniquement lors des repas), et 10 un chien très attaché à vous, qui vous suit tout le temps et ne vous quitte pas d'une semelle.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- Lorsque vous vous apprêtez à quitter la maison, vous prenez vos clés, votre sac, enfilez votre veste,…Le chien sent que vous allez le laisser seul :
    - Il montre des signes de détresse, il arpente la maison.
    - Il essaie de vous suivre.
    - Il reste indifférent.
    - Autre(s) :

      _____
- Vous vous absentez de chez vous pour une durée limitée :
    - Votre chien ne reste *jamais* seul dans la maison.
    - Votre chien a *l'habitude de rester seul*, ça ne pose aucun problème.
    - Vos voisins se sont déjà plaints d'*aboiements / hurlements.*
    - Votre chien *détruit des objets* dans la maison.

5. <u>Familiarisation avec l'homme :</u>

Je vais vous poser quelques questions afin d'évaluer la sociabilité de votre chien. C'est-à-dire les attitudes qu'il montre face à des personnes connues ou inconnues, face à des animaux différents de son espèce, ainsi que face à d'autres chiens.

- Trouvez-vous que votre chien est sociable. Donnez la note qui correspond à son niveau de sociabilité sur l'échelle de 1 à 10, 1 si le chien n'est « pas du tout sociable » et 10 si le chien est « parfaitement sociable ».

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- Une personne étrangère entre chez vous, le chien :
    - fait la fête, saute sur la personne.
    - s'approche de la personne mais qui n'est pas collant.
    - s'enfuit
    - Autre :

      _____
- Un enfant joue avec votre chien :
    - Jamais, le chien a peur des enfants.
    - Toujours sous votre surveillance.
    - Sans problème, le chien a l'habitude.
- Est-ce que votre chien est sociable avec :
    - Un chat.
    - Un lapin.
    - Une poule.
    - Un cheval.
    - Autre(s):

      _____
      __
- Est-ce que votre chien vit avec d'autres chiens : *oui – non*
- Votre chien a-t-il déjà posé problème en contact avec d'autres chiens ? *oui – non*

6. <u>Les peurs :</u>

Je vais vous poser des questions visant à évaluer la peur chez votre chien. Lorsqu'un chien a peur devant une situation il doit se reprendre rapidement. Par comportement de peur j'entends le fait que le chien va réagir par la fuite, l'immobilisation voire l'agressivité. Certains signaux visuels peuvent attiré votre attention : dos arqué, la queue entre les jambes, les oreilles en arrières, les poils qui se dressent, des tremblements, gémissements, cris aigus…

Je vais d'abord vous posez la question générale ensuite je vous citerez des situations détaillées.

- D'une manière générale, toujours sur notre échelle de 1 à 10,1 étant une note appropriée à un chien « extrêmement peureux », et 10 à un chien « pas peureux du tout », à combien évaluez-vous le niveau de peur chez votre chien.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- **Je vais vous citer différentes situations devant lesquelles votre chien est susceptible de présenter des signes de peur.**

Un parapluie **Votre chien présente des signes de peurs face à :**	**oui**	**non**
Un train en passage Une personne inconnue		
Une montgolfière Une personne déguisée, portant un masque		
Un trafic automobile Une personne en uniforme (gendarme)		
Un camion Une personne de couleur de peau différente (noir, asiatique)		
Une moto Un enfant		
Un cycliste Un bébé		
Un autre chien Un bruit soudain (porte qui claque)		
Son reflet dans un miroir Le téléphone qui sonne		
Autre : Le bruit de l'aspirateur ou un appareil ménager		
La télévision		
L'orage		
Un objet en mouvement (ballon)		

7. L'agressivité :

Pour terminer, je vais vous poser quelques questions afin de déterminer l'agressivité chez votre chien. L'agression chez un chien peut être motivée par différentes situations telles que la douleur, la peur, la protection...Le comportement agressif comprend en général des menaces s'exprimant par des aboiements, des grondements, les poils qui se dressent, le chien montre ses dents et fixe l'intrus avant de provoquer des pincements ou morsures.

- Donnez une note entre 1 et 10, 1 si le chien n'est « pas du tout » agressif et 10 si le chien est « très agressif ».

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Votre chien a-t-il déjà mordu ou montré des signes d'agressivité lorsque :	**oui**	**non**
Il est caressé		
Il est brossé		
Il est poussé		
Il est puni		
Il se sent menacé		
Il est dérangé pendant son sommeil		
Il est en train de manger		
Vous lui retirez sa gamelle		
Vous lui retirez un jouet		

.

Une personne vous approche		
Autre :		

Prendre rendez vous pour le weekend du 13 et 14 octobre

VIII. Références bibliographiques

Arrêté royal du 2 mai 1995 concernant la protection de la maternité (M.B. 18.5.1995; errata: M.B. 12.10.1995).

Arrêté royal du 27 avril 2007 portant sur les conditions d'agrément des établissements pour animaux et portant sur les conditions de commercialisation des animaux.

Abitbol, M.M., 1982. Fetal heart rate and tissue pH changes associated with repetitive aortic occlusion in the pregnant dog. American Journal of Obstetrics and Gynecology 143, 430-438.

Abitbol, M.M., Monheit, A.G., Stone, M.L., 1986. Arterial PO2, PCO2, and pH versus transcutaneous PO2 and PCO2 and tissue pH in the fetal dog. American Journal of Obstetrics and Gynecology 155, 437-443.

Adamsons, K., Mueller-Heubach, E., Myers, R.E., 1971. Production of fetal asphyxia in the rhesus monkey by administration of catecholamines to the mother. American Journal of Obstetrics and Gynecology 109, 248-262.

Ader, R., Conklin, P., 1963. Handling of Pregnant Rats: Effects on Emotionality of Their Offspring. Science 142, 411-412.

Ader, R., Plaut, M., 1968. Effects of prenatal maternal handling and differential housing on offspring emotionality, plasma corticosterone levels and susceptibility to gastric erosions. Psychosomatic Medicine 30, 277-286.

Alexandrov, A.A., Polyakova, O.N., Batuev, A.S., 2001. The effects of prenatal stress on learning in rats in a Morris maze. Neuroscience and Behavioral Physiology 31, 71-73.

Andersen, I.L., Berg, S., Bøe, K.E., Edwards, S., 2006. Positive handling in late pregnancy and the consequences for maternal behaviour and production in sows. Applied Animal Behaviour Science 99, 64-76.

Andersen, I.L., Bøe, K.E., Foerevik, G., Janczak, A.M., Bakken, M., 2000. Behavioural evaluation of methods for assessing fear responses in weaned pigs. Applied Animal Behaviour Science 69, 227-240.

Austin, M.P., Leader, L.R., Reilly, N., 2005. Prenatal stress, the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, and fetal and infant neurobehaviour. Early human development 81, 917 - 926.

Bakken, M., 1998. The effect of an improved man-animal relationship on sex ratio in litters and on growth and behaviour in cubs among farmed silver fox (Vulpes vulpes). Applied Animal Behaviour Science 56, 309-317.

Barbazanges, A., Piazza, P.V., Le Moal, M., Maccari, S., 1996. Maternal Glucocorticoid Secretion Mediates Long-Term Effects of Prenatal Stress. Journal of Neuroscience 16, 3943-3949.

Beckhardt, S., Ward, I.L., 1983. Reproductive functioning in the prenatally stressed female rat. Developmental Psychobiology 16, 111-118.

Beerda, B., Schilder, M.B., Bernadina, W., van Hooff, J.A., de Vries, H.W., Mol, J.A., 1999b. Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. II. Hormonal and immunological responses. Physiology & Behavior 66, 243-254.

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. Hormones and Behavior 30, 272-279.

Beerda, B., Schilder, M.B.H., van Hooff, J.A.R.A.M., de Vries, H.W., 1997. Manifestations of chronic and acute stress in dogs. Applied Animal Behaviour Science 52, 307-319.

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. Applied Animal Behaviour Science 58, 365-381.

Beerda, B., Schilder, M.B.H., Van Hooff, J.A.R.A.M., De Vries, H.W., Mol, J.A., 1999a. Chronic Stress in Dogs Subjected to Social and Spatial Restriction. I. Behavioral Responses. Physiology & Behavior 66, 233-242.

Beerda, B., Schilder, M.B.H., Van Hooff, J.A.R.A.M., De Vries, H.W., Mol, J.A., 2000. Behavioural and hormonal indicators of enduring environmental stress in dogs. Animal Welfare 9, 49-62.

Beilharz, R.G., Zeeb, K., 1982. Social dominance in dairy cattle. Applied Animal Ethology 8, 79-97.

Bleicher, N., 1963. Physical and behavioral analysis of dog vocalization. American Journal of Veterinary Research 24, 415-427.

Boissy, A., Bouissou, M.-F., 1988. Effects of early handling on heifers' subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. Applied Animal Behaviour Science 20, 259-273.

Boissy, A., Bouissou, M.F., 1995. Assessment of individual differences in behavioural reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations. Applied Animal Behaviour Science 46, 17-31.

Braastad, B.O., 1998. Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed mammals. Applied Animal Behaviour Science 61, 159-180.

Braastad, B.O., Osadchuk, L.V., Lund, G., Bakken, M., 1998. Effects of prenatal handling stress on adrenal weight and function and behaviour in novel situations in blue fox cubs (Alopex lagopus). Applied Animal Behaviour Science 57, 157-169.

Broom, 1986. Indicators of poor animal Welfare. British Veterinary Journal 142, 524-526.

Broom, 1991. Assessing animal welfare and suffering. Behavioural Processes 25, 117-223.

Brown, A.S., van Os, J., Driessens, C., Hoek, H.W., Susser, E.S., 2000. Further evidence of relation between prenatal famine and major affective disorder. The American journal of psychiatry 157, 190 - 195.

Brown, K.L., Lyngine, H., Calizo, C.R., Goodlett, M., Stanton, E., 2007. Neonatal alcohol exposure impairs acquisition of eyeblink conditioned responses during discrimination learning and reversal in weanling rats. Developmental Psychobiology 49, 243-257.

Butkevich, I.P., Vershinina, E.A., 2003. Maternal stress differently alters nociceptive behaviors in the formalin test in adult female and male rats. Brain Research 961, 159-165.

Campbell, S.A., Hughes, H.C., H.E., G., Landi, M.S., Mallon, F.M., 1988. Some effects of limited exercise on purpose-bred Beagles. American Journal of Veterinary Research 49, 1298-1301.

Carola, V., D'Olimpio, F., Brunamonti, E., Mangia, F., Renzi, P., 2002. Evaluation of the elevated plus-maze and open-field tests for the assessment of anxiety-related behaviour in inbred mice. Behavioural Brain Research 134, 49-57.

Chance, P., 1979. Learning and Behavior. Wadsworth, Belmont, Californie.

Clark, J.D., Calpin, J.P., Armstrong, R.B., 1991. Influence of type of enclosure on exercise fitness of dogs. American Journal of Veterinary Research 52, 1024-1028.

Clark, J.D., Rager, D.R., Crowell-Davis, S., Evans, D.L., 1997. Housing and exercise of dogs: effects on behavior, immune function, and cortisol concentration. Laboratory Animal Science 47, 500-510.

Clarke, A.S., Schneider, M.L., 1993. Prenatal stress has long-term effects on behavioral responses to stress in Juvenile Rhesus Monkeys. Developmental Psychobiology 26, 293-304.

Clarke, A.S., Schneider, M.L., 1997. Effects of prenatal stress on behavior in adolescent Rhesus Monkeys. Annals of NY Academy of Sciences 807, 490-491.

Clarke, A.S., Soto, A., Bergholz, T., Schneider, M.L., 1996. Maternal gestational stress alters adaptive and social behavior in adolescent rhesus monkey offspring. Infant Behavior and Development 19, 451-461.

Clarke, A.S., Wittmer, D.J., Abbott, D.H., Schneider, M.L., 1994. Long term effects of prenatal stress on HPA axis in juvenile rhesus monkeys. Developmental Psychobiology 27, 257-270.

Clarke, M.C., Harley, M., Cannon, M., 2006. The role of obstetric events in schizophrenia. Schizophrenia Bulletin. 32, 3 - 8.

Clutton-Brock, G.H., Iason, G.R., 1986. Sex ratio variation in mammals. Quarterly Review in Biology 61, 339-374.

Coe, C.L., Erickson, C.M., 1997. Stress decreases lymphocyte cytolytic activity in the young monkey even after blockade of steroid and opiate hormone receptors. Developmental Psychobiology 30, 1-10.

Coe, C.L., Hall, N.R., 1996. Psychological disturbance alters thymic and adrenal hormone secretion in a parallel but independent manner. Psychoneuroendocrinology 21, 237-247.

Coppinger, Z., 1999. Kennel Enrichment : exercise and socialization of dogs. Journal of Applied Animal Welfare Science 2, 281-296.

Dean, S.W., 1999. Environmental enrichment of laboratory animals used in regulatory toxicology studies. Laboratory animals 33, 309-327.

Diederich, C., 1999. Recherche de la persistance de différences comportementales individuelles chez le chien, de la naissance à l'âge de 15 mois. , Département de Médecine Vétérinaire, FUNDP, Namur, p. 280.

Diederich, C., Giffroy, J.-M., 2006. Behavioural testing in dogs: A review of methodology in search for standardisation. Applied Animal Behaviour Science 97, 51-72.

Diesel, G., Pfeiffer, D.U., Brodbelt, D., 2008. Factors affecting the success of rehoming dogs in the UK during 2005. Preventive Veterinary Medicine 84, 228-241.

Doré, F.Y., 1983. L'apprentissage : une approche psycho éthologique. Maloine, Paris.

Dubreuil, D., Tixier, C., Dutrieux, G., Edeline, J.M., 2002. Est-ce que le labyrinthe radiaire teste efficacement la mémoire spatiale ?, Colloque SFECA, Nancy.

Eibl-Eibesfeldt, I., Lehmann, A., 1984. Éthologie: biologie du comportement. Diffusion Ophrys.

Eriksen, M.S., Haug, A., Torjesen, P.A., Bakken, M., 2003. Prenatal exposure to corticosterone impairs embryonic development and increases fluctuating asymmetry in chickens. British Poultry Science 44, 690-697.

Estanislau, C., Morato, S., 2006. Behavior ontogeny in the elevated plus-maze: prenatal stress effects. International Journal of Developmental Neuroscience 24, 255-262.

Fagan, A.M., Olton, D.S., 1987. Spatial learning set acquisition in rats. Quarterly Journal of Experimental Psychology 38B, 65-75.

Fameli, M., Kitraki, E., Stylianopoulou, F., 1994. Effects of hyperactivity of the maternal hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis during pregnancy on the development of the HPA and brain monoamines of the offspring. International Journal of Developmental Neuroscience 12, 651-659.

Field, T., Sandberg, D., Quetel, T.A., Garcia, R., Rosario, M., 1985. Effects of ultrasound feedback on pregnancy anxiety, fetal activity and neonatal outcom. Obstetrics and Gynecology 66, 525-528.

Fonseca, E.S.M., Massoco, C.O., Palermo-Neto, J., 2002. Effects of prenatal stress on stress-induced changes in behavior and macrophage activity of mice. Physiology & Behavior 77, 205-215.

Fox, M.W., 1971. Integrative development of the brain and behavior in the dog. University of Chicago Press, Chicago and London.

Fox, M.W., Spencer, J.W., 1967. Development of the delayed response in the dog. Animal Behaviour 15, 162-168.

Fox, M.W., Stelzner, D., 1966. Behaviouraal effects of differential early experience in the dog. Animal Behaviour 14, 273-281.

Frank, H., Gialdini-Frank, M., 1982. Comparison of problem-solving prformance in six-week-old wolves and dogs. Animal Behaviour 30, 95-98.

Frick, K.M., Baxter, M.G., Markowska, A.L., Olton, D.S., Price, D.L., 1995. Age-related spatial reference and working memory deficits assessed in the water maze. Neurobiology of Aging 16, 149-160.

Fride, E., Dan, Y., Feldon, J., Halevy, G., Weinstock, M., 1986. Effects of prenatal stress on vulnerability to stress in prepubertal and adult rats. Physiology & Behavior 37, 681-687.

Fukuzawa, M., Mills, D.S., Cooper, J.J., 2005. More than just a word: non-semantic command variables affect obedience in the domestic dog (Canis familiaris). Applied Animal Behaviour Science 91, 129-141.

Garcia, A.M.B., Cardenas, F.P., Morato, S., 2005. Effect of different illumination levels on rat behavior in the elevated plus-maze. Physiology & Behavior 85, 265-270.

Garnier, F., Benoit, E., Virat, M., Ochoa, R., Delatour, P., 1990. Adrenal cortical response in clinically normal dogs before and after adaptation to a housing environment. Laboratory Animals 24, 40-43.

Goddard, M.E., Beilharz, R.G., 1984. A factor analysis of fearfulness in potential guide dogs. Applied Animal Behaviour Science 12, 253-265.

Godefroid, J., 1987. Les chemins de la psychologie. Mardaga, Bruxelles.

