

# UNIVERSITÉ PARIS OUEST NANTERRE LA DEFENSE

ÉCOLE DOCTORALE 139 : CONNAISSANCE, LANGAGE, MODÉLISATION

Thèse

Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ PARIS OUEST NANTERRE LA DEFENSE**

Discipline : Neurosciences

Spécialité : Éthologie

Présentée et soutenue publiquement par

**Sarah JEANNIN**

Le 12 décembre 2016

## **La relation homme-animal : étude de la communication vocale adressée au chien (*Canis familiaris*)**

Devant le jury composé de

<b>Gérard LÉBOUCHER</b>	Directeur de thèse	<i>Université Paris Nanterre</i>
<b>Bertrand DEPUTTE</b>	Rapporteur	<i>CNRS</i>
<b>Heiko RÖDEL</b>	Rapporteur	<i>Université Paris 13</i>
<b>Caroline GILBERT</b>	Examineur	<i>CNRS/MNHN, ENVA</i>
<b>David REBY</b>	Examineur	<i>University of Sussex</i>
<b>Sébastien DEREGNAUCOURT</b>	Examineur	<i>Université Paris Nanterre</i>



**La relation homme-animal : étude de la  
communication vocale adressée au chien  
(*Canis familiaris*)**

Par Sarah JEANNIN

Sous la direction de  
Gérard LÉBOUCHER

## Avant-propos

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'un contrat doctoral d'une durée de 3 ans (signature du contrat le 1<sup>er</sup> octobre 2012), suivi d'un contrat d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER) d'une durée d'un an (2015/2016), renouvelé cette année (2016/2017).

Les expérimentations ont été réalisées à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA) dans une salle de l'IRCA (Institut de Recherche Clinique Animale), généreusement prêtée par le Dr. S.Perrot.

Le recrutement des participants des études présentées dans les chapitres 1, 2 et 3 a été réalisé en grande partie dans la salle d'attente de la médecine préventive du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort (CHUVA) et via le réseau social étudiant de l'ENVA.

Les analyses de données ont été réalisées à l'ENVA et au laboratoire d'Ethologie Cognition et Développement de l'Université Paris Nanterre.

Le script que nous avons utilisé pour réaliser nos analyses acoustiques sur Praat a été créé par D. Reby.



## Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué directement ou indirectement à cette thèse de doctorat :

En premier lieu, merci aux membres du jury, Caroline GILBERT, David REBY, Sébastien DEREGNAUCOURT, Heiko RÖDEL et Bertrand DEPUTTE d'avoir accepté d'évaluer ce travail. J'espère que la lecture du manuscrit sera agréable.

Merci à Gérard LÉBOUCHER, mon directeur de thèse pour sa présence et sa bienveillance ; merci de m'avoir soutenue et encouragée tout au long de ces quatre années. J'en profite pour remercier Pascal MALLET d'avoir partagé son bureau avec une doctorante débordante d'émotions, pour son empathie à l'écoute de nos drames !

Je remercie Caroline GILBERT d'avoir accepté de travailler avec nous sur ce projet de thèse et de la confiance qu'elle m'a accordée. Merci de m'avoir accueillie à l'ENVA, ainsi qu'aux consultations de médecine vétérinaire du comportement du CHUVA. Cette expérience a été extrêmement enrichissante puisqu'elle m'a appris à mieux appréhender le comportement animal, mais aussi les enjeux de la relation homme-animal.

Un grand merci à David REBY de m'avoir accueillie au sein du laboratoire « Mammal Vocal Communication and Cognition » à l'université de Sussex il y a quatre ans et à Victoria RATCLIFFE. Mes réflexions et mes projets de recherche sur le chien ont grandement muris au cours de ces trois mois. Merci également d'avoir accepté de travailler en collaboration avec nous sur cette thèse et de nous avoir apporté un regard critique sans égal.

Je tiens également à remercier Michel KREUTZER qui m'a fait découvrir l'Ethologie et qui m'a conduite jusqu'ici. Merci de m'avoir donné l'occasion de faire de très belles rencontres à la fois dans le domaine de la Psychologie et de l'Ethologie.

Merci Dalila BOVET et Mathilde LALOT de m'avoir encadrée lors de mon premier stage d'Ethologie : les canaris m'ont transmis beaucoup d'optimisme !

J'aimerais également remercier l'ensemble des membres du laboratoire et en particulier ceux qui ont été mes professeurs (une mention spéciale à Laurent NAGLE), puisque c'est à travers leurs enseignements et paradoxalement peut être, à travers leur grande humanité que m'est venue l'envie d'étudier le comportement animal.

Un grand merci à Mathieu AMY pour toutes ces heures passées sur nos statistiques. Y repenser me fait sourire, quelle galère ! Merci pour ta patience.

Merci à toutes mes stagiaires pour leur aide et les bons moments que nous avons passés ensemble : Marine PARKER, Marine ESCUDERO, Raphaëlle BOURREC, Raphaëlle TIGEOT, Charlène PLAMONT, Justine GUILLAUMONT et Ophélie CHAUVEL.

Merci à mes collègues doctorants : Ophélie BOUILLET, Mathilde LALOT, Agatha LIÉVIN-BAZIN, Guillaume HUET DES AUNAY, Davy UNG, Pauline SALVIN, Lucille LE MAGUER et aux animaliers : Emmanuelle MARTIN et Philippe GROUE. Soyez certaines Emmanuelle, Ophélie et bien-sûr Pauline que vos rires resteront gravés dans ma mémoire !

Je remercie Thierry BEDOSSA pour les merveilleuses rencontres que j'ai pu faire à ses côtés ; merci pour les échanges et les réflexions que nous avons eu au cours de ces quatre années et que, bien-sûr, nous aurons encore.

Un très grand merci à mes parents, à mes très-beaux parents et au plus beau qui ont supporté de près ou de loin mon caractère de chien (c'est le cas de le dire !) et je remercie en particulier

ma mère pour son soutien et l'aide incommensurable qu'elle a su m'offrir durant toutes ces années d'études.

Oh et puis bien-sûr : merci à Vodka (c'est un chien...) et à ma boule anti-stress Pamina !

## Notes aux lecteurs

Cette thèse de doctorat est réalisée sur articles. Les chapitres qui la composent ont été rédigés en anglais et sont destinés à être publiés indépendamment les uns des autres. Aussi, les figures présentées dans les chapitres ne sont pas en couleur mais en nuances de gris et sont numérotées article par article.

L'article: "Effect of interaction type on the characteristics of pet-directed speech in female dog owners" en revision au moment de la soutenance, a été depuis publié dans le journal *Animal Cognition*.



L'article: "Pet-directed speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-directed speech" a été soumis au journal *Nature Scientific Reports*; il est actuellement en revision.



L'article: "Human-dog communication: do people accurately perceive dog's visual feedbacks in response to vocal solicitation?" fait référence à l'article: "Pet-Directed-Speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-Directed-Speech". Il est en attente de publication de ce dernier pour être soumis.

L'article: "Dogs' head orientation in response to human vocal solicitations" est en préparation. Une récolte de données supplémentaire sera probablement nécessaire afin de renforcer la puissance statistique de nos résultats si nous souhaitons le publier.



# Table des matières

Avant-propos .....	4
Remerciements .....	5
Notes aux lecteurs .....	8
<b>Introduction générale.....</b>	<b>11</b>
<b>I. La relation homme-chien (<i>Canis Familiaris</i>) .....</b>	<b>13</b>
<b>1. La domestication.....</b>	<b>13</b>
<b>2. La relation homme-chien de compagnie actuelle.....</b>	<b>14</b>
<b>3. Les similarités entre les relations homme-chien de compagnie et parents-     bébé</b>	<b>16</b>
Homologies cérébrales.....	16
Climat hormonal identique .....	17
Néoténie : apparence juvénile.....	18
Lien émotionnel .....	20
<b>II. La communication homme-chien (<i>Canis familiaris</i>).....</b>	<b>22</b>
<b>4. La communication et la reconnaissance des émotions .....</b>	<b>22</b>
La reconnaissance des émotions humaines par les chiens.....	23
La reconnaissance des émotions canines par les êtres humains .....	27
<b>5. La communication gestuelle et visuelle.....</b>	<b>29</b>
La communication référentielle.....	30
<b>6. La communication verbale : interface entre cognition et émotions .....</b>	<b>33</b>
Aspects cognitifs.....	34
<b>7. La communication homme-chien de compagnie : similarités entre PDS et     IDS</b>	<b>38</b>
La communication parents-bébé : l'IDS.....	38
La communication propriétaire-chien de compagnie : le PDS.....	39
<b>8. Traitement du langage humain par le chien .....</b>	<b>42</b>
<b>9. Objectifs de cette thèse de doctorat.....</b>	<b>44</b>
<b>10. Présentation du modèle d'étude .....</b>	<b>45</b>
Origines du chien.....	45
Domestication .....	46
Origine des races.....	48
Morphologie .....	48
<b>Chapitres .....</b>	<b>50</b>
Aide à la lecture.....	51
<b>Chapitre I.....</b>	<b>53</b>
<b>Etude du Pet-Directed-Speech (PDS) dans différentes situations d'interaction .....</b>	<b>53</b>
<b>Chapitre II .....</b>	<b>85</b>

<b>Traitement hémisphérique des sollicitations humaines par le chien .....</b>	<b>85</b>
Abstract .....	87
Introduction.....	88
Methods .....	91
Results.....	96
Discussion.....	98
Acknowledgements.....	100
References.....	101
<b>Chapitre III.....</b>	<b>105</b>
<b>Effet du Pet-Directed-Speech (PDS) sur l'état attentionnel du chien .....</b>	<b>105</b>
<b>Chapitre IV .....</b>	<b>131</b>
<b>Perception humaine des signaux visuels émis par le chien en réponse au PDS.....</b>	<b>131</b>
Abstract.....	133
Introduction.....	134
Methods .....	136
Results.....	140
Discussion.....	142
References.....	145
<b>Discussion générale .....</b>	<b>149</b>
Conclusion générale.....	159
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>160</b>
<b>Annexe : liste des travaux réalisés durant ce doctorat.....</b>	<b>190</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>196</b>

## **Introduction générale**

## Introduction générale

L'être humain et le chien sont deux espèces sociales (Gallese *et al.* 2004, Cooper *et al.* 2003) qui partagent un environnement commun depuis plus d'une dizaine de milliers d'années (Thalmann *et al.* 2013, Hare *et al.* 2002). Les origines de cette relation seront abordées dans la première partie de notre introduction et seront ensuite développées dans la partie « présentation de l'espèce ».

Dans la société occidentale actuelle, les propriétaires présentent un lien émotionnel très fort à leur chien de compagnie, que de nombreux auteurs ont comparé au lien parent-bébé. La dimension affective de la relation homme-chien sera abordée dans la première partie de notre introduction, dans la section intitulée « la relation homme-chien actuelle ».

Le lien émotionnel unique entre l'homme et le chien et le système de communication qui s'est mis en place entre ces deux espèces, repose en grande partie sur les capacités sociales et cognitives des chiens ; aptitudes qui leur ont permis de s'ajuster à l'homme (D'Aniello *et al.* 2015). En effet, les chiens sont extrêmement performants dans la reconnaissance des émotions humaines et dans l'utilisation de la communication référentielle humaine (regard, gestes, intonations). Nous développerons ce point dans la seconde partie de notre introduction que nous avons nommée « la communication homme-chien ».

Ainsi, la communication particulière entre l'homme et le chien s'inscrit dans le cadre d'une relation émotionnelle et affective, et repose sur des compétences sociocognitives complexes. Ces perspectives nous permettront d'introduire l'objet de cette thèse: la communication vocale entre l'homme et le chien de compagnie et en particulier, une modalité de discours appelée le Pet-Directed-Speech (PDS) ou « discours adressé à l'animal de compagnie ».

## I. La relation homme-chien (*Canis Familiaris*)

### 1. La domestication

Le chien domestique (*Canis familiaris*) est une espèce appartenant à la famille des canidés (Canidae). Les auteurs s'accordent pour dire que l'ancêtre du chien est le loup gris (*Canis lupus*) (Wayne 1993, Lindblad-Toh *et al.* 2005, Frantz *et al.* 2016), mais la date d'apparition du chien et les mécanismes qui sont à l'origine de sa domestication restent controversés (Clutton-Brock 1999, Crockford 2000, Thalmann *et al.* 2013, Germonpré *et al.* 2012, Frantz *et al.* 2016). Néanmoins, il ne fait aucun doute que le chien est l'animal domestique qui vit auprès de nous depuis la plus longue période (environ 15.000 ans) (Savolainen *et al.* 2002, Larson *et al.* 2012, Frantz *et al.* 2016). A peu près partout où vivent des humains se trouvent des chiens (Hare & Tomasello 2005).

La cohabitation entre l'homme et le chien aurait permis aux deux espèces de former une relation étroite et ainsi de développer des moyens de communication similaires comme l'échange de regard (Cooper *et al.* 2003, Miklosi *et al.* 2004, Hare & Tomasello 2005). Plusieurs études suggèrent que la sélection artificielle a permis de promouvoir la prédisposition des chiens à former un lien affiliatif avec les humains (Millot 1994, Gácsi *et al.* 2001, Topál *et al.* 2005, Marinelli *et al.* 2007). En effet, les animaux proches de l'homme sur le plan physique, comportemental ou cognitif ont tendance à être préférés et suscitent plus d'affects positifs chez les êtres humains (Batt 2009).

## 2. La relation homme-chien de compagnie actuelle

En France, presque un foyer sur deux possède au moins un animal de compagnie. Le nombre total de ces animaux est pratiquement égal au nombre d'humains : 63 millions d'animaux de compagnie pour 65 millions de français dont 7,3 millions de chiens. Parmi les possesseurs de chiens 21,7% vivent dans des villes de plus de 100,000 mille habitants et 8,8% vivent dans l'agglomération parisienne (FACCO 2014). Plusieurs études montrent que les chiens représentent l'une des espèces favorites des enfants et des adultes (Woods 2000, Borgi & Cirulli 2013, 2015).

Certains propriétaires présentent un lien émotionnel fort avec leur chien de compagnie et celui-ci endosse bien des rôles: ami, confident, enfant, image qu'on souhaite incarner etc. (Walsh 2009). Il devient le réceptacle de manques ou de besoins affectifs, il apaise, sécurise et aide à mieux vivre (Digard 1990). Des études font ressortir que les animaux de compagnie pourraient être bénéfiques pour le bien-être physique, social et émotionnel des humains (Kurdek 2009, Stoeckel *et al.* 2014). D'après ces études, les propriétaires d'animaux de compagnie sont en meilleure santé que ceux qui n'en possèdent pas : ils présentent moins de problèmes cardiaques car la pression sanguine et le rythme cardiaque diminuent en présence d'un chien ou d'un chat (Allen *et al.* 2001, 2002, Hodgson *et al.* 2015), ils sont moins souvent malades et vont donc moins consulter le médecin (Headey & Grabka 2007, Headey *et al.* 2008) ; ils font plus d'exercice (Headey & Grabka 2007, Headey *et al.* 2008) et sont moins déprimés (Clark Cline 2010). Les animaux de compagnie permettent également de diminuer le stress et l'anxiété (Nagengast *et al.* 1997, Serpell 2011, Barker *et al.* 2012). Ils représentent un soutien social, offrent aux personnes âgées des responsabilités (Raina *et al.* 1999), et ils favorisent les interactions sociales entre individus (McNicholas & Collis 2000, Johnson 2011, Wood *et al.* 2011).

Réciproquement, le propriétaire offre un sentiment de sécurité pour son chien et agit comme un « amortisseur » contre le stress dans une situation qui suscite de l'anxiété (Gácsi *et al.* 2013, Rehn *et al.* 2014), peut-être même davantage que la présence d'un congénère comme le suggère l'étude de Tuber *et al.* (1996).

En Occident, les propriétaires d'animaux de compagnie sont qualifiés de « pet parents » dans les médias populaires (Taylor 2006, Del Monte Foods 2011) et la moitié des propriétaires considèrent leur animal comme un membre de la famille à part entière voire comme un enfant (Berryman *et al.* 1985, Risley-Curtiss *et al.* 2006, AP-Petside.com Poll 2009). Les propriétaires se comportent souvent avec leur animal de la même façon qu'ils le feraient avec un enfant dans les mêmes circonstances: ils les embrassent, leur donnent des surnoms affectueux « mon bébé, mon amour, ma fille...», un grand nombre de propriétaires portent leur chien au lieu de les laisser marcher, les habillent, fêtent leur anniversaire, leur offrent des cadeaux etc. (O'Farrell 1997, Palestrini *et al.* 2005, Prato-Previde *et al.* 2006, Marinelli *et al.* 2007, Del Monte Foods 2011, Urquiza-Haas & Kotrschal 2015). D'après Askew (2003) les comportements des propriétaires modernes envers leur animal de compagnie seraient des attitudes parentales dirigées vers un membre d'une autre espèce. Mais déjà à l'époque Antique, Jules César s'étonnait: « les femmes romaines n'ont-elles donc plus comme autrefois des enfants à nourrir et à porter dans leurs bras ? Je ne vois que des chiens et des singes ». Ces propos ont été rapportés par l'ethnologue français Jean-Pierre Digard (1990). Herzog (2014) ajoute que les humains semblent en effet avoir des caractéristiques innées qui facilitent la formation d'un lien affectif à des membres d'autres espèces. Serpell (2004) suggère que « les humains développent des sentiments et des comportements positifs lorsqu'ils s'occupent de chiens parce que cette relation émotionnelle est similaire à celle créée entre une mère et son enfant ».

### **3. Les similarités entre les relations homme-chien de compagnie et parents-bébé**

Plusieurs auteurs ont tenté de comprendre quels étaient les fondements de la relation émotionnelle entre l'homme et le chien. Pour cela, une grande partie d'entre eux ont repris et adaptés les protocoles expérimentaux utilisés pour étudier le lien parent-bébé en psychologie humaine. Les résultats de ces études ont mis en évidence de nombreux recouvrements entre ces deux types de relations, à la fois d'un point de vue physique (données neuronales et physiologiques) et comportemental.

#### **Homologies cérébrales**

Les visages d'être-humains ou de chiens familiers (i.e. familiarité sociale de longue date) entraînent des réponses neuronales similaires chez l'humain, en particulier dans le cortex cingulaire antérieur rostro-ventral, dont l'activité est associée aux aspects affectifs et émotionnels de la cognition sociale (Shinozaki *et al.* 2007).

Plus spécifiquement, l'exposition à une photo de leur enfant ou de leur chien entraîne chez des mères une activation neuronale similaire dans des régions du cerveau impliquées dans les émotions, la récompense (amygdale, substance périaqueducale, aire tegmentale ventrale, insula, thalamus), le traitement visuel et la cognition sociale (gyrus fusiforme et temporal supérieur) (Stoeckel *et al.* 2014). Il existe néanmoins quelques différences: l'image de leur enfant active davantage les régions du mésencéphale notamment l'aire tegmentale ventrale et la substance noire toutes deux impliquées dans la récompense et les liens affiliatifs (Bartels & Zeki 2004), alors que l'image de leur chien active davantage les régions corticales postérieures et le gyrus fusiforme, impliqués dans le traitement visuel des visages et la cognition sociale. Ainsi, les expressions faciales et le regard jouent un rôle central dans les



interactions humains-chiens comparés à la communication humain-humain, probablement parce que le chien est dépourvu du langage verbal (Stoeckel *et al.* 2014). Enfin, les mères jugent leur enfant et leur chien comme étant des sources d'excitations (arousal) et de plaisir (valence) similaires (Stoeckel *et al.* 2014).

### **Climat hormonal identique**

L'ocytocine, communément appelée « hormone de l'attachement », est à la fois une hormone et un neuro-modulateur qui promeut les comportements affiliatifs et facilite le lien entre la mère et l'enfant, mais aussi le lien mâle-femelle au sein de la paire reproductrice (Carter *et al.* 1992, Heinrichs *et al.* 2009, Bartz *et al.* 2011, Carter 2014). Par exemple, l'ocytocine favorise la cognition sociale et l'interprétation des signaux sociaux et permet ainsi une prédisposition plus importante à l'empathie et aux comportements d'approche dans un contexte social (Heinrichs *et al.* 2009). Les effets de l'ocytocine sont présents chez les deux sexes, chez le mâle toutefois, la vasopressine jouerait un rôle plus important (Carter 2014).

Les interactions homme-chien, calmes et positives, conduisent à une augmentation de la concentration d'ocytocine chez les deux protagonistes (Miller *et al.* 2009, Odendaal & Meintjes 2003, Handlin *et al.* 2011). Administrer de l'ocytocine par voie nasale à des chiens augmente le nombre de regards vers le propriétaire. Ces échanges de regard conduisent à une sécrétion plus importante d'ocytocine chez le propriétaire et facilitent ses comportements affiliatifs, ce qui entraîne en retour une augmentation des concentrations d'ocytocine chez le chien (Nagasawa *et al.* 2015). Les auteurs appellent ce phénomène : l'« ocytocin-mediated positive loop », c'est-à-dire l'existence d'une boucle positive entre espèces, dont l'ocytocine serait le médiateur et qui est facilitée et modulée par le regard. Ce phénomène est similaire à ce qui a été observé dans les interactions parents-bébé humains (De Dreu *et al.* 2010). Le

regard mutuel entre le parent et le nourrisson a par ailleurs été décrit comme étant un comportement affiliatif et une marque d'engagement social dont le rôle principal est de réguler le lien social, notamment à travers la sécrétion d'ocytocine (De Dreu *et al.* 2010, Farran & Kasari 1990, Feldman *et al.* 2007, Nagasawa *et al.* 2012).

Ce système de sécrétion d'ocytocine pourrait être à l'origine des effets bénéfiques psychologiques et psychophysiologiques des interactions homme-animal (Beetz *et al.* 2012). Néanmoins, ce phénomène ne se retrouve pas dans les interactions entre l'homme et des loups élevés par l'homme. Les chiens auraient donc appris à exploiter les moyens qu'ont les humains de communiquer un lien social, comme le regard (Nagasawa *et al.* 2015), et cet apprentissage aurait contribué à la mise en place du lien affectif particulier entre l'homme et le chien (Borgi & Cirulli 2016).

### **Néoténie : apparence juvénile**

L'apparition de *Canis familiaris* s'est accompagnée d'une réduction importante de la taille des individus par rapport aux canidés sauvages : volume crânien et dentition ont diminués, la face s'est raccourcie etc. (Coppinger & Coppinger 2001). De plus, on observe chez certaines races de chiens une conservation chez les animaux adultes des caractéristiques juvéniles. Par exemple le cavalier King-Charles, le Pékinois ou le Chihuahua sont éloignés de la morphologie du loup (Coppinger & Coppinger 2001). Ce phénomène s'appelle la *pédomorphose*, ou *juvénalisation*, on parle aussi de *néoténie*: cela correspond à la conservation à l'âge adulte de caractères physiques et/ou comportementaux qui ne sont habituellement que transitoires durant l'enfance (Trut 1999). Ce phénomène est considéré comme étant un produit dérivé du processus de domestication (Hare *et al.* 2005), qui aurait opéré à travers des

générations d'élevages sélectifs conscients ou inconscients de comportements non-agressifs envers l'humain (Belyaev 1979).

Les caractéristiques faciales paedomorphiques chez le chien peuvent être accentuées à travers l'utilisation des muscles faciaux qui permettent de relever les sourcils, ce qui augmente la taille apparente de la cavité orbitale (Waller *et al.* 2013). Cela donne aux chiens l'apparence de bébés humains avec des yeux plus larges relativement au reste de leur visage ; ils sont ainsi perçus comme « mignons » et c'est ce qui motiverait les parents humains à s'occuper des bébés et à s'investir dans le soin (Golle *et al.* 2013, Waller *et al.* 2013, Hecht & Horowitz 2015). Il existe d'autres traits néoténiques chez le chien comme le fait de remuer la queue, l'aboïement ou la recherche d'attention, que l'on retrouve d'ailleurs uniquement chez les louveteaux, mais pas chez les loups adultes (Morey 1994, Gácsi *et al.* 2005).

Borgi & Cirulli (2016) ont émis l'hypothèse que la présence de caractéristiques physiques et comportementales juvéniles chez les animaux de compagnie pourrait constituer la base de notre attirance pour ces espèces. En effet, ces auteurs ont mis en évidence que les caractéristiques faciales infantiles (i.e. « schéma bébé », Lorenz 1943 : visage large et rond, un front haut et saillant, de larges yeux, un petit nez et une petite bouche) sont des stimuli qui capturent l'attention de manière très rapide et inconsciente, et induisent des réponses affectives dont une tendance aux soins et à l'engagement social (Borgi & Cirulli 2016, Sherman & Haidt 2011). Ces caractéristiques faciales infantiles sont préférés aussi bien chez les chiens que chez les chats (Archer & Monton 2011, Serpell 2004, Borgi & Cirulli 2013). Par exemple, dans les refuges, les chiens qui présentent des expressions faciales augmentant leur apparence juvénile sont préférentiellement choisis par les humains (Waller *et al.* 2013). Ces préférences esthétiques humaines pour les races aux aspects néoténiques persistent alors que ces caractéristiques morphologiques ont des conséquences graves sur la santé de l'animal

et nécessitent des dépenses en soins vétérinaires très importantes : cardiopathie, problèmes respiratoires, sécheresse oculaires, fragilité générale (Serpell 2002, King *et al.* 2012).

Pour Fidler (2003), les relations homme-chien de compagnie et parents-bébé sont très similaires, à la différence que la relation homme-chien reste constante puisque l'animal conserve durant toute sa vie son aspect juvénile.

### **Lien émotionnel**

La notion de lien émotionnel fait référence au lien qu'un individu entretient avec un autre individu, (Ainsworth 1989). A la différence de la notion de relation qui implique une réciprocité entre les deux acteurs, le lien repose sur l'idée d'unilatéralité. Ainsi, bien qu'il soit possible d'affirmer qu'un propriétaire est lié affectivement à son chien, cela n'implique pas nécessairement que le chien partage un lien affectif avec son propriétaire (Siniscalchi *et al.* 2013).

Plusieurs auteurs ont tenté d'explorer si la relation que le chien entretient avec son propriétaire constituait un lien d'« attachement » similaire à celui qu'entretient le bébé avec ses parents (Topál *et al.* 1998, 2005, Payne *et al.* 2015). La relation propriétaire-chien a ainsi été étudiée à travers le cadre de la théorie éthologique de l'attachement (Ainsworth *et al.* 2015, Bowlby 1958, 1969, Rajecki *et al.* 1978 pour une revue) et notamment à partir d'une version réadaptée de la *Situation Etrange* d'Ainsworth, initialement utilisée afin d'évaluer le type d'attachement d'un bébé à sa mère. Cette situation standardisée permet d'observer la manière dont l'enfant gère les épisodes de séparation et de réunion avec sa figure d'attachement. Les résultats de ces études montrent que les chiens présentent des comportements envers leur propriétaire qui ressemblent de très près à ceux rapportés chez les enfants humains, ainsi que chez les chimpanzés (Ainsworth *et al.* 2015, Siniscalchi *et al.*

2013, Stoeckel *et al.* 2014) : ils explorent et jouent plus en la présence de leur propriétaire, ils présentent des comportements de stress en leur absence et une augmentation des comportements sociaux envers le propriétaire au moment des retrouvailles (Rajecki *et al.* 1978, Topal *et al.* 1998, Palestrini *et al.* 2005, Prato-Previde *et al.* 2003, Palmer & Custance 2008, Gácsi *et al.* 2013). A partir de ces travaux, les auteurs ont déduit que les propriétaires représentent une base sécurisée pour leur chien et que, suivant la définition de Bowlby (1958, 1969), les chiens sont liés à leur propriétaire par un lien d'attachement (Mariti *et al.* 2013, Horn *et al.* 2013). En revanche, les loups élevés par l'homme bien que manifestant une préférence pour leur figure de soins au moment des retrouvailles, ne présentent pas ce même pattern comportemental (Virányi *et al.* 2002). Ces traits comportementaux seraient donc spécifiques aux chiens.

Cependant, il est important d'insister sur le fait que les mesures utilisées pour définir le lien propriétaire-chien sont basées sur la théorie de l'attachement humain-humain et donc que ces mesures ne sont pas forcément adaptées ou pertinentes dans le cadre de la relation homme-chien (Crawford *et al.* 2006). En effet, une première critique que nous pouvons formuler est que les chiens sont testés à l'âge adulte dans ces études, contrairement aux enfants humains. D'autre part, il est possible que les manifestations de stress du chien lors de l'épisode de séparation, soient davantage liées au fait d'être laissé seul dans un environnement non familial, qu'à la séparation d'avec le propriétaire. L'enfant, encore immature, est probablement moins sensible au contexte environnemental.

Aussi, bien que de nombreux auteurs utilisent désormais le terme « d'attachement » pour qualifier la relation entre un propriétaire et son chien, nous emploierons dans ce manuscrit de thèse les termes de *lien émotionnel* ou encore de *lien affectif* de manière interchangeable, qui nous semblent plus justes et plus prudents.

## **II. La communication homme-chien (*Canis familiaris*)**

L'environnement social du chien et ses expériences correspondent en partie à ceux de l'enfant humain. La comparaison entre les nourrissons et les chiens soulève la possibilité d'explorer comment deux espèces aux chemins évolutifs très différents, se comportent après avoir été exposées à un environnement social similaire (Gomez 2005). Ainsi, les paradigmes expérimentaux utilisés initialement pour étudier les capacités sociales et cognitives des enfants en âge préverbal en psychologie du développement (Stern 1974, Murphy 1978, Leung & Rheingold 1981) ont été repris pour évaluer les aptitudes des chiens à comprendre et à se servir des indices de la communication humaine.

### **4. La communication et la reconnaissance des émotions**

Dans les paragraphes qui suivent, nous nous sommes attachés à décrire les travaux qui ont été réalisés sur la capacité des chiens à percevoir les expressions émotionnelles humaines et inversement, la capacité des humains à identifier les expressions émotionnelles des chiens. Cette capacité à percevoir et à reconnaître les émotions d'autrui est une compétence sociale fondamentale puisqu'elle permet de s'ajuster à l'autre, elle facilite les interactions interpersonnelles, l'apprentissage social et les comportements empathiques (Wan *et al.* 2012). C'est cette capacité qui va permettre aux individus de créer et/ou de maintenir des relations sociales à long termes. Cette aptitude a donc une valeur adaptative très importante et elle est au cœur du processus de communication (Albuquerque *et al.* 2016).

### **La reconnaissance des émotions humaines par les chiens**

Un aspect du lien affectif entre l'homme et le chien souvent cité par les propriétaires est le fait que les chiens semblent s'ajuster à leurs états émotionnels, voire exprimer une forme d'empathie (Vitulli 2006). Les études dans ce domaine montrent en effet que les chiens sont sensibles aux signaux comportementaux humains (Téglás *et al.* 2012, Kaminski *et al.* 2012, Custance *et al.* 2012) et qu'ils parviennent à discriminer mais aussi à reconnaître les émotions humaines à partir de différents canaux de communication (Albuquerque *et al.* 2016).

#### ***Les postures***

Les chiens sont capables de discriminer des postures humaines agonistiques ou affiliatives et ils vont adapter leurs réponses émotionnelles et comportementales en conséquence : ils vont réagir par de l'évitement ou de l'agression si l'humain présente une posture menaçante par exemple s'il avance rapidement et se penche au-dessus du chien et au contraire, les chiens s'approcheront plus facilement de l'humain si celui-ci adopte une posture non-menaçante (Vas *et al.* 2005)

#### ***La voix***

De la même façon, les chiens sont capables de discriminer différentes tonalités émotionnelles dans la voix humaine (Mills 2005, Ruffman & Morris-Trainor 2011). Ils vont par exemple hésiter plus longtemps à aller chercher un morceau de nourriture si la commande de ne pas y toucher est prononcée par l'humain sur un ton autoritaire, que lorsque la commande est formulée avec une voix joyeuse (Mills 2005). Il a également été montré que les chiens manifestent plus d'intérêt à l'écoute d'un enfant qui pleure qu'à l'écoute d'un enfant qui rit ; ils montrent plus de comportements d'approche et d'inclinaisons de la tête (Ruffman

& Morris-Trainor 2011). Ces travaux ont été par la suite repris par les auteurs pour tenter de mettre en évidence une forme d'empathie interspécifique chez le chien (voir paragraphe sur *l'empathie*).

### *Les expressions faciales*

Les chiens se reposent essentiellement sur les expressions faciales humaines pour juger de leur état émotionnel (Call *et al.* 2003, Gacsi *et al.* 2004, Viranyi *et al.* 2004) et ils lisent les expressions faciales humaines de la même façon que le font les humains : le premier regard est dirigé vers les yeux, quelle que soit par ailleurs l'émotion considérée (Somppi *et al.* 2016). Néanmoins, il semblerait que les chiens basent leur perception générale des expressions faciales humaines sur la totalité du visage (Somppi *et al.* 2016)

Lorsqu'ils sont face à des photographies de visages humains (Nagasawa *et al.* 2011) ou face à un humain mimant une expression émotionnelle (Deputte & Doll 2011), les chiens reconnaissent, sélectionnent et réagissent significativement plus aux visages émotionnels qu'aux visages émotionnellement neutres (comportements d'approche ou d'évitement, réactions émotionnelles), qu'ils soient chiots ou adultes (Deputte & Doll 2011). En revanche, seuls les chiens adultes réagissent significativement plus aux visages humains qui expriment de la colère en évitant de les regarder et au contraire, sont très attentifs aux visages qui expriment de la peur (Deputte & Doll 2011). Cela suggère qu'une exposition répétée aux expressions faciales émotionnelles humaines au cours de l'ontogenèse permet au chien de s'ajuster à l'état émotionnel de l'humain (Deputte & Doll 2011). Enfin, Morisaki (2009) a montré que les chiens regardent leurs propriétaires plus longtemps lorsqu'ils regardent un film comique que lorsqu'ils regardent un film triste, ce qui peut sembler contradictoire avec les résultats de Ruffman et Morris-Trainor (2011) qui montraient que les chiens sont plus attentifs aux pleurs qu'aux rires. Nous pouvons supposer que les réactions des chiens aux états



émotionnels humains varient en fonction du canal communicationnel considéré (vocalisations vs expressions faciales).

### ***Intégration multimodale***

Les chiens sont non seulement capables de discriminer les émotions humaines, mais savent aussi les reconnaître (Albuquerque *et al.* 2016). En effet, lorsqu'on leur présente des visages de congénères ou d'humains aux valences émotionnelles différentes (joyeux/joueur vs en colère/agressif) associés à une vocalisation du même individu ayant une valence positive ou négative, les chiens regardent significativement plus longtemps le visage dont l'expression est congruente avec la valence de la vocalisation écoutée, à la fois pour les visages conspécifiques et pour les visages hétérosécifiques (Albuquerque *et al.* 2016). Cette capacité n'avait jusque-là été mise en évidence que chez l'humain (Albuquerque *et al.* 2016).

Cette aptitude des chiens à reconnaître les émotions humaines leur permet de s'ajuster à l'humain (Custance & Mayer 2012, Turcsan 2015). Par exemple, les chiens s'approchent et rapportent significativement plus en objet à leur propriétaire lorsque ce dernier a exprimé une émotion positive vis-à-vis de cet objet comparé à une émotion neutre ou négative (dégoût, peur) (Buttelmann & Tomasello 2013, Merola *et al.* 2014, Turcsan 2015). L'émotion exprimée par l'humain a donc une valeur importante pour les chiens et ils savent en tenir compte au sein de la relation.

Les premiers auteurs qui ont travaillé sur la possibilité pour un individu d'une espèce de se trouver dans le même état psycho-physiologique qu'un représentant d'une autre espèce, dans le cadre des relations interspécifiques, ont abordé cette notion en étudiant le bâillement. Les résultats de leurs travaux montrent que les chiens baillent en réponse aux bâillements de l'humain (Joly-Mascheroni *et al.* 2008). Pour Romero *et al.* (2013), comme le bâillement est

connu pour moduler l'état d'éveil, la contagion du bâillement pourrait servir à coordonner les interactions et la communication homme-chien. La question de l'empathie entre l'homme et le chien a également été posée.

### *L'empathie*

Les chiens présentent une perturbation émotionnelle lorsqu'ils sont face à une personne exprimant une souffrance et ont tendance à tourner autour d'elle (Zahn-Waxler et al. 1992). Plus récemment, il a été mis en évidence que les chiens manifestent des réactions comportementales significativement plus orientées vers une personne qui fait semblant de pleurer, que lorsque cette même personne fredonne ou discute : ils la regardent, s'approchent et la touchent davantage. Ces réactions sont similaires que ce soit leur propriétaire ou une personne non familière (Custance & Mayer 2012).

Les chiens présentent également des réactions physiologiques en réponse aux états émotionnels humains: leur niveau de cortisol augmente significativement à l'écoute de pleurs de bébés humains et ils répondent aux pleurs en présentant des comportements mêlant soumission et alerte (Yong & Ruffman 2014). De plus, une étude a mis en évidence que la baisse de testostérone chez des hommes après une défaite dans une compétition d'*agility* entraînait chez leurs chiens une augmentation de leur concentration de cortisol (Jones & Josephs 2006). Cette relation hormonale serait néanmoins médiée par les comportements punitifs ou affiliatifs des hommes envers leurs chiens juste après la compétition (Jones & Josephs 2006). De la même façon, les activités de jeu dans lesquelles les propriétaires disciplinent leurs chiens conduisent à une augmentation du niveau de cortisol chez le chien, alors que les sessions de jeu impliquant des manifestations d'affection de la part du propriétaire, provoquent une diminution du niveau de cortisol chez le chien (Horváth *et al.* 2008). Enfin, lorsque les chiens sont réunis avec une personne familière après quelques

minutes de séparation, ils deviennent plus actifs, remuent plus la queue et présentent une augmentation d'ocytocine et une diminution du taux de cortisol (Rehn *et al.* 2014a).

Ces résultats suggèrent qu'il existe un phénomène de contagion émotionnelle entre l'homme et le chien, et que ces derniers présenteraient des comportements empathiques envers l'homme (Yong & Ruffman 2014).

### **La reconnaissance des émotions canines par les êtres humains**

En revanche, il existe très peu de recherches sur les capacités de l'homme à décrypter les expressions émotionnelles des chiens à travers leur langage corporel ou leurs expressions faciales (Tami *et al.* 2009).

#### ***Les postures***

Peu de travaux ont été réalisés sur la manière dont les humains perçoivent et interprètent les postures du chien, mais une étude utilisant l'imagerie cérébrale (IRM) montre que les experts en comportement canin, contrairement aux non-experts, distinguent et traitent de la même façon le plan neuronal les postures corporelles humaines et canines (Kujala *et al.* 2012).

#### ***Les vocalisations***

A l'écoute de vocalisations de chiens, et sans indices visuels, les êtres humains sont capables d'identifier l'état affectif d'un chien ainsi que le contexte dans lequel a été réalisé l'enregistrement (Pongrácz *et al.* 2005<sup>a</sup>, 2006, 2011). Il semblerait que même des enfants de 6 mois montrent une capacité à associer des aboiements agressifs et non agressifs avec

l'expression faciale correspondante (Flom *et al.* 2009), ce qui suggère que cette sensibilité se développe très tôt au cours du développement.

### ***Les expressions comportementales***

Une étude de Tami *et al.* (2009) montre que certains comportements canins comme l'agression ou le jeu sont mal interprétés par les individus humains, qu'ils soient propriétaires de chiens ou non. Cette étude indique aussi que les participants se basent essentiellement sur les mouvements de la queue pour interpréter un comportement.

D'autres études montrent que la plupart des propriétaires sont capables d'identifier lorsque leur chien est stressé (Mariti *et al.* 2012) cependant ils semblent s'appuyer sur des manifestations aigues du stress comme les tremblements, les aboiements intempestifs, beaucoup de signaux plus « subtils », qui arrivent en général dans les premières phases du stress, ne sont pas relevés comme le fait de détourner le regard, de bailler et le léchage de truffe (Mariti *et al.* 2012). D'après les auteurs, beaucoup de propriétaires tireraient bénéfices de cours d'éducation pour améliorer leur capacité à interpréter les comportements de leur chien (Mariti *et al.* 2012).

### ***Les expressions faciales***

Les humains sont capables de classifier de manière non aléatoire les émotions d'un chien à partir de photographies d'expressions faciales, prises dans différentes situations émotionnelles (Bloom & Friedman 2013). Leurs jugements ne sont pas influencés par leur degré d'expérience avec les chiens (Bloom & Friedman 2013), ce qui suggère que l'apprentissage ne joue pas un rôle essentiel dans la perception des expressions faciales, contrairement à ce qui a été observé dans l'interprétation des postures (Kujala *et al.* 2012). Cependant, certaines expressions émotionnelles canines sont plus difficilement identifiables

par les humains comme la surprise ou le dégoût (Bloom & Friedman 2013). De même, l'expression faciale neutre du chien est souvent interprétée à tort comme de la joie (Bloom & Friedman 2013).

D'autre part, les humains ont tendance à catégoriser les expressions faciales en termes d'émotion, ce qui peut affecter les comparaisons qui sont réalisées entre espèces (Waller *et al.* 2013). Par exemple, le fait de lever les sourcils chez l'humain est associé à une émotion de tristesse, alors que les chiens manifestent ce mouvement lorsqu'ils sont attentifs à quelque chose. Il a été mis en évidence par ailleurs que les humains sont sensibles à cette expression faciale chez le chien, probablement parce qu'ils imaginent que le chien est triste (Waller *et al.* 2013).

### **5. La communication gestuelle et visuelle**

Les études dans le domaine de la communication homme-chien montrent que les chiens ont une capacité remarquable à utiliser les gestes des humains et à décoder l'attention visuelle humaine (Topál *et al.* 2009, Kaminski *et al.* 2009, Lakatos *et al.* 2012). Nous pouvons en effet constater qu'ils sont devenus des objets de recherche importants pour les cognitivistes et tendent à supplanter les chimpanzés comme modèles (Bloom 2004). Ces compétences ne semblent pas avoir été héritées de leurs ancêtres puisque lorsqu'on compare des loups élevés par l'homme et des chiens, les loups ne sont pas aussi compétents que les chiens dans la compréhension et l'utilisation des indices de la communication sociale humaine (Hare *et al.* 2002, Miklosi *et al.* 2003).

### **La communication référentielle**

#### ***Le pointage***

Afin de mettre en valeur ces compétences sociocognitives interspécifiques, les auteurs ont très souvent eu recours au paradigme du choix d'objet dans lequel un humain cache de la nourriture dans un contenant parmi d'autres, hors de la vue du chien, et indique ensuite à ce dernier où se situe la nourriture en pointant le contenant du doigt « pointing gesture » (Miklósi & Soproni 2006). Les chiens sont très compétents dans l'utilisation de ce geste de pointage, bien plus que les chimpanzés (Itakura & Tanaka 1998, Miklosi *et al.* 2003, Hare & Tomasello, 2005) et dès le premier essai, ce qui suggère que ce n'est pas le résultat d'un apprentissage au cours de la tâche (Buttelmann *et al.* 2006, Dorey *et al.* 2010). Même les chiots sont capables d'utiliser le pointage (Kaminski *et al.* 2012).

#### ***Le regard***

De plus, les chiens sont capables d'utiliser des indices plus subtils comme l'orientation, l'inclinaison ou le hochement de tête, voire même un simple coup d'œil (Duranton *et al.* 2016, Soproni *et al.* 2001, Udell *et al.* 2008). Les loups sont bien moins compétents dans l'utilisation des signaux visuels humains tout simplement parce qu'il est bien plus difficile d'établir un contact visuel avec un loup (Miklósi *et al.* 2003, Gácsi *et al.* 2005, Virányi *et al.* 2006). Les chiens sont plus enclins à regarder l'humain dans les yeux (Miklosi *et al.* 2003)

Comme les nourrissons humains (Povinelli *et al.* 1999) et contrairement aux chimpanzés, les chiens sont capables de faire la distinction entre des comportements intentionnels humains, comme le fait de diriger le regard vers un objet cible et d'autres comportements similaires comme regarder *en direction* d'un objet mais sans le regarder directement (Soproni *et al.*

2001). Dans ce dernier cas, les chiens et les nourrissons ignorent le regard de l'humain (Povinelli *et al.* 1999, Soproni *et al.* 2001). Il semblerait justement que ce soit le contact visuel entre l'humain et le chien qui permette aux chiens de déterminer si le geste est intentionnel ou non (Kaminski *et al.* 2012).

En outre, face à une tâche qu'ils n'arrivent pas à résoudre comme ouvrir une boîte fermée à clé pour obtenir une récompense, les chiens vont abandonner plus rapidement que les loups et chercher la solution en se tournant vers l'humain, tandis que les loups vont persévérer et réussir par eux-mêmes (Miklosi *et al.* 2003, Passalacqua *et al.* 2011). En effet, comme le font les jeunes enfants d'environ un an, les chiens ont tendance à utiliser le contact visuel et l'alternance de regard entre l'objet cible et l'humain car ce dernier représente pour eux une aide potentielle (Marshall-Pescini *et al.* 2013). Finalement, ce comportement de regard dirigé vers l'humain aurait ouvert la voie à l'émergence de compétences relationnelles complexes chez le chien (Miklosi *et al.* 2003, Miklosi *et al.* 2004).

### ***Apprentissage par observation***

Le chien serait aussi capable d'un apprentissage par observation (Kubinyi *et al.* 2009, Pongrácz *et al.* 2005<sup>b</sup>, Topál *et al.* 2006), c'est-à-dire qu'il peut apprendre un comportement en observant l'humain. Ainsi, un chien peut reproduire des séquences d'actions après avoir observé un expérimentateur les réaliser, comme par exemple déplacer une bouteille d'un endroit à un autre (Topál *et al.* 2006). Cela signifie que les chiens sont capables d'acquérir des compétences par observation, qui augmentent leur performance dans des situations complexes.

Le propriétaire exerce une influence sur les performances du chien, par exemple dans une tâche de discrimination de quantité de nourriture les chiens vont choisir significativement

plus la petite quantité si leur propriétaire s'approche de cette assiette et manifeste son enthousiasme par une exclamation vocale positive (Marshall-Pescini *et al.* 2011, 2012). De même, si les deux quantités sont égales les chiens vont choisir celle que leur propriétaire aura préférée. Ainsi, les chiens non seulement réclament l'aide de leur propriétaire lorsqu'ils présentent des difficultés à résoudre des tâches (Miklosi *et al.* 2003) mais ils délèguent également la prise de décision à leur propriétaire dans des situations où cela est potentiellement contreproductif pour eux (Prato-Previde & Marshall-Pescini 2008, Marshall-Pescini *et al.* 2011, 2012).

### *Théorie de l'esprit*

De même, les chiens sont sensibles à l'état attentionnel humain et adaptent leur comportement en conséquence : ils voleront davantage une nourriture qu'on leur aura interdit de manger si l'humain ne peut pas les voir (Bräuer *et al.* 2004, Kaminski *et al.* 2009) ou s'il n'est pas attentif à la situation (yeux fermés, dos tourné ou distrait par un jeu vidéo) (Call *et al.* 2003, Brauer *et al.* 2004, Gácsi *et al.* 2004, Schwab & Huber 2006, Virányi *et al.* 2004). Au contraire, ils réclameront préférentiellement de la nourriture à un individu qui peut les voir comparé à un individu qui a une vue obstruée (Cooper *et al.* 2003, Gacsi *et al.* 2004), ce qui suggère que les chiens sont aussi sensibles à la perspective visuelle humaine.

Pour Topál *et al.* (2014), deux hypothèses peuvent expliquer l'apparition de ces compétences, hypothèses qui ne sont pas exclusives l'une de l'autre : 1) l'hypothèse du produit dérivé (« the by-product ») soutient que la sélection des chiens sur leur « docilité » a ouvert la voie à l'évolution d'autres compétences cognitives, dont la capacité des chiens à lire les indices de la communication humaine. Cette hypothèse est soutenue par une expérience réalisée sur des renards, dont les résultats montrent qu'après une sélection intensive à partir d'un critère de docilité, les renards présentaient des similarités comportementales avec les chiens



domestiques (Trut 1999, Kukekova *et al.* 2012) : ils réclamaient activement le contact humain, ils reniflaient et léchaient les humains et gémissaient pour attirer leur attention. Les résultats montrent aussi que les renards apprivoisés ont développé des compétences cognitives humaines qu'on ne retrouve pas chez le groupe contrôle. 2) L'hypothèse alternative est celle de l'adaptation, qui stipule que les humains ont activement sélectionné les chiens justement sur leur habileté exceptionnelle à utiliser les signaux de la communication humaine. Cette hypothèse est soutenue par le fait que des chiots avec seulement une petite expérience de l'humain réussissent aussi bien à utiliser des indices de la communication humaine comme le pointage ou le regard, que des chiots habitués à être au contact d'humains (Kaminski *et al.* 2012). Pour d'autres auteurs, il y a peu de preuves scientifiques concernant le fait que la sensibilité des chiens aux actions et aux intentions humaines soit une adaptation particulière ou un cas de « co-évolution » (Hare *et al.* 2002, Schleidt & Schalter 2003). En effet, cette sensibilité n'est pas présente chez l'ensemble de la population canine et n'est pas non plus présente, comme évoqué précédemment, chez les loups socialisés par l'homme. Ainsi, des auteurs comme Udell *et al.* (2010) proposent que cette aptitude de quelques chiens et de très peu de loups à répondre au comportement humain est davantage l'expression de processus basique de conditionnement opérant sur des animaux qui ont été socialisés et rendus complètement dépendant des êtres humains.

Lorsque les humains communiquent avec les chiens, ils combinent spontanément les signaux gestuels et verbaux (Bedossa & Deputte 2010, Miklósi & Topál 2013, Miklósi 2014). Ainsi, peu d'études ont exploré de manière indépendante la pertinence de la communication vocale dans les interactions homme-chien.

## **6. La communication verbale : interface entre cognition et émotions**

### **Aspects cognitifs**

Les recherches dans ce domaine ont essentiellement tenté d'explorer ce que les chiens pouvaient comprendre du langage humain et quelle influence les indices verbaux humains pouvaient avoir dans la compréhension de tâches cognitives et communicationnelles par le chien (aspect cognitif) (Kaminski & Fischer 2004, Pilley & Reid 2011, Fukuzawa *et al.* 2005, Gibson *et al.* 2014, Scheider *et al.* 2011, Pongrácz *et al.* 2001, 2004, 2005<sup>a</sup>).

### ***La sémantique***

Les chiens seraient capables d'apprendre à reconnaître et à utiliser plusieurs centaines de mots ; néanmoins cela n'a été mis en évidence à ce jour que chez deux Border Collie : Kaminski et Fischer (2004) ont entraîné Rico à apprendre 200 noms d'objets et ils ont montré que Rico était capable de « fast mapping », c'est-à-dire de formuler des hypothèses rapides et approximatives sur le sens d'un nouveau mot, en une seule exposition, comme le font les jeunes enfants lorsqu'ils commencent à acquérir le langage (Kaminski & Fischer 2004). De la même façon, Pilley et Reid (2011) ont montré que Chaser, un autre Border Collie, était capable de retenir 1022 noms d'objets et d'acquérir une compréhension référentielle des noms, une habileté qu'on n'avait jusque-là attribuée uniquement aux enfants humains. Cette compétence comprend: (a) la conscience que les mots peuvent faire références à des objets, (b) la conscience qu'il existe des indices verbaux qui cartographient les mots sur les objets référents et (c) la conscience que les noms peuvent faire référence à des objets uniques ou à des catégories d'objets, indépendamment des comportements dirigés vers ces objets.

### ***La prosodie : l'intonation comme renforçateur du signal***

## Introduction générale

Darwin (1859) mentionne l'idée qu'il existe des propriétés acoustiques universelles qui sont utilisées pour communiquer des informations contextuelles ou affectives similaires entre espèces. Morton proposera plus tard (1977) que les sons aigus dans les répertoires de nombreuses espèces de mammifères sont associés à des motivations affiliatives ou de soumission alors que les sons graves/rudes sont associés à une motivation agressive, menaçante.

L'audiogramme des chiens s'étend de 47 à 44 000 Hz ; ils sont sensibles aux fréquences hautes puisque la fréquence la plus nette pour le chien se situe autour de 8000 Hz (Heffner 1998) alors qu'elle est de 4000 Hz pour l'humain. Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'effet des tonalités de la voix humaine sur les performances du chien dans des tâches de cognition sociale. Les travaux dans ce domaine montrent que les réponses comportementales des chiens ainsi que leurs performances, semblent être influencées à la fois par les qualités vocales du discours humain et par les caractéristiques acoustiques.

Tout d'abord, les chiens répondent bien moins à des commandes enregistrées puis diffusées, qu'à des commandes formulées directement par la personne ; probablement car les qualités acoustiques ne sont pas strictement les mêmes : il y a une perte des fréquences les plus hautes et des fréquences les plus basses dans les enregistrements (Fukuzawa *et al.* 2005). De plus, les chiens respectent moins bien une consigne lorsque la voix qui l'ordonne est déshumanisée (voix robotique) comparée à une voix humaine normale (Gibson *et al.* 2014).

Ensuite, les chiens sont sensibles aux caractéristiques acoustiques du signal vocal, que le son soit une commande énoncée par un humain ou simplement une tonalité émise par un instrument (e.g. un sifflet ou une enceinte). Des auteurs ont montré par exemple que les tonalités basses (une longue note descendante) sont efficaces pour faire assoir ou attendre les

## Introduction générale

chiens, alors que des fréquences hautes (4 notes courtes d'une modulation de fréquence ascendante) encouragent les chiens à venir (McConnell & Baylis, 1985; McConnell, 1990)

Les tonalités influencent également les performances des chiens dans des tâches de recherche de nourriture (Pettersson *et al.* 2011, Scheider *et al.* 2011). Par exemple, Scheider *et al.* (2011) ont utilisé une tâche de localisation de nourriture cachée dans laquelle l'expérimentatrice pointait avec son doigt là où se situait la nourriture et alternait son regard entre le chien et la localisation 3 fois en énonçant simultanément le mot « da » (ce qui signifie « ici » en allemand) avec soit une voix aigüe et amicale (condition appelée « essais informatifs ») soit avec une tonalité fortement impérative (condition appelée « essais impératifs »). Les résultats montrent que les chiens cherchent plus dans les essais informatifs avec la voix aigüe et amicale comparés aux essais avec la tonalité impérative où les chiens avaient tendance à répondre à l'ordre en s'asseyant. De la même façon, Téglás *et al.* (2012) ont mené une étude dans laquelle ils présentaient à des chiens des extraits vidéo d'une expérimentatrice tournant la tête vers un objet. Ils enregistraient les patterns de regard des chiens grâce à un dispositif de suivi de regard (eye-tracking). Ils ont montré que les chiens suivaient significativement plus le regard de l'expérimentatrice lorsque celle-ci exprimait une intention de communication par un contact visuel avec le chien et en s'adressant à lui avec une voix aigüe, avant de tourner la tête d'un côté ou de l'autre. Ces mêmes résultats ont été rapportés dans une étude de Senju et Csibra (2008) avec des enfants d'âge préverbal (<18 mois).

Plusieurs études ont montré que lorsque qu'on initie une interaction communicative avec un chien ou avec un nourrisson, la meilleure façon de faire comprendre au receveur que c'est bien à lui que l'on s'adresse est d'utiliser un pattern d'intonations spécifique avec notamment une intonation montante (Cooper & Aslin 1994, Fukuzawa *et al.* 2005, Pettersson *et al.* 2011, Scheider *et al.* 2011). Topál *et al.* 2014 ont émis l'hypothèse que les caractéristiques

intonatives du discours employé par les humains pour s'adresser aux chiens permettraient de diriger l'attention de ces derniers et influenceraient leurs inférences et interprétations dans les interactions avec l'humain (Topál *et al.* 2014). Cela induirait un comportement de « prêt à apprendre » ou « prêt à obéir » chez le chien (Topál *et al.* 2014).

En conclusion, un grand nombre de chercheurs se sont focalisés sur les capacités cognitives du chien à comprendre et à utiliser les signaux visuels et acoustiques de la communication humaine, qu'il s'agisse des expressions faciales, du regard, du pointage ou de l'intonation. En revanche, peu d'études ont exploré les interactions naturelles et spontanées entre l'homme et le chien ainsi que le rôle de la communication vocale dans la formation du lien affectif entre les deux protagonistes.

### *Aspects affectifs*

Les auteurs qui ont exploré la communication vocale dans le cadre de la relation affective entre l'homme et le chien, ont mis en évidence un registre bien particulier utilisé par les propriétaires lorsqu'ils s'adressent à leur animal appelé le *Pet-Directed-Speech* (PDS) ou *doggerel*, que l'on pourrait traduire en français par « discours adressé à l'animal de compagnie ». Les auteurs s'accordent pour dire que le PDS est très similaire à l'*Infant-Directed-Speech* (IDS) ou *motherese*, c'est-à-dire le discours adressé aux nourrissons. Ces aspects affectifs de la communication vocale homme-chien sont développés dans la section ci-après.

Afin de faciliter la lecture et d'éviter les redondances dans les termes utilisés, nous utiliserons les abréviations suivantes : « PDS » pour *Pet-Directed-Speech*, « IDS » pour *Infant-Directed-Speech* et « ADS » pour *Adult-Directed-Speech*. Nous conserverons les terminologies anglophones qui sont plus répandues que leurs traductions françaises.

## 7. La communication homme-chien de compagnie : similarités entre PDS et IDS

### La communication parents-bébé : l'IDS

Lorsque les humains s'adressent à des nourrissons et en particulier les parents à leur bébé, ils emploient un registre bien particulier que les auteurs appellent *l'Infant-Directed-Speech* (IDS) ou *baby-talk* ou encore *motherese* (Fernald & Simon 1984, Trainor *et al.* 2000, Prato-Previde *et al.* 2006). Ce registre est caractérisé par une fréquence fondamentale ( $f_0$ ) élevée, une intonation montante et d'importantes modulations de fréquence, comparé à l'ADS (Fernald 1989, 1992<sup>a</sup>, Saint-Georges *et al.* 2013). Ces qualités acoustiques auraient pour but de capter l'attention du nourrisson pour initier ou maintenir une interaction (Topál *et al.* 2014) et de transmettre un message émotionnel (Fernald 1989, Singh & Morgan 2002, Saint-Georges *et al.* 2013). De plus, les paramètres syntaxiques du discours adressé au bébé : des phrases courtes, des verbes conjugués au présent et de nombreuses répétitions, faciliteraient l'acquisition du langage par ce dernier (Papousek & Papousek 1981, Fernald 1989, Naoi *et al.* 2012, Saint-Georges *et al.* 2013, Xu *et al.* 2013). Le mode de communication employé par les parents est qualifié par Newport (1975) de « deixis conversationnelle », c'est-à-dire que les parents parlent à leur bébé d'objets présents, d'actions qui se déroulent au moment de l'interaction, c'est en quelque sorte « maintenant, ici, toi et moi » (Snow, 1972, 1977).

Les caractéristiques de l'IDS varient selon le contexte de l'interaction et le type d'information que l'émetteur souhaite transmettre (Newport *et al.* 1977, Fernald 1989, Papoušek *et al.* 1990, 1991, Trainor *et al.* 1997, 2000). Les études montrent que lorsque le parent souhaite exprimer son accord ou attirer l'attention du nourrisson, il présentera de larges modulations de fréquences, tandis que lorsque celui-ci souhaite apaiser son bébé il utilisera une voix basse aux intonations descendantes ; enfin lorsqu'il souhaite prohiber un comportement il adoptera

une voix basse sans modulation de fréquence (Fernald 1989, Papoušek *et al.* 1991, Fernald & Mazzie 1991, Katz *et al.* 1996). Cette adaptation des caractéristiques acoustiques du discours au contexte de l'interaction met en valeur la fonction communicative et informationnelle de l'IDS.

Les nourrissons montrent une préférence marquée pour l'IDS (Cooper & Aslin 1994): ils ont un temps de regard plus important à l'écoute de l'IDS comparé à l'ADS, ils dirigent la tête en direction d'une source utilisant l'IDS plutôt que l'ADS (McRoberts *et al.* 2009, Dunst *et al.* 2012, Song *et al.* 2010) et ils se souviennent davantage et regardent plus longtemps un adulte qui leur parle en IDS plutôt qu'en ADS (Schachner & Hannon 2011).

### **La communication propriétaire-chien de compagnie : le PDS**

#### ***Présentation des études sur le PDS***

D'un point de vue purement linguistique, les auteurs ont montré que la manière dont les propriétaires parlent à leur chien (PDS) est similaire sur le plan syntaxique à l'IDS (Hirsh-Pasek et Treiman 1982, Rogers *et al.* 1993, Mitchell et Edmonson 1999, Mitchell 2001): utilisation de questions et d'impératifs plus importante que l'emploi des phrases déclaratives, de nombreuses répétitions, des phrases courtes avec des verbes conjugués au présent. Ils ont tendance à énoncer plusieurs fois le nom de leur chien dans une même phrase et ils utilisent des interjections pour capter son attention. Mitchell (2001) note néanmoins que la présence de phrases déictiques<sup>1</sup> dans l'IDS est plus fréquente que dans le PDS.

---

<sup>1</sup> Les déictiques sont des éléments de discours qui relèvent du contexte de l'énonciation et qui se rapportent à trois paramètres : l'identité du locuteur, le temps, et le lieu de l'énonciation (Newport, 1975).

Parallèlement, d'autres auteurs ont étudié les paramètres acoustiques et phonémiques du PDS et ils les ont comparés à ceux de l'IDS et de l'ADS (Burnham *et al.* 1998, 2002). Ils ont également comparé ces trois types de discours du point de vue leur contenu affectif (Burnham *et al.* 1998, 2002). Les résultats de leurs études montrent que : a) le PDS et l'IDS ont une fréquence fondamentale plus élevée que l'ADS, b) l'IDS contient une hyperarticulation de voyelle qui est absente dans le PDS et l'ADS (notons cependant que cette différence entre PDS et IDS n'apparaissait pas dans leur étude de 1998) et c) IDS et PDS ont un contenu affectif plus important que l'ADS, mais PDS et IDS se distinguent néanmoins sur cette dimension puisque l'IDS est perçu comme ayant plus d'affects que de directives, tandis que le PDS est perçu comme ayant des niveaux d'affects et de directives équivalents.

Les similarités entre le PDS et l'IDS s'expliquent probablement par le fait que dans les deux cas, les émetteurs sont face à un récepteur dont l'attention est facilement distraite, d'où la nécessité de contrôler son attention et son comportement en orientant le discours sur un objet ou une activité (Mitchell & Edmonson 1999, Mitchell 2001). Ensuite, dans les deux cas, l'émetteur souhaite exprimer de l'affection et de la bienveillance (Mitchell & Edmonson 1999, Mitchell 2001, Burnham *et al.* 2002, Hirsh-Pasek et Treiman 1982, Rogers *et al.* 1993). Rogers *et al.* (1993) montrent aussi que les propriétaires âgés considèrent leur chien comme un compagnon conversationnel. PDS et IDS diffèrent en revanche selon les auteurs, par le fait que l'adulte qui s'adresse au nourrisson souhaite lui inculquer le langage verbal, d'où cette tendance à nommer les objets et à hyper-articuler, qu'on ne retrouve pas dans le PDS (Hirsh-Pasek et Treiman 1982, Burnham *et al.* 2002).

### ***Limites des études sur le PDS***

Les travaux qui ont été menés jusqu'ici sur le PDS présentent quelques lacunes : 1) les études ont été réalisées sur des échantillons très faibles d'individus : 9 femmes dans l'étude de



## Introduction générale

Burnham *et al.* (2002), 4 dans l'étude de Hirsh-Pasek & Treiman (1982), 6 dans l'étude de Rogers *et al.* (1993) et 24 dans l'étude de Mitchell & Edmonson (1999). 2) Chaque étude a étudié le PDS dans un seul contexte, et/ou les auteurs n'ont pas comparé l'emploi du PDS dans différents contextes d'interactions contrairement aux travaux réalisés sur l'IDS (Newport *et al.* 1977, Fernald 1989, Papoušek *et al.* 1990, 1991, Trainor *et al.* 1997, 2000). 3) Les auteurs se sont focalisés soit uniquement sur les paramètres linguistiques, soit uniquement sur les caractéristiques acoustiques du discours, n'offrant pas une analyse complète de ce registre. 4) Contrairement aux études réalisées dans le domaine de la communication parents-bébé, les auteurs n'ont pas exploré les préférences des chiens à l'égard du PDS ou de l'ADS. Aussi, l'hypothèse formulée par plusieurs auteurs suivant laquelle le PDS permettrait d'attirer l'attention du chien dans l'interaction (Topál *et al.* 2014, Mitchell & Edmonson 1999, Mitchell 2001) n'a pas été vérifiée expérimentalement.

Nous avons ainsi menées deux études, correspondant aux chapitres I et III de cette thèse, afin de répondre aux questions suivantes: 1) les propriétaires adaptent-ils leur PDS en fonction de la situation d'interaction ? 2) les chiens manifestent-ils plus d'attention à l'écoute du PDS et de l'IDS, comparés à l'ADS?

La dernière partie de cette introduction sera consacrée à l'étude du traitement neuronal de la communication vocale humaine par le chien. La comparaison des mécanismes neuronaux humains et non humains dans le traitement du langage parlé permet de mieux comprendre comment les asymétries hémisphériques et les représentations lexicales ont émergées au cours de l'évolution (Andics *et al.* 2016). Les chiens représentent un modèle idéal puisqu'au niveau de l'environnement social l'homme et le chien sont très proches et leurs vocalisations sont familières, alors que sur le plan phylogénétique, ils sont distants.

## 8. Traitement du langage humain par le chien

Chez l'homme, nous savons que l'Hémisphère Gauche (HG) est préférentiellement utilisé pour traiter les vocalisations conspécifiques alors que l'Hémisphère Droit (HD) est spécialisé dans le traitement des vocalisations hétérospécifiques (Bradshaw & Rodgers 1993). De la même façon, chez le chien les vocalisations de congénères sont traitées par l'HG (Bidois 2005) tandis que les sons hétérospécifiques, comme un son de tonnerre, sont traités par l'HD (Siniscalchi *et al.* 2008, Quaranta *et al.* 2008).

Des auteurs ont récemment étudié la manière dont les vocalisations humaines, autrement dit des vocalisations hétérospécifiques familières, sont traitées par les chiens. Dans un premier temps, des recherches ont montré qu'il existe des zones spécialisées dans le traitement de la voix chez le chien et que celles-ci montrent un pattern similaire à celui des zones temporales antérieures qui traitent la voix chez l'homme (Andics *et al.* 2014). De même, des régions sensibles à la valence émotionnelle des vocalisations ont été mises en évidence aux mêmes endroits chez l'homme et chez le chien dans des zones auditives non primaires, attestant d'une dominance de l'HD dans le traitement des vocalisations émotionnelles (Andics *et al.* 2014). Les deux espèces présentent par ailleurs une activité neurologique plus importante dans le cortex auditif lorsqu'ils entendent des vocalisations à valence émotionnelle positive vs neutre ou négative (Andics *et al.* 2014).

Ainsi, chiens et humains traitent les voix et les émotions similairement. Cette similarité neurologique pourrait expliquer ce qui rend la communication vocale entre l'homme et le chien efficiente et pourquoi les chiens réagissent aux émotions de leurs propriétaires (Custance & Mayer 2012). Les auteurs concluent que les chiens saisissent ce que nous ressentons en traitant les sons que nous produisons (Andics *et al.* 2014)

## Introduction générale

Ratcliffe et Reby (2014) ont exploré la présence de biais hémisphériques chez le chien de compagnie en réponse aux différents composants communicationnels du langage humain. Pour cela, ils ont utilisé le paradigme de l'orientation de la tête: un son est diffusé simultanément par deux hauts parleurs symétriquement opposés (gauche/droite), si le chien tourne la tête à gauche c'est que le son diffusé est traité par l'hémisphère droit et vice et versa. Les stimuli utilisés étaient des extraits de discours humains et des tonalités manipulés expérimentalement, qui différaient sur le plan segmentaire (phonèmes) et supra-segmentaire (intonation et indices relatifs au locuteur comme l'âge ou le sexe). Les résultats de cette étude montrent d'une part que les chiens présentent un biais de l'HG lorsqu'ils entendent une commande familière dont les phonèmes sont connus et ont été rendus saillants artificiellement. D'autre part, les chiens présentent un biais de l'HD lorsqu'ils entendent une commande familière et que l'accent est mis sur les signaux relatifs au locuteur et à l'intonation du discours (valence émotionnelle). Ainsi, les auteurs concluent que les chiens dissocient et traitent les composants communicationnels du discours humain de la même façon que le font les humains : l'HG est spécialisé dans le traitement du contenu phonémique intelligible (segmentaire) (Kimura 1961, Jerger & Martin 2004, McGettigan *et al.* 2012), tandis que l'HD est plus sensible aux indices prosodiques (suprasegmentaire) (Belin *et al.* 2002, Lattner *et al.* 2005). Cette étude a permis de donner un aperçu des mécanismes de la perception vocale interspécifique chez un mammifère domestique et suggère que les chiens présentent des spécialisations hémisphériques convergentes avec les humains dans le traitement des différents composants communicatifs fonctionnels.

Plus récemment, une étude d'Andics *et al.* (2016) a montré que les chiens prêtent attention à ce que nous disons et à la façon dont nous le disons. Ils ont montré que les chiens présentent un biais hémisphérique gauche dans le traitement des mots qui ont du sens pour eux, quelle que soit l'intonation, et au contraire un biais hémisphérique droit dans le traitement des

intonations émotionnelles quel que soit le sens du mot. En outre, les mots « affectueux (praises), quelle que soit l'intonation, étaient davantage traités par l'hémisphère gauche, tandis que les mots neutres n'activaient pas un hémisphère préférentiellement. Enfin, ces chercheurs ont montré que les régions du système de récompense s'activaient uniquement dans la condition « mots affectueux avec une intonation joyeuse » suggérant que les chiens combinent les indices sémantiques et acoustiques dans le traitement du discours humain.

A partir des résultats de ces travaux, nous avons exploré si l'ADS et le PDS, discours qui diffèrent significativement à la fois d'un point de vue prosodique et syntaxique, font l'objet d'un traitement hémisphérique différentiel chez le chien. Cette partie constitue le 4<sup>e</sup> chapitre de cette thèse.

### **9. Objectifs de cette thèse de doctorat**

L'objectif général de cette thèse de doctorat sera d'apporter des éclaircissements sur la manière dont l'homme et le chien de compagnie, deux espèces différentes vivant sous le même toit, parviennent à communiquer et à former un tel lien émotionnel: l'une communiquant au moyen d'un langage verbal, l'autre n'en ayant une compréhension que partielle. La question principale sera de comprendre: « pourquoi la plupart des propriétaires occidentaux s'adressent-ils à leur chien de compagnie en utilisant le Pet-Directed-Speech (PDS) ? ». Autrement dit, y a-t'il un intérêt à parler à un chien de cette manière ? Nous tenterons de répondre à cette question à travers quatre études:

(1) la première étude, correspondant au chapitre I de cette thèse, aura pour objectif de déterminer si le PDS est un registre unique et invariant ou s'il est utilisé par les propriétaires comme un moyen de communication, et donc variable selon le type d'informations

transmises. Pour cela, nous étudierons la manière dont les propriétaires parlent à leur chien dans différents contextes d'interaction.

(2) La deuxième étude, correspondant au chapitre II de ce manuscrit, aura pour objectif d'apporter des informations sur la manière dont les chiens traitent le langage humain et en particulier de rechercher s'il existe un traitement hémisphérique différentiel entre le PDS et l'ADS observable à travers l'orientation comportemental du chien.

(3) La troisième étude, correspondant au chapitre III de cette thèse, aura pour objectif d'explorer si les chiens sont plus réceptifs au PDS qu'à l'ADS et en ce sens, de déterminer si le PDS contribue à l'efficacité de la communication homme-chien.

(4) La quatrième étude, correspondant au chapitre IV de cette thèse aura pour objectif (i) d'explorer la capacité des êtres-humains à identifier les signaux attentionnels et émotionnels des chiens dans différentes situations et (ii) de déterminer si le degré d'expérience avec les chiens à une influence dans cette habileté. Cette dernière étude est directement liée à la précédente et devra ainsi se lire comme la suite du chapitre III.

## 10. Présentation du modèle d'étude

### Origines du chien

Le chien domestique (*Canis familiaris*) est une espèce appartenant à la famille des canidés (Canidae). Malgré leur grande diversité à la fois morphologique et comportementale, toutes les races de chiens modernes seraient issues du même ancêtre, le loup gris (*Canis lupus*) (Wayne 1993, Lindblad-Toh *et al.* 2005). En effet, les chiens et les loups sont deux

## Introduction générale

espèces complètement inter-fertiles, elles ne diffèrent que sur 0,2% de leur ADN mitochondrial (Wayne 1993). En revanche, les origines géographiques et temporelles du chien restent controversées. Plusieurs auteurs ont daté l'apparition du chien au paléolithique supérieur (il y a environ 30.000) (Thalmann et al. 2013, Germonpré *et al.* 2012). Une nouvelle étude menée par Frantz *et al.* (2016) unissant zoo-archéologues et paléo-généticiens a produit des séquences génétiques de 59 chiens primitifs ainsi que le génome complet d'un chien datant de la fin du néolithique (~4800 ans) provenant d'Irlande : leurs analyses ont révélé un écart important séparant les chiens modernes d'Asie de l'Est et de l'Ouest Eurasien, suggérant que le chien est le résultat non pas d'une mais de deux domestications indépendantes de populations de loups : une en Europe et l'autre en Asie, il y a respectivement 15.000 et 12.500 ans. Les chiens d'Asie auraient ensuite migré vers l'Europe accompagnant les populations humaines et se seraient reproduits avec des chiens européens, donnant de nouvelles races.

### **Domestication**

La domestication est un processus qui s'adresse à toute une population : le support de ce mécanisme est génétique et il aboutit à la création d'une nouvelle espèce domestiquée, adaptée à une association intime avec l'homme (Bouvresse in Bedossa & Deputte 2010). D'après Deputte (2006), la domestication nécessite une forme de coexistence entre une espèce et l'homme. Cela demande une proximité et une durabilité entre les deux protagonistes. La sédentarisation des êtres humains a donc été un point important pour la création de ce lien intime et durable entre l'homme et le chien (Bouvresse in Bedossa & Deputte 2010).

Les auteurs s'accordent pour dire que le chien est la première espèce à avoir été domestiqué par l'homme (Savolainen *et al.* 2002, Larson *et al.* 2012, Frantz *et al.* 2016). Plusieurs hypothèses existent quant aux modalités de cette domestication : la chasse aurait

## Introduction générale

probablement joué un rôle important (Bouvresse in Bedossa & Deputte 2010). Les loups consommaient les restes du gibier tué par l'homme, ou inversement les hommes s'approprièrent les proies chassées par les loups. Certains auteurs comme Crockford (2000) favorisent l'hypothèse d'une « auto-domestication » de certaines populations de loups selon une sélection naturelle : ces dernières se seraient rapprochées des campements humains afin de profiter de leurs déchets. Au fil des générations, les individus tolérant le mieux la proximité humaine, les moins craintifs, auraient été sélectionnés par l'homme et ce n'est qu'à partir de ce loup « pré-domestiqué » que l'homme aurait entrepris une véritable sélection artificielle et utilitariste. Dans la même veine, Udell *et al.* (2014) considèrent que les chiens ne sont pas des créations humaines et n'ont pas non plus évolués pour être nos compagnons, mais sont plutôt des canidés qui en sont venus à occuper une nouvelle niche à travers la sélection naturelle. D'autres auteurs comme Clutton-Brock (1999) proposent qu'à partir d'appriivoisements de générations successives de louveteaux, notamment par les enfants, l'homme aurait sélectionné les individus les plus dociles, adaptés à la cohabitation avec l'homme tandis que les autres, trop agressifs ou craintifs auraient été chassés ou consommés. C'est le schéma classique de la sélection artificielle: l'appriivoisement d'individus sauvages, par le biais de mécanismes d'apprentissages (Bouvresse in Bedossa & Deputte 2010).

Les chiens ont été domestiqués dans une visée essentiellement utilitaire (Coppinger & Schneider 1995). La relation homme-chien était à l'origine une relation coopérative et mutualiste dans laquelle les chiens étaient utilisés pour la chasse, consommer les déchets (fonction sanitaire) et plus tard, pour garder les troupeaux et monter la garde, en échange de quoi ils étaient nourris et hébergés (Coppinger & Schneider 1995). Néanmoins, des archéologues ont retrouvé des cimetières de chiens partout dans le monde, datant de 12.000 à 14.000 ans, tout près des cimetières humains, preuve d'une relation émotionnelle déjà ancienne (Morey 2006).

### **Origine des races**

Deux processus seraient à l'origine des 350-400 races de chiens actuelles: la domestication des loups et puis une sélection artificielle intensive par les humains (Lindblad-Toh *et al.* 2005). Des archéologues ont retrouvé des peintures rupestres datant du Mésolithique (- 8.000 et - 6.000) sur lesquelles figurées deux types de morphologies de chiens : des chiens au morphotype molossoïde (de type mastiffs) et des chiens au morphotype graïoïde (de type lévriers) (Licari 2006). L'un est puissant et massif, destiné à garder les maisons et les troupeaux, l'autre est long, fin, rapide destiné à courir après les proies lors de la chasse. Des ossements de chiens retrouvés en Italie attestent d'une variabilité de tailles de plus en plus importante entre l'âge de Bronze à la période romaine (De Grossi Mazzorin et Tagliacozzo 2000). Dans l'Antiquité, on définit seulement cinq variétés de chiens dont le petit chien de compagnie, comme le chien de Malte, dont le seul rôle était d'être à proximité des propriétaires ou de jouer avec les enfants. Les morphotypes des chiens vont se multiplier parallèlement aux fonctions de plus en plus variées qui leur seront confiées (Gategno 1995). Jusqu'au XVIIIe siècle, les critères morphologiques ne sont sélectionnés que pour servir une fonction (Bouvresse in Bedossa & Deputte 2010). Le passage de la notion de variété à la notion de race canine, définie par des critères morphologiques est beaucoup plus récente, elle apparait en 1875 avec la création de Kennel Club en Angleterre (Bouvresse in Bedossa & Deputte 2010).

### **Morphologie**

Les chiens présentent des variations morphologiques, génétiques et comportementales considérables en grande partie liées à la longue et intense sélection artificielle par l'homme



## Introduction générale

(Svartberg 2005). L'éventail des tailles et des poids est immense pour une même espèce, comme par exemple le chihuahua comparé au lévrier irlandais (Young & Bannasch 2006). Cette hétérogénéité est aussi physiologique puisqu'entre différentes races les espérances de vie varient de 6 à 14 ans (Michell 1999) et les tailles des portées sont différentes, allant de deux à une dizaine de chiots. Les couleurs, les formes, combinées aux variations morphologiques et comportementales conduisent le chien à être la race au sein de laquelle on trouve la plus grande diversité phénotypique (Lark *et al.* 2006).

Si l'espèce canine montre à l'heure actuelle une grande diversité, tant morphologique que comportementale, c'est également parce qu'elle a su répondre à des contraintes sélectives variables au cours du temps, qui l'ont rendue apte à une très grande gamme d'utilisations (Digard 2006): chasse, garde (troupeaux, habitations...), compagnie, sécurité et/ou secours (chiens policiers, chiens-douaniers, chiens d'avalanche...), aide aux handicapés (chiens-guides d'aveugles, Handi'chiens), course, chiens-truffiers, etc. Certaines de ces utilisations (garde, chasse, élimination des déchets) existent depuis les débuts de la domestication et d'autres se sont développées plus tard (Digard 2006).

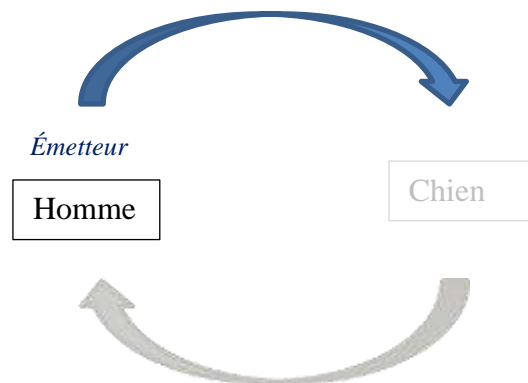
En conclusion, pendant plusieurs milliers d'années l'homme a exercé sur le chien une sélection artificielle (Hare *et al.* 2002) qui a permis de créer à la fois des lignées de chiens de travail pour assister l'humain et des lignées de chiens de compagnie (Cattet & Teroni 2004). Cette diversité d'utilisations n'a pu être envisageable que parce que l'espèce dispose d'une plasticité morphologique et comportementale impressionnante.

## **Chapitres**

## Aide à la lecture

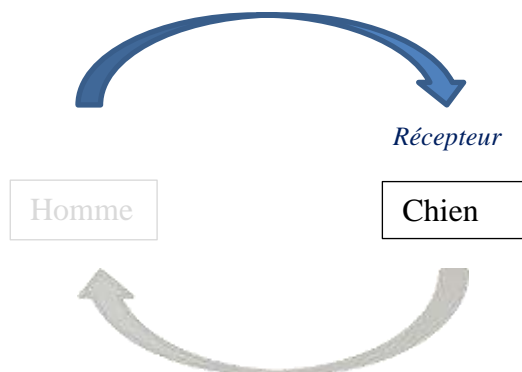
Dans le premier chapitre de cette thèse, nous explorerons la manière dont les propriétaires modulent leur PDS en fonction du contexte de l'interaction. Cette première partie étudie l'homme en tant qu'émetteur.

Chapitre I :



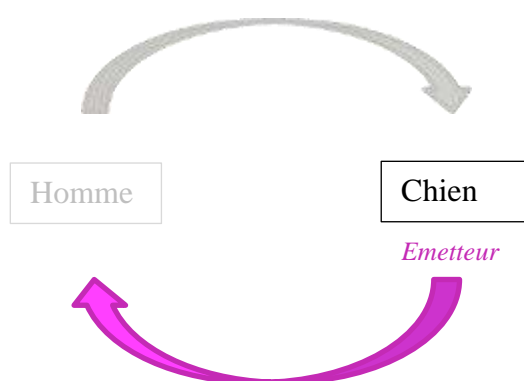
Dans le 2<sup>e</sup> chapitre de cette thèse, nous explorerons la manière dont le PDS et l'ADS sont traités par les chiens d'un point de vue neuronal, et plus précisément si ces deux types de discours font l'objet d'un traitement hémisphérique différentiel. Cette deuxième étude a été réalisée en aval de l'étude présentée dans le chapitre III, cependant pour une logique de lecture, nous avons décidé de la placer en amont. Cette seconde partie étudie le chien comme récepteur.

Chapitre II :



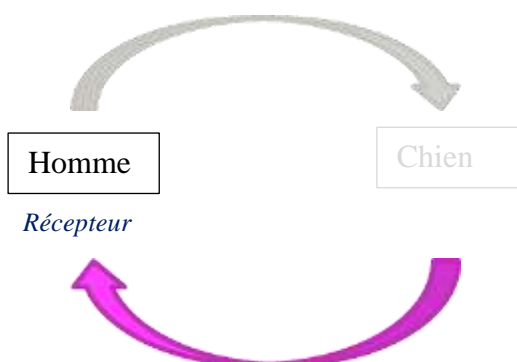
Les études présentées dans les chapitres III et IV de cette thèse ont été conçues au départ comme un ensemble. Néanmoins, afin de faciliter le processus de publication de ces travaux nous avons finalement décidé de séparer les deux expériences. Dans le chapitre III, nous nous intéressons aux signaux attentionnels émis par les chiens en réponse aux différents types de discours : ADS, PDS et IDS. Cette troisième partie étudie le chien comme émetteur.

Chapitre III :



Dans le chapitre IV, nous nous intéressons à la capacité des humains à percevoir les signaux attentionnels des chiens ainsi que leur état émotionnel dans une situation de PDS et d'ADS, uniquement à partir d'indices visuels. Cette dernière partie étudie l'homme en tant que récepteur.

Chapitre IV :



# Chapitre I

## Etude du Pet-Directed Speech (PDS) dans différentes situations d'interaction

Dans le premier chapitre de cette thèse, nous explorerons la manière dont les propriétaires s'adressent à leur chien dans différentes situations d'interaction et plus précisément, nous examinerons les variations verbales et non verbales du PDS.



L'article qui compose ce chapitre : "Effect of interaction type on the characteristics of pet-directed speech in female dog owners" a été publié dans le journal *Animal Cognition*.

# Chapitre I

## Etude du PDS dans différentes situations d'interaction

Lorsqu'ils s'adressent à leur animal de compagnie, les humains utilisent une modalité de communication (Pet-Directed Speech, **PDS**) qui se rapproche de celle utilisée dans les interactions parents-bébé (Infant-Directed-Speech, **IDS**) : voix aigüe, intonation montante, phrases courtes et répétitives etc.

### Question

Le PDS est-il simplement le reflet du lien émotionnel qui unit l'homme à l'animal de compagnie ou est-il utilisé comme un outil de communication dans la relation?

### Méthode

Une manière de répondre à la question est d'observer si les propriétaires modulent leur PDS en fonction du type d'interaction qu'ils ont avec leur chien.

Lieu: ENVA, N= 34 Femmes, filmées et enregistrées dans 4 situations d'interaction avec leur chien.

Analyses acoustiques + analyses sémantiques du discours



Séparation

Voix basse, contours intonatifs plats comparés aux autres situations, intensité élevée. Un grand nombre d'impératifs, peu de phrases affectives.



Retrouvailles

Voix aigüe, variations fréquentielles importantes comparée aux autres situations. Un grand nombre de phrases affectives et de surnoms.



Jeu

"Attention-getting devices", de nombreuses phrases interrogatives, encouragements sous forme d'impératifs.



Commandes

"attention-getting devices" pour attirer l'attention du chien, de nombreux impératifs. Une intensité élevée de la voix

Résultats

### Discussion

Tout comme les parents qui communiquent avec leur bébé, les propriétaires adaptent leurs caractéristiques verbales et non verbales au contexte de l'interaction. Ils s'ajustent également aux capacités cognitives du chien en utilisant essentiellement des phrases verbales courtes et de fréquentes répétitions. Enfin, ils renforcent l'accessibilité de leur discours en appliquant un contour prosodique en accord avec le contenu verbal. Ainsi, le PDS est utilisé par les propriétaires comme un outil de communication; il varie selon l'information que le propriétaire souhaite transmettre.

# **Effect of interaction type on the characteristics of Pet-Directed-Speech in female dog owners**

Sarah Jeannin<sup>1\*</sup>, Caroline Gilbert<sup>2</sup>, Gérard Leboucher<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UPL, Univ Paris Nanterre, Laboratoire Ethologie, Cognition, Développement (LECD-EA3456), F92000 Nanterre, France ; <sup>2</sup>UMR 7179, CNRS/MNHN, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA) 7 Avenue du Général de Gaulle, 94700 Maisons-Alfort, France.

\*Sarah Jeannin, [s.jeannin@u-paris10.fr](mailto:s.jeannin@u-paris10.fr) (SJ)

## **Abstract**

Recent studies focusing on the interspecific communicative interactions between humans and dogs show that owners use a special speech register when addressing their dog. This register, called Pet-Directed-Speech (PDS), has prosodic and syntactic features similar to that of Infant-Directed-Speech (IDS). While IDS prosody is known to vary according to the context of the communication with babies, we still know little about the way owners adjust acoustic and verbal PDS features according to the type of interaction with their dog. The aim of the study was therefore to explore whether the characteristics of women's speech depend on the nature of interaction with their dog. We recorded 34 adult women interacting with their dog in four conditions: before a brief separation, after reuniting, during play and while giving commands. Our results show that before separation women used a low pitch, few modulations, high intensity variations and very few affective sentences. In contrast, the reunion interactions were characterized by a very high pitch, few imperatives and a high frequency of affectionate nicknames. During play, women used mainly questions and

attention-getting devices. Finally when commanding, women mainly used imperatives as well as attention-getting devices. Thus, like mothers using IDS, female owners adapt the verbal as well as the non-verbal characteristics of their PDS to the nature of the interaction with their dog, suggesting that the intended function of these vocal utterances remains to provide dogs with information about their intentions and emotions.

Keywords: Pet-directed-speech, human-dog relationship, vocalizations, interaction context

## Introduction

Humans and dogs share a long history, as dogs are believed to be the first species to have been domesticated, approximately 32 thousand years ago (Thalmann et al. 2013). According to several surveys, dogs are now often considered as “part of the family” by their owners who see themselves as “pet parents” rather than as “owners” (Taylor 2006; Del Monte Foods 2011) and provide interspecific nurturing and protective behaviour towards their pet dogs (Fogle 1992; Askew 1996; Archer 1997; Archer and Monton 2011). Gibson et al. (2014) compare the dogs’ integration into human families to a “child-like immersion”. The affective bond between owners and dogs mirrors the human parents-infant bond and may have a common biological basis. For instance, both owners and dogs experience an important secretion of oxytocin after a brief period of cuddling or after sharing a mutual gaze (Odendaal and Meintjes 2003; Nagasawa et al. 2009, 2015). Moreover, owners speak to their dogs using Pet-Directed-Speech (PDS), a register that strongly resembles the Infant-Directed-Speech (IDS) used by humans when talking to infants (Fernald and Simon 1984; Trainor et al. 2000; Prato-Previde et al. 2006). The specific prosody of both PDS and IDS is assumed to draw the addressee’s attention, as well as to express friendliness and affection (Trainor et al. 2000; Mitchell 2001).



PDS and IDS share syntactic and prosodic aspects that are distinct from Adult-Directed-Speech (ADS): higher fundamental frequency (also called pitch), greater pitch range, more exaggerated vowel contrast, shorter phrases, simpler grammar, repetitions, and slower speech rate (Hirsh-Pasek and Treiman 1982; Burnham et al. 1998, 2002). Authors found that IDS contains hyperarticulated vowels (Burnham et al. 2002); this characteristic appears to be related to the audience's actual or expected linguistic competence and may serve a didactic function. Xu et al. (2013) show that the degree of vowel hyperarticulation increases from ADS and PDS, to parrot-directed speech, and then to IDS. Nevertheless, other research on puppy directed-speech shows that both IDS and puppy directed-speech are more hyperarticulated than ADS which raises the possibility that IDS hyperarticulation may be more related to emotional expressiveness than to a desire to teach language (Kim et al. 2006). With regard to hyperarticulation, the comparison between PDS and puppy-directed-speech remains to be done.

The prosody of IDS is known to change according to the context of the interaction with the child (Newport et al. 1977; Fernald 1989; Papoušek et al. 1990, 1991; Trainor et al. 1997, 2000). Similarly, Pongrácz et al. (2001) indicated that human-dog acoustic communication could be highly situation-dependent. However, whether speakers adjust the acoustic and verbal features according to the type of interaction when speaking to their dog has not been systematically investigated.

The aim of this study was to explore whether variations appear within PDS according to the type of interaction human and dog are involved in. Towards these ends, we focused on women-dog interaction because female owners, as previously mentioned, are more likely to use PDS than male owners (Mitchell 2004; Prato-Previde et al. 2006). We investigated both the acoustic and linguistic features of female owners' speech as these two dimensions have

been shown to be intimately related (Syrdal and Kim 2008). To do so, we analyzed the speech of female owners addressing their dog in four different types of interaction: (a) before a brief separation, referred below as “separation”; (b) after a reunion, referred below as “reunion”; (c) during play, referred below as “play”; and (d) when giving commands, referred below as “commands”. Our experimental conditions are based on the Strange Situation test originally set up by Ainsworth and Wittig (1969) and designed to investigate human parent-infant attachment (Bowlby 1969). The Strange Situation procedure was adapted for studying affectional bonds of dogs towards their owners (Topál et al. 1998; Prato-Previde et al. 2003).

Based on previous studies (Fernald 1989; Trainor et al. 2000) which show that the specific features of IDS are used to transmit emotional information and that different types of IDS are used in different contexts (Fernald 1989; Trainor et al. 2000), we predicted that female owners’ PDS verbal and non-verbal features would be primarily shaped by the type of interaction. In the separation condition, we predicted that women would either 1) reassure their dog before leaving, explaining what was going to happen using mostly declarative sentence types and a soothing tone characterized by a low pitch and falling contours like IDS in a soothing context (Fernald 1989; Trainor et al. 2000), or 2) prevent the dog from coming with them, using a low pitch and flat contours with mostly imperative sentence types, like IDS in a prohibition context (Fernald 1989; Trainor et al. 2000). In contrast, in the reunion condition, considered as one of the most positive human-dog interactions (Rehn et al. 2013), we expected that women would speak with a high pitch and increased pitch variation and predominantly use affective sentence types. Regarding the play context, research investigating at human vocalizations to dogs found them to be highly repetitive and imperative suggesting that owners were attempting to “control the dog”, i.e. to avoid unwanted behaviours (Mitchell and Edmonson 1999). A recent study indicates there are different types of play which differ in their form and affect content, and that accordingly dog owners’ vocalizations vary in their

positive and neutral affect (Horowitz and Hecht 2016). We thus expected women to speak with mostly imperative sentence types, using few declaratives and questions, while prosodic features were expected to vary depending on what type of play owner and dog are involved in. We predicted that both during play and when commanding, women would use a high frequency of repetitions with mainly verb and attention-getting devices as these two conditions imply a succession of actions, and thus the necessity to get and maintain the dog's attention toward the activity (Rogers et al. 1993). Finally in the command condition, we expected women to use a “commanding tone” characterized by a low pitch and flat contours with mostly imperative sentence types. This imperative style should be different from imperatives in play which are assumed to function to encourage the dog to continue playing (Mitchell 2001).

Finally, some studies suggest that people who are not parents tend to see their dog as a family member significantly more than people who have children (Berryman et al. 1984; Albert and Bulcroft 1988; Kidd and Kidd 1989; Poresky and Daniels 1998; Taylor 2006). Consequently, we predicted that owners who do not have children would speak with enhanced PDS prosodic features compared to those who have children.

## Methods

### Subjects and data collection

The study took place at the Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France (ENVA) between May and July 2013. The following protocol was approved in April 2013 by the Ethics Committee for Clinical Research (Comité d'Ethique en Recherche Clinique, ComERC) of ENVA. Informed consent was obtained from all individual participants included in the study. Participants were debriefed about the more specific aims of the study at the end of the

experiment. Forty-five owner and dog dyads were recruited from the waiting room of the preventative medicine consultation of the Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort (CHUVA) and through veterinary students' social networks. Participants whose dogs presented significant health problems, aggressiveness toward people, sight or hearing problems were not tested. The aim of the research was presented to the participants as follows: "we would like to observe the behaviour of dogs placed in a new environment during different situations of interaction with their owner".

Out of 45 women that took part into the experiment, we excluded 11 women that did not speak in all conditions (see below for detailed information about conditions). Participants were 34 women aged 18 to 56 with an average age of 35.5 years ( $\pm 2.2$ ). Dogs were 4.2 years ( $\pm 7.6$ ), 17 were males and 17 were females. Only 6 out of 34 dogs were under one year old. We included puppies from the age of 3 months as this age corresponds to the end of the socialization period (Markwell and Thorne 1987).

The study was performed in a 24m<sup>2</sup> room. The experiment was filmed using a Canon (Legria HF R306) video recorder mounted on a 1.1m tripod placed at the back-center of the room. The owner was equipped with a lapel microphone (Olympus ME-15) connected to a digital recorder (MARANTZ PMD620). Two female experimenters were involved in the study. One of them carried out the study; the other one was only present during a short period of time, when the female owner was briefly separated from her dog (see below), in order to reduce the stress of the dog.

Preliminary phase: The owner was asked to specify her name, age, parental status as well as her dog's name, age and sex. The dog was let free to explore the room. This preliminary phase enabled the dog to acclimatize to its new environment. Two experimenters were present in the room during this phase but they did not interact with the dog. The purpose of the study

was presented to the participant as aiming to explore dogs' behaviour when placed in a new environment in different situations of interaction with their owners. The experimenter explained to the owner that the four steps of the study corresponded to four conditions of interaction with her dog: separation, reunion, play and commands (Fig.1).The total duration of this preliminary phase was about five minutes.

Experimental phases:

The aim of the four conditions of interaction was to audio and video-record natural and spontaneous speech from the owner to the dog. The owner was simply asked to interact with the dog in the same manner as she would at home. By not controlling what owners said to the dogs, we aimed at enhancing the ecological validity of our observations. Indeed, more standardized conditions may have limited or biased the vocal expression of the owner. The only guideline we gave to owners was to play and give commands to their dogs for 1 minute. Separation and reunion were not time controlled and were generally brief (30 seconds in average). The order of testing was 1) separation, 2) reunion, 3) play and 4) commands. The first two experimental phases were similar to Ainsworth Strange Situation procedure (Ainsworth and Wittig 1969) and consisted of short episodes of separation and reunion with the owner. For ethical reasons, because the experience of being separated from the owner can be considered a source of distress for adult dogs (Palestrini et al. 2005), we decided to systematically place the play condition after the episodes of separation and reunion, in order to provide comfort to the potentially mildly distressed dog.

1) Separation condition: The owner and one of the experimenters left the room for 3 minutes for a short walk around the building while the second experimenter stayed with the dog. Before leaving, the owner was asked to interact with her dog as she usually does: she was allowed to talk or to pet the dog as she normally would. The experimenter that stayed with the

dog was always the same person and she was instructed to strictly refrain from interacting with the dog. The separation interactions were not time limited and lasted about 30 seconds. During the three minutes' walk, the owner and the experimenter interacted freely, which allowed us to record adult-directed-speech. Because the general conditions during this recording were quite different from those of the experimental phrases, we did not retain these data in the main analysis. However, these data were specifically used for a point of statistical clarification (Results section, acoustic analyses, effect of parental status).

2) Reunion condition: the owner and the experimenter came back reentered the room and the owner was free to interact with her dog as though she had just returned from work or shopping. The interaction lasted an average of 30 seconds until the owner stopped the interaction with her dog and looked at the experimenter or asked her about the next step.

3) Play condition: The owner was asked to play with her dog for one minute. There were no specific rules regarding how the owner could play with the dog. Different toys were available in the room and offered to the owners like ropes, tennis balls, cuddly toys etc. Owners could also use their own toys.

4) Commands condition: The owner was asked to give commands for one minute, whether the dog obeyed or not. The owner was not asked to give specific commands, but to interact as usual. It was however specified that she could repeat the same command as many times as she wanted. The owner was allowed to reward the dog by voice (congratulations) or with treats at her disposal.

## Data analysis

### *Acoustic analysis*

During each condition, women's utterances were generally short, lasting a few seconds, and reiterated after pauses. For the purpose of our analyses, we extracted all fragments of speech directed to the dog, and chained them in order to form a unique audio sequence per condition, using Audacity software (2.0.3). In the "commands" condition, in order to focus specifically on the acoustic properties of the commands, we excluded the frequent vocal congratulations that came after the dog obeyed a command.

We performed acoustic analyses using a script in Praat software (5.3.50) on the following measures: (a) Mean F0: calculated as the average fundamental frequency over the duration of the signal and (b) F0CV: the coefficient of variation of F0 over the duration of the signal, estimated as the standard deviation of F0 divided by mean F0; it is a measure of the intonation (F0 contour variations). We also calculated (c) IntCV: the coefficient of variation of the intensity contour (intensity corresponds to the energy in the sound), as modulation of fundamental frequency has been shown to inevitably co-vary with distinctive patterns of intensity (Sokol et al. 2005).

### *Verbal analysis*

Owners' speeches utterances were independently transcribed by two investigators. We also noted non-verbal vocal sounds such as whistles. Lapel microphones enabled a high audio recording quality, even when owners whispered. Agreement in word and non-word identifications between the two investigators was 95%.

In a first step we explored whether the interaction context had an influence on the sentence types used by owners when talking to their dog. The entire original corpus was examined and utterances were categorized following the sentence types used by Syrdal and Kim (2008): imperative, interrogative, affective and declarative (assertive), considered as four broad modes of enunciation reflecting the speaker's cognitive attitude to the content. The beginning

and end of sentences were determined on the basis of intonation and pauses. We distinguished four types of sentences on the basis of intonation, meaning of the words/sentences and their context: 1) Imperative sentence type (i.e. "Sit!"). We also looked for imperatives disguised as questions (i.e. "Tu me donnes la balle?", English translation: "You give me the ball?"), that were not "a request for information, but a directive" (Mitchell and Edmonson 1999). 2) Interrogative sentence type were requests for information (i.e. "Quel jouet tu veux?", English translation: "Which toy do you want?"). 3) Affective sentence type included mainly positive exclamations: stock phrases and common expressions (i.e. "A tout à l'heure!", "Bonjour/Coucou", English translation: "See you!" or "Hi!"), interjections (i.e. "hey!", "oh!", "allez!", "hop!") compliments (i.e. "t'es belle/t'es beau!", English translation: "You pretty girl/boy!") or verbal praising/congratulations (i.e. "bravo !", "bon chien !", English translation: "Good girl/boy!"). Tag questions (i.e. "C'est quoi ça?!", English translation: "What's this?") and post-completers ("Hein?", English translation: "You do?") (Mitchell and Edmonson 1999) were classed as affective sentence type as the owner was not expecting an answer but was trying to stimulate the dog. 4) Declarative sentence type was usually used by owners when talking in place of the dog or expressing the dog's feelings (i.e. "Hmm, je sens une odeur qui n'est pas la mienne", English translation: "Hmm, I am sensing a smell that's not mine"). Moreover, we measured the occurrence of particular utterances that did not meet the precedent sentence types criteria: 5) Attention-getting devices (AGD) were considered, as calling the dog's name and non-verbal sounds used to catch the dog' attention (i.e. "qqq" or whistle). 6) Affectionate nicknames given to the dog was the last (i.e. "ma douce", English translation: "sweety").

In a second step, sentences were fractionated into words and the total of different words used by owners was extracted in each of the conditions. We first investigated words' repetitions by



calculating the total number of words used with and without individual repetitions and we performed the ratio between the two (see Results).

Then, in order to explore whether the interaction context had an influence on the grammatical categories of words used by owners, we selected words that were only used at least by five participants in each condition and we classified the words into grammatical categories: nouns, pronouns, verbs, adverbs, interjections, prepositions, conjunctions, or articles. In this analysis, because some owners had a tendency to repeat the same words in conditions, repetitions of the same word by the same owner in the same condition were discarded.

## Statistical analysis

### *Acoustic analysis*

One Way Repeated Measure ANOVAs were performed to test the influence of the different conditions (separation, reunion, play and commands) on the owner PDS features; the sample size was  $n = 34$ .

In addition, a Two Way Repeated Measure ANOVA was performed to test the interaction between the variables “condition” and “parental status”. Post-hoc analyses were performed using Bonferroni-corrected paired t-test (Sokal and Rohlf 1995). Mann-Whitney tests were performed to compare data from mothers *vs* non mothers. The sample size for these analyses was  $n = 33$ , because information about the parental status of one participant was missing. Results are reported as mean  $\pm$  SE (standard error). Two-tailed tests were used throughout.

### *Verbal analysis*

Because the data did not follow statistical normality (Shapiro-Wilk test for normality  $p < 0.05$ ) and could not be normalized with standard transformations, Friedman Repeated

Measures ANOVAs on Ranks were performed to test the influence of the condition on the use of different sentence types and particular utterances (Siegel and Castellan 1988). Post-hoc analyses were performed using Tukey's HSD, accounting for multiple comparisons and maintaining experiment-wise alpha at the specified level (0.05) (Maxwell and Delaney 2004).

Moreover, Chi-square tests were performed to explore the distribution of the grammatical categories of words used in each condition. Two-tailed tests were used throughout. All statistical analyses were performed using SigmaPlot 13.0 software.

## Results

### Acoustic analyses

*Mean F0.* There was a significant effect of the condition on Mean F0 (One way RM ANOVA,  $F_{(3, 33)} = 2.92, p = 0.038$ ). Women used a higher pitched voice in the reunion condition compared to the separation condition: Bonferroni paired  $t$ -test = 2.88,  $p = 0.029$ .

*Coefficient of variation of F0 (FOCV).* There was a significant effect of the condition on the FOCV ( $F_{(3, 33)} = 12.05, p < 0.001$ ). Women had a lower FOCV in the separation condition compared to all conditions: separation vs reunion:  $t = 5.58, p < 0.001$ , separation vs play:  $t = 4.60, p < 0.001$ , separation vs commands:  $t = 4.08, p < 0.001$ .

*Coefficient of variation of the intensity contour (intCV).* There was a significant effect of the condition on the IntCV ( $F_{(3, 33)} = 6.05, p < 0.001$ ). Women showed a greater IntCV in the command condition compared to play:  $t = 3.90, p = 0.001$  and compared to reunion:  $t = 2.99, p = 0.021$  (Fig.2).

### *Effect of parental status*

The data analysis revealed a significant main effect of the owners' parental status and of the condition of interaction on mean F0; no significant interaction effect was found, (two-way RM ANOVA, parental status effect,  $F_{(1, 31)} = 4.33$ ,  $p = 0.046$ ; condition effect,  $F_{(3, 31)} = 3.03$ ,  $p = 0.033$ ; interaction,  $F_{(3, 31)} = 0.10$ ,  $p = 0.962$ ). Non-mothers spoke with a higher pitched voice than mothers, with respectively  $M = 305.6 \pm SE = 7.8$  and  $M = 278.5 \pm SE = 10.4$ ). No significant effect of the parental status was found on other acoustic parameters

A Mann-Whitney comparison test showed that non-mothers ( $n = 21$ ,  $M = 28.71 \pm SE = 2.2$ ) were also younger than mothers ( $n = 12$ ,  $M = 46.0 \pm SE = 2.4$ ):  $U = 30$ ,  $p < 0.001$ . As such, we cannot rule out that the effect of parental status on mean F0 was affected by the age of the speaker. We attempted to clarify this question by analyzing female owners' speech directed to the experimenter (Adult-Directed-Speech). This was possible because owners still wore the lapel microphone during the separation condition. A Mann-Whitney comparison test did not show any difference between non-mothers and mothers on mean F0 in Adult-Directed-Speech ( $U = 86$ ,  $p = 0.139$ , with respectively  $M = 246.45 \pm SE = 7.6$  and  $M = 227.23 \pm SE = 11.7$ ).

## Verbal analyses

### *Sentence types*

*Imperative.* There was a significant effect of the condition on the use of imperative sentence type [Friedman,  $\chi^2_3 (n = 34) = 61.92$ ,  $p < 0.001$ ]. Owners used significantly fewer imperative sentences in the reunion condition compared to all conditions and significantly more imperative sentences in the commands condition compared to all conditions: commands vs reunion:  $q = 10.69$ ,  $p < 0.05$ ; commands vs separation:  $q = 6.31$ ,  $p < 0.05$ ; commands vs play:  $q = 3.72$ ,  $p < 0.05$ ; Play vs reunion:  $q = 6.97$ ,  $p < 0.05$ ; separation vs reunion:  $q = 4.38$ ,  $p < 0.05$ .

*Interrogative.* There was a significant effect of the condition on the use of interrogative sentence type [ $\chi^2_3 (n = 34) = 25.05, p < 0.001$ ]. Owners used significantly more interrogative sentences in the play condition compared to the separation condition ( $q = 5.25, p < 0.05$ ) and compared to the commands condition ( $q = 4.18, p < 0.05$ ).

*Affective.* There was a significant effect of the condition on the use of affective sentence type [ $\chi^2_3 (n = 34) = 41.71, p < 0.001$ ]. Owners used significantly fewer affective sentences in the separation condition compared to all conditions: separation vs commands:  $q = 7.9, p < 0.05$ ; separation vs reunion:  $q = 7.37, p < 0.05$ ; separation vs play:  $q = 5.98, p < 0.05$ .

*Declarative.* There was no significant effect of the condition on the use of declarative sentence type [ $\chi^2_3 (n = 34) = 4.54, p = 0.209$ ] (Fig.3).

Concerning particular utterances, there was a significant effect of the condition on the use of Attention Getting Devices (AGD) [ $\chi^2_3 (n = 34) = 24.66, p < 0.001$ ]. Owners used significantly more AGD in commands and play conditions compared to the other conditions: commands vs separation:  $q = 3.72, p < 0.05$ ; commands vs reunion:  $q = 5.71, p < 0.05$ ; play vs reunion:  $q = 4.52, p < 0.05$ . There was also a significant effect of the condition on the use of nicknames [ $\chi^2_3 (n = 34) = 18.89, p = 0.003$ ]. Owners used significantly more nicknames in the reunion condition compared to the play condition ( $q = 3.65, p < 0.05$ ) (Fig.3).

### *Repetitions*

Descriptive data from Table.1 showed that the ratio of the number of words with individual repetitions (IR) divided by the number of word without individual repetitions (IR) is close to 3. Overall, owners used a lot of repetitions. This ratio is particularly important in the commands condition (2.85) and in the play condition (2.29). Repetitions are less important in the reunion condition, with a ratio of 1.86.

### *Grammatical categories of words*

Chi-square showed significant differences between conditions with the use of grammatical categories (Fig.4). In separation [ $\chi^2_3 (n = 34) = 30.04, p < 0.001$ ], play [ $\chi^2_3 (n = 34) = 37.64, p < 0.001$ ] and commands [ $\chi^2_3 (n = 34) = 62.05, p < 0.001$ ], data showed that participants used principally verbs when addressing the dog. However, in the reunion condition [ $\chi^2_3 (n = 34) = 8.04, p = 0.09$ ], participants did not use a particular grammatical category, but multiple ones (interjections, adverbs, verbs and other).

## Discussion

To our knowledge, the present study is the first to investigate both the verbal and non-verbal features of adult women's speech during different types of interactions with their dogs. Speech utterances were recorded in four experimental conditions which solicit different emotions and intents from the owners: before a brief separation, after reunion, during play and giving commands. Our results show that women adapted both the verbal and nonverbal aspects of their utterances to the interaction context.

In the separation condition, female dog owners used a low-pitched voice, flat intonation contours and high voice intensity variation. Additionally, they used verbal features consistent with these acoustic parameters: a high frequency of imperatives and few affective sentences. With regard to our initial hypotheses, these results support the idea that women tried to prevent the dog to come with them using an imperative style of communication rather than a soothing style of interaction. According to our predictions, in the reunion condition women used a high-pitched voice and significantly more pitch variations. These non-verbal features were reinforced by the use of affective sentences and affectionate nicknames. Moreover, they did not use verbs or imperatives as frequently as in the other types of interactions. Thus, our

findings suggest that female dog owners use a high-pitched voice when they want to express praise or affection and a low-pitched voice when they want to control the dog. This result confirms previous studies indicating that increases in mean F0 are typical of vocal expressions of enjoyment, happiness, whereas decreases in mean F0 characterize expressions of authority, irritation and anger (Bolinger 1964; Fernald 1992). Moreover, it is consistent with ethological observations highlighted by Morton (1977) that non-verbal auditory signals, in humans and nonhumans, have similar functions: high tonal sounds in animals repertoires are associated with affiliative or submissive motivation while low, harsh sounds are associated with aggressive motivation. Hence, because dogs do not possess the ability of language, female dog owners emphasize non-verbal cues to convey their emotions and intents, using signal components with cross-specific value.

In the play condition, in line with our predictions women frequently used attention-getting devices (AGD), questions and imperatives although we noticed that imperatives were more encouragements than real commands. We found a similar pattern of verbal features in the commands condition: women used a high frequency of AGD and imperatives; contrary to the play condition, they did not use questions as they were not engaged in a mutual activity and were just asking the dog to obey. In addition, women did not use a significantly low-pitched voice or flat contours. A possible interpretation is that when female owners give a command to their dog, they first attempt to draw his/her attention, using exaggerated acoustic features; and then seek to maintain the dogs' arousal and motivation throughout the activity. Female owners used prosody as an ostensive cue, i.e. as a means to alert the dog to the communication directed to them (Topál et al. 2014). Acoustic features characterized by decreasing F0 are better related to prohibition (Fernald 1989; Trainor et al. 2000), as observed in the separation condition when female owners intend to inhibit the dog's behaviour.

The current study thus confirms that women do not rely solely on prosody when they communicate with dogs as they associate specific verbal content to the non-verbal component of their vocal signals. We observed that female owners spoke to their dog using words and constructions derived from normal speech (e.g. similar to those used in ADS), but with a limited vocabulary including frequent repetitions of isolated words or phrases. They also simplified their utterances using verbs but excluding grammatical categories that are likely to be meaningless to the dog, such as articles. Similar linguistic patterns have been identified in IDS and are believed to facilitate infant' language comprehension and acquisition (Saint-Georges et al. 2013). When interacting with their dog, female owners may use acoustic features such as pitch modulations as a tool to highlight focal words and thus to assist words' segmentation and recognition by dogs. As mentioned by Ohala (1984), the F0 of voice is used as a gesture which accompanies or is superimposed onto the linguistic message, in order to enhance its meaning. We suggest that women use specific linguistic and verbal patterns when speaking to their dog because they aim to teach or reinforce basic commands. Indeed, owners report that they feel that their dog understands the meaning of certain verbal utterances (Pongrácz et al. 2001). Thus, when women speak to their dogs, both the prosody and the verbal content appear to function to convey context-relevant information. Further studies should investigate whether dogs whose owners frequently use PDS are more capable of acquiring and understanding commands than dogs whose owners seldom communicate using PDS.

We also hypothesized that PDS would be influenced by the parental status of the owner, because non-parents tend to see their dog as a family member significantly more than parents. We predicted that non-mothers would present exacerbated prosodic features compared to mothers. Our results are consistent with this hypothesis: non-mothers spoke to their dog with a higher-pitched voice compared to mothers. In our sample, non-mothers were younger than

mothers which may account for this result, as some authors report a decrease in voice pitch with age in adult women (Harrington et al. 2007). However, we failed to find a significant difference between non-mothers and mothers' fundamental frequency mean in ADS in our sample. One explanation for these results could be that non-mothers have a stronger tendency to express friendliness and affection to their dogs, consistent with research indicating that people who do not live with children tend to be more attached to their dogs (Marinelli et al. 2007) and that couples without children show a particularly high degree of attachment to their pet and are more prone to consider their dog as a member of their family, even as their own child (Berryman et al. 1984; Albert and Bulcroft 1988; Kidd and Kidd 1989; Poresky and Daniels 1998; Taylor 2006; Del Monte Foods 2011).

### *Conclusion*

Overall, our results confirm that women speaking to their dog, like mothers speaking to their babies, adapt the verbal and non-verbal features of their speech to the interaction's context in order to provide the dog with information about their intentions and emotions. They also take into account the dog's limited ability to understand human verbal signals and adjust their mix of speech components accordingly, using appropriate verbal content reinforced by non-verbal cues in order to enhance the dog's comprehension and to some extent with the aim of teaching the dog some basics utterances.

While research has shown that naturally spoken IDS is associated with increased infant attention and social responsiveness compared to ADS (Dunst et al. 2012) and that IDS leads to an increase neuronal activation (Golinkoff et al. 2015) as well as to positive effects on infant language development (Liu et al. 2003; Song et al. 2010), no study has yet explored dogs' preference for PDS. Future studies should investigate the perceptual relevance of PDS's



features from dogs' perspective, in order to evaluate the effect of PDS on dogs' attention, mood and ability to learn new commands.

## Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## Ethical approval

“All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards”. “All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed” and “all procedures performed in studies involving animals were in accordance with the ethical standards of the institution at which the study was conducted”. The study received the approval of the ethical committee of ENVA (COMERC), n°2015-03-11.

## Acknowledgements

The authors are indebted to David Reby for his invaluable contribution to this article. We would like to thank Dr. S. Perrot (IRCA - ENVA) for providing access to the IRCA room and its facilities at the ENVA. Thanks to Marine Parker, Raphaëlle Bourrec, Raphaëlle Tigeot and Justine Guillaumont for their participation in these experiments, as well as for the pilot experiment. Thanks to Mathieu Amy for help in statistical analyses. Thanks to the CHUVA (ENVA) for help with the recruitment of owners. Thanks to owners who accepted to take part to this study.

## References

- Ainsworth MDS, Wittig BA (1969) Attachment and exploratory behavior of one-year-olds in a strange situation. In: Foss BM (ed) Determinants of infant behavior, vol. 4. Methuen, London, pp 111-136
- Albert A, Bulcroft K (1988) Pets, families, and the life course. *J Marriage Fam* 50:543-52. doi: 10.2307/352019
- Archer J (1997) Why do people love their pets? *Evol Hum Behav* 18:237-59. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0162-3095\(99\)80001-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0162-3095(99)80001-4)
- Archer J, Monton S (2011) Preferences for Infant Facial Features in Pet Dogs and Cats. *Ethology* 117:217-26. doi: 10.1111/j.1439-0310.2010.01863.x
- Askew HR (1996) Treatment of behavior problems in dogs and cats: A guide for the small animal veterinarian. Blackwell Science, London
- Berryman JC, Howells K, Lloyd-Evans M (1984) Pet owner attitudes to pets and people: a psychological study. *Vet Rec* 117:659-661. doi: 10.1136/vr.117.25-26.659
- Bolinger, DL (1964) Around the age of language: Intonation. In: Bolinger D (ed) Intonation. Penguin Books, Harmondsworth, pp 19-29
- Bowlby J (1969) *Attachement et perte*, vol. 1: L'attachement. PUF, Paris
- Burnham D et al. (1998) Are you my little pussy-cat? Acoustic, phonetic and affective qualities of Infant-and Pet-Directed Speech. In Fifth International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP).

- Burnham D, Kitamura C, Vollmer-Conna U (2002) What's new, pussycat? On talking to babies and animals. *Science* 296:1435. doi: 10.1126/science.1069587
- Del Monte Foods, Business Wire (2011) "New study reveals that the american family has gone to the dogs." The Milo's Kitchen™Pet Parent Survey, conducted by Kelton Research. <http://www.businesswire.com/news/home/20110502006312/en/Study-Reveals-American-Family-Dogs>. Accessed 02 May 2011
- Dunst C, Gorman E, Hamby D (2012) Preference for infant-directed speech in preverbal young children. *Cent Early Lit Learn Rev* 5:1-13
- Fernald A (1989) Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: Is the melody the message? *Child Dev* 60:1497-1510. doi: 10.2307/1130938
- Fernald A (1992) Meaningful melodies in mothers' speech to infants. In: Papoušek H, Papoušek M (eds) *Nonverbal vocal communication: Comparative and developmental approaches*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 262-282
- Fernald A, Simon T (1984) Expanded intonation contours in mothers' speech to newborns. *Dev Psychol* 20:104-113. doi: 10.1037/0012-1649.20.1.104
- Fogle B (1992) *The dog's mind: understanding your dog's behavior*. Wiley
- Gibson JM, Scavelli SA, Udell CJ, Udell MAR (2014) Domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) are sensitive to the "human" qualities of vocal commands. *Anim Behav Cogn* 1:281-295. doi: 10.12966/abc.08.05.2014
- Golinkoff RM, Can DD, Soderstrom M, Hirsh-Pasek K (2015). (Baby) Talk to me: The social context of infant-directed speech and its effects on early language acquisition. *Curr Dir Psychol Sci* 24:339-344. doi: 10.1177/0963721415595345

- Harrington J, Palethorpe S, Watson CI (2007) Age-related changes in fundamental frequency and formants: A longitudinal study of four speakers. *Interspeech 2007: 8th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, 2:1081-1084
- Hirsh-Pasek K, Treiman R (1982) Doggerel: Motherese in a new context. *J Child Lang* 9:229-237. doi: 10.1017/S0305000900003731
- Horowitz A, Hecht J (2016) Examining dog-human play: the characteristics, affect, and vocalizations of a unique interspecific interaction. *Animal cognition* 19:779-788. doi: 10.1007/s10071-016-0976-3
- Kidd AH, Kidd RM (1989). Factors in adults' attitudes toward pets. *Psychol Rep* 65:903-910. doi: 10.2466/pr0.1990.66.3.775
- Kim H, Diehl MM, Panneton R, Moon C (2006) Hyperarticulation in mothers' speech to babies and puppies. Paper presented at the annual meeting of the XVth Biennial International Conference on Infant Studies, Westin Miyako, Kyoto, Japan. [http://citation.allacademic.com/meta/p94616\\_index.html](http://citation.allacademic.com/meta/p94616_index.html)
- Liu HM, Kuhl PK, Tsao FM (2003) An association between mothers' speech clarity and infants' speech discrimination skills. *Developmental Sci*, 6: F1-F10. doi: 10.1111/1467-7687.00275
- Marinelli L, Adamelli S, Normando S, Bono G (2007) Quality of life of the pet dog: Influence of owner and dog's characteristics. *Appl Anim Behav Sci* 108:143-156. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2006.11.018>
- Markwell PJ, Thorne CJ (1987) Early behavioural development of dogs. *J Small Anim Pract* 28:984-991. doi: 10.1111/j.1748-5827.1987.tb01322.x

- Maxwell SE, Delaney HD (2004) *Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective* (Second Edition). Psychology Press, New-York
- Mitchell RW (2001) Americans' talk to dogs: similarities and differences with talk to infants. *Res Lang Soc Interact* 34:183-210. doi: [http://dx.doi.org/10.1207/S15327973RLSI34-2\\_2](http://dx.doi.org/10.1207/S15327973RLSI34-2_2)
- Mitchell RW (2004) Controlling the dog, pretending to have a conversation, or just being friendly? Influences of sex and familiarity on Americans' talk to dogs during play. *Interact Stud*, 5:99-129. doi: 10.1075/is.5.1.06mit
- Mitchell RW, Edmonson E (1999) Functions of repetitive talk to dogs during play: control, conversation, or planning? *Soc Anim* 7:55-81. doi: 10.1163/156853099X00167
- Morton ES (1977) On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *Amer Nat* 111:855-869. doi: 10.1086/283219
- Nagasawa M, Kikusui T, Onaka T, Ohta M (2009) Dog's gaze at its owner increases owner's urinary oxytocin during social interaction. *Horm Behav* 55:434-41. doi: 10.1016/j.yhbeh.2008.12.002
- Nagasawa M, Mitsui S, En S, Ohtani N, Ohta M, Sakuma Y, et al. (2015) Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science* 348:333-336. doi: 10.1126/science.1261022
- Newport E, Gleitman H, Gleitman L (1977) Mother, I'd rather do it myself: Some effects and non-effects of maternal speech style. In: Snow CE, Ferguson, CA (eds.) *Talking to Children*, Cambridge University Press, Cambridge, pp 109-149

- Odendaal JSJ, Meintjes RA (2003) Neurophysiological correlates of affiliative behaviour between humans and dogs. *Vet J Lond Engl* 165:296-301. doi: 10.1016/S1090-0233(02)00237-X
- Ohala JJ (1984) An ethological perspective on common cross-language utilization of F0 of voice. *Phonetica*, 41:1-16. doi: 10.1159/000261706
- Palestrini C, Previde EP, Spiezio C, Verga M (2005) Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: a pilot study. *Appl Anim Behav Sci* 94:75-88. doi: 10.1016/j.applanim.2005.02.005
- Papoušek M, Bornstein MH, Nuzzo C, Papoušek H, Symmes D (1990) Infant responses to prototypical melodic contours in parental speech. *Inf Behav Dev* 13:539-545. doi: 10.1016/0163-6383(90)90022-Z
- Papoušek M, Papoušek H, Symmes D (1991) The meanings of melodies in motherese in tone and stress languages. *Infant Behav Dev* 14:415-40. doi: 10.1016/0163-6383(91)90031-M
- Pongrácz P, Miklósi A, Csányi V (2001) Owner's beliefs on the ability of their pet dogs to understand human verbal communication: A case of social understanding. *Curr Psychol Cogn* 20:87-107
- Prato-Previde E, Custance DM, Spiezio C, Sabatini F (2003) Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's strange situation. *Behaviour* 140:225-254. doi: 10.1163/156853903321671514
- Prato-Previde E, Fallani G, Valsecchi P (2006) Gender differences in owners interacting with pet dogs: An observational study. *Ethology* 112:64-73. doi: 10.1111/j.1439-0310.2006.01123.x

- Poresky RH, Daniels AM (1998) Demographics of pet presence and attachment. *Anthrozoös* 11:236-24. doi: 10.2752/089279398787000508
- Rehn T, Handlin L, Uvnäs-Moberg K, Keeling LJ (2013) Dogs' endocrine and behavioural responses at reunion are affected by how the human initiates contact. *Physiol Behav* 124:45-53. doi: 10.1016/j.physbeh.2013.10.009
- Rogers J, Hart LA, Boltz RP (1993) The role of pet dogs in casual conversations of elderly adults. *J Soc Psychol* 133:265-277. doi: 10.1080/00224545.1993.9712145
- Saint-Georges C, Chetouani M, Cassel R, Apicella F, Mahdhaoui A, Muratori F et al. (2013) Motherese in interaction: at the cross-road of emotion and cognition? (A systematic review). *PLoS ONE* 8:e78103. doi: 10.1371/journal.pone.0078103
- Siegel S, Castellan NJ (1988) Book review: nonparametric statistics for the behavioral Sciences (Second Edition). McGraw-Hill, New York
- Sokal RR, Rohlf FJ (1995) *Biometry: the principals and practice of statistics in biological research* (3rd edn). WH Freeman and company, New York.
- Sokol RI, Webster KL, Thompson NS, Stevens DA (2005) Whining as mother-directed speech. *Infant Child Dev* 14:478-490. doi: 10.1002/icd.420
- Song JY, Demuth K, Morgan JL (2010) Effects of the acoustic properties of infant-directed speech on infant word recognition. *Journal Acoust Soc Am*, 128:352-363. doi: 10.1121/1.3419786
- Syrdal A, Kim YJ (2008) Dialog speech acts and prosody: Considerations for TTS. In: *Proceedings of Speech Prosody*. Campinas, Brazil, pp 661–665

- Taylor P (2006) Gauging family intimacy: Pew Research Centers Social Demographic Trends Project RSS. Pew Research Center <http://www.pewsocialtrends.org/2006/03/07/gauging-family-intimacy/>
- Topál J, Kis A, Oláh K (2014) Dogs' sensitivity to human ostensive cues: a unique adaptation. *The Social Dog: Behavior and Cognition*. Elsevier, San Diego, pp 319-346
- Topál J, Miklósi Á, Csányi V, Dóka A (1998) Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *J Comp Psychol* 112: 219. doi: 10.1037/0735-7036.112.3.219
- Thalmann O, Shapiro B, Cui P, Schuenemann VJ, Sawyer SK, Greenfield DL, et al. (2013) Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs. *Science*, 342:871-874. doi: 10.1126/science.1243650
- Trainor LJ, Austin CM, Desjardins RN (2000) Is infant-directed speech prosody a result of the vocal expression of emotion? *Psychol Sci* 11:188-95. doi:10.1111/1467-9280.00240
- Trainor LJ, Clark ED, Huntley A, Adams BA (1997) The acoustic basis of preferences for infant-directed singing. *Infant Behav Dev* 20:383-96. doi: 10.1016/S0163-6383(97)90009-6
- Xu N, Burnham D, Kitamura C, Vollmer-Conna U (2013) Vowel hyperarticulation in parrot-, dog- and infant-directed speech. *Anthrozoos*, 26:373-380. doi: 10.2752/175303713X13697429463592



## Table and Figures captions

**Table.1** Descriptive statistics of the words used in each condition of interaction. Ratio between the number of words with and without individual repetitions

	Separation	Reunion	Play	Commands
Number of words without IR <sup>a</sup>	376	534	723	752
Number of words with IR <sup>b</sup>	751	996	1653	2151
Ratio b/a	1.99	1.86	2.29	2.86

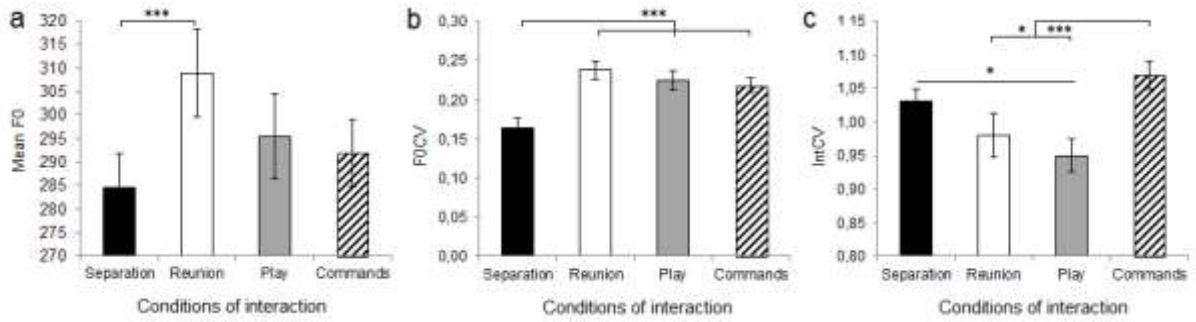
<sup>a</sup>Number of words without individual repetitions (IR)

<sup>b</sup>Number of words with individual repetitions (IR)

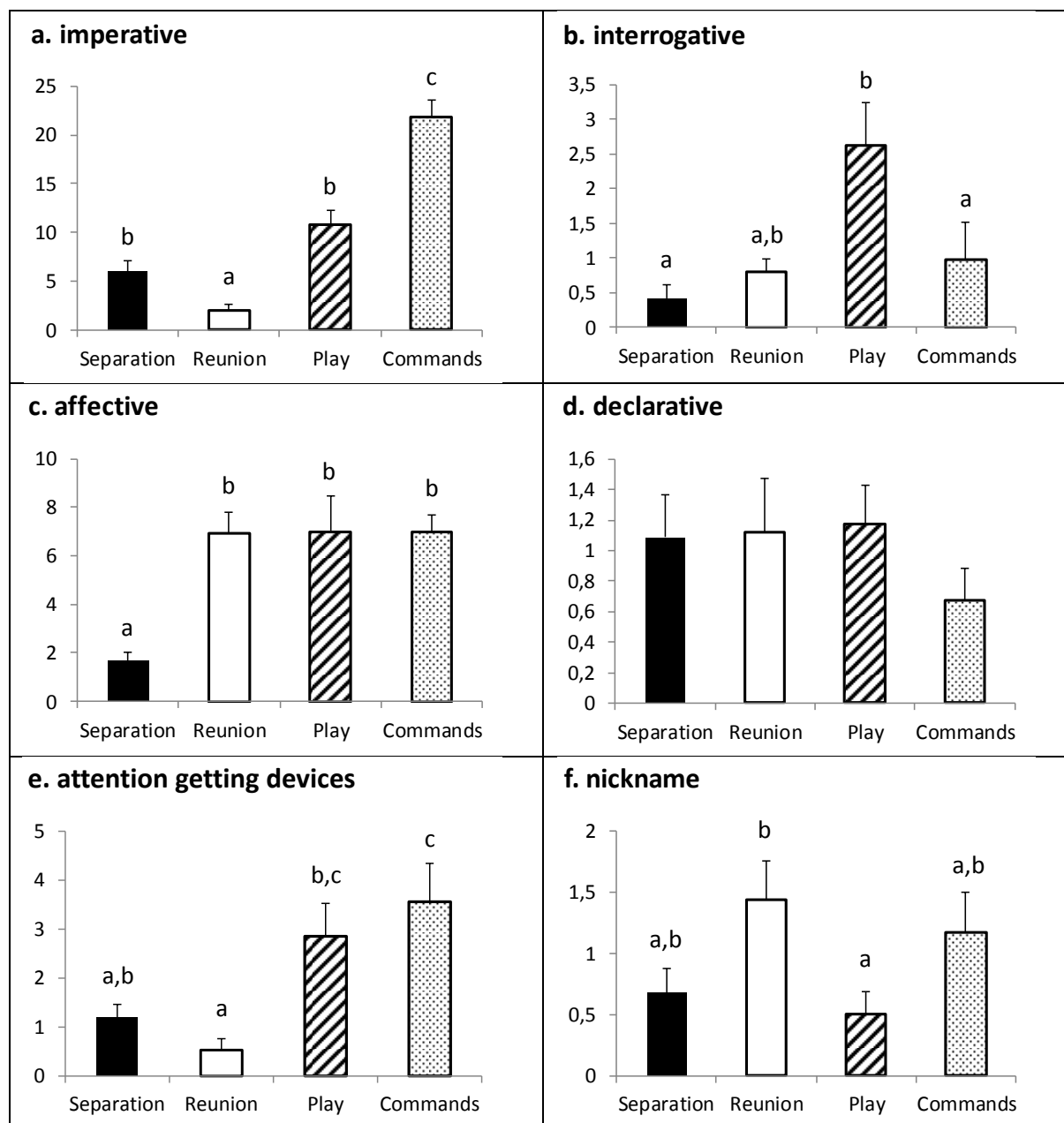
**Fig.1** The four conditions of interaction between the owner and her dog: a) separation, b) reunion, c) play and d) commands



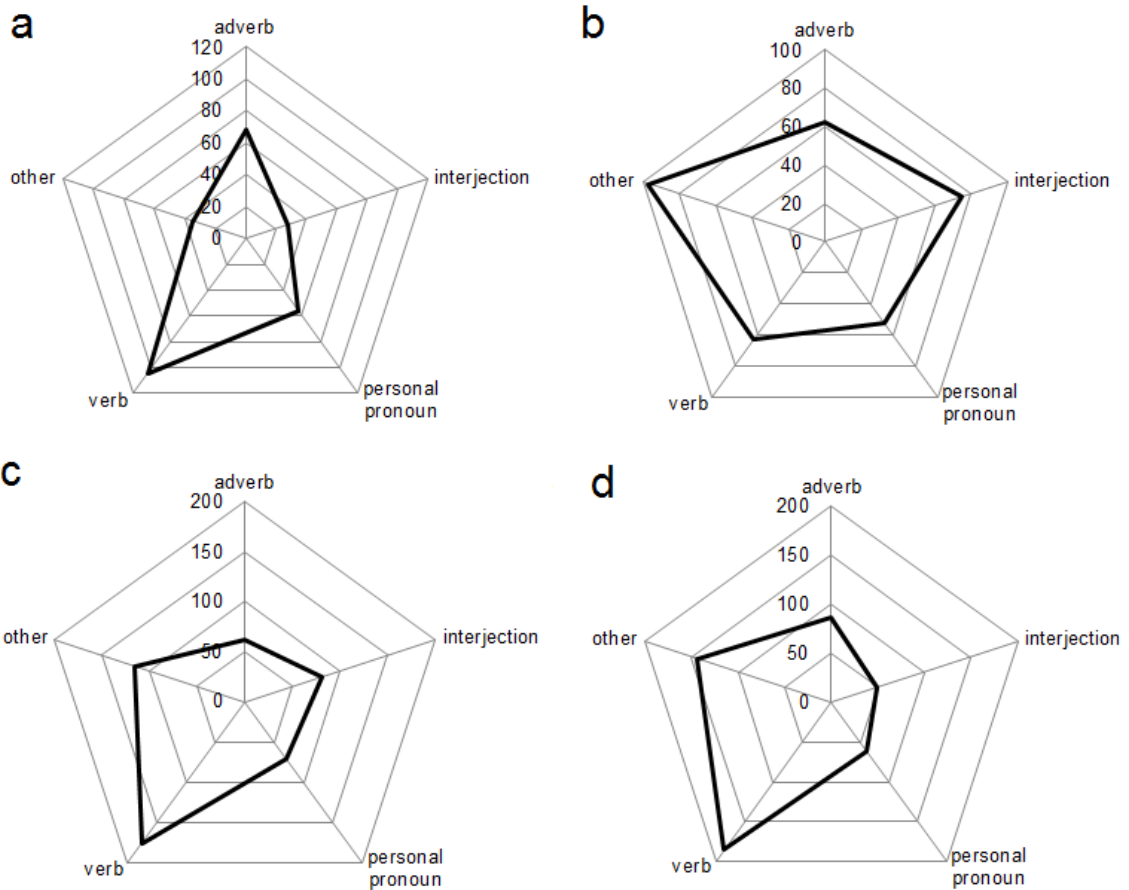
**Fig.2** Effect of the condition of interaction (separation, reunion, play and commands) on PDS acoustic parameters: a) mean F0, b) F0CV and c) IntCV. Significant differences are indicated as follows: \*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p \leq 0.001$



**Fig.3** Effect of the condition of interaction (separation, reunion, play and commands) on the sentence types used by female owners: a) imperative, b) interrogative, c) affective, d) declarative, e) Attention Getting Devices and f) nickname. Letters are used to indicate significance: the presence of a same letter above bars indicates a non-significant difference.



**Fig.4** Graphic representation of the grammatical categories of words (verb, adverb, interjections, personal pronoun and other) used in each condition of interaction: separation (a), reunion (b), play (c), commands (d)



# Chapitre II

## Traitement hémisphérique des sollicitations humaines par le chien

Dans le deuxième chapitre de cette thèse, nous explorerons la manière dont le PDS et l'ADS sont traités par les chiens d'un point de vue neuronal, et plus précisément si ces deux types de discours font l'objet d'un traitement hémisphérique différentiel.



L'article qui compose ce chapitre : *"Dogs' head orientation in response to human vocal solicitations"* est en préparation.

# Chapitre II

## Traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

Chez le chien:

- Hémisphère gauche (HG) = traitement vocalisations conspécifiques, Hémisphère droit (HD) = traitement vocalisations hétérosécifiques.
- Aires cérébrales dédiées au traitement de la voix humaine.
- HD, comme chez l'humain, traite la valence émotionnelle du discours.
- HD = traitement des indices prosodiques du discours, HG = indices sémantiques.

### Question

Le PDS et l'ADS font-ils l'objet d'un traitement hémisphérique différentiel chez le chien?

### Méthode

Lieu: ENVA

Head-turn paradigm: diffusion simultanée d'un son par deux haut-parleurs situés de part et d'autre du chien, à distance égale. Si le chien se tourne vers le son avec l'oreille droite → traitement préférentiel par HG, et vice-versa.

1 chien = 1 son diffusé = « on va se promener? » en ADS, PDS ou IDS; sexe des voix diffusées et ordres des stimuli contrebalancés. N= 71 chiens filmés puis codage vidéos des orientations manifestées par le chien.

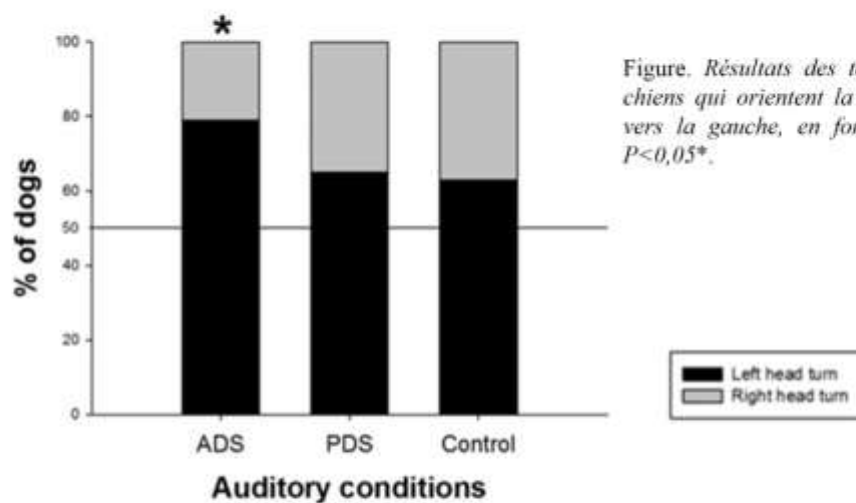


Figure. Résultats des tests binomiaux: % de chiens qui orientent la tête vers la droite ou vers la gauche, en fonction du son diffusé.  $P < 0,05^*$ .

### Discussion

Les chiens ont une tendance générale à tourner la tête à gauche (biais de l'HD). Une analyse son par son révèle que ce biais n'est significatif que pour l'ADS. Tout se passe comme si la valence émotionnelle du discours primait sur le contenu sémantique. Il est possible que les chiens réagissent aux propriétés particulières de l'ADS: 1) une vocalisation hétérosécifique, comme le PDS. 2) incongruence entre ce qui est dit, sollicitation positive, et la manière dont cela est dit: une personne non familière avec une intonation neutre.

## **Dogs' head orientation in response to human vocal solicitations**

### **Abstract**

In various species, conspecific vocalizations are processed by the left hemisphere (LH) whereas heterospecific vocalizations are processed by the right hemisphere (RH). A recent study showed that dogs present voice areas localized in the anterior temporal region just as in human' brain and highlighted a RH dominance in vocal emotion processing. Moreover, in humans and dogs, human speech' perception is characterized by a specialization of LH for processing intelligible phonemic content whereas the RH is more sensitive to emotional cues. Using a head-turn paradigm, we explored dogs' head orientation when processing a vocal solicitation from two types of spontaneous and natural human speeches: Pet-Directed-Speech (PDS) and Adult-Directed Speech (ADS). The former presents high emotional content (PDS) whereas the latter presents neutral emotional content (ADS). The results obtained on 76 subjects showed that dogs presented a general tendency to turn the head to the left, corresponding to a RH bias. When we looked at each type of sound, only ADS induced a significant left head turn response bias. These findings suggest that dogs' answered to the specific properties of ADS stimuli: a heterospecific vocalization which presents incongruence between what is said, a positive solicitation, and how it is said, enunciated by an unfamiliar people speaking with a neutral intonation.

**Keywords:** dog, pet-directed-speech, lateralization, hemispheric bias, vocalizations

## **Introduction**

Brain functional asymmetries are well attested in vertebrates (Bradshaw & Rogers 1993, Vallortigara et al. 1999, Rogers & Andrew 2002) and invertebrates (Rogers & Vallortigara 2008, Letzkus et al 2006). But, while rats, pigeons, non-human primates etc. model systems have been widely investigated (Rogers & Andrew 2002), there is still much to learn about functional neural mechanisms of pet species.

## **Neural processing of emotions**

Considering emotional processing, in humans the left hemisphere (LH) is preferentially used for processing positive emotions (joy and surprise) (Ahern & Schwartz 1979, 1985, Davidson 1992, Davidson & Hugdahl 1995) whereas the right hemisphere (RH) is specialized for processing negative emotions (fear, disgust and sadness) (Robinson & Price 1982, Robinson et al. 1984, Davidson & Hugdahl 1995). These hemispheric specializations have been highlighted in many other vertebrate species (Robinson 1979, Hauser 1993, Hook-Costigan & Rogers 1998, Lippolis et al. 2002) including dogs (Quaranta et al. 2007, Siniscalchi et al. 2010, Racca et al. 2012). Moreover, activity of the RH has been associated with response to novelty and with all intense (uninhibited) emotional behaviours (e.g. sexual behaviours) rather than only with negative emotional behaviour in humans and other tetrapods (Davidson 1995, Rogers & Andrew 2002). In contrast, the LH is used as an inhibitor system, when there is a need to assess the situation before taking a decision (Denenberg 1984, Hook-Costigan & Rogers 1998).

## **Neural processing of vocal communication**

Regarding communication, strong lateralized functions such as language are similarly known to be distributed in both hemispheres. In humans, the spoken language requires



structures of the LH for generating grammatical sentences and syntax rules (e.g. Broca's area), whereas structures of the RH participate adding the proper emotional intonation to speech (prosody) (Alves et al. 2008). In other mammals, it is less relevant to distinguish linguistic and nonlinguistic components (Hauser & Andersson 1994). Regardless of their informational content, however, adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) show a LH bias for processing conspecific calls but favored the RH when listening to familiar heterospecific vocalizations (e.g. alarm call of a seabird) (Hauser & Andersson 1994). Similarly, psychophysical experiments indicate that Japanese macaques (*Macaca fuscata*) exhibit a LH bias for processing conspecific vocalizations (Hauser et al. 1998). The same pattern has been shown in other mammals like male mouse lemurs (Scheumann & Zimmermann 2008) and mice (Ehret 1987), as well as in birds (Cynx et al. 1992, Georges et al. 2002, Palleroni & Hauser 2003). However, it has been shown that Vervet monkeys (*Chlorocebus pygerythrus*) present a strong RH bias for processing conspecific vocalizations but no asymmetry for other primate vocalizations or non-biological sounds (Gil-da-Costa & Hauser 2006) which is consistent with findings in adult sea lions (Böye et al. 2005). Likewise, Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) showed no orientation preferences in response to conspecific or heterospecific vocalizations (Teufel et al. 2007). These results suggest that hemispheric asymmetry may be relatively unconstrained and dependent to differences that may arise during development (Gil-da-Costa & Hauser 2006).

### **Dogs' neural processing of conspecifics and human language**

Siniscalchi et al. (2008) showed that domestic dogs (*Canis familiaris*) process their species-typical vocalizations using the LH and non-vocal sