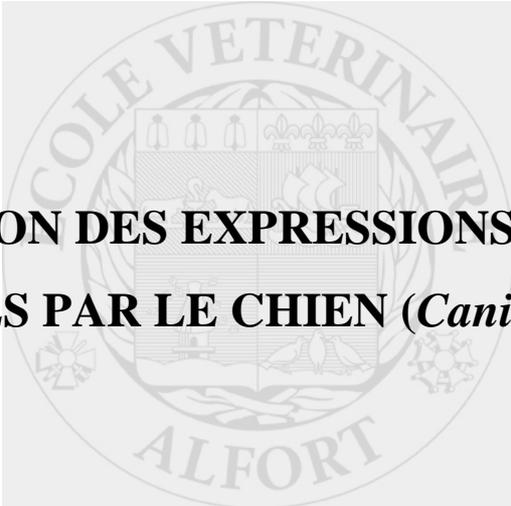


Année 2009



**PERCEPTION DES EXPRESSIONS FACIALES
HUMAINES PAR LE CHIEN (*Canis familiaris*)**

THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

Le

par

Antoine DOLL

Né le 6 mars 1982 à Versailles (Yvelines)

JURY

Président : M.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directeur : M. Bertrand L. DEPUTTE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Assesseur : M. Stéphane BLOT

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur MIALOT Jean-Paul

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard

Professeurs honoraires: MM. BRUGERE Henri, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CLERC Bernard, LE BARS Henri, MILHAUD Guy, ROZIER Jacques,

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : Mme COMBRISON Hélène, Professeur - Adjoint : Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences

<p>- UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur M. DEGUEURCE Christophe, Professeur Mme ROBERT Céline, Maître de conférences M. CHATEAU Henry, Maître de conférences*</p> <p>- UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE, MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur M. FREYBURGER Ludovic, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE Mme COMBRISON Hélène, Professeur* M. TIRET Laurent, Maître de conférences Mme STORCK-PILOT Fanny, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur M. TISSIER Renaud, Maître de conférences* M. PERROT Sébastien, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : ETHOLOGIE M. DEPUTTE Bertrand, Professeur</p> <p>- DISCIPLINE : ANGLAIS Mme CONAN Muriel, Professeur certifié</p>	<p>- UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE M. CRESPEAU François, Professeur M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur * Mme BERNEX Florence, Maître de conférences Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE VIROLOGIE M. ELOIT Marc, Professeur * Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES M. MOUTHON Gilbert, Professeur</p> <p>- UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur Mme ABITBOL Marie, Maître de conférences*</p> <p>- UNITE DE BIOCHIMIE M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences* M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE M. PHILIPS, Professeur certifié</p>
---	--

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. POLACK Bruno, Maître de conférences - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Maître de conférences

<p>- UNITE DE MEDECINE M. POUHELON Jean-Louis, Professeur* Mme CHETBOUL Valérie, Professeur M. BLOT Stéphane, Maître de conférences M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Mme MAUREY Christelle, Maître de conférences Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences contractuel</p> <p>- UNITE DE CLINIQUE EQUINE M. DENOIX Jean-Marie, Professeur M. AUDIGIE Fabrice, Maître de conférences* Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel Mme PRADIER Sophie, Maître de conférences contractuel</p> <p>- UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, Professeur (rattachée au DPASP) M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences* M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP) M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP) Mme DEGUILLAUME Laure, Maître de conférences contractuel (rattaché au DPASP)</p> <p>- DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS Mme Françoise ROUX, Maître de conférences contractuel</p>	<p>- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE M. FAYOLLE Pascal, Professeur * M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. NIEBAUER Gert, Professeur contractuel Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences Mme RAVARY-PLUMIOEN Bérandère, Maître de conférences (rattachée au DPASP)</p> <p>M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences contractuel M. JARDEL Nicolas, Maître de conférences contractuel</p> <p>- UNITE D'IMAGERIE MEDICALE Mme BEGON Dominique, Professeur* Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier</p> <p>- DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE Mme CHAHORY Sabine, Maître de conférences</p> <p>- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES M. CHERMETTE René, Professeur * M. POLACK Bruno, Maître de conférences M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARIIGNAC Geneviève, Maître de conférences Mme HALOS Lénaïg, Maître de conférences M. HUBERT Blaise, Praticien hospitalier</p> <p>- UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT M. GRANDJEAN Dominique, Professeur * Mme YAGUIYAN-COLLIARD Laurence, Maître de conférences contractuel</p> <p>- DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION M. PARAGON Bernard, Professeur</p>
--	--

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences - Adjoint : Mme DUFOR Barbara, Maître de conférences

<p>- UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES M. BENET Jean-Jacques, Professeur* Mme HADDAD/ HOANG-XUAN Nadia, Maître de conférences Mme DUFOR Barbara, Maître de conférences</p> <p>- UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences</p> <p>- DISCIPLINE : BIostatISTIQUES M. SANAA Moez, Maître de conférences</p>	<p>- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE M. COURREAU Jean-François, Professeur M. BOSSE Philippe, Professeur Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences M. ARNE Pascal, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Maître de conférences*</p> <p>- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur (rattachée au DSBP) M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences M. ADJOU Karim, Maître de conférences*</p>
---	---

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la Faculté de Médecine de Créteil

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de thèse.

Hommage respectueux

A Monsieur le Professeur Bertrand DEPUTTE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
qui m'a fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse.
Pour son aide, sa participation, sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail.

Hommage respectueux

A Monsieur le Docteur Stéphane BLOT

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
qui m'a fait l'honneur de prendre part à ce jury.
Pour l'attention qu'il a bien voulu apporter à la correction de ce travail.

Hommage respectueux

A Madame le Professeur Hélène COMBRISON

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour nous avoir prêté une partie du matériel nécessaire à la réalisation de cette étude.

Hommage respectueux

A Mlle Mélissa PELISSIER

Etudiante en biologie à l'université de Rennes 1,
stagiaire dans le service d'éthologie de l'E.N.V.A.,
qui a participé avec dynamisme et enthousiasme à la réalisation de cette étude.

Sincères remerciements

A tous les propriétaires qui ont bien voulu me confier leur chien et consacrer un peu de leur temps pour ces expérimentations.

Sincères remerciements

A mes parents et à ma sœur

Merci pour l'amour, la confiance, les encouragements et toutes les innombrables choses qu'ils m'ont apportés tout au long de mes études et de ce projet.

A toute ma famille

Merci pour le soutien qu'elle m'a apporté et pour l'intérêt qu'elle a eu pour ce travail.

A mes amis

Merci pour l'intérêt qu'ils ont consacré à ma thèse, les conseils qu'ils ont pu me prodiguer et tous les bons moments que nous avons partagés ensemble.

A ma chienne Thalia

Merci pour tout ce que tu apportes à notre famille depuis que nous t'avons recueillie.

PERCEPTION DES EXPRESSIONS FACIALES HUMAINES PAR LE CHIEN (*Canis familiaris*)

NOM et Prénom : DOLL Antoine

Résumé : En 1872, Darwin a étudié l'expression des émotions chez l'homme et les animaux. La façon dont les émotions sont exprimées est spécifique à chaque espèce. Les interactions homme-chien sont uniques car elles sont à l'origine d'une relation interspécifique durable. Durant ces interactions, l'homme et le chien doivent décrypter les expressions et les émotions d'une espèce étrangère. De plus, la plupart des interactions sont multimodales impliquant plusieurs signaux simultanés via des canaux compatibles – visuels et acoustiques, notamment. Notre étude porte sur la capacité du chien à comprendre les expressions faciales humaines en l'absence d'autres indices. Un échantillon de 147 chiens (110 adultes et 37 immatures), de diverses races a été utilisé dans cette étude. Les expérimentateurs ont soumis chaque chien à deux séries aléatoires composées de 4 expressions faciales humaines (colère, dégoût, joie, peur), statiques et sans aucun autre indice. Chaque présentation d'une expression faciale a été précédée de celle d'un visage neutre de contrôle. Chaque présentation a duré environ 5 secondes. Nos résultats montrent que tous les chiens ont plus réagi aux expressions faciales qu'aux visages neutres. Seuls les chiens adultes réagissent significativement plus à la colère et à la joie qu'aux autres expressions. Les chiens adultes réagissent de façon adaptative à la colère par de l'évitement et à la peur par de l'approche. Nos résultats suggèrent qu'une exposition prolongée aux émotions humaines est nécessaire au chien pour qu'il soit capable de réagir de façon adaptée à au moins l'une des expressions importantes de l'homme, la colère. Cette capacité a été démontrée en l'absence de tous autres indices émotionnels qu'ils soient posturaux, verbaux ou vocaux.

Mots clés : RELATION HOMME ANIMAL, COMMUNICATION, COMMUNICATION VISUELLE, PERCEPTION, EMOTIONS, INTERACTION INTERSPECIFIQUE, HOMME, ANIMAL DE COMPAGNIE, CARNIVORE, CHIEN, DEVELOPPEMENT.

Jury : Président : Pr.

Directeur : Pr. B.L. Deputte

Assesseur : Dr. S. Blot

Adresse de l'auteur :

1 bis chemin du belvédère
78000 Versailles

PERCEPTION OF HUMAN FACIAL EXPRESSIONS BY THE DOG (*Canis familiaris*)

SURNAME: DOLL Antoine

Summary: In 1872 Darwin explored the expressions of emotions in man and animals. The way emotions are displayed is species-specific. Human-dog interactions are unique as they lead to long-term interspecific relationships. During interactions humans and dogs have to decode expressions of emotions of an alien species. In addition most interactions are multimodal involving simultaneous signals through different compatible channels –visual and acoustical. Our study addresses the issue of the ability of dogs to understand human facial expressions in absence of other cues. A sample of 147 small-sized pet dogs (110 adult and 37 immature) from various breeds was used in that study. The experimenter displayed himself twice in a random order to each dog, 4 basic still facial expressions [anger, joy, disgust, fear] in absence of other cues. Each facial expression presentation is preceded by a control neutral face. Each presentation lasted around 5 sec. Our results show that all dog subjects react more to still facial expressions than to neutral faces. Only adult dogs react significantly more to anger and joy faces than to other facial expressions. Adult dogs react adaptively by avoiding human angry faces and by approaching human afraid faces. Our results suggest that only an extended exposure to human's moods is necessary to dogs to be able to react adaptively to at least one important human expression, anger. This ability is demonstrated with expressive still human faces in absence of any other emotional cues, postural, verbal or vocal.

Key words: HUMAN-ANIMAL RELATIONSHIP, COMMUNICATION, VISUAL COMMUNICATION, PERCEPTION, EMOTIONS, INTERSPECIFIC INTERACTION, HUMAN, PET, CARNIVORE, DOG, DEVELOPMENT.

Jury:

President: Pr.
Director: Pr. B.L. Deputte
Assessor: Dr. S. Blot

Author's address:

1 bis chemin du belvédère
78000 Versailles

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	p3
INTRODUCTION.....	p5
I. SUJETS, MATERIEL ET METHODE.....	p11
A. Résultats.....	p11
B. Matériel.....	p13
C. Expressions stimuli.....	p16
D. Protocole expérimental.....	p25
E. Acquisition des données et définition des variables.....	p27
F. Traitement des données et tests statistiques.....	p29
II. RESULTATS.....	p35
A. Réactivité des chiens aux expressions faciales humaines.....	p35
1/ Pour l'ensemble des sujets.....	p35
2/ Comparaison de la réactivité des adultes et des immatures.....	p37
3/ Réactivité des chiens, adultes et immatures, en fonction des différentes expressions faciales humaines présentées.....	p35
B. Nature de la réaction des chiens, adultes et immatures, en fonction de l'expression faciale.....	p38
1/ Colère.....	p38
a) Adultes.....	p38
b) Immatures.....	p38
2/ Dégoût.....	p39
a) Adultes.....	p39
b) Immatures.....	p39
3/ Joie.....	p40
a) Adultes.....	p40
b) Immatures.....	p41
4/ Peur.....	p41
a) Adultes.....	p41
b) Immatures.....	p42

C. Analyse fine des modifications comportementales en fonction des expressions faciales présentées aux chiens adultes	p43
1/ Analyse des comportements de la catégorie « évitement » lors de la présentation de la colère	p43
2/ Analyse des comportements de la catégorie « approche » lors de la présentation de la peur.....	p44
D. Analyse de l'effet de certains facteurs sur les réactions des sujets en fonction de leur nature : sexe et interaction âge-sexe des sujets, genre et interaction genre-expression faciales de l'expérimentateur	p46
1/ Influence du sexe du sujet	p46
2/ Influence du genre de l'expérimentateur.....	p47
E. Présentation synthétique des résultats	p48
III. DISCUSSION.....	p51
CONCLUSION.....	p55
BIBLIOGRAPHIE	p57

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photos du dispositif expérimental.....	p14
Figure 2 : Plan schématique du dispositif expérimental	p15
Figure 3 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale de la colère (d'après Chevrel <i>et al.</i> , 1997).....	p20
Figure 4 : Visages des expérimentateurs exprimant la colère.....	p20
Figure 5 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale du dégoût (d'après Chevrel <i>et al.</i> , 1997).....	p21
Figure 6 : Visages des expérimentateurs exprimant le dégoût.....	p21
Figure 7 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale de la joie (d'après Chevrel <i>et al.</i> , 1997).....	p22
Figure 8 : Visages des expérimentateurs exprimant la joie.....	p22
Figure 9 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale de la peur (d'après Chevrel <i>et al.</i> , 1997).....	p23
Figure 10 : Visages des expérimentateurs exprimant la peur.....	p23
Figure 11 : Visages des expérimentateurs neutres	p24
Figure 12 : Schématisation de la procédure expérimentale.....	p26
Figure 13: Comparaison de la réactivité des chiens aux expressions faciales humaines et aux visages neutres.....	p35
Figure 14 : Réactivité comparée des adultes et des immatures confrontés aux expressions faciales.....	p36
Figure 15 : Influence de l'âge des sujets sur les réactions émotionnelles.....	p37
Figure 16 : Réactivité des chiens à chacune des expressions faciales humaines présentées .	p37
Figure 17 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humaine exprimant la colère	p38
Figure 18 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humaine exprimant la colère	p39

Figure 19 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humaine exprimant le dégoût	p39
Figure 20 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humaine exprimant le dégoût	p40
Figure 21 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humaine exprimant la joie	p40
Figure 22 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humaine exprimant la joie.....	p41
Figure 23 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humaine exprimant la peur	p42
Figure 24 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humaine exprimant la peur.....	p42
Figure 25 : Comportements d'évitement manifestés lors de la présentation de l'expression faciale de la colère chez les sujets adultes.....	p43
Figure 26 : Comportements d'approche manifestés lors de la présentation l'expression faciale de la peur aux sujets adultes	p44
Figure 27 : Influence du sexe des sujets sur leurs réactions.....	p46
Figure 28 : Influence du genre de l'expérimentateur sur les réactions des chiens	p48
Figure 29 : Relations entre catégories comportementales et différents facteurs.....	p49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Races et effectifs des individus adultes et immatures	p12
Tableau 2: Récapitulatif des FACS intervenant dans la réalisation des expressions faciales utilisées au cours de l'expérience.....	p18
Tableau 3 : Nombre de FACS partagés par les couples d'expressions faciales.....	p19
Tableau 4 : Répertoire comportemental utilisé pour l'acquisition des données	p28
Tableau 5 : Exemple de transformations successives des données brutes	p32
Tableau 6 : Influence du sexe de l'animal sur la nature de la réaction du sujet.....	p47

INTRODUCTION

La communication est un processus inhérent à toutes les interactions entre des animaux qu'ils appartiennent ou non à des espèces sociales. Chez les espèces non sociales, elle intervient dans les comportements de « cour » lors des périodes de reproduction où elle doit assurer une reproduction intraspécifique. Chez les espèces sociales qui par définition vivent en groupe, la communication est omniprésente ; elle intervient tout au long des différents moments de la vie, durant chacune des activités pratiquées (reproduction, élevage des jeunes, jeu, chasse, déplacements, fourragement, ...) et est indispensable à la cohésion sociale (Altmann, 1967).

La communication est depuis longtemps un important et complexe sujet d'étude dans de nombreux domaines scientifiques ; éthologie, sociobiologie, psychologie cognitive, linguistique, ... Et chaque discipline a formulé sa propre définition de la communication. Il n'existe donc pas une seule et unique façon de définir la communication. Cependant dans chacune de ces diverses définitions, revient toujours la notion de transfert d'informations d'un émetteur à un récepteur via un canal de communication et ayant comme conséquence de provoquer une modification du comportement du récepteur (Shannon & Weaver, 1949). Ce transfert d'information se fait au moyen de signaux. Au cours de l'évolution, pour chaque espèce animale, les signaux ont émergé à partir d'éléments informatifs de leur comportement que Hauser (1997) appelle des « non-signaux ». Pour être efficace, le signal doit être transmis clairement et distinctement. Il va donc dépendre de l'équipement sensoriel de l'animal et des caractéristiques de transmission du milieu. Il doit également être émis de manière semblable, sinon identique, d'un individu à l'autre. Un des moyens de garantir l'univocité du signal a été assuré par une perte de variabilité et un changement de la fonction de départ de ces éléments informatifs appartenant à leur comportement. Ce processus a été initialement décrit par Julian Huxley et nommé « ritualisation » par Tinbergen (Tinbergen, 1952).

Chez les mammifères, la communication utilise de nombreuses modalités sensorielles. En effet, les transferts d'informations peuvent s'effectuer par des signaux visuels, auditifs, tactiles ou olfactifs. Les échanges d'informations se font la plupart du temps via plusieurs canaux. Par exemple, chez l'homme, le langage humain est essentiellement bimodal

(Schwartz *et al.*, 2004) ; lors d'un dialogue, la voix (signal sonore) n'est pas le seul moyen de communication employé ; les mimiques faciales, gestes et postures (signaux visuels) qui l'accompagnent sont tout autant d'informations envoyées de manière plus ou moins consciente et contrôlée par l'émetteur et qui renseignent le récepteur sur son état émotionnel et intentionnel.

La communication chez l'homme repose sur l'expression des émotions. Celle-ci a été depuis longtemps étudiée, mais c'est Charles Darwin qui, avec son œuvre « L'expression des émotions chez l'homme et les animaux » en 1872, va être le premier à en réaliser une étude approfondie. Ses travaux, s'inscrivant dans sa théorie de l'évolution, s'appuient sur des observations faites à travers le monde sur de nombreux peuples. Ils seront les premiers à démontrer le caractère universel et communicatif des expressions des émotions. Ekman (1972) a défini une liste de six émotions fondamentales (joie, peur, dégoût, colère, surprise et tristesse) et de plus d'une vingtaine d'émotions secondaires. Celles-ci sont des mélanges des émotions de bases. Par exemple la honte serait une émotion mixte composée de colère et de peur. Chaque émotion est exprimée par une expression faciale spécifique. De part leur intime lien avec les émotions, les expressions faciales ont une place importante dans la communication humaine. Ekman, a ainsi déclaré « l'expression faciale est le pivot de la communication entre hommes » (in Rimé et Scherer, 1989). L'étude de Darwin (1872) s'appuie notamment sur les travaux de Duchenne de Boulogne « Mécanisme de la physionomie humaine ». Ce médecin, qui fut le premier à individualiser chacun des muscles de la face, a étudié, grâce à la stimulation électrique, le rôle de ces différents muscles dans la réalisation des expressions faciales. La musculature du visage humain est complexe. Elle comporte 23 muscles différents ce qui lui confère une grande plasticité aux expressions faciales qu'elle sous-tend. Ekman et Friesen ont défini, en 1978, 46 unités d'action dans leur Facial Action Coding System (FACS), outil de description permettant l'étude des expressions faciales sur la base des muscles impliqués (Ekman *et al.*, 2002). Chaque unité d'action correspond à la contraction et/ou à la décontraction d'un ou de plusieurs muscles provoquant le mouvement d'une partie donnée du visage. Chaque expression faciale correspond à la combinaison de plusieurs unités d'action.

Par ailleurs, l'homme accorde, dès le plus jeune âge, un grand intérêt au stimulus que représente le visage dans son environnement. Fantz (1963) a démontré que les nouveaux nés de 5 jours regardent plus longtemps les visages que les autres stimuli visuels. En 1975,

l'équipe de Goren (Goren *et al.*, 1975) a démontré que cela était vrai pour le nourrisson âgé de 9 minutes. Une étude a permis de montrer que quelques minutes après la naissance, le nouveau né manifeste une attention plus soutenue pour les stimuli visuels ayant la configuration d'un visage que pour les autres stimuli présents dans son environnement (Johnson *et al.*, 1991). Certains scientifiques pensent que n'importe quel stimulus présentant plus d'éléments dans sa partie supérieure pourrait être plus intéressant pour le nourrisson (Turati *et al.*, 2002). Si cela n'a pas encore été démontré, l'équipe de Farroni (2002) a cependant pu prouver que les nourrissons préfèrent regarder un visage dont le regard est tourné dans leur direction plutôt qu'un visage regardant dans une autre direction. Cela permet de supposer que le regard a une place importante dans l'attrait que l'homme manifeste pour le visage. Ceci est d'autant plus remarquable que la maturation des organes des sens et en particulier des yeux n'est pas achevée chez le nouveau né. Il a en effet une vision beaucoup moins précise que celle d'un adulte et il a besoin qu'on lui présente des images bien contrastées pour percevoir de façon optimale les éléments de son environnement. Par cette différence de performance entre les capacités visuelles d'un nouveau né et d'un adulte, la communication entre ces deux individus présente des similitudes avec une communication interspécifique.

En effet, dans ce type de communication, les performances des organes des sens des deux espèces ne sont pas identiques. On peut, pour illustrer ce fait, donner en exemple les différences de performances olfactives entre les humains et les chiens. La muqueuse olfactive d'un homme recouvre une surface d'environ 2 à 3 cm². Chez un chien comme le Berger Allemand, elle s'étend sur plus de 200 cm (Fuller & Fox, 1969 ; Fox & Bekoff, 1975; Stoddart, 1980) Les cellules cérébrales liées au décodage des odeurs sont environ une quarantaine de fois plus nombreuses dans le cerveau du chien que dans celui de l'homme (Fuller & Fox, 1969 ; Fox & Bekoff, 1975 ; Stoddart, 1980). L'odorat du chien est ainsi un million de fois plus sensible que celui de l'homme (Moulton *et al.*, 1960). Par ailleurs, les centres d'intérêt et de motivation d'espèces différentes ne sont pas semblables ; par exemple, une espèce herbivore sera très stimulée lors de la présentation d'une espèce végétale qui fait partie de son régime alimentaire alors qu'une espèce carnivore n'y portera, en général, pas d'attention. Parmi toutes les stimulations physiques et chimiques qui parviennent à chaque instant à un individu, la prégnance de telle ou telle information sera fortement liée à l'espèce à laquelle l'individu appartient (et aussi à d'autres facteurs dépendant directement de son statut

physiologique). Par conséquent chaque espèce animale (voire même chaque être vivant) évolue dans un monde perçu et vécu qui lui est propre, comme défini par von Uexküll dans son concept d' « Umwelt » (von Uexküll, 1934). Les conséquences qui en découlent pour la communication interspécifique sont évidentes : les signaux ne seront pas perçus de la même façon que l'aurait fait un individu de la même espèce et dans la somme d'information que contient ces signaux, les éléments considérés comme pertinents ne seront pas identiques. Enfin, les signaux employés par les différentes espèces ne sont pas les mêmes. Même s'ils font intervenir les mêmes modalités sensorielles, du fait des différences anatomiques des organes émetteurs, les signaux n'ont pas les mêmes caractéristiques physiques ou chimiques ; ils perdent de leur efficacité puisque l'individu récepteur n'en maîtrise pas la signification et ils peuvent alors être la source d'incompréhension voire de contresens.

La communication interspécifique ne peut être efficace que si les comportements manifestés par les deux protagonistes d'espèces différentes possèdent des éléments communs comme des mouvements d'intention ou si les deux protagonistes peuvent apprendre de l'autre. La communication entre deux individus n'appartenant pas à la même espèce est, dans la plupart des cas, très frustrante en comparaison de la communication intraspécifique, notamment chez les espèces sociales. En effet, les occasions d'interactions sont souvent très limitées dans le temps : interaction prédateur-proie, interaction compétitive entre espèces convoitant la même ressource. D'autres interactions cependant s'inscrivent dans une période plus longue ; c'est le cas du mutualisme et du commensalisme.

Une exception remarquable existe dans les relations entretenues entre l'homme et certaines des espèces animales qu'il a domestiquées. Parmi tous les animaux domestiques qui nous entourent, le chien est celui qui partage le quotidien de l'homme depuis le plus longtemps et de manière la plus proche (Hemmer, 1990). En effet, une étude génétique récente estime à environ 100.000 ans son origine (Vilà *et al.*, 1997). Depuis une période historique, l'homme exerce sur ce descendant du loup une sélection sur la base de caractères morphologiques et comportementaux. Cette sélection a été basée, à un moment sûrement précoce, sur les interactions et plus particulièrement sur les capacités à suivre des ordres vocaux et gestuels. En effet, ce sont les qualités requises dans les nombreuses activités qui font intervenir le chien en tant qu'auxiliaire de l'homme (chasser, rapporter, rassembler, garder et mener les troupeaux, ... : Coppinger & Coppinger, 2001).

Peu d'études scientifiques ont été menées pour étudier le comportement du chien dans un cadre naturel. Fox a publié un livre intitulé « Behaviour of wolves, dogs and related canids » regroupant des informations tirées de ces lectures et de ces observations sur des animaux captifs ou domestiqués (Fox, 1971). La partie de ce livre consacrée au chien est une étude comparative par rapport au comportement du loup et s'appuie sur l'expérience personnelle de l'auteur plus que sur des expériences scientifiques ou des analyses de données quantifiées. Il a ainsi constaté que les expressions faciales du chien sont moins marquées que celle du loup. Il a par ailleurs remarqué qu'en général le chien utilisait beaucoup plus de vocalisations pour communiquer ; lors d'une légère stimulation, lorsqu'un intrus entre dans son domaine vital... (Ce dernier fait s'accompagne d'exceptions : certaines races de chiens ont été sélectionnées pour ne pas aboyer). Cependant, si l'étude du comportement du chien reste assez inexplorée, des travaux ont été menés depuis quelques années pour explorer les aptitudes du chien.

Des études récentes sur les capacités cognitives du chien ont permis de montrer que celui-ci est capable de se servir des signaux donnés par l'homme pour accomplir des tests de choix d'objets (Miklosi *et al.*, 1998 ; Hare *et al.*, 1999 ; Agnetta *et al.*, 2000). Parmi les signaux ou indices employés et utilisés avec succès par le chien, se trouvaient des gestes de pointage, des regards (yeux et tête ensemble tournés dans la bonne direction de manière statique ou dynamique), des inclinaisons du buste ou de la tête et enfin un marqueur (morceau de bois) placé devant l'objet que le chien doit désigner pour avoir une récompense. Il faut noter que les chiens n'étaient pas capables d'utiliser le marqueur seul, sans signaux donnés par un humain. Avec un peu d'entraînement, les chiens ont même réussi à utiliser les coups d'œil pour réussir le test (Miklosi *et al.*, 1998). Ceci est tout à fait remarquable, d'autant plus que, dans ce type d'exercices, ils font preuve de meilleures performances que les chimpanzés.

En effet, malgré leur capacité à suivre le regard d'un humain ou même d'un congénère (Hare *et al.*, 1998), malgré leur capacité à concevoir ce que leurs congénères voient ou ne voient pas (vérifié chez les chimpanzés (*Pan troglodytes*) par Hare *et al.*, 1999), les chimpanzés ne sont pas capables d'utiliser les mêmes signes humains avec autant de succès que les chiens dans les expériences de choix d'objet (Hare *et al.*, 2002).

Les travaux de l'équipe de Call ont permis de montrer que le chien est sensible à l'état d'attention de l'homme (Call *et al.*, 2003). Ils ont pris des chiens auxquels leur maître leur a

appris l'ordre de ne pas prendre de la nourriture laissée au sol (Call *et al.*, 2003). Puis ils ont placé les chiens avec l'expérimentateur dans une petite pièce au centre de laquelle de la nourriture a été déposée. Après que l'ordre ait été clairement donné par le maître et qu'il ait quitté la pièce, ils ont observé le nombre de « vols » de nourriture en fonction de différents niveaux d'attention de l'humain présent (corps tourné vers le chien avec les yeux ouverts et le fixant, corps tourné vers le chien avec les yeux ouverts et jouant sur une console de jeu, corps tourné vers le chien avec les yeux fermés et enfin dos tourné au chien). Les résultats ont montré que les chiens volaient moins de nourriture, approchaient de manière indirecte et s'asseyaient plus souvent lorsque l'homme les regardait. Ceci permet d'affirmer que les chiens accordent une grande importance au visage de l'homme et à son orientation pour savoir s'il est attentif ou non (Call *et al.*, 2003).

L'ensemble de ces résultats montre donc que le chien présente des capacités développées lui permettant d'utiliser les informations fournies par l'homme, sans qu'un apprentissage ne soit nécessaire. De plus il accorde une importance particulière à la configuration du visage dans cette interaction. Ces prédispositions, chez le chien, ont probablement été acquises au cours de l'évolution en tant qu'espèce commensale de l'homme.

Considérant cette tendance naturelle du chien à regarder l'homme et en particulier à regarder son visage, nous pouvons nous demander dans quelle mesure il est capable de comprendre ce que le visage humain exprime. Si le chien regarde le visage de l'homme depuis si longtemps, a-t-il développé une capacité propre à lire les expressions faciales ? Si cela est le cas, quelles sont les réactions du chien face à telle ou telle émotion exprimée sur un visage ? L'objet de notre étude va être de déterminer si le chien est capable de percevoir nos expressions faciales, de les comprendre et de réagir en fonction de leurs variations. Pour ce faire, nous avons choisi de présenter de manière statique 4 expressions de base de l'homme choisies parmi celles décrites par Darwin (1872) d'après les travaux de Duchenne de Boulogne : la colère (C), le dégoût (D), la joie (J) et la peur (P).

I. SUJETS, MATERIEL ET METHODE

A. Sujets

Le travail expérimental a concerné 147 chiens de compagnie (*Canis familiaris*) de diverses races (Tab. 1). L'échantillon incluait 110 chiens adultes (âge supérieur à 10 mois – 58 femelles et 52 mâles – âge moyen = 6,8 ans \pm 4,1) et 37 chiens immatures (âge inférieur à 10 mois - 20 femelles et 17 mâles – âge moyen = 3,4 mois \pm 1,6). Tous les animaux ont été recrutés en consultation de vaccination à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (E.N.V.A.). Ils ont tous été examinés et déclarés en bonne santé. Aucun chien n'avait, notamment, de problème de perception visuelle et tous les chiens ont répondu de manière positive au test de clignement à la menace. Quel que soit leur âge, les chiens choisis pour l'expérience sont tous de taille petite à moyenne (maximum de 40 cm au garrot) afin que ceux-ci puissent être libres de leurs mouvements dans le dispositif expérimental. Les animaux dont les yeux étaient masqués par leur pelage n'ont pas été retenus du fait de la difficulté de contrôler leur attention visuelle vis-à-vis de l'expérimentateur. Etant donné la procédure expérimentale et les contraintes qu'elle implique, les chiens agités ou anxieux et dont l'attention n'était pas captable assez longtemps ont été aussi exclus de l'expérience. Le niveau d'éducation ou d'entraînement des animaux n'a pas été appréciable de manière fiable par un questionnaire du propriétaire.

Tableau 1 : Races et effectifs des individus adultes et immatures.

Races	Nombre d'Adultes	Nombre d'Immatures
Yorshire Terrier	21	3
Croisé	16	7
Caniche	12	0
Jack Russel Terrier	7	5
Bichon	7	1
Cavalier King Charles	6	1
Pinsher	5	1
West Highland White Terrier	5	1
Chihuahua	3	1
Bouledogue	3	1
Pékinois	3	0
Carlin	3	0
Epagneul du Tibet	2	0
Cocker	2	0
Cairn Terrier	2	0
Shi tzu	2	2
Lhassa Apso	2	0
Fox Terrier	2	0
Coton	2	1
Whippet	1	0
Spitz	1	0
Teckel	1	0
Epagneul Breton	1	0
Scottish Terrier	1	0
Shar Pei	0	3
Border Colley	0	1
Berger des Pyrénées	0	2
Golden Retriever	0	1
Retriever du Labrador	0	2
Berger Allemand	0	1
Dalmatien	0	2
Cane Corso	0	1

B. Matériel

L'expérience s'est déroulée dans une pièce de test calme et aveugle (Pièce du G.Re.C.C.C., ENVA). Le dispositif expérimental comprend deux parties. D'une part, une cage de transport (H=55cm x L=70cm x l=45cm) grillagée en métal comportant deux ouvertures opposées (face et fond ; Fig. 1C, 1E, 1F et Fig. 2A, 2B, 2C). Les parois latérales et celle du fond ont été recouvertes de cloisons en bois (médium de 6mm d'épaisseur) et de dimension adaptées à celles des parois (Fig. 1C, 1E). Elles ont été peintes en une couleur unie (blanc) et mate. La peinture utilisée est inodore et lavable. Le toit de la cage a été recouvert par une toile blanche sans motifs et opaque. Le plancher de la cage est constitué d'un bac en plastique noir facilement lavable. La cage est placée sur une table en métal réglable en hauteur. Sa hauteur a été fixée à 90cm du sol lors des expériences de manière à être alignée avec une fenêtre pratiquée dans l'autre partie du dispositif (Fig. 1E, 1F et Fig. 2A, 2C).

D'autre part, la deuxième partie du dispositif comprend un paravent constitué de trois cloisons de médium peintes également en blanc (H=160cm x L=60cm x l=0,6cm; Fig. X). Le panneau central comporte une fenêtre de 40cm x 40cm centrée en largeur et dont la limite basse est à 100cm du sol. (Fig. 1E, 1F et Fig. 2A, 2B, 2C). Cette ouverture peut être obturée par un rideau en tissu blanc opaque fixé à la partie basse de cette fenêtre. Deux crochets de chaque côté du haut de la fenêtre permettent de maintenir la tringle du rideau lorsque l'ouverture doit être masquée.

Le paravent est disposé en face de la cage de transport, la fenêtre alignée sur l'ouverture de la cage (Fig. 1E, 1F). Les deux panneaux latéraux ont été rabattus vers la boîte de manière à obstruer la vue sur les côtés. Un espace de 50cm entre la table et la cloison centrale du paravent a été préservé afin d'empêcher tout contact entre l'animal et l'expérimentateur et également pour maintenir une distance permettant à l'animal de bien voir l'ensemble du visage de l'expérimentateur (Fig. 1D, Fig. 2). Une caméra sur trépied a été placée derrière le paravent, au ras du bas de l'ouverture. Un tabouret réglable en hauteur permet à l'expérimentateur de s'asseoir juste derrière la caméra et de bien positionner son visage en face de la fenêtre (Fig. 1A, 1B). Un fond blanc uni a été disposé sur le mur derrière l'expérimentateur. Enfin, celui-ci est vêtu d'une blouse blanche. Ainsi le seul élément coloré de l'environnement visuel du chien est le visage de l'homme présenté dans l'ouverture.

Figure 1 : Photos du dispositif expérimental

A : Vue d'ensemble ; B : Vue avec expérimentateur en place (le panneau droit du paravent a été ouvert pour mieux visualiser l'organisation du dispositif) ; C : Cage vue par la face (point de vue de l'expérimentateur) ; D : Vue au dessus de l'espace séparant la cage du paravent ; E : Vue arrière dispositif ouvert ; F : Point de vue du chien (rideau fermé)

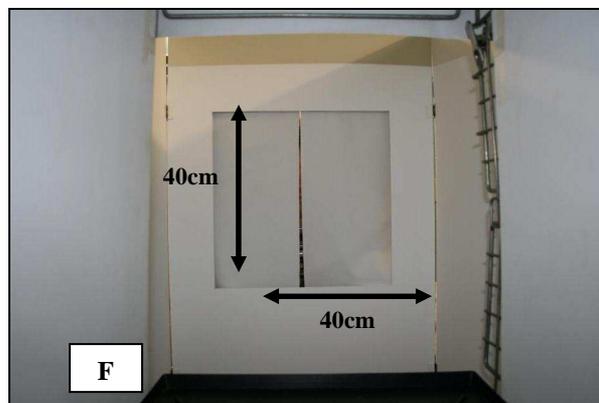
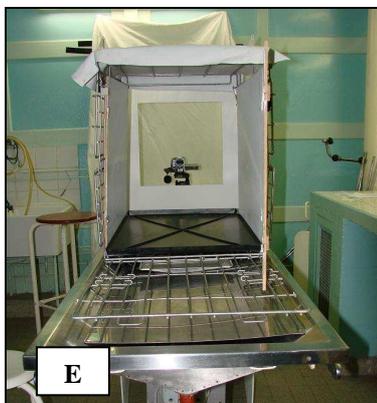
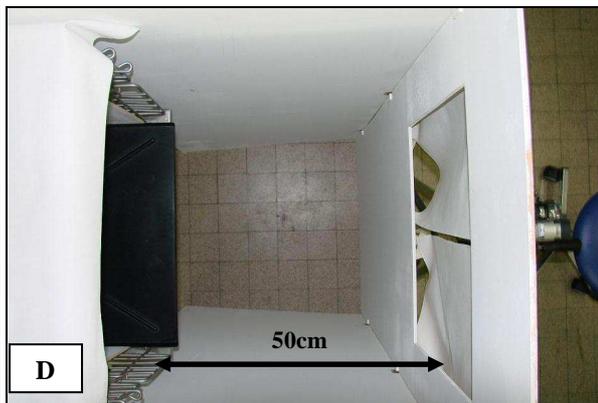
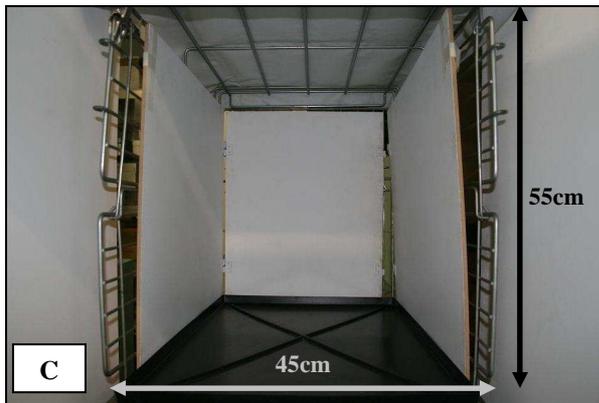
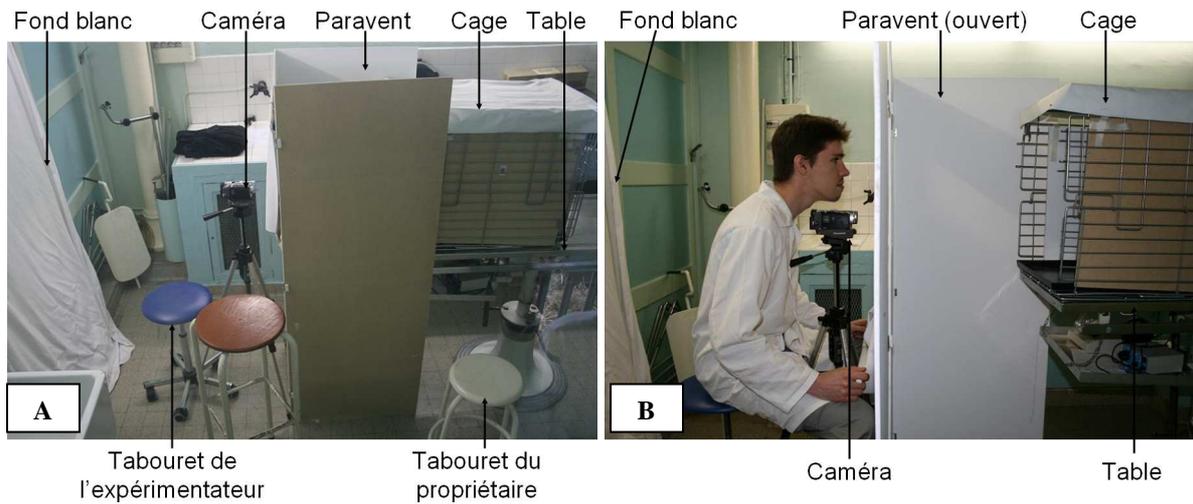
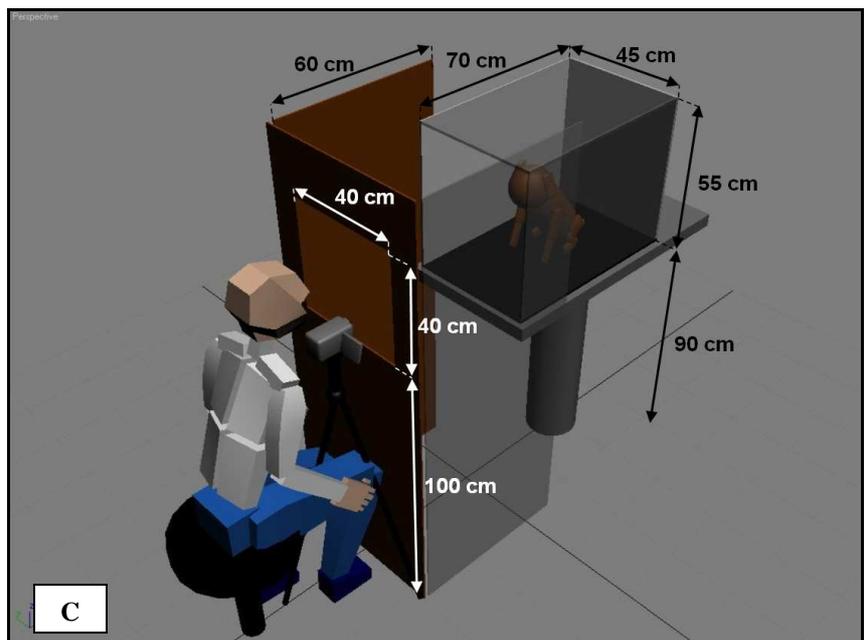
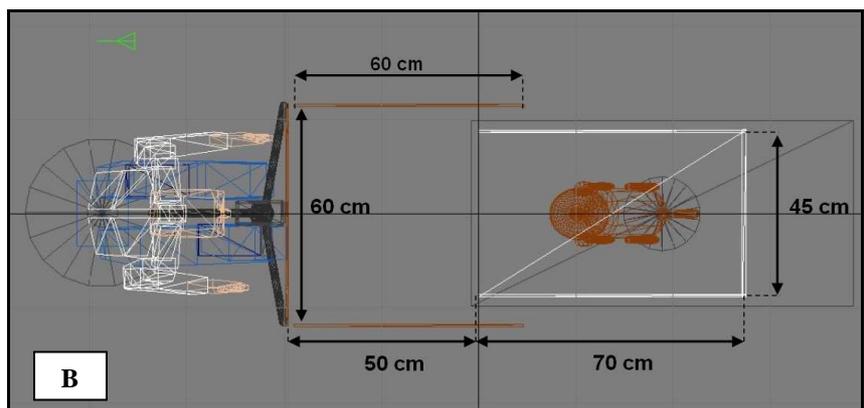
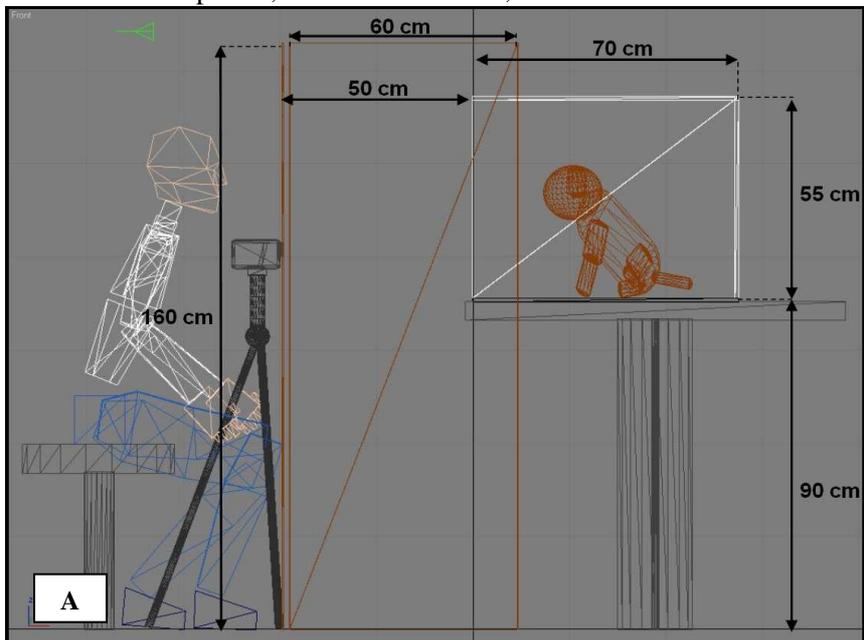


Figure 2 : Plan schématique du dispositif expérimental :

A : Vue de profil ; B : Vue de dessus ; C : Vue en 3 dimensions



C. Expressions utilisées comme stimuli

Deux expérimentateurs, un homme (A. D.) et une femme (M. P.) ont réalisé les tests. Du fait de la perte de concentration et du risque d'habituation de l'animal, les chiens n'ont pas été confrontés aux deux expérimentateurs ; ils ont été assignés au hasard à être testés par l'un ou l'autre des expérimentateurs.

Afin de présenter les expressions faciales les plus proches possible de ce qu'elles sont lorsqu'elles sont émises de façon spontanée, nous avons utilisé le FACS d'Ekman *et al.* (1978) afin de les étudier. Pour la colère (Fig. 3 et 4), les unités d'actions 4 ("Brow lowerer", abaisseur du sourcil – Muscles corrugateur du sourcil et abaisseur du sourcil), 11 ("Nasolabial Deepener", renforçateur du sillon nasolabial – Muscle petit zygomatique), 17 ("Chin raiser", éleveur du menton – Muscle mentonnier) et 24 ("Lip pressor", Pinceur des lèvres – Muscle orbiculaire de la bouche) entrent en jeu (Tab. 2).

Le dégoût (Fig. 5 et 6) est manifesté par l'intervention des unités d'action 4 ("Brow lowerer", abaisseur du sourcil – Muscles corrugateur du sourcil et abaisseur du sourcil), 6 ("Cheek raiser", éleveur de la joue – Muscle orbiculaire de l'oeil, partie orbitaire), 9 ("Nose wrinkler", fronçeur du nez – muscle releveur naso-labial), 10 ("Upper lip raiser", releveur de la lèvre supérieure – Muscle releveur de la lèvre supérieure), 15 ("Lip corner depressor", abaisseur du coin des lèvres – Muscle abaisseur de l'angle de la bouche), 17 ("Chin raiser", éleveur du menton – Muscle mentonnier), 20 ("Lip stretcher", étireur des lèvres – Muscles risorius et platysma) et 25 ("Lips part", écartement des lèvres – Muscle abaisseur de la lèvre inférieure; Tab. 2).

La joie (Fig. 7 et 8) est associée aux unités d'action 1 ("Inner brow raiser", éleveur médial du sourcil – Muscle frontal, partie médiale), 2 ("Outer brow raiser", éleveur latéral du sourcil – Muscle frontal, partie latérale), 6 ("Cheek raiser", éleveur de la joue – Muscle orbiculaire de l'oeil, partie orbitaire), 12 ("Lip corner puller", étireur du coin des lèvres – muscle grand zygomatique), 13 ("Cheek puffer", Gonfleur de la joue - Muscle éleveur de l'angle de la bouche également nommé muscle canin) et 25 ("Lips part", écartement des lèvres – Muscle abaisseur lèvre inférieure ou relaxation du muscle mentonnier ou de l'orbiculaire de la bouche; Tab. 2).

Enfin, la peur (Fig. 9 et 10) fait intervenir les unités d'action 1 ("Inner brow raiser", éleveur médial du sourcil – Muscle frontal, partie médiale), 2 ("Outer brow raiser", éleveur latéral du sourcil – Muscle frontal, partie latérale), 5 ("Upper lip raiser", releveur de la lèvre supérieure – Muscle élévateur de la paupière supérieure), 11 ("Nasolabial Deepener", Renforteur du sillon nasolabial – Muscle petit zygomatique), 25 ("Lips part", écartement des lèvres – Muscle abaisseur lèvre inférieure ou relaxation du muscle mentonnier ou de l'orbiculaire de la bouche) et 26 ("Jaw drop", abaisseur de la mandibule – Muscle Masséter, relaxation des muscles temporal et ptérygoïdien médial; Tab. 2).

Nous pouvons remarquer que la joie et la peur partagent le plus grand nombre de FACS en commun (Tab. 2 et 3).

Tableau 2 : Récapitulatif des FACS intervenant dans la réalisation des expressions faciales utilisées au cours de l'expérience

FACS	Expressions faciales			
	Colère	Dégoût	Joie	Peur
1			+	+
2			+	+
3				
4	+	+		
5				+
6		+	+	
7				
8				
9		+		
10		+		
11	+			+
12			+	
13			+	
14				
15		+		
16				
17	+	+		
18				
19				
20		+		
21				
22				
23				
24	+			
25		+	+	+
26				+
TOTAL	4	8	6	6

Tableau 3 : Nombre de FACS partagés par les couples d'expressions faciales.

	Colère	Dégoût	Joie	Peur	TOTAL
Colère		2	0	1	3
Dégoût	2		2	1	5
Joie	0	2		3	5
Peur	1	1	3		5
TOTAL	3	5	5	5	18

Le visage neutre (Fig. 11) est également utilisé pendant notre expérience. Ce faciès se caractérise par une relaxation de l'ensemble des muscles du visage, yeux ouverts et bouche fermée.

Figure 3 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale de la colère (d'après Chevrel *et al.*, 1997)

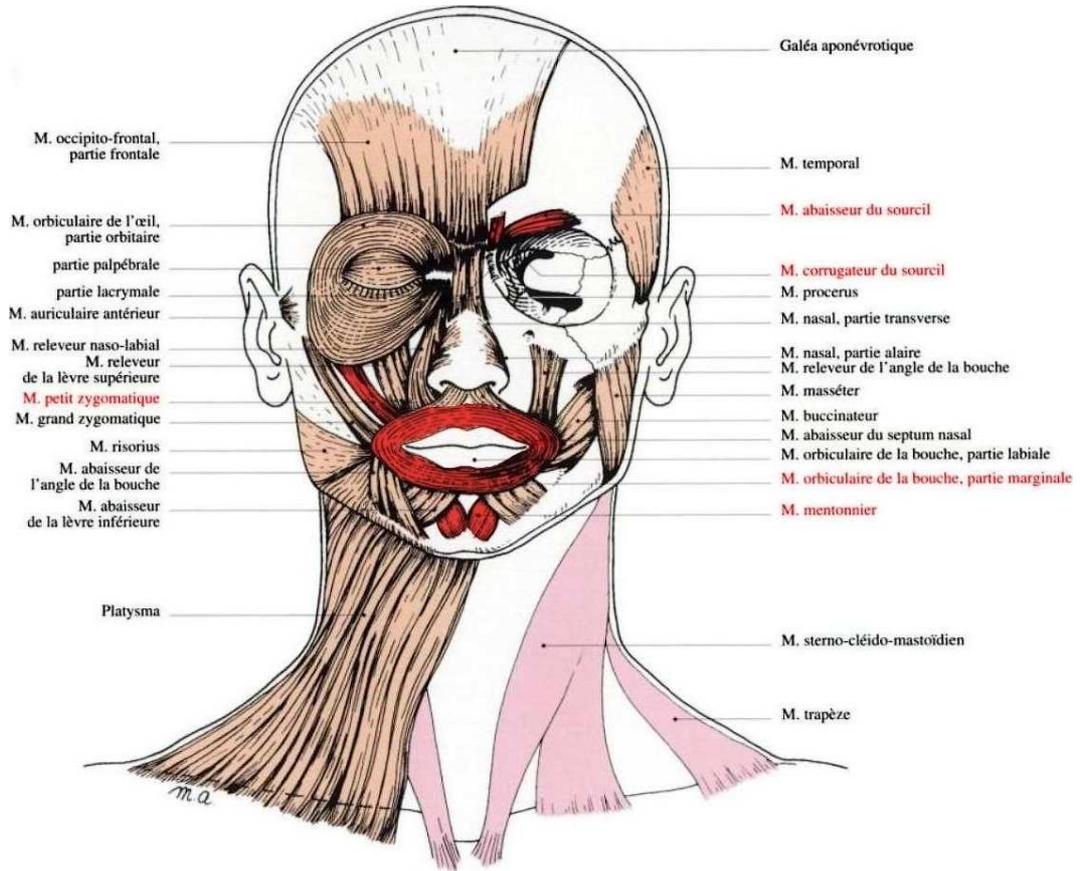


Figure 4 : Visages des expérimentateurs exprimant la colère



Figure 5 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale du dégoût (d'après Chevrel *et al.*, 1997)

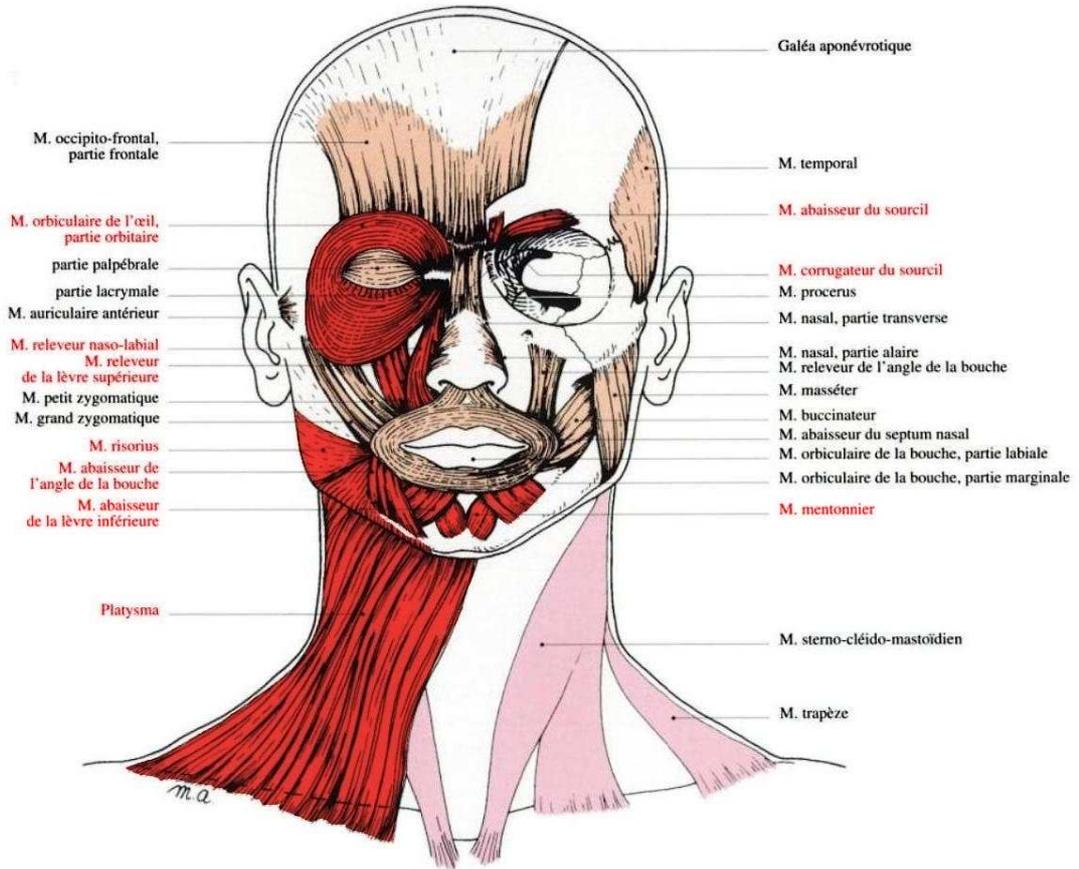


Figure 6 : Visages des expérimentateurs exprimant le dégoût



Figure 7 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale de la joie (d'après Chevrel *et al.*, 1997)

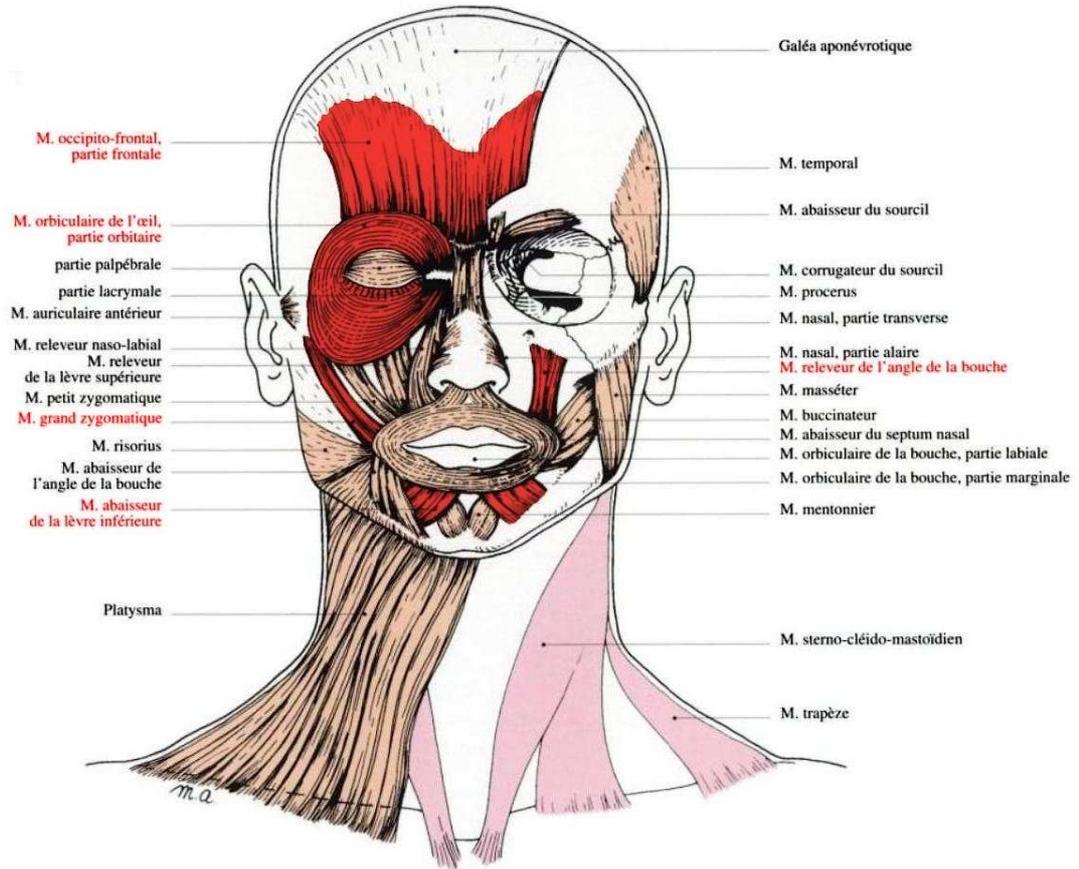


Figure 8 : Visages des expérimentateurs exprimant la joie



Figure 9 : Muscles contractés (en rouge) lors de l'expression faciale de la peur (d'après Chevrel *et al.*, 1997)

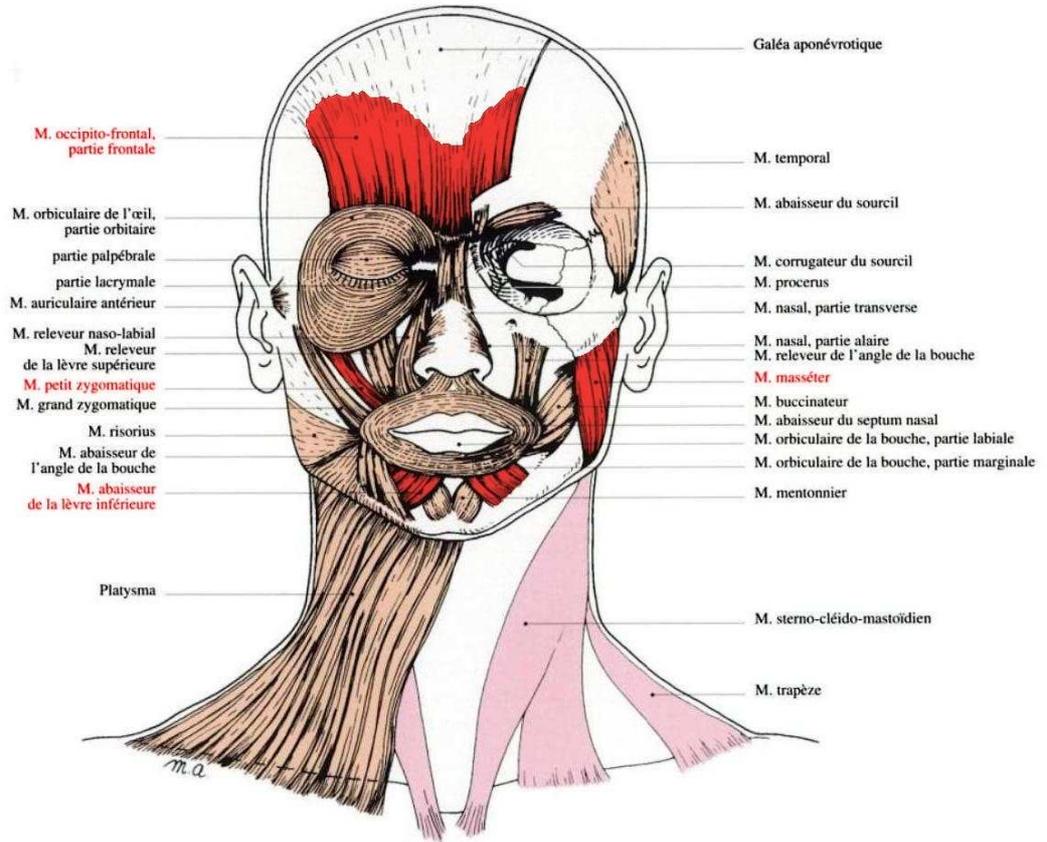


Figure 10 : Visages des expérimentateurs exprimant la peur



Figure 11 : Visages des expérimentateurs neutres



D. Protocole expérimental

Le propriétaire fait entrer son chien dans la cage de test par le fond de celle-ci (Fig.1E). Le chien est maintenu en laisse. La présentation des stimuli ne commence pas avant une trentaine de secondes après l'entrée du chien dans la cage de test de manière à lui laisser un temps d'adaptation. Ce laps de temps est mis à profit pour informer le propriétaire plus précisément du déroulement de l'expérience et de ce qui lui est demandé. Le propriétaire doit se placer derrière la cage, maintenir l'extrémité de la laisse et rester parfaitement silencieux pendant toute la durée du test. Le chien n'a plus alors la possibilité que d'être en contact olfactif avec le propriétaire.

Le chien-sujet est ensuite confronté directement au visage de l'expérimentateur (soit masculin soit féminin) qui présente les différentes mimiques faciales de façon figée. Ces mimiques faciales sont présentées de manière séquentielle, dans un ordre aléatoire pour chaque sujet. La réaction des chiens confrontés à ces mimiques est évaluée par rapport à leur réaction face à un visage neutre (Fig. 11). Ainsi chaque mimique faciale est précédée par l'exposition d'un visage neutre. Outre leur rôle de contrôle, les visages neutres ont une fonction de tampon temporel et émotionnel ; ils évitent ainsi que les possibles réactions du chien ne se mélangent et évitent également la succession de deux expressions faciales qui pourraient paraître incohérentes et/ou générer de la confusion pour le chien.

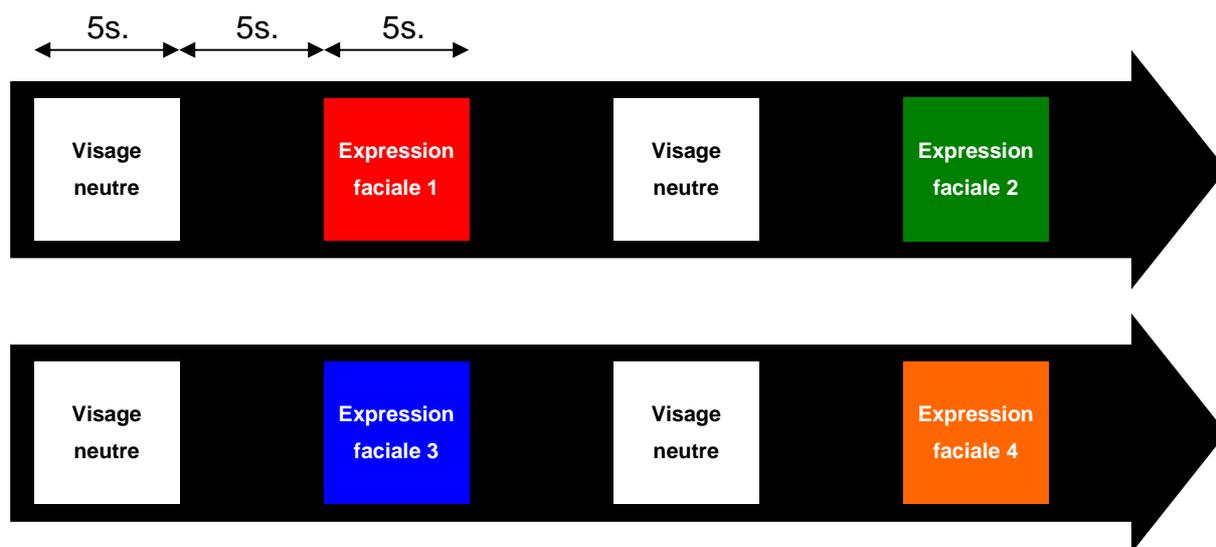
Chaque visage neutre est présenté pendant environ 5 secondes au sujet (Fig. 12). Le regard de l'expérimentateur fixe un point au loin, sans que les yeux ni le visage, ni la tête, ni le buste ne bougent. Lorsque l'animal a prêté attention à l'expérimentateur, un signal sonore ("click") est produit afin de repérer sur l'enregistrement vidéo le début de la réaction du chien. Si l'animal réagit au bruit du cliqueur, le signal est émis après les 5 secondes d'exposition. Le rideau est refermé pendant environ 5 secondes (Fig. 12). L'expérimentateur donne alors à son visage la première expression de la série, appelle l'animal et ouvre le rideau. Il regarde l'animal et garde l'expression faciale figée ainsi que l'ensemble de sa posture pendant toute la durée d'exposition. De même, il utilise le cliqueur pour indiquer, sur l'enregistrement le moment où le chien a commencé à le regarder. Si l'animal n'est pas tourné vers l'expérimentateur ou ne le regarde pas, le rideau est fermé, l'animal est de nouveau appelé et la même expression faciale est présentée une nouvelle fois. Puis de nouveau un visage neutre

est placé avant la deuxième expression faciale et ainsi de suite jusqu'à avoir réalisé l'ensemble des deux séries tirées au sort.

Chaque sujet est confronté à 2 séries de 4 mimiques faciales pour un total de 16 présentations. Une même mimique n'est jamais présentée deux fois de suite. Cette décision méthodologique vise à éliminer le biais de superposition temporelle de réactions à un même type de mimiques.

Toutes les sessions expérimentales étaient intégralement filmées au moyen du caméscope situé en bas de la fenêtre de présentation mais placé le plus haut possible afin de saisir le plus horizontalement possible les expressions et comportements du chien.

Figure 12 : Schématisation de la procédure expérimentale.
Exemple d'une série de présentation. Les carrés noirs représentent le moment où la fenêtre d'exposition est occultée (5s.)



E. Acquisition des données et définition des variables

Le dépouillement des enregistrements vidéo a été fait "à l'aveugle". Seule l'identité du chien et le numéro de la série de présentation étaient accessibles à la personne chargée du dépouillement (AD) ainsi que les marqueurs, "clicks", indiquant le début et la fin de l'échantillonnage, à l'exclusion de la nature de l'expression faciale à laquelle le chien était confronté. Les enregistrements des tests ont été lus 2 fois, une première fois à vitesse normale afin de noter les mouvements du chien-sujet, et une deuxième fois image par image pour noter les autres actions du chien. Le répertoire comportemental utilisé était de type "ouvert" (Deputte, 1986), c'est-à-dire qu'il s'élaborait au fur et à mesure de l'analyse des enregistrements, de nouveaux comportements étant susceptibles d'être ajoutés en fonction des variations interindividuelles des réactions des sujets. Les unités comportementales définies concernaient, les regards et leur orientation, des mouvements de la tête, des oreilles, de la queue, de pattes, des variations de postures et des réactions émotionnelles, comme notamment les vocalisations (N=22 ; Tab. 4).

Les 22 comportements mutuellement exclusifs manifestés à la suite de la confrontation du chien avec l'expérimentateur sont regroupés en trois catégories selon le gradient Approche/Évitement proposé par Schneirla (1959) : Approche (A), Évitement (E), et Réactions émotionnelles (M ; Tab. 4). Cette dernière catégorie regroupe des comportements statiques mais qualifiés par des manifestations particulières (vocalisations, immobilité tonique, etc.)

Les réactions à la présentation du visage neutre sont couplées à celles manifestées lors de la présentation de l'expression faciale (le visage neutre étant celui qui précède la mimique ; cf. Fig. 12). Ce couple constitue une « observation ». L'analyse porte sur 1176 observations-données (147 chiens x 4 mimiques x 2 séries).

Les données sont des dénombrements d'apparition de chaque comportement au cours de deux fois 5s. correspondant à la confrontation du chien face avec le visage neutre, d'une part, et face à un visage exprimant une émotion faciale particulière, d'autre part.

Tableau 4 : Répertoire comportemental utilisé pour l'acquisition des données

Comportements	CODE	Description	CATEGORIE
Regarde l'expérimentateur	RXP	Regard long en direction directe de l'expérimentateur.	APPROCHE
Jette un coup d'œil	CDO	Regard très bref en direction de l'expérimentateur.	EVITEMENT
Regarde "en biais"	RBI	Regard long en direction de l'expérimentateur mais pour lequel la tête n'est pas tournée vers ce dernier.	EVITEMENT
Tourne la tête	TTT	Mouvement latéral de la tête se détournant de l'expérimentateur	EVITEMENT
Baisse la tête	BTT	Mouvement vertical de la tête vers le bas.	EVITEMENT
Lève la tête	LTT	Mouvement vertical de la tête vers le haut.	APPROCHE
Dresse les oreilles	DOR	Les deux oreilles se relèvent simultanément et si les oreilles ne sont pas tombantes les pavillons s'orientent vers l'expérimentateur.	APPROCHE
Relève une oreille	RIO	Une seule oreille est relevée ou s'oriente vers l'expérimentateur.	APPROCHE
Couche les oreilles	BOR	Le chien rabat le pavillon de ses oreilles vers l'arrière.	EVITEMENT
Flaire	RAV	Mouvements horizontaux oscillatoires du bout du museau avec avancée et abaissement de la tête.	APPROCHE
Lèche la truffe	LTF	Le chien passe sa langue sur son nez.	REACTION EMOTIONNELLE
Gémit	GEM	Le chien émet une vocalisation de type gémissement, aiguë, gueule fermée.	REACTION EMOTIONNELLE
Aboie	ABO	Le chien émet une vocalisation de type aboiement, brève, tonale, explosive, entraînant généralement le relèvement de la tête.	REACTION EMOTIONNELLE
Remue la queue	RMQ	Le chien fait battre sa queue latéralement quelle que soit la posture de cette dernière.	APPROCHE
Arrête de remuer la queue	ARQ	Le chien cesse de faire battre sa queue.	REACTION EMOTIONNELLE
Piétine	PIE	Le chien lève et abaisse répétitivement ses pattes antérieures à un rythme soutenu.	APPROCHE
S'avance	SAV	Le chien effectue quelque pas ou se tend le corps et la tête en direction de l'expérimentateur.	APPROCHE
Reculé	REC	Le chien effectue quelques pas en arrière tout en continuant à faire face à l'expérimentateur.	EVITEMENT
Se retourne	SRT	Le chien pivote sur ses appuis et fait face au fond de la cage.	EVITEMENT
Se fige	SFG	Le chien, quelle que soit son orientation, s'immobilise pendant plusieurs secondes.	REACTION EMOTIONNELLE
Se lève	SLV	Le chien change de posture passant d'une posture assise à une posture quadrupède.	APPROCHE
S'assoit	SAS	Le chien change de posture passant d'une posture quadrupède à une posture assise.	APPROCHE

F. Traitement des données et tests statistiques

Une « observation » représente l'association du visage neutre puis de l'expression faciale. La fréquence de chaque comportement a été déterminée pour chaque visage présenté (Tab. 5A). Pour chaque observation, nous avons calculé le "delta" de chaque comportement, c'est-à-dire la différence entre la fréquence d'apparition d'un comportement pour l'expression faciale et celle pour le visage neutre associé (Tab. 5B), par exemple :

$$\Delta_{\text{CDO-C1}} = F_{\text{CDO-C1}} - F_{\text{CDO-NC1}}$$

avec $\Delta_{\text{CDO-C1}}$ = Delta du comportement « Jette un coup d'œil » lors de la colère de la première série, $F_{\text{CDO-C1}}$ = Nombre de coups d'œil durant la présentation de la colère de la première série et $F_{\text{CDO-NC1}}$ = Nombre de coups d'œil durant la présentation du visage neutre précédant la colère de la première série.

Nous avons ensuite calculé le delta de chaque comportement sur l'ensemble des deux séries, delta qui est égal à la somme du delta de la première série et de la deuxième série (Tab. 5C) :

$$\Delta_{\text{CDO-C}} = \Delta_{\text{CDO-C1}} + \Delta_{\text{CDO-C2}}$$

avec $\Delta_{\text{CDO-C}}$ = Delta du comportement « Jette un coup d'œil » lors de la colère des deux séries $\Delta_{\text{CDO-C1}}$ = Delta du comportement « Jette un coup d'œil » lors de la colère de la première série et $\Delta_{\text{CDO-C2}}$ = Delta du comportement « Jette un coup d'œil » lors de la colère de la deuxième série.

Puis, pour chaque sujet et pour chaque expression faciale, nous avons calculé le delta de chaque catégorie. Celui-ci est égal à la somme des deltas des variables comportementales de la catégorie (Tab. 5D). Par exemple :

$$\Delta_{\text{A-C}} = \Delta_{\text{RXP-C}} + \Delta_{\text{LTT-C}} + \dots + \Delta_{\text{SLV-C}} + \Delta_{\text{SAS-C}}$$

avec $\Delta_{\text{A-C}}$ = delta des comportements d'approche lors de la colère des deux séries, $\Delta_{\text{RXP-C}}$ = Delta « Regarde l'expérimentateur » lors de la colère des deux séries, $\Delta_{\text{LTT-C}}$ = Delta « Lève la tête » lors de la colère des deux séries, ...

Enfin, nous avons calculé le "Delta global" pour une expression donnée, somme des deltas des 22 variables comportementales :

$$\Delta_{G-C} = \Delta_{CDO-C} + \Delta_{RXP-C} + \Delta_{RBI-C} + \dots + \Delta_{SLV-C} + \Delta_{SFG-C} + \Delta_{SAS-C}$$

$$\Delta_{G-C} = \Delta_{A-C} + \Delta_{E-C} + \Delta_{M-C}$$

avec Δ_{G-C} = delta lors de la colère des deux séries, Δ_{CDO-C} = Delta « Jette un coup d'œil » lors de la colère des deux séries, Δ_{RXP-C} = Delta « Regarde l'expérimentateur » lors de la colère des deux séries ...

Nous avons regroupé tous les deltas de chaque catégorie sur l'ensemble des deux séries dans une matrice de données (Tab. 5D). Les lignes de la matrice représentent chaque individu. Les colonnes répertorient chacune des trois catégories pour chaque expression faciale. Chaque individu est identifié par un code comprenant une partie alphabétique créée à partir du nom de l'animal et une partie numérique renseignant sa classe d'âge, son sexe et le genre de l'expérimentateur qui a réalisé les présentations. Ceci aboutit donc à une matrice de 147 lignes et 12 colonnes (3 catégories x 4 expressions faciales). Chaque case contient le delta d'une catégorie sur l'ensemble des deux séries.

Nous avons ensuite créé, à partir de la précédente matrice, une nouvelle matrice de données normalisées. Afin de normaliser les données qui sont des dénombrements, nous avons utilisé la transformation "Racine carrée" $\sqrt{Y+0,5}$ (Sokal et Rohlf, 1995). Pour pouvoir effectuer cette transformation, il fallait que les valeurs fussent toutes strictement supérieures à zéro. Nous avons donc transformé nos données en appliquant la formule :

$$Y = (X + Z)$$

avec Y = valeur transformée, X = valeur du delta, Z = valeur absolue de la plus petite valeur de delta observée dans l'ancienne matrice (Tab. 5E).

L'analyse des données a été faite tout d'abord par la comparaison des moyennes des fréquences des comportements pour les visages expressifs et les visages neutres à l'aide du test non paramétrique pour données appariées de Mann-Whitney-Wilcoxon (Siegel et Castellan, 1988). Le logiciel Minitab ® v8.2 a été utilisé. Pour certains tests de comparaison de moyenne, soit d'échantillons indépendants, soit de données appariées, nous avons utilisé la procédure exacte pour le calcul des probabilités par la méthode de Monte Carlo (StatXact ®

v3.1). Toutes les moyennes sont représentées dans les graphiques avec leur intervalle de confiance de la moyenne au seuil de significativité de $p=0,05$.

La première matrice, comportant les deltas de chaque catégorie (Tab. 5D), a été soumise à une analyse factorielle en composantes principales (ACP) afin de dégager les catégories comportementales essentielles ainsi que les effets de différents facteurs associées à la perception des expressions faciales humaines par le chien, grâce au logiciel SPAD ® v6.0.

La matrice comportant les deltas transformés par catégorie (Tab. 5F) nous a permis de réaliser des analyses de variance (ANOVA) à un seul facteur ainsi que des analyses de variance sur plusieurs variables simultanément (MANOVA) à l'aide du logiciel Minitab ® v8.2. Elle nous a aussi permis de tester des « General Linear Model » (GLM) qui nous permettent de procéder à une analyse de variance sur plusieurs variables, en testant un modèle complet de facteurs (les facteurs indépendamment les uns des autres et leurs interactions - Minitab ® v8.2). Les tests étant effectués de manière répétitive sur le même jeu de données, la correction de Bonferroni est appliquée lors des tests post-hoc des comparaisons des moyennes deux à deux. Le seuil de significativité est donc fixé $p=0,05/n$, bilatéral, pour les comparaisons entre catégories (n est le nombre de comparaisons effectuées sur le même jeu de données).

Tableau 5 : Exemple de transformations successives des données brutes

Les matrices, de A à F correspondent aux différentes étapes de la transformation, depuis la donnée brute de l'expérience jusqu'à la donnée soumise aux tests statistiques. Les différentes matrices ne représentent qu'un petit extrait des matrices réelles (taille de la matrice originelle : 147 lignes x 352 colonnes ; taille de la dernière matrice : 147 lignes x 12 colonnes), ne concernant que l'exemple des réactions des chiens à l'expression de la colère par l'expérimentateur. Pour toutes les matrices les lignes correspondent à un sujet (Code = identifiant du sujet).

A : Matrice de données brutes : Dénombrement des fréquences d'apparition des comportements au cours du tests - Colère 1 = Visage présentant la colère lors de la première série ; Visage neutre C1 = Visage neutre précédant la colère de la première série ; Colère 2 = Visage présentant la colère lors de la deuxième série ; Les colonnes F représentent les fréquences d'apparition des comportements des chiens lors des présentations des mimiques faciales. Seuls les comportements "Jette un coup d'œil" (CDO) et "Regarde l'expérimentateur" (RXP) sont figurés dans ces matrices. C1 correspond à la première présentation de la colère, C2, à la deuxième.

B : Matrice du calcul des différences d'occurrences, Delta, entre le nombre d'occurrence d'un comportement lors de la présentation de la colère et celui lors de la présentation du visage neutre qui a précédé. Par exemple : $\Delta_{CDO-C1} = F_{CDO-C1} - F_{CDO-NC1}$.

C : Matrice de la somme des Deltas pour chaque comportement donné. Chaque case contient maintenant la somme des 2 deltas des 2 séries, par exemple : $\Delta_{CDO-C} = \Delta_{CDO-C1} + \Delta_{CDO-C2}$.

D : Matrice des Deltas pour les catégories de comportements. Dans cette matrice tous les deltas correspondant aux comportements d'une catégorie donnée ont été sommés. Par exemple : Δ_{A-C} = Somme des deltas des comportements regroupés dans la catégorie "Approche", c'est le cas de RXP, de même Δ_{E-C} pour la catégorie "Evitement", cas de CDO.

E : Matrice des données de la matrice D, transformée avec la transformation $Y = X + Z$ où Z est la valeur absolue de la plus petite valeur de delta observée, c'est-à-dire 10.

F : Matrice des données de la matrice E, transformée avec la transformation $\sqrt{Y+0,5}$

A

Code	Colère 1			Visage neutre C1			Colère 2		
	F _{CDO-C1}	F _{RXP-C1}		F _{CDO-NC1}	F _{RXP-NC1}		F _{CDO-C2}	F _{RXP-C2}	
Pit221	3	0		1	0		0	1	
Poy211	0	1		0	1		0	1	
Xen221	4	0		1	0		0	0	

B

Code	Colère 1			Colère 2		
	Δ_{CDO-C1}	Δ_{RXP-C1}		Δ_{CDO-C2}	Δ_{RXP-C2}	
Pit221	2	0		-1	1	
Poy211	0	0		-1	1	
Xen221	3	0		-1	0	

C

Code	Colère	
	Δ_{CDO-C}	Δ_{RXP-C}
Pit221	1	1
Poy211	0	0
Xen221	2	0

D

Code	Δ_{A-C}	Δ_{E-C}
Pit221	0	1
Poy211	1	-1
Xen221	-2	6

E

Code	$\Delta_{A-C}+10$	$\Delta_{E-C}+10$
Pit221	10	11
Poy211	11	9
Xen221	8	16

F

Code	ΔT_{A-C}	ΔT_{E-C}
Pit221	3,240	3,391
Poy211	3,391	3,082
Xen221	2,915	4,062

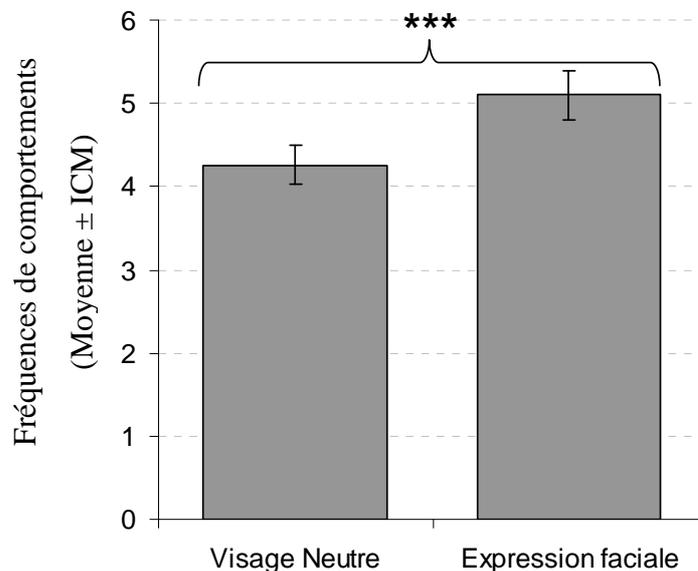
II. RESULTATS

A. Réactivité des chiens aux expressions faciales humaines

1/ Pour l'ensemble des sujets

Si l'on prend en compte l'ensemble des 22 comportements définis, les chiens sont significativement plus actifs lors de la présentation du visage expressif que lors de la présentation du visage neutre (moyenne/visage expressif = 5,1 ; moyenne/visage neutre = 4,2; $n_1=n_2=588$; $W=320094,0$; $p=0,000$; Fig. 13).

Figure 13: Comparaison de la réactivité des chiens confrontés aux expressions faciales humaines et aux visages neutres (n=588; *** : $p<0,001$)



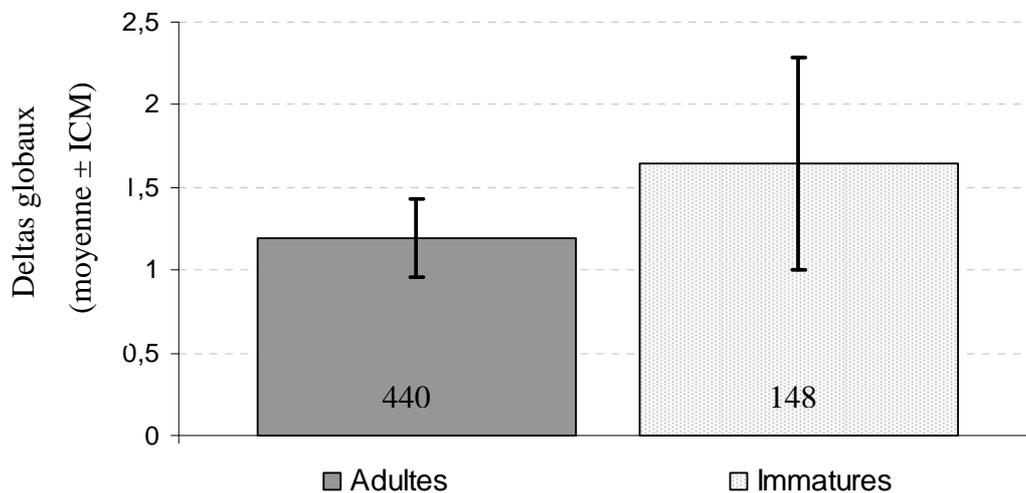
Il est à noter que les individus ont manifesté plus de comportements lors de la présentation du visage expressif par rapport au visage neutre au cours de 57,1% des observations (336 sur 588). Nous pouvons remarquer également que 17,3% (102 sur 588) des observations ont un delta global négatif c'est-à-dire que les chiens manifestaient moins de comportements lorsqu'ils étaient confrontés à un visage expressif par rapport à un visage

neutre). Au final, près des trois quarts des individus ont réagi à la présentation des visages humains par une modification quantitative de leur expression comportementale.

2/ Comparaison de la réactivité des adultes et des immatures

Si l'on considère les deltas globaux (ensemble des comportements sur les 2 séries), on ne peut mettre en évidence de différence significative entre les adultes et les immatures ($n_1=440$; $n_2=148$; $W=45425,5$; $p=0,2966$; Fig. 14). Cependant, les réactions des adultes apparaissent moins marquées et moins variables (Fig. 14).

Figure 14 : Réactivité comparée des adultes et des immatures confrontés aux expressions faciales

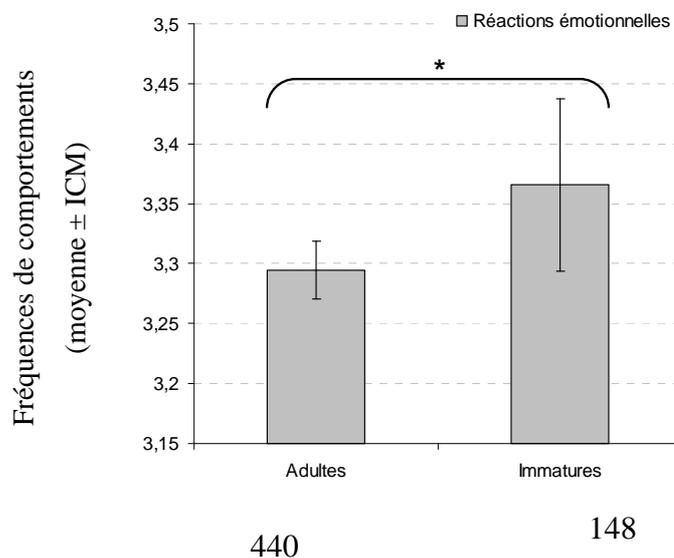


Par ailleurs, le niveau de réactivité est le même quelle que soit la classe d'âge. En effet les proportions d'adultes et d'immatures ayant autant, moins et plus réagi lors de la présentation du visage expressif que lors de celle du visage neutre sont similaires (moins de réaction : 75 sur 440 soit 17,0% pour les adultes – 27 sur 148 soit 18,2% pour les immatures ; autant de réactions : 109 sur 440 soit 24,8% pour les adultes – 41 sur 148 soit 27,7% pour les immatures ; plus de réactions : 256 sur 440 soit 58,2% pour les adultes – 80 sur 148 soit 54,0% pour les immatures).

De plus les immatures réagissent significativement plus par des réactions émotionnelles que les adultes, quelle que soit l'expression faciale présentée, (ANOVA: $F_{1,586}=5,79$; $p=0,016$; Fig. 15).

Figure 15 : Influence de l'âge des sujets sur les réactions émotionnelles (* : $p < 0,05$).

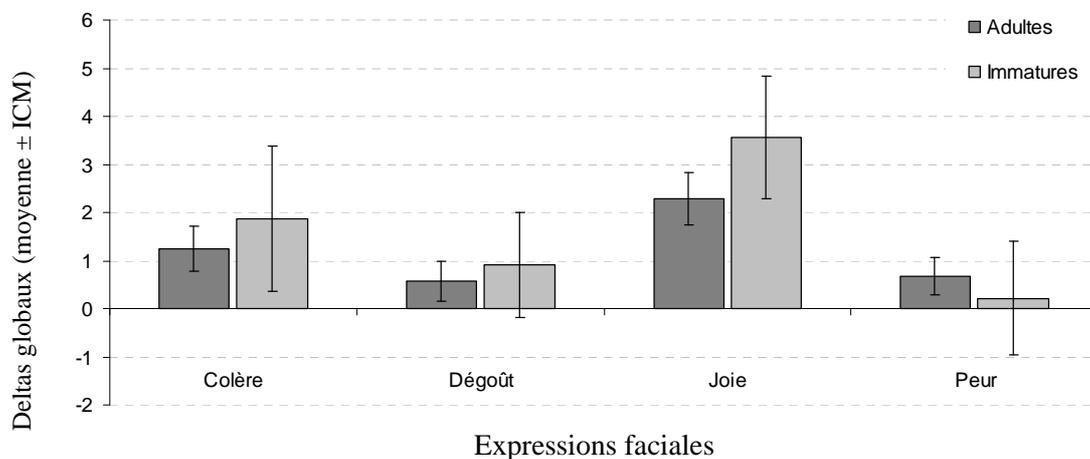
L'effectif de l'échantillon est indiqué dans la barre correspondante



3/ Réactivité des chiens, adultes et immatures, en fonction des différentes expressions faciales humaines présentées

La réactivité des sujets varie en fonction de l'expression faciale présentée (ANOVA $F_{3,580}=16,97$; $p=0,000$). Celle-ci est plus marquée pour la joie et la colère que pour les autres expressions faciales (Fig. 16). Comme précédemment on ne peut mettre en évidence de différence significative dans le degré de réactivité des adultes par rapport aux immatures pour chacune des mimiques faciales (ANOVA: $F_{1,586}=0,82$; $p=0,367$). Toutefois les immatures apparaissent le plus souvent plus réactifs que les adultes (exception pour la peur) mais leur réactivité est aussi beaucoup plus variable (Fig. 16).

Figure 16 : Réactivité des chiens à chacune des expressions faciales humaines présentées



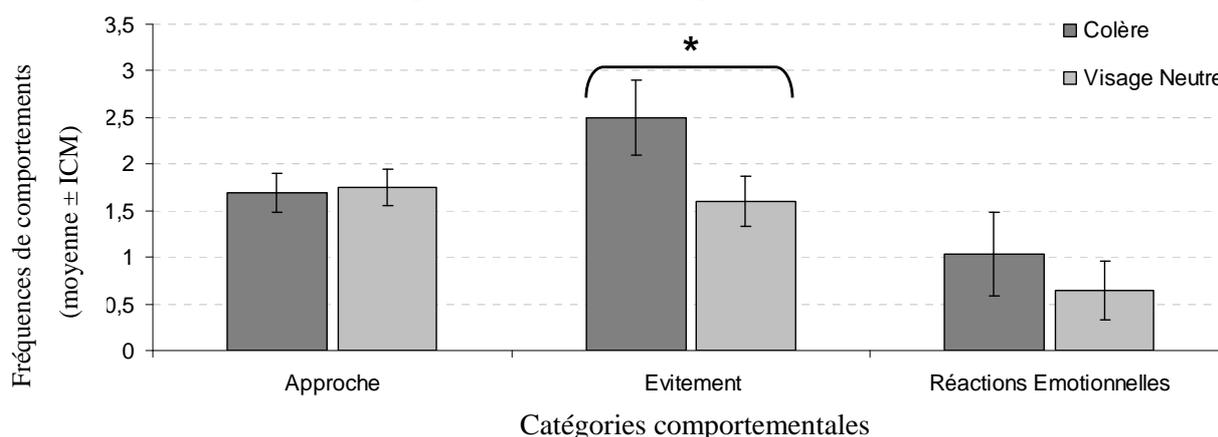
B. Nature de la réaction des chiens, adultes et immatures, en fonction de l'expression faciale

1/ Colère

a) Adultes

Les adultes réagissent à la colère significativement plus par de l'évitement que par de l'approche ou des réactions émotionnelles (colère vs visage neutre ; n = 110 ; évitement : W=13554,0 ; p=0,0025 ; approche : W=12622,0 ; p=0,3025 ; réactions émotionnelles : W=12845,0 ; p=0,0722 ; Fig. 17).

Figure 17 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humain exprimant la colère (* : p<0,05)

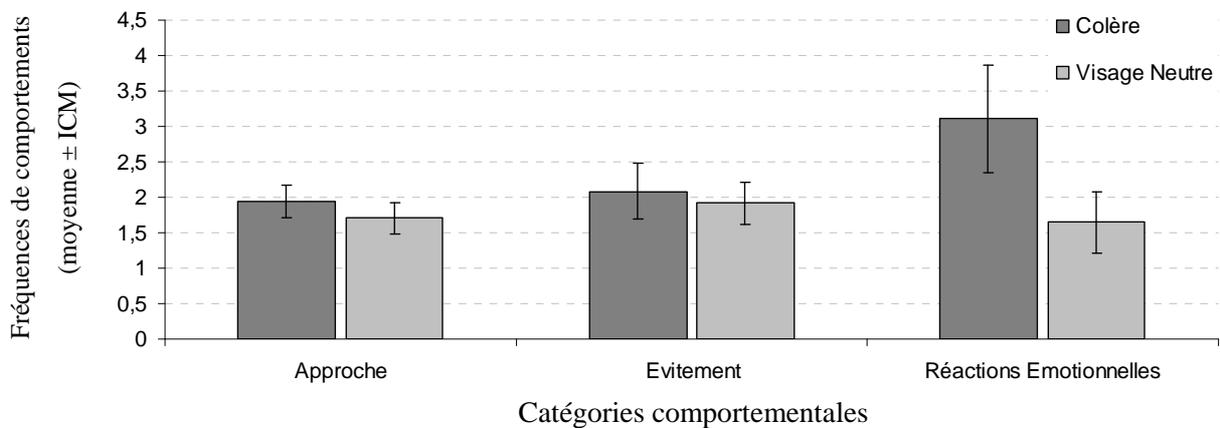


Prêt de $\frac{3}{4}$ des sujets adultes (70,9% - 78 sur 110) ont réagi à la présentation de la colère par plus de comportements d'évitement que lorsqu'ils étaient confrontés au visage neutre.

b) Immatures

Pour les immatures, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence dans les manifestations comportementales quelle que soit leur catégorie (colère vs neutre ; n=37 ; approche : W=1310,5 ; p=0,3923 – évitement : W=1379,5 ; p=0,9340 – réactions émotionnelles : W=1518,0 ; p=0,1364 ; Fig. 18).

Figure 18 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humain exprimant la colère

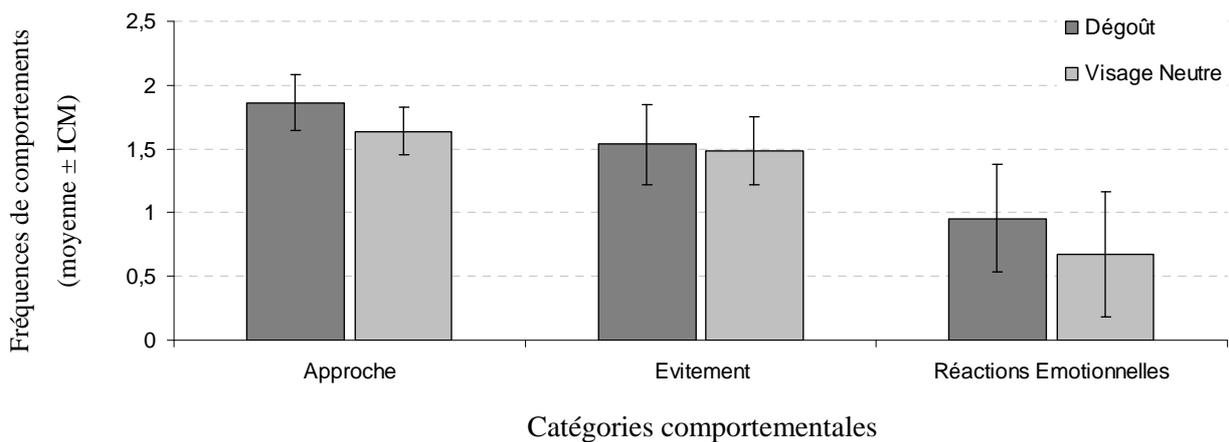


2/ Dégoût

a) Adultes

Les sujets adultes ne réagissent pas au dégoût de façon significative (dégoût vs visage neutre ; n=110 ; réactions émotionnelles : $W=13020,5$; $p=0,0186$; seuil corrigé de Bonferroni $=0,05/3=0,0167$ – approche : $W=11623,5$; $p=0,2387$ – évitement: $W=1379,5$; $p=0,9340$; Fig. 19).

Figure 19 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humain exprimant le dégoût

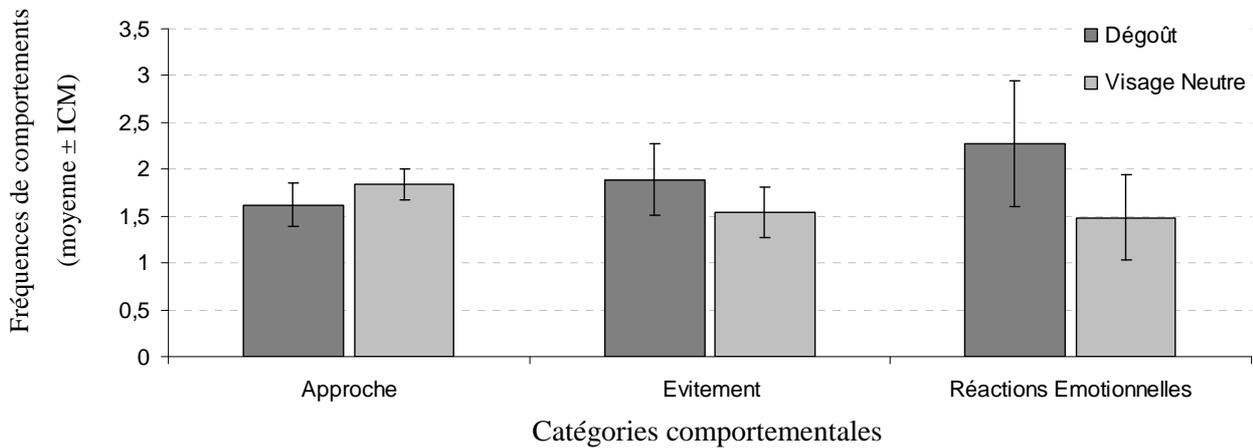


b) Immatures

Pour les immatures, aucune différence significative n'a été mise en évidence dans les manifestations comportementales quelle que soit leur catégorie (dégoût vs visage neutre ;

n=37 ; approche : $W=1501,5$; $p=0,1896$ – évitement : $W=1414,5$; $p=0,7688$ – réactions émotionnelles : $W=1476,0$; $p=0,3078$; Fig. 20).

Figure 20 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humain exprimant le dégoût

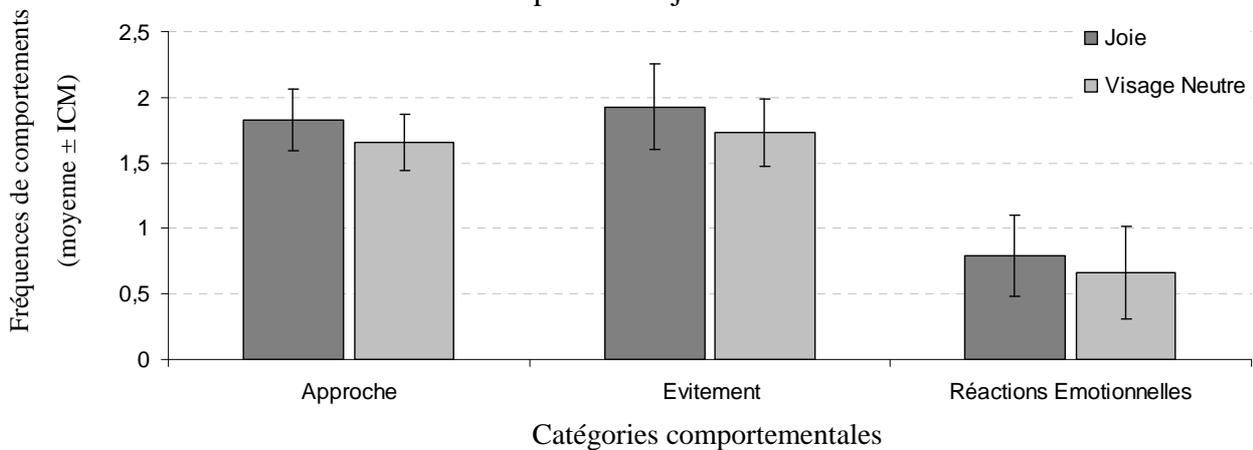


3/ Joie

a) Adultes

Les adultes ne réagissent pas plus lorsqu'ils sont confrontés à un visage exprimant la joie que lorsqu'ils sont confrontés à un visage neutre (joie vs visage neutre ; n=110 ; approche : $W=12724,0$; $p=0,2106$ – évitement : $W=12365,0$; $p=0,6502$ – réactions émotionnelles : $W=12721,5$; $p=0,1191$; Fig. 21).

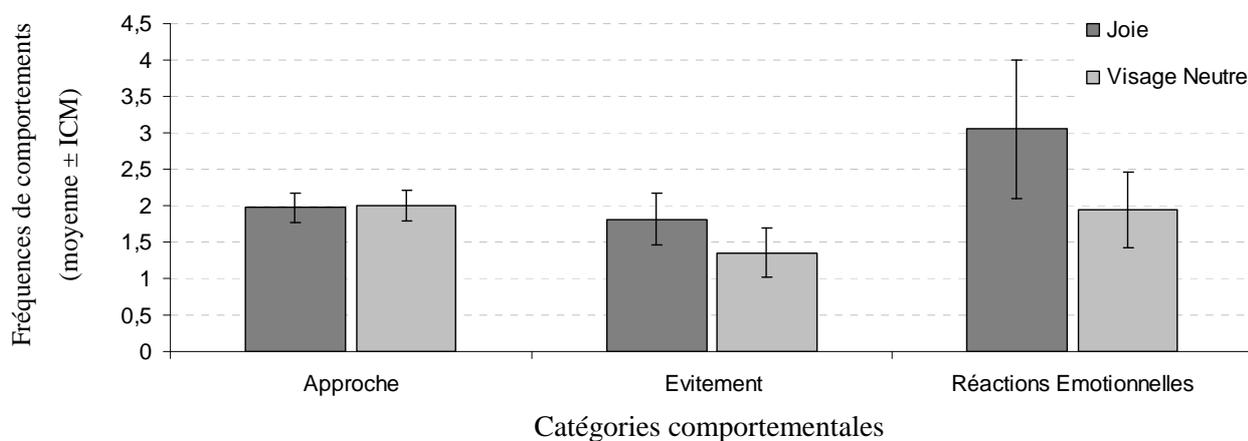
Figure 21 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humain exprimant la joie



b) Immatures

De même que pour les adultes, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence dans les manifestations comportementales des immatures confrontés à un visage humain exprimant la joie (joie vs visage neutre ; $n=37$; approche : $W=1414,5$; $p=0,7646$ – évitement : $W=1521,5$; $p=0,1362$ – réactions émotionnelles : $W=1482,5$; $p=0,2831$; Fig. 22).

Figure 22 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humain exprimant la joie

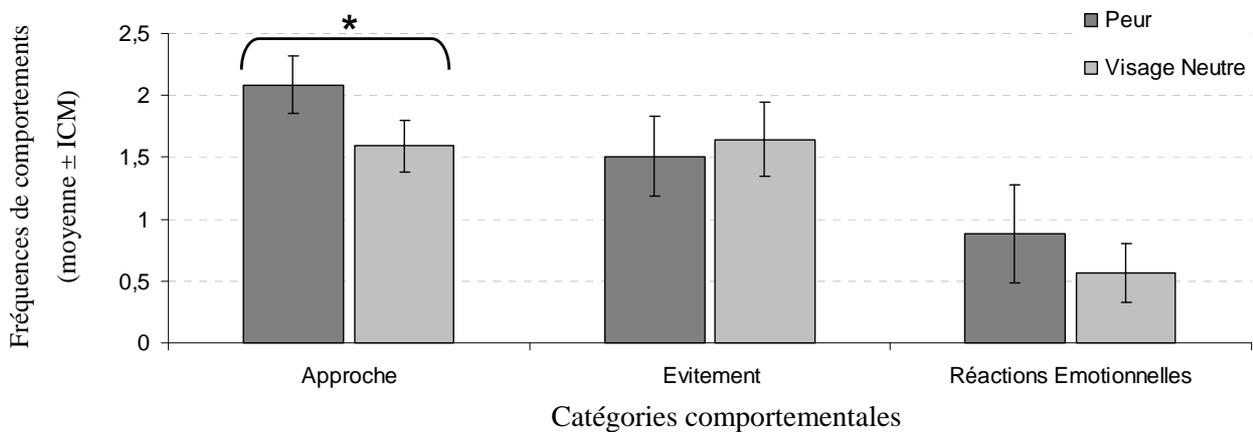


4/ Peur

a) Adultes

Les adultes réagissent à la peur significativement plus par de l'approche que par de l'évitement ou des réactions émotionnelles (peur vs visage neutre ; $n=110$; approche : $W=10774,0$; $p=0,0024$ – évitement : $W=11651,5$; $p=0,2708$ – réactions émotionnelles : $w=12655,0$; $p=0,1718$; Fig. 23).

Figure 23 : Nature de la réaction des adultes en présence d'un visage humain exprimant la peur (* : $p < 0,05$)

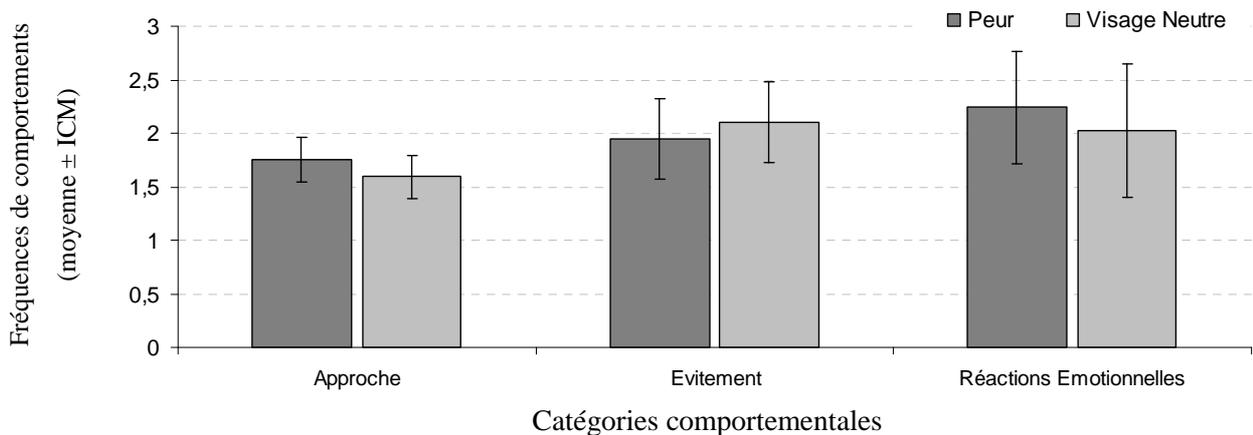


Parmi les adultes de notre échantillon, près de 2/3 des individus (60,0% - 66 sur 110) ont exprimé plus de comportements d'approche en présence d'un visage exprimant la peur qu'en présence d'un visage neutre.

b) Immatures

Pour les immatures, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence dans les manifestations comportementales quelle que soit leur catégorie (peur vs visage neutre ; $n=37$; approche : $W=1317,5$; $p=0,4250$ – évitement : $W=1348,5$; $p=0,6693$ – réactions émotionnelles : $W=1473,5$; $p=0,3194$; Fig. 24).

Figure 24 : Nature de la réaction des immatures en présence d'un visage humain exprimant la peur



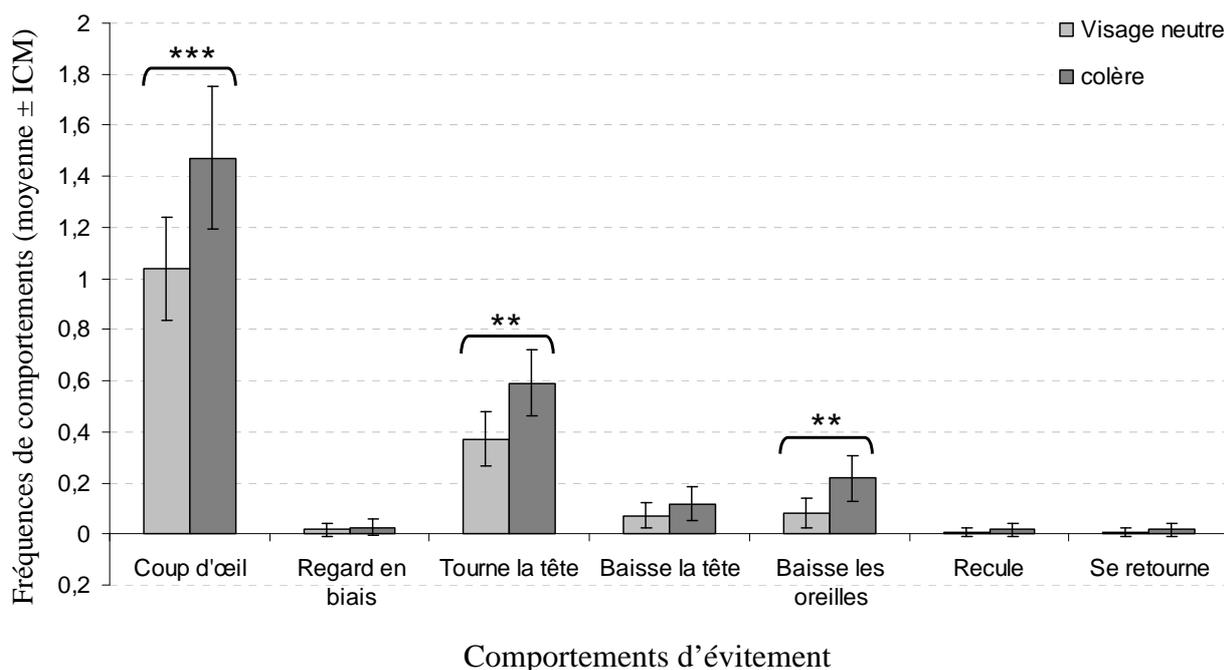
C. Analyse détaillée des modifications comportementales en fonction des expressions faciales présentées aux chiens adultes

Les analyses précédentes ne concernaient que les catégories comportementales regroupant une plus ou moins grande variété de comportements particuliers. Ayant pu mettre en évidence que seuls les chiens adultes réagissaient à certaines mimiques par certaines catégories, nous allons analyser quels sont les comportements responsables au sein de ces catégories.

1/Analyse des comportements de la catégorie « évitement » lors de la présentation de la colère

Parmi l'ensemble des comportements regroupés dans la catégorie « évitement », trois sont significativement plus manifestés lors de la présentation d'un visage exprimant la colère que lors de celle d'un visage neutre. Il s'agit tout d'abord des coups d'œil vers l'expérimentateur puis des détournements de la tête et enfin des abaissements des oreilles (colère vs neutre ; n =110 ; Procédure exacte : Coups d'œil : p=0,0000 ; Tourne la tête : p=0,0015 ; Baisse les oreilles : p= 0,0016 - Fig. 25).

Figure 25 : Comportements d'évitement manifestés lors de la présentation de l'expression faciale de la colère chez les sujets adultes (* : p<0,05 ; ** : p<0,01 ; *** : p<0,001)



2/Analyse des comportements de la catégorie « approche » lors de la présentation de l'expression faciale de la peur

Lors de la présentation de l'expression faciale de la peur, les chiens adultes n'augmentent significativement que le nombre de regards qu'ils adressent à l'expérimentateur par rapport au nombre qu'ils adressaient lors de la présentation d'un visage neutre (peur vs neutre, n = 110, Procédure exacte : $p=0,001$; Fig. 26 a et b).

Figure 26a : Comportements d'approche manifestés lors de la présentation de l'expression faciale de la peur aux sujets adultes (***) : $p<0,001$

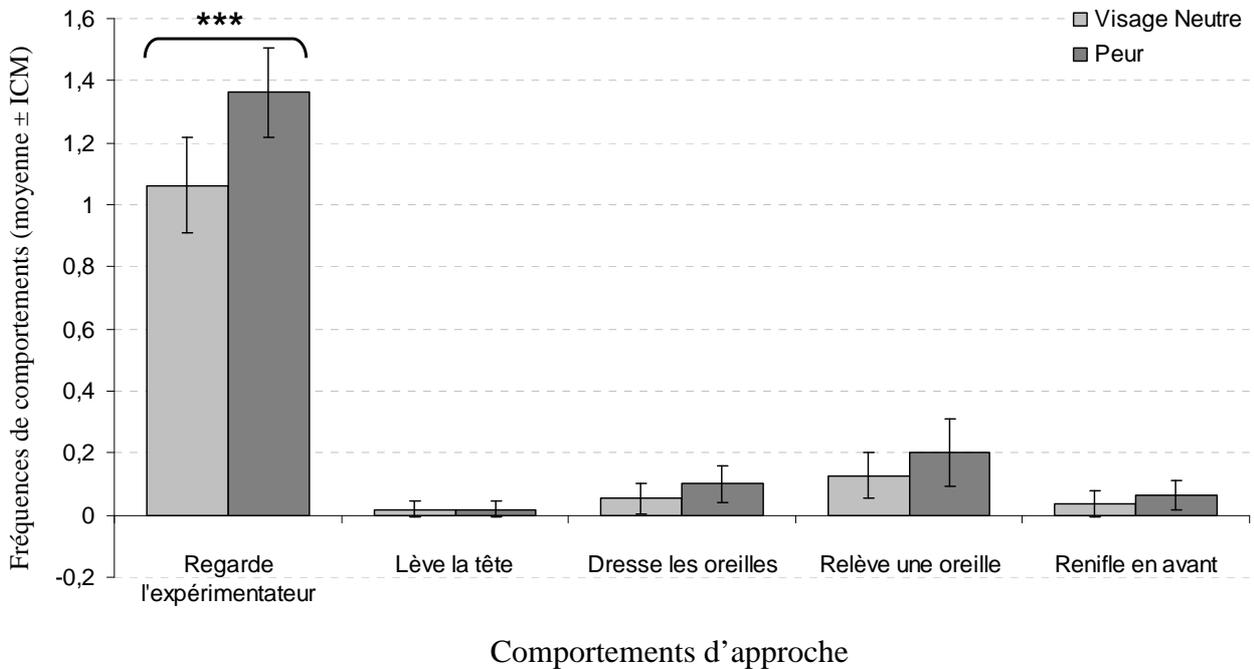
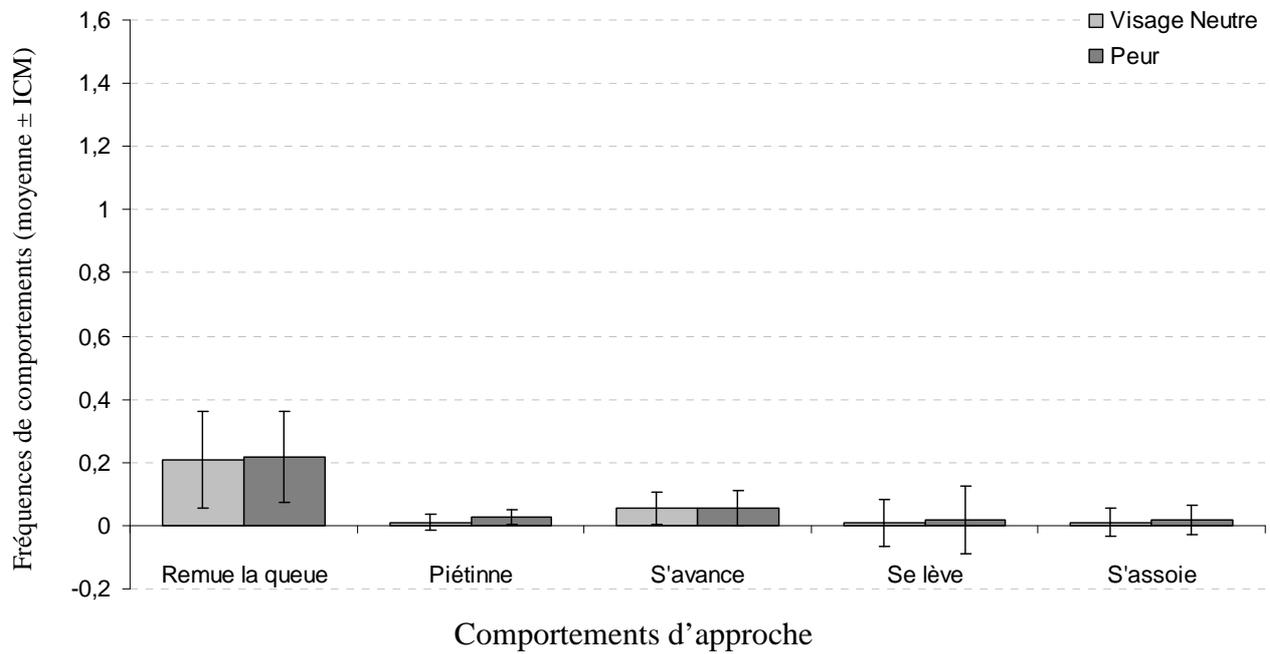


Figure 26b : Comportements d'approche manifestés lors de la présentation de l'expression faciale de la peur aux sujets adultes



Sur les 110 chiens adultes composant l'échantillon, 33,6% (37 sur 110) ont regardé plus longtemps l'expérimentateur lors de la présentation du visage exprimant la peur que lors de celle du visage neutre.

D. Influence de certains facteurs sur les réactions des sujets en fonction de leur nature : sexe et genre de l'expérimentateur qui présente les expressions faciales.

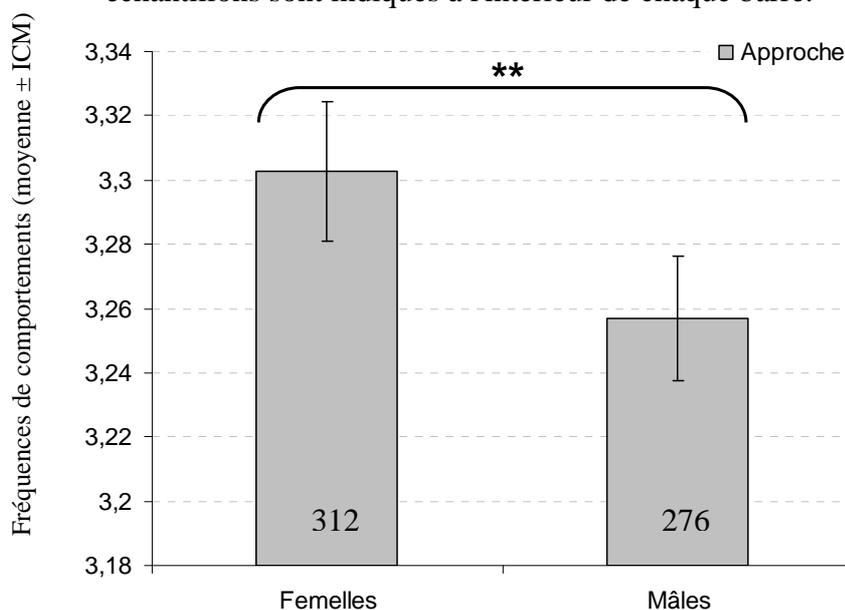
L'analyse porte ici sur les catégories de comportements. Nous appliquons un modèle linéaire généralisé, "GLM", afin de tester l'influence de plusieurs facteurs mais aussi l'interaction entre ces facteurs. Le modèle comprend l'effet du sexe du sujet, le genre de l'expérimentateur qui présente les expressions faciales ainsi que l'interaction entre le sexe et l'âge des sujets et l'interaction entre le genre du présentateur et l'expression faciale présentée.

1/ Influence du sexe du sujet

Le sexe du sujet a une influence significative sur sa réaction aux expressions faciales humaines ; les femelles manifeste globalement plus de réaction d'approche (ANOVA oneway: $F_{1,587}=9,45$; $p=0,002$; Fig. 27).

Il n'existe aucune interaction entre l'âge de l'animal et son sexe (Approche : $F_{1,577}=0,04$; $p=0,841$ – Evitement : $F_{1,577}=0,13$; $p=0,722$ – Réactions émotionnelles : $F_{1,577}=0,11$; $p=0,745$). Ainsi l'effet du sexe ne dépend pas de l'âge du sujet (immature ou adulte).

Figure 27 : Influence du sexe des sujets sur leurs réactions (** : $p<0,01$). Les effectifs des échantillons sont indiqués à l'intérieur de chaque barre.



De plus, les femelles, quel que soit leur âge, réagissent significativement plus que les mâles par des réactions d'approche lorsqu'elles sont confrontées à un visage exprimant le dégoût et la joie (Tab. 6).

Tableau 6 : Influence du sexe du sujet sur la nature de sa réaction (* : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$)

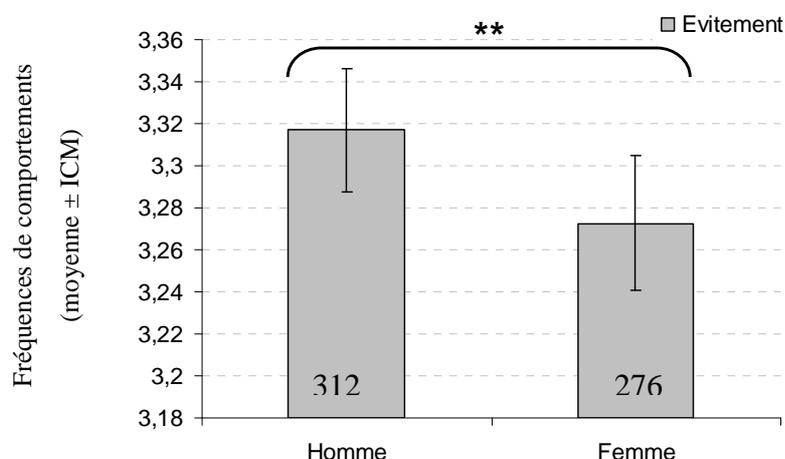
Expression faciale	Catégorie comportementale	F	p
Colère	Approche	0,18	0,675
Colère	Evitement	1,72	0,192
Colère	Réactions Emotionnelles	2,03	0,157
Dégoût	Approche	8,19	0,005 **
Dégoût	Evitement	1,13	0,291
Dégoût	Réactions Emotionnelles	0,02	0,875
Joie	Approche	6,04	0,015 *
Joie	Evitement	0,01	0,921
Joie	Réactions Emotionnelles	0,63	0,427
Peur	Approche	2,50	0,116
Peur	Evitement	1,08	0,302
Peur	Réactions Emotionnelles	0,58	0,446

2/ Influence du genre de l'expérimentateur

Le genre de l'expérimentateur a une influence significative sur la réaction des chiens ; les sujets réagissent par plus de comportements d'évitement lorsque l'expérimentateur est un homme, quelle que soit l'expression faciale présentée (ANOVA oneway : $F_{1,587}=4,04$; $p=0,045$; Fig. 28).

Il n'existe aucune interaction entre le genre de l'expérimentateur et l'expression faciale présentée (Approche : $F_{3,577}=1,05$; $p=0,370$ – Evitement : $F_{3,577}=1,32$; $p=0,268$ – Réactions émotionnelles : $F_{3,577}=0,43$; $p=0,730$). Ce qui revient à dire que l'effet "expérimentateur" est le même quelle que soit l'expression faciale présentée.

Figure 28 : Influence du genre de l'expérimentateur sur les réactions des chiens (** : $p < 0,01$). Les effectifs des échantillons sont indiqués à l'intérieur de chaque barre.



E. Présentation synthétique des résultats :

Etant donné la complexité des résultats et des effets que nous avons testé, nous avons eu recours à une analyse multivariée, Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de représenter sur un même graphique, de manière synthétique, l'ensemble des effets que nous avons mis en évidence.

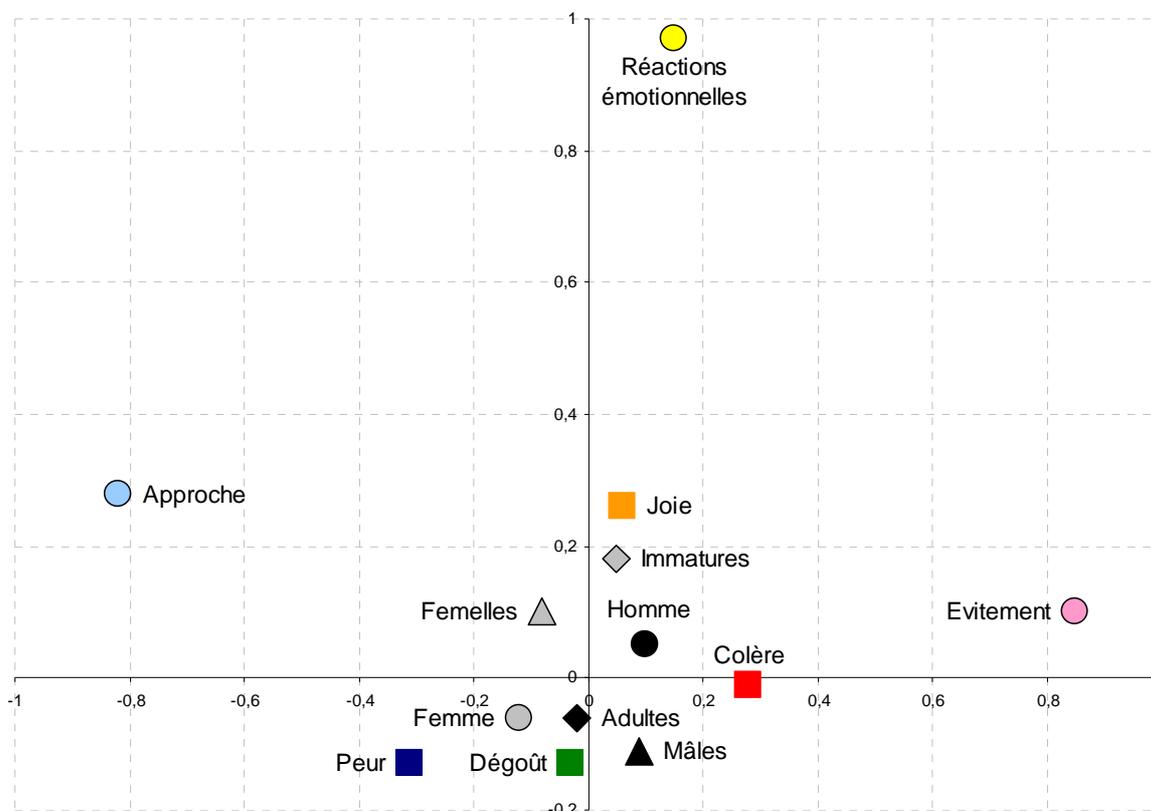
La matrice que nous avons utilisée pour réaliser cette ACP est la matrice comportant les deltas par catégorie. Les lignes de la matrice représentent chaque individu pour chaque mimique (un même individu apparaissant donc sur quatre lignes, une ligne par expression faciale). Les colonnes répertorient chacune des trois catégories. Chaque individu est identifié par un code comprenant une partie alphabétique créée à partir du nom de l'animal et une partie numérique renseignant sur sa classe d'âge, son sexe et sur le genre de l'expérimentateur qui a réalisé les observations. Ceci aboutit donc à une matrice de 588 lignes (147x4) et 3 colonnes.

Les 2 principaux facteurs de l'analyse (plan 1 et 2) extraient 81,22 % de la variabilité des données. On peut définir :

- sur l'axe 1, à gauche, nous trouvons les comportements d'approche opposés, à droite, aux comportements d'évitement.
- sur l'axe 2, en haut, se trouvent les réactions émotionnelles.
- le plan 1 correspond donc au degré d'attraction de l'animal vis-à-vis de l'expérimentateur. Le plan 2 correspond au degré d'émotivité de l'animal.

Nous retrouvons sur le graphique les résultats précédemment trouvés, à savoir une corrélation entre la présentation du visage exprimant la colère et des réactions d'évitement, une corrélation entre la présentation d'un visage exprimant la peur et les réactions d'approche et enfin une corrélation entre la présentation d'un visage exprimant la joie et les réactions émotionnelles (Fig. 29). De plus l'ACP confirme et visualise de manière synthétique le fait que les immatures réagissent plus que les adultes par des réactions émotionnelles (Fig. 30). Enfin les femelles ont plus tendance que les mâles à manifester des comportements d'approche quelles que soient les expressions faciales présentées mais aussi à manifester plus que les mâles des réactions d'évitement lorsque l'expérimentateur est un homme.

Figure 29 : Relations entre catégories comportementales et différents facteurs. Ces relations sont présentées dans le plan principal (axe 1 et 2) d'une Analyse en Composantes Principales. Les variables comportementales (catégories) à expliquer, sont représentées par des cercles colorés. En ce qui concerne les variables explicatives : les expressions faciales auxquelles les chiens sont exposés sont représentées par des carrés de couleurs, l'âge des sujets par des losanges noir ou gris, le sexe des sujets par des triangles en noir et gris, et enfin le genre du "présentateur" par des ronds pleins noir ou gris. Par souci de clarté, seuls les centres de gravité des différents ensembles de points représentant les facteurs explicatifs sont représentés.



Centre de gravité des différentes des sous-ensembles d'identificateur des sujets

III. DISCUSSION

Les résultats de notre étude montrent que les chiens réagissent de façon différente lors de la présentation d'un visage neutre et lors de la présentation d'un visage expressif statique. Cette différence de réaction se traduit, pour la majorité des individus, par une augmentation du nombre de comportements manifestés lors de la présentation des visages expressifs. Les chiens perçoivent donc une différence entre un visage neutre et un visage expressif.

Nos résultats montrent également que les chiens, adultes comme immatures, réagissent de façon différente à la présentation des différentes expressions faciales. Ceci nous permet d'affirmer qu'ils perçoivent des différences parmi les mimiques présentées au cours de cette étude. Les chiens, quel que soit leur âge, sont plus réactifs à la joie et à la colère.

De plus, nous avons montré que les chiens adultes réagissent de façon spécifique à un visage exprimant la colère par une augmentation des réactions d'évitement et à un visage mimant la peur par une augmentation des réactions d'approche. Lors de la présentation d'un visage exprimant le dégoût les résultats sont très proches du seuil de significativité pour les réactions émotionnelles. Les comportements qui sont significativement les plus produits par les chiens adultes lors de la présentation de la colère sont les coups d'œil à l'expérimentateur, les mouvements de tête latéraux et l'abaissement des oreilles. Lors de la présentation de la peur, les chiens adultes regardent longuement l'expérimentateur. Ceci nous permet d'affirmer que les chiens adultes sont capables de reconnaître au moins deux expressions faciales et de réagir de façon spécifique à l'émotion présentée.

Les immatures ont réagi de façon non spécifique à la présentation des différentes expressions faciales. Ils réagissent essentiellement par des réactions émotionnelles quelles que soient les expressions auxquelles les humains les confrontent.

Nous avons pu également mettre en évidence une différenciation des réactions aux expressions faciales humaines en fonction du sexe des chiens, quel que soit leur âge : Les femelles tendent plus à approcher de l'expérimentateur lorsque celui-ci mime la joie et le dégoût.

Enfin quelle que soit l'expression faciale présentée, les chiens réagissent plus par des réactions d'évitement lorsque le "présentateur" est un homme.

Les expressions faciales humaines étaient présentées de façon statique et indépendamment de tout autre élément postural. Ces deux contraintes expérimentales contrastent avec le caractère dynamique des expressions faciales et posturales lors d'interactions sensu stricto où la communication conduit à un ajustement du comportement des 2 partenaires. Nous pouvons alors supposer que pour certaines émotions, l'information transmise par l'expression faciale humaine a pu être ambiguë pour les chiens.

De plus, au cours des expériences, un seul canal de communication, le canal visuel, a été utilisé, alors que la communication dans les interactions homme-chien est très généralement voire toujours multimodale. Pongraz et ses collaborateurs ont montré que le principal facteur pour l'apprentissage du chien est la communication verbale continue (Pongracz *et al.*, 2004). Or, dans le cadre de nos tests, les contraintes méthodologiques imposaient qu'aucune communication verbale ne vienne interférer avec l'interprétation par le chien des seules expressions faciales humaines.

Le plus haut degré de réactivité des chiens, adultes et immatures, pour la joie et pour la colère peut être expliqué par le fait que ce sont des émotions qui sont fréquemment exprimées par les propriétaires au cours des interactions avec leurs animaux de compagnie. De plus, ces expressions sont souvent produites par le propriétaire à destination de son chien dans une communication adressée spécifiquement au chien, une communication "one-to-one" (Itani, 1963). De plus, comme une conséquence du contexte interactif lors de la manifestation de la colère et de la joie par l'homme, ces expressions sont fréquemment renforcées par une sanction, dans le cas de la colère, ou d'une récompense, dans le cas de la joie. Ceci conduit à un apprentissage rapide. Cet apprentissage associatif peut expliquer la différence de réactivité entre les immatures et les adultes. Les premiers ont probablement été moins souvent exposés que les adultes, notamment aux sanctions particulièrement très démonstratives.

L'étude des unités d'action du FACS (Ekman *et al.*, 1978) intervenant dans la réalisation des expressions faciales de la joie et de la colère montre que celles-ci ne font pas intervenir les mêmes muscles. La réactivité accrue pour ces expressions ne repose donc pas

sur une modification commune de la conformation du visage. De fait nous avons relevé précédemment que ces 2 expressions faciales étaient celles qui offraient entre elles le plus grand contraste (cf. Tab. 2 et Tab. 3). Donc nous pouvons penser qu'au delà des autres facteurs mentionnés précédemment, ce pourrait être les expressions faciales humaines les plus facilement discriminables par les chiens. A l'opposé le dégoût et la peur sont des émotions plus fréquemment induites par des stimuli extérieurs à l'interaction chien-proprétaire. Le chien n'est alors que spectateur de l'émotion du propriétaire et non le récepteur. Cela nous permet de supposer que le chien les perçoit moins souvent, de façon moins directe et ne puisse interpréter le contexte responsable de leur manifestation. De plus ces 2 expressions apparaissent également moins facilement discriminables, l'expression du dégoût apparaissant la plus ambiguë (cf. Tab. 3). Il est très probable que la perception que les chiens ont des expressions faciales humaines, surtout lorsqu'elles sont statiques, se fonde sur un ensemble de traits "intrafiguraux" et notamment ceux les plus différenciables et ceux qui ont été les plus prégnants, les plus signifiants, lors des interactions antérieures avec des humains.

La nature des réactions à l'expression faciale de la colère, c'est-à-dire des réactions d'évitement, montre que les chiens ont réagi non seulement de façon spécifique mais aussi adaptée. En effet, les coups d'œil, les détournements de la tête et les abaissements des oreilles ont pour but de soustraire l'animal à l'interaction avec l'humain, ce que Chance (1967) nomme des "cut-off signals", des signaux mettant fin aux interactions.

Les regards longs portés à l'expérimentateur, lorsque celui-ci présente un visage exprimant la peur, peuvent être interprétés soit comme une recherche d'informations complémentaires, soit comme un plus grand degré d'attention vis-à-vis de l'expérimentateur lorsqu'il réalise cette mimique. Cette réaction peut être une conséquence de l'ambiguïté entre cette expression et l'expression de la joie.

Une étude réalisée par Goossens *et al.* (2007) sur des macaques (*Macaca fascicularis*) a montré que ceux-ci regardent un plus grand nombre de fois vers quelle direction le regard du partenaire est porté lorsque le visage de celui-ci exprime de la peur (dents découvertes). Les hypothèses formulées par les auteurs pour expliquer ce fait sont que soit le macaque a conscience que son interlocuteur regarde quelque chose que lui-même n'arrive pas à voir soit par le fait que le primate non humain est plus vigilant. Plusieurs éléments dans cette étude sont en faveur de la première hypothèse (réponse plus marquée pour l'expression de la peur

que pour d'autres qui sont pourtant plus stimulantes ou qui pourraient impliquer physiquement l'animal).

Et nous savons grâce à plusieurs études de que le chien est attentif au visage humain et à son orientation (Miklosi *et al.*, 1998 ; Hare *et al.*, 1999 ; Agnetta *et al.*, 2000). En supposant que le chien comprenne la signification de cette expression faciale, nous pouvons penser que, comme les macaques, le chien cherche à savoir ce que l'humain regarde et ce qui provoque chez lui cette réaction. Cette réaction serait donc également adaptée à l'expression présentée (l'expérimentateur regardant le chien).

Enfin, le plus grand nombre de réactions d'évitement des sujets lorsqu'ils sont exposés à un expérimentateur homme plutôt que femme peut s'expliquer par ce qu'on appelle l'"autorité naturelle". Cet élément qui n'a pas encore été défini de manière scientifique, repose en partie sur le dimorphisme sexuel, comme cela est le cas dans beaucoup d'espèces de primates (Deputte, 1989). L'influence de ce dimorphisme est telle que très souvent 2 hiérarchies séparées sont déterminées, une pour les mâles et une pour les femelles (p. ex. Washburn & DeVore, 1963). De plus, ce dimorphisme sexuel s'accompagne d'un abaissement de la fréquence fondamentale des vocalisations des mâles (Gautier & Gautier, 1977). Or la voix est un stimulus important pour le chien (Pongracz *et al.*, 2004). Ceci contribue donc d'autant plus à rendre, généralement, les hommes plus impressionnants que les femmes, indépendamment de leur comportement. La plus grande manifestation de réactions d'évitements lorsque l'expérimentateur est un homme répondrait donc à cette association que les chiens ont pu probablement apprendre au cours de leurs interactions avec les humains.

CONCLUSION

L'étude des réactions des chiens aux présentations de différentes expressions faciales humaines statiques nous a permis de montrer que les adultes et les immatures sont capables de percevoir certaines d'entre elles. Nous avons également pu montrer que les chiens adultes réagissent de façon différenciée aux expressions faciales de la colère et de la peur. Ces réponses différenciées sont de plus adaptées aux messages normalement véhiculés par ces expressions faciales chez l'homme, notamment en ce qui concerne la colère. Ceci permet de supposer que le chien adulte comprend l'émotion exprimée par l'homme même lorsqu'elle ne l'est exprimée que par l'expression faciale, en l'absence d'autres indices posturaux et/ou vocaux ou verbaux. Dans notre étude, les chiens immatures ont réagi de manière différente des adultes ; l'ensemble de leurs réactions a révélé qu'elles n'étaient pas différenciées en fonction des expressions faciales auxquelles ils étaient confrontés. Le caractère contraignant des conditions expérimentales imposé par la rigueur méthodologique ne nous permet pas d'exclure que les chiens même immatures pourraient réagir, comme les adultes, de manière différenciée. Si tel était le cas, les réactions adaptatives, tel que l'évitement en présence d'un visage humain exprimant la colère, pourraient ne pas être le résultat d'apprentissages mais la conséquence d'une capacité qui au cours de l'évolution aurait été sélectionnée et appartiendrait maintenant au patrimoine génétique du chien. Ce fait serait alors à rapprocher des résultats de Hare *et al.* (2002) sur la compréhension par le chien des indices de désignation des humains. Une analyse du comportement des immatures sur un échantillon de plus grande taille pourrait en partie aider à valider cette hypothèse.

Notre étude pourrait aussi servir de point de départ pour une étude neurologique de la réponse des chiens aux expressions faciales. Chez l'homme, l'étude anatomique des lésions responsables de la prosopagnosie, c'est-à-dire de l'incapacité à identifier les visages familiers sur la seule base des indices visuels, a démontré que la région du cortex occipito-temporal ventral est impliquée dans la reconnaissance des visages (Meadows, 1974). Les résultats des enregistrements unitaires de l'activité neuronale réalisés chez le macaque rhésus ont permis d'identifier dans le sillon temporal supérieur (STS) et dans le gyrus temporal inférieur des neurones qui sont sélectivement activés lorsque l'animal voit le visage d'autres singes (Perrett

et al., 1982). Selon certains auteurs (Kanwisher *et al.*, 1997 ; Tong *et al.*, 2000), d'après des études d'imagerie en résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) menées chez des volontaires sains, certaines zones du cerveau, en particulier une zone du cortex occipital dénommée « Fusiform Face Area » (FFA), sont hautement spécialisées et n'interviennent que dans la perception des visages. En fait, elles sont également activées à un moindre degré par la vue d'objets appartenant à d'autres catégories (Blonder *et al.*, 2004). Nous pouvons espérer que les progrès réalisés dans les techniques d'imagerie médicale et ceux réalisés dans l'identification des régions responsables de la reconnaissance des visages et des émotions chez l'homme pourront un jour permettre de déterminer si, chez le chien, il existe aussi des zones du cerveau consacrées à ces fonctions et donc si l'évolution du chien comme commensal de l'homme a conduit à ce qu'il soit génétiquement programmé pour comprendre les émotions de l'homme.

BIBLIOGRAPHIE

AGNETTA B., HARE B. & TOMASELLO M. (2000): Cues to food location that domestic dogs (*Canis familiaris*) of different ages do and do not use. *Animal Cognition*, **3**: 107–112.

ALTMANN, S.A. (1967): The structure of primate social communication. *In: Social communication among primates*. Chicago: S.A. Altmann, 325-362.

BLONDER L.X., SMITH C.D., DAVIS C.E., KESLER/WEST M.L., GARRITY T.F., AVISON M.J. *et al.*, (2004): Regional brain response to faces of humans and dogs. *Cognitive Brain Research*, **20**: 384-394.

BRAUER J., KAMINSKI J., RIEDEL J., CALL J. & TOMASELLO M. (2006): Making Inferences About the Location of Hidden Food: Social Dog, Causal Ape. *Journal of Comparative Psychology*, **120** (1): 38-47.

CALL J., BRAUER J., KAMINSKI J., & TOMASELLO M. (2003): Domestic dogs (*Canis familiaris*) are sensitive to the attentional state of humans. *Journal of Comparative Psychology*. **117** (3): 257–263.

CHANCE M.R.A. (1962): An interpretation of some agonistic postures: the role of "cut-off" acts and postures. *Symposium of the Zoological Society of London*. London, **8**: 71-89.

CHEVREL J-P., FONTAINE C., M. ARGEME *et al.* (1997) : *Anatomie clinique : Tête et cou*. Paris : Springer-Verlag, 490p.

COPPINGER R., COPPINGER L. (2001): Dogs – a new understanding of canine origin, behaviour, and evolution, Chicago, The University of Chicago Press. 352p.

DARWIN C. (1872) : *L'expression des émotions chez l'homme et les animaux*. 2^{ème} ed. Paris : CTHS, 407p.

DEPUTTE B.L. (1986) : Ontogenèse du cercocèbe à joues blanches, en captivité (*Lophocebus albigena*). Développement des comportements de communication et des relations sociales.

Manuscrit non publié. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université de Rennes 1, 436p

DEPUTTE B.L. (1989). Primates. *In : Encyclopaedia Universalis*, Paris : Encyclopædia Universalis S.A., **18** : 984-1003.

EKMAN P. (1972): Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. *In: Nebraska Symposium on Motivation*, 1971. J. Cole, ed., Lincoln: University of Nebraska Press, 207-283

EKMAN P., FRIESEN W.V., & HAGER J.C (2002): The facial action coding system. 2nd ed. Salt Lake City: Research Nexus eBook. London: Weidenfeld & Nicolson (world).

FANTZ R. L. (1963): Pattern vision in newborn infants. *Science*, **140**: 296-297.

FARONI T., CSIBRA G., SIMION F., & JOHNSON M.H. (2002): Eye Contact Detection in Humans from Birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **99**(14): 9602-9605.

FOX W. (1971): *Behaviour of Wolves, dogs and related canids*, London: Jonathan Cape. 214p.

FOX M.W. & BEKOFF M. (1975): The behaviour of dogs. *In: The behaviour of domestic animals* E.S.E. Hafez ed. 3rd ed. Baltimore, Williams & Wilkins Co., 380p.

FULLER J.L. & FOX M.W. (1969): The behaviour of dogs. *In: The behaviour of domestic animals* 2nd E.S.E. Hafez ed., ed. Baltimore, Williams & Wilkins Co., 438p.

GAUTIER J.P., GAUTIER A. (1977): Communication in Old World monkeys. *In: How animals communicate*, T.E. Sebeok, ed. Bloomington, Indiana University Press, 890-964.

GOOSSENS B.M.A., DEKLEVA M., READER S.M., STERCK E.H.M & BOLHUIS J.J. (2008): Gaze following in monkeys is modulated by observed facial expressions. *Animal Behaviour*, **75**: 1673-1681.

GOREN C.C., SARTY M. and WU P.Y. (1975): Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics*, **56**: 544-549.

HARE B., CALL J. & TOMASELLO M. (1998): Five primate species follow the visual gaze of conspecifics. *Animal Behaviour*, **55** (4): 1063-1069.

HARE B., CALL J., AGNETTA B. & TOMASELLO M. (1999): Chimpanzees know what conspecifics do and do not see. *Animal Behaviour*, **59** (4): 771-785.

HARE B. & TOMASELLO M. (1999): Domestic dogs (*Canis familiaris*) use human and conspecific social cues to locate hidden food. *Journal of Comparative Psychology*, **113**: 173-177.

HARE B., BROWN M., WILLIAMSON C. & TOMASELLO M. (2002): The Domestication of Social Cognition in Dogs. *Science*, **298** (5598): 1634-1636.

HAUSER M.M. (1997): *The evolution of communication*. Cambridge, MA, USA, The MIT Press, 760p.

HEMMER H. (1990): *Domestication: The decline of environmental appreciation*, Cambridge, Cambridge University Press 208p.

ITANI J. (1963): Vocal communication of the wild Japanese monkey. *Primates*, **4**: 11-66.

JOHNSON M., DZIURAWIEC S., ELLIS H., MORTON J. (1991): Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline, *Cognition*, **40**: 1-19.

KANWISHER N., McDERMOTT J. & CHUM M.M. (1997): The Fusiform Face Area A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception. *The Journal of Neuroscience*, **17** (11): 4302-4311.

MEADOWS J.C. (1974): The anatomical basis of prosopagnosia. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, **37**: 489-501.

MOULTON D.G., ASHTON E.H. & EAYRS J.T. (1960): Studies in olfactory acuity. 4. Relative detectability of N-aliphatic acids by the dog. *Animal Behaviour*, **8**:117.

MIKLOSI A., POLGARDI R., TOPAL J., & CSANYI V. (1998): Use of experimenter-given cues in dogs. *Animal Cognition*, **1**: 113-122.

PERRET D.I., ROLLS E.T. & CAAN W. (1982): Visual Neurones Responsive to Faces in the Monkey Temporal Cortex. *Experimental Brain Research*, **47**: 329-342.

PONGRACZ P., MIKLOSI A. TIMAR-GENG K. & CSANYI V. (2004): Verbal Attention Getting as a Key Factor in Social Learning Between Dog (*Canis familiaris*) and Human. *Journal of Comparative Psychology*, **118** (4): 375-383.

RIME B. & SCHERER K.R. (Eds.) (1989): Textes de base en psychologie : les émotions. Neufchâtel et Paris : Delachaux et Niestlé, 303p.

SCHNEIRLA T.C. (1959): An evolutionary and developmental theory of biphasic processes underlying approach and withdrawal. In: *Nebraska Symposium on Motivation* (ed. M.R. Jones). Lincoln, University of Nebraska Press, 1-42.

SCHWAB C. & HUBER L. (2006): Obey or Not Obey? Dogs (*Canis familiaris*) Behave Differently in Response to Attentional States of Their Owners. *Journal of Comparative Psychology*, **120** (3): 169-175.

SCHWARTZ J.L., BERTHOMMIER F., SAVARIAUX C. (2004): Seeing to hear better: evidence for early audio-visual interactions in speech identification. *Cognition*, **93**: 69-78.

SHANNON C.E. & WEAVER W. (1949): *The mathematical theory of communication*. Urbana, University of Illinois Press, 144p.

SIEGEL S. & CASTELLAN N.J.Jr. (1988): *Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill International Editions, 399p.

SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1995): *Biometry*. 3^e edition, New York: W.H. Freeman and company, 887p.

STODDART D.M. (1980): *Olfaction in mammals*. New York: Academic Press, 363p.

TINBERGEN, N. (1952): Derived activities: their causation, biological significance, origin and emancipation during evolution. *The Quarterly Review of Biology*, **27**: 1-32.

TONG F., NAKAMAYA K., MOSCOVITCH M. WEINRIB O. & KANWISHER N. (2000): Response Properties of the human fusiform face area. *Cognitive Neuropsychology*, **17** (1/2/3): 257-279.

TURATI C., SIMION F., MILANI C., UMILTA I. (2002): Newborns' preference for faces: what is crucial? *Developmental Psychology*, **38**: 875-82.

VILA C., SAVOLAINEN P., MALDONADO J. E., AMORIM I. R., RICE, J. E., HONEYCUTT R. L., *et al.* (1997): Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science*, **276**: 1687–1689.

VON UEXKULL J. (1934) : *Mondes animaux et monde humain*, Paris : trad. fr. éd. Denoël 1984, 190p.

WASHBURN S.L., DeVORE I. (1963): The social life of baboons. *In: Primate Social Behavior*, C.H. Southwick, ed., Princeton, Van Nostrand Company, 98-113.