Graham, L., Wells, D.L., Hepper, P.G., 2005. The influence of olfactory stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. Applied Animal Behaviour Science 91, 143-153.

Graham, Y.P., Heim, C., Goodman, S.H., Miller, A.H., Nemeroff, C., 1999. The effects of neonatal stress on brain development: implications for psychopathology. Developmental Psychopathology 11, 545-565.

Gué, M., Bravard, A., Meunier, J., Veyrier, R., Gaillet, S., Recasens, M., Maurice, T., 2004. Sex differences in learning deficits induced by prenatal stress in juvenile rats. Behavioural Brain Research 150, 149-157.

Gue, M., Fioramonti, J., Frexinos, J., Alvinerie, M., Bueno, L., 1987. Influence of acoustic stress by noise on gastrointestinal motility in dogs. Digestive Diseases and Sciences 32, 1411-1417.

Gue, M., Honde, C., Pascaud, X., Junien, J.L., Alvinerie, M., Bueno, L., 1988. CNS blockade of acoustic stress-induced gastric motor inhibition by kappa-opiate agonists in dogs. American Journal of Physiology Gastrointestal and Liver Physiology 254, G802-807.

Gue, M., Peeters, T., Depoortere, I., Vantrappen, G., Bueno, L., 1989. Stress-induced changes in gastric emptying, postprandial motility, and, plasma gut hormone levels in dogs. Gastroenterology 97, 1101-1107.

Harri, M., Rekilä, T., Mononen, J., 1995. Factor analysis of behavioural tests in farmed silver and blue foxes. Applied Animal Behaviour Science 42, 217-230.

He, J., Yamada, K., Nakajima, A., Kamei, H., Nabeshima, T., 2002. Learning and memory in two different reward tasks in a radial arm maze in rats. Behavioural Brain Research 134, 139-148.

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. Physiology & Behavior 62, 485-490.

Herrenkohl, L.R., 1979. Prenatal stress reduces fertility and fecundity in female offspring. Science 206, 1097-1099.

Herrenkohl, L.R., Politch, J.A., 1978. Effects of the prenatal stress on the estrous cycle of female offspring as adults. Experientia 34.

Herron, M.E., Lord, L.K., Hill, L.N., Reisner, I.R., 2007. Effects of preadoption counseling for owners on house-training success among dogs acquired from shelters. Journal of the American Veterinary Medical Association 231, 558-562.

Hetts, S., Derrell Clark, J., Calpin, J.P., Arnold, C.E., Mateo, J.M., 1992. Influence of housing conditions on beagle behaviour. Applied Animal Behaviour Science 34, 137-155.

Hoffman, G., Blackshaw, J., Smith, A., 1995. Puppy tests : intercorrelations and test-retest reliability. 7th international conference of human-animal interractions at Geneva, sept 6-9, 1995.

Hosseini-Sharifabad, M., Hadinedoushan, H., 2007. Prenatal stress induces learning deficits and is associated with a decrease in granules and CA3 cell dendritic tree size in rat hippocampus. Anatomical Science International 82, 211-217.

Howell, D.C., 1998. Méthodes statistiques en sciences humaines. De Boeck Université.

Hubrecht, R.C., 1991. Behaviour of kennelled dogs. Applied Animal Behaviour Science 31, 294-383.

Hubrecht, R.C., 1993. A comparison of social and environmental enrichment methods for laboratory housed dogs. Applied Animal Behaviour Science 37, 345-361.

Hubrecht, R.C., Serpell, J.A., 1993. Influence of housing conditions on the behaviour and welfare of dogs. Applied Animal Behaviour Science 35, 293-361.

Hubrecht, R.C., Serpell, J.A., Poole, T.B., 1992. Correlates of pen size and housing conditions on the behaviour of kennelled dogs. Applied Animal Behaviour Science 34, 365-383.

Hughes, H.C., Campbell, S.A., Kenney, C., 1989. The effects of cage size and pair housing on exercise of beagle. Laboratory Animal Science 39, 302-305.

Janczak, A.M., Braastad, B.O., Bakken, M., 2006. Behavioural effects of embryonic exposure to corticosterone in chickens. Applied Animal Behaviour Science 96, 69-82.

Jones CA, R.K., Lippert AC, Nachreiner RF, Schacha MM, 1990. Changes in adrenal cortisol secretion as reflected in the urinary cortisol/creatinine ratio in dogs, Domestic Animal Endocrinology, 559-572.

Jones, R.B., Waddington, D., 1992. Modification of fear in domestic chicks, Gallus gallus domesticus, via regular handling and early environmental enrichment. Animal Behaviour. 43, 1021-1033.

Kapoor, A., Dunn, E., Kostaki, A., Andrews, M.H., Matthews, S.G., 2006. Fetal programming of hypothalamo-pituitary-adrenal function: prenatal stress and glucocorticoids. The Journal of Physiology 572, 31 - 44.

Kay, G., Tarcic, N., Poltyrev, T., Weinstock, M., 1998. Prenatal Stress Depresses Immune Function in Rats. Physiology & Behavior 63, 397-402.

Kemppainen, R., 1984. Evidence for episodic but non circadian activity in plasma concentrations of adrenocorticotrophin, cortisol and thyroxine in dogs. The Journal of Endocrinology, 219-226.

King, T., Hemsworth, P.H., Coleman, G.J., 2003. Fear of novel and startling stimuli in domestic dogs. Applied Animal Behaviour Science 82, 45-64.

Klein, S.L., Rager, D.R., 1995. Prenatal stress alters immune function in theoffspring of rats. Developmental Psychobiology 28, 321-336.

Kobelt, A.J., Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., Butler, K.L., 2003. Sources of sampling variation in saliva cortisol in dogs. Research in Veterinary Science 75, 157-161.

Kraenendonk, G., Hopster, H., van Eerdenburg, F., van Reenen, K., Fillerup, M., de Groot, J., Korte, M., Taverne, M., 2005. Evaluation of oral administration of cortisol as a model for prenatal stress in pregant sows. American Journal of Veterinary Research 66, 780-790.

Landsberg, G., Hunthausen, W., Ackerman, L., 1997. Behaviour problems of the dog and cat. Oxford.

Lansade, L., Bertrand, M., Bouissou, M-F., 2005. Effects of neonatal handling on subsequent manageability, reactivity and learning ability of foals. Applied Animal Behaviour Science 92, 143-158.

Lansade, L., Bouissou, M-F., Erhard, H.W., 2008. Reactivity to isolation and association with conspecifics: A temperament trait stable across time and situations. Applied Animal Behaviour Science 109, 355-373.

Lansade, L., Pichard, G., Leconte, M., 2008. Sensory sensitivities: Components of a horse's temperament dimension. Applied Animal Behaviour Science 114, 534-553.

Lawrence, A.B., Rushen, J., 1993. Stereotypic Animal Behaviour, Fundamentals and Applications to Welfare. CAB International, Trowbridge.

Lay, D.C., Jr., Kattesh, H.G., Cunnick, J.E., Daniels, M.J., McMunn, K.A., Toscano, M.J., Roberts, M.P., 2008. Prenatal stress effects on pig development and response to weaning. Journal of Animal Science. 86, 1316-1324.

Lehmann, J., Stöhr, T., Feldon, J., 2000. Long-term effects of prenatal stress experience and postnatal maternal separation on emotionality and attentional processes. Behavioural Brain Research 107, 133-144.

Levin, E.D., 1988. Psychopharmalogical effects in the radial-arm maze. Neuroscience and Behavioural Physiology 12, 169-175.

Ley, J., Coleman, G.J., Holmes, R., Hemsworth, P.H., 2007. Assessing fear of novel and startling stimuli in domestic dogs. Applied Animal Behaviour Science 104, 71-84.

Lindsay, S.R., 2001. Handbook of applied dog behaviour and training. Iowa State University Press.

Loveridge, G.G., 1998. Environmentally enriched dog housing. Applied Animal Behaviour Science 59, 101-113.

Maccari, S., Darnaudery, M., Morley-Fletcher, S., Zuena, A.R., Cinque, C., Van Reeth, O., 2003. Prenatal stress and long-term consequences: implications of glucocorticoid hormones. Neuroscience & Biobehavioral Reviews 27, 119-127.

Maccari, S., Piazza, P.V., Kabbaj, M., Barbazanges, A., Simon, H., Le Moal, M., 1995. Adoption reverses the long-term impairment in glucocorticoid feedback induced by prenatal stress. Journal of Neuroscience 15, 110-116.

Mairesse, J., Lesage, J., Breton, C., Breant, B., Hahn, T., Darnaudery, M., Dickson, S.L., Seckl, J., Blondeau, B., Vieau, D., Maccari, S., Viltart, O., 2007. Maternal stress alters endocrine function of the feto-placental unit in rats. American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism 292, 1526-1533.

Mairesse, J., Viltart, O., Salomé, N., Giuliani, A., Catalani, A., Casolini, P., Morley-Fletcher, S., Nicoletti, F., Maccari, S., 2007. Prenatal stress alters the negative correlation between neuronal activation in limbic regions and behavioral responses in rats exposed to high and low anxiogenic environments. Psychoneuroendocrinology 32, 765-776.

Malaspina, D., Corcoran, C., Kleinhaus, K.R., Perrin, M.C., Fennig, S., Nahon, D., Friedlander, Y., Harlap, S., 2008. Acute maternal stress in pregnancy and schizophrenia in offspring: A cohort prospective study. BMC Psychiatry 8, 71.

Manning, A., Dawkins, M.S., 1967. An introduction to animal behaviour. Edwards Arnold, 122-144.

Manteca, X., Deag, J.M., 1993. Individual Differences in Temperament of Domestic Animals: A Review of Methodology. Animal Welfare 2, 247-268.

Manteca, X., Deag, J.M., 1993. Use of physiological measures to assess individual differences in reactivity. Applied Animal Behaviour Science 37, 265-270.

Markowska, A.L., Long, J.M., Johnson, C.T., Olton, D.S., 1993. Variable-Interval Probe Test as a Tool for Repeated Measurements of Spatial Memory in the Water Maze. Behavioral Neuroscience 107, 627-632.

Maros, K., Pongrácz, P., Bárdos, G., Molnár, C., Faragó, T., Miklósi, Á., 2008. Dogs can discriminate barks from different situations. Applied Animal Behaviour Science 114, 159-167.

Meisel, R.L., Dohanich, G.P., Ward, I.L., 1979. Effects on prenatal stress on avoidanceacquisition, open-field performance and lordotic behavior in male rats. Physiology & Behavior 22, 527-530.

Mercier, S., Canini, F., Buguet, A., Cespuglio, R., Martin, S., Bourdon, L., 2003. Behavioural changes after an acute stress: stressor and test types influences. Behavioural Brain Research 139, 167-175.

Mertens, P., Unshelm, J., 1996. Effects of group and individual housing of kennelled dogs in animal shelters. Anthrozoös 9, 40-51.

Mills, D., Ledger, R., 2001. The effects of oral selegiline hydrochloride on learning and training in the dog: a psychobiological interpretation. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry 25, 1597-1613.

Moe, R.O., Bakken, M., 1996. Effect of repeated blood sampling on plasma concentrations of cortisol and testosterone and on leucocyte number in silver fox vixens (V. Vulpes). Acta Agric ola Scandinavia Sect. A, Animal Science 46, 111-116.

Molnár, C., Pongrácz, P., Dóka, A., Miklósi, Á., 2006. Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? Behavioural Processes 73, 76-83.

Monheit, A.G., Stone, M.L., Abitbol, M.M., 1988. Fetal heart rate and transcutaneous monitoring during experimentally induced hypoxia in the fetal dog. Pediatric Research 23, 548-552.

Morishima, H.O., Pedersen, H., Finster, M., 1978. The influence of maternal psychological stress on the fetus. American Journal of Obstetrics and Gynecology 131, 286-290.

Murphree, O., Dykman, R., 1965. litter patterns in the offspring of nervous and stable dogs. I : Behavioral tests. Journal of Nervous Mental Disease 111, 321-332.

Myers, R.E., 1975. Maternal Psychological stress and fetal asphyxia : a study in the monkeys. American Journal of Obstetrics and Gynecology 122, 47-59.

Neidhart, L., Boyd, R., 2002. Companion animal adoption study. Journal of Applied Animal Welfare Science 5, 175-192.

Netto, W.J., Planta, D.J.U., 1997. Behavioural testing for aggression in the domestic dog. Applied Animal Behaviour Science 52, 243-263.

Nicole M. Talge, C.N.V.G., 2007. Antenatal maternal stress and long-term effects on child neurodevelopment: how and why? Journal of Child Psychology and Psychiatry 48, 245-261.

O'Connor, T.G., Heron, J., Golding, J., Beveridge M., Glover, V., 2002. maternal antenatal anxiety and children's behavioural/emotional problems at 4 years. British Journal of Psychiatry. 180, 502-508.

Ödberg, F., 1978. A study of the hearing ability of horses. Equine Veterinary Journal 10, 82-84.

Ohl, F., 1996. Ontogeny of vocalizations in domestic dogs, breed standard-poodle (canis lupus, f familiaris) . Zool. Beitr. 37, 199-215.

Osadchuk, L.V., Braastad, B.O., Hovland, A.L., Bakken, M., 2001. Handling during Pregnancy in the Blue Fox (Alopex lagopus): The Influence on the Fetal Pituitary-Adrenal Axis. General and Comparative Endocrinology 123, 100-110.

Osadchuka, L.V., Braastad, B.O., Huhtaniemi, I., Bakken, M., 2000. Alterations of the pituitary-gonadal axis in the neonatal blue fox (Alopex lagopus) exposed to prenatal handling stress. Reproduction Fertility and Development 12, 119-126.

Otten, W., Kanitz, E., Tuchscherer, M., 2000. Prenatal stress in pigs : effects on growth, physiological stress reactions and immune function. Arch Tierz Dummerstorf 43, 159-164.

Overall, K.L., 1997. Clinical behavioral medicine of small animals. Mosby Book., Saint Louis.

Pallarés, M.E., Scacchi Bernasconi, P.A., Feleder, C., Cutrera, R.A., 2007. Effects of prenatal stress on motor performance and anxiety behavior in Swiss mice. Physiology & Behavior 92, 951-956.

Pearce, J.M., 2008. Animal learning & cognition. Psychology Press, Hove, New York.

Pearce, J.M., Hall, G., 1980. A model for pavlovian learning : variations in the effectiveness of conditioned but not inconditioned srtimuli. Psychology Review 87, 532-552.

Peters, D., 1989. Effects of maternal stress during different gestational periods on the serotoninergic system in adult rat offspring. Pharmacology Biochemistry and Behaviour 31, 839-843.

Peters, D., 1990. Maternal stress increases fetal brain and neonatal cerebral cortex 5-hydroxytriptamine synthesis in rats : a possible mechanism by wich stress influences brain development. Pharmacology Biochemistry and Behaviour 35, 943-947

Petherick, J.C., Rushen, J., 1997. Behavioural restriction, In: M, A., B, H. (Eds.), Animal Welfare, CABI Publishing, pp. 89-105.

Phillips, D.I., 2007. Programming of the stress response: a fundamental mechanism underlying the long-term effects of the fetal environment? Journal of Internal Medicine 261, 453 - 460.

Politch, J.A., Herrenkohl, L.R., 1979. Prenatal stress reduces maternal aggression by mice offspring. Physiology & Behaviour 23, 415-418.

Poucet, B., Benhamou, S., 1997. The neuropsychology of spatial cognition in the rat. Crtitical Reviews in Neurobiology 11, 101-120.

Powrozek, T.A., Zhou, F.C., 2005. Effects of prenatal alcohol exposure on the development of the vibrissal somatosensory cortical barrel network. Developmental Brain Research 155, 135-146.

Range, F., Huber, L., 2007. Attention in common marmosets : implications for social-learning experiments. Animal Behaviour 73, 1033-1041.

Rangon, C.-M., Fortes, S., Lelievre, V., Leroux, P., Plaisant, F., Joubert, C., Lanfumey, L., Cohen-Salmon, C., Gressens, P., 2007. Chronic Mild Stress during Gestation Worsens Neonatal Brain Lesions in Mice. Journal of Neuroscience 27, 7532-7540.

Rauscher, F.H., Robinson, K.D., Jens, J.J., 1998. Improved maze learning through early music exposure in rats. Neurological Research 20, 427-431.

Reid, P.J., 1996. Excel-erated learning explaining how to dog learn and how best to teach them. James & Kenneth Publishers.

Rimondini, R., Ågren, G., Börjesson, S., Sommer, W., Heilig, M., 2003. Persistent behavioral and autonomic supersensitivity to stress following prenatal stress exposure in rats. Behavioural Brain Research 140, 75-80.

Rooney, N.J., Gaines, S.A., Bradshaw, J.W.S., Penman, S., 2007. Validation of a method for assessing the ability of trainee specialist search dogs. Applied Animal Behaviour Science 103, 90-104.

Roussel, S., Hemsworth, P.H., Boissy, A., Duvaux-Ponter, C., 2004. Effects of repeated stress during pregnancy in ewes on the behavioural and physiological responses to stressful events and birth weight of their offspring. Applied Animal Behaviour Science 85, 259-276.

Sachser, N., Kaiser, S., 1996. Prenatal social stress masculinizes the females' behaviour in guinea pigs. Physiology & Behavior 60, 589-594.

Salum, C., Roque-da-Silva, A.C., Morato, S., 2003. Conflict as a determinant of rat behavior in three types of elevated plus-maze. Behavioural Processes 63, 87-93.

Schenk, F., Contant, B., Werffeli, P., 1990. Intrahippocampal cholinergic grafts in aged rats compensate impairments in a radial maze and in a place learning task. Experimental Brain Research 82, 641-650.

Schilder, M.B., 1992. Stress and welfare and its parameters in dogs. Tijdschrift voor diergeneeskunde 117, 53S-54S.

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). Applied Animal Behaviour Science 114, 182-195.

Schneider, M.L., 1992. The effect of mild stress during pregnancy on birthweight and neuromotor maturation in rhesus monkey infants (Macaca mulatta). Infant Behavior and Development 15, 389-403.

Schneider, M.L., Clarke, A.S., Kraemer, G.W., Roughton, E.C., Lubach, G.R., Rimm-Kaufman, S., Schmidt, D., Ebert, M., 1998. Prenatal stress alters brain biogenic amine levels in primates. Development and Psychopathology 10, 427-440.

Schneider, M.L., Coe, C.L., 1993. Repeated social stress during pregnancy impairs neuromotor development of the primate infant. Development and Behavioral Pediatrics 14, 81-87.

Schneider, M.L., Roughton, E.C., Koehler, A.J., Lubach, G.R., 1999. Growth and Development Following Prenatal Stress Exposure in Primates: An Examination of Ontogenetic Vulnerability. Child Development 70, 263-274.

Schuetze, P., Eiden, R.D., Coles, C.D., 2007. Prenatal cocaine and other substance exposure: Effects on infant autonomic regulation at 7 months of age. Developmental Psychobiology 49, 276-289.

Scott, J.P., Fuller, J.L., 1965. Dog Behavior : the genetic basis. University of Chicago press, Chicago and London.

Serpell, J.A., 1996. Evidence for an association between pet behavior and owner attachment levels. Applied Animal Behaviour Science 47, 49-60.

Sherman, B.L., Mills, D.S., 2008. Canine Anxieties and Phobias: An Update on Separation Anxiety and Noise Aversions. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 38, 1081-1106.

Silk, J., Short, J., Roberts, J., Kusnitz, J., 1993. Gestation length in rhesus macaques (Macaca mulatta). International Journal of Primatology 14, 95-104.

Simpson, B.S., 1997. Canine communication. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 27, 445-465.

Slamberová, R., Pometlová, M., Charousová, P., 2006. Postnatal development of rat pups is altered by prenatal methamphetamine exposure. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry 30, 82-88.

Smith, B., Wills, G., Naylor, D., 1981. The effects of prenatal stress on rats offsprings'learning ability. Journal of Psychology 107, 45-51.

Spangenberg, E.M.F., Bjorklund, L., Dahlborn, K., 2006. Outdoor housing of laboratory dogs: Effects on activity, behaviour and physiology. Applied Animal Behaviour Science 98, 260-276.

Stephen, J.M., Ledger, R.A., 2006. A longitudinal evaluation of urinary cortisol in kennelled dogs, Canis familiaris. Physiology & Behavior 87, 911-916.

Sternberg, W.F., Ridgway, C.G., 2003. Effects of gestational stress and neonatal handling on pain, analgesia, and stress behavior of adult mice. Physiology & Behavior 78, 375-383.

Stöhr, T., Schulte Wermeling, D., Szuran, T., Pliska, V., Domeney, A., Welzl, H., Weiner, I., Feldon, J., 1998. Differential effects of prenatal stress in two inbred strains of rats. Pharmacology Biochemistry and Behaviour 59, 799-805.

Suchecki, D., Neto, J.P., 1991. Prenatal stress and emotional response of adult offspring. Physiology & Behavior 49, 423-426.

Sullivan, R., Wilson, D.A., Feldon, J., Yee, B.K., Richter-Levin, G., Avi, A., Michael, T., Gruss, M., Bock, J., Helmeke, C., Braun, K., 2006. Impact of early life experiences on brain and behavioral development. Developmental Psychobiology 10.2002, 583-602.

Takahashi, L.K., Baker, E.W., Kalin, N.H., 1990. Ontogeny of behavioral and hormonal responses to stress in prenatally stressed male rat pups. Physiology & Behavior 47, 357-364.

Takahashi, L.K., Haglin, C., Kalin, N.H., 1992. Prenatal stress potentiates stress-induced behavior and reduces the propensity to play in juvenile rats. Physiology & Behavior 51, 319-323.

Takahashi, L.K., Kalin, N.H., Barksdale, C., Vanden Burgdt, J., 1988. Stressor controllability during pregnancy influences pituitary-adrenal hormone concentrations and analgesic responsiveness in offspring. Physiology & Behavior 42, 323-329.

Taylor, K., Mills, D., 2007. The effect of the kennel environment on canine welfare: a critical review of experimental studies. Animal Welfare 16, 435-447.

Thinès, G., Lempereur, A., 1975. Dictionnaire géneral des sciences humaines: sous la direction de Éditions universitaires.

Timberlake, W., 2002. Niche-related learning in laboratory paradigms: the case of maze behavior in Norway rats. Behavioural Brain Research 134, 355-374.

Tipton, C., Carey, R., WC, E., Erickson, H., 1974. A submaximal test for dogs: evaluation of effect of training, detraining, and cage confinement. Journal of Applied Physiology 37, 271-275.

Tu, M.T., Grunau, R.E., Petrie-Thomas, J., Haley, D.W., Weinberg, J., Whitfield, M.F., 2007. Maternal stress and behavior modulate relationships between neonatal stress, attention, and basal cortisol at 8 months in preterm infants. Developmental Psychobiology 49, 150-164.

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. Journal of Comparative Psychology 110, 103-108.

Vallee, M., Maccari, S., Dellu, F., Simon, H., Le Moal, M., Mayo, W., 1999. Long-term effects of prenatal stress and postnatal handling on age-related

glucocorticoid secretion and cognitive performance: a longitudinal study in the rat. European Journal of Neuroscience 11, 2906-2916.

Vallée, M., Mayo, W., Dellu, F., Le Moal, M., Simon, H., Maccari, S., 1997. Prenatal stress induces high anxiety and postnatal handling induces low anxiety in adult offspring : correlation with stress-induced corticosterone secretion. Journal of Neuroscience 17, 2626-2636.

Vallée, M., Mayo, W., Maccari, S., Le Moal, M., Simon, H., 1996. Long-term effects of prenatal stress and handling on metabolic parameters: relationship to corticosterone secretion response. Brain Research 712, 287-292.

Vandenheede, M., Bouissou, M.F., 1998. Effects of an enriched environment on subsequent fear reactions of lambs and ewes. Developmental Psychobiology 33, 33-45.

Veissier I, B.A., Capdeville J & Sarignac C, 2000. Le bien-être des animaux d'élevage : comment peut-on le définir et l'évaluer ? Le Point Vétérinaire 31, 117-124.

Velazquez-Moctezuma, J., Salazar, E.D., Cruz Rueda, M.L., 1993. The effect of prenatal stress on adult sexual behavior in rats depends on the nature of the stressor. Physiology & Behavior 53, 443-448.

Vincke, G., De Hertoghe, B., Depiereux, E., 2006. Pratique des biostatistiques www. fundp.ac.be/biostats, FUNDP.

Wadhwa, P.D., 2005. Psychoneuroendocrine processes in human pregnancy influence fetal development and health. Psychoneuroendocrinology 30, 724 - 743.

Wadhwa, P.D., Sandman, P.A., Porto, M., Dunkel-Schetter, C., Garite, T.J., 1993. The association between prenatal stress and infant birth weight and gestational age of birth : a prospective investigation. American Journal of Obstetrics and Gynecology 169, 858-865.

Wakshlak, A., Weinstock, M., 1990. Neonatal handling reverses behavioral abnormalities induced in rats by prenatal stress. Physiology & Behavior 48, 289-292.

Ward, I.L., Stehm, K.E., 1991. Prenatal stress feminizes juvenile play patterns in male rats. Physiology & Behavior 50, 601-605.

Ward, I.L., Ward, O.B., Winn, R.J., Bielawski, D., 1994. Male and female sexual behavior potential of male rats prenatally exposed to the influence of alcohol, stress, or both factors. Behavioural Neuroscience 108, 1188-1195.

Ward, I.L., Ward, O.B., Winn, R.J., Bielawski, D., 1994. Male and female sexual behavior potential of male rats prenatally exposed to the influence of alcohol, stress, or both factors. Behavioural Neuroscience 108, 1188-1195.

Webster, 1994. Animal Welfare ; a cool eye towards eden.

Weinstock, M., 1997. Does Prenatal Stress Impair Coping and Regulation of Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis? Neuroscience and Biobehavioral Reviews 21, 1-10.

Weinstock, M., 2001. Alterations induced by gestational stress in brain morphology and behaviour of the offspring. Progress in Neurobiology 65, 427-451.

Weinstock, M., 2005. The potential influence of maternal stress hormones on development and mental health of the offspring. Brain, Behavior and Immunity 19, 296 - 308.

Weinstock, M., 2008. The long-term behavioural consequences of prenatal stress. Neuroscience & Biobehavioral Reviews 32, 1073-1086.

Weinstock, M., Matlina, E., Maor, G.I., Rosen, H., McEwen, B.S., 1992. Prenatal stress selectively alters the reactivity of the hypothalamic-pituitary adrenal system in the female rat. Brain Research 595, 195-200.

Wells, D., Hepper, P., 1998. A note on the influence of visual conspecific contact on the behaviour of sheltered dogs. Applied Animal Behaviour Science 60, 83-88.

Wells, D.L., 2004. A review of environmental enrichment for kennelled dogs, Canis familiaris. Applied Animal Behaviour Science 85, 307-317.

Wells, D.L., Graham, L., Hepper, P.G., 2002. The influence of auditory stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. Animal Welfare 11, 385-393.

Wells, D.L., Hepper, P.G., 1999. Male and female dogs respond differently to men and women. Applied Animal Behaviour Science 61, 341-349.

Wells, D.L., Hepper, P.G., 2000. The influence of environmental change on the behaviour of sheltered dogs. Applied Animal Behaviour Science 68, 151-162.

Wells, D.L., Hepper, P.G., 2000. Prevalence of behaviour problems reported by owners of dogs purchased from an animal rescue shelter. Applied Animal Behaviour Science 69, 55-65.

Wilsson, E., Sundgren, P.-E., 1997. The use of a behaviour test for selection of dogs for service and breeding. II. Heritability for tested parameters and effect of selection based on service dog characteristics. Applied Animal Behaviour Science 54, 235-241.

Wilsson, E., Sundgren, P.-E., 1998. Behaviour test for eight-week old puppies--heritabilities of tested behaviour traits and its correspondence to later behaviour. Applied Animal Behaviour Science 58, 151-162.

Wu, J., Song, T.-B., Li, Y.-J., He, K.-S., Ge, L., Wang, L.-R., 2007. Prenatal restraint stress impairs learning and memory and hippocampal PKCbeta1 expression and translocation in offspring rats. Brain Research 1141, 205-213.

Yeon, S.C., 2007. The vocal communication of canines. Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research 2, 141-144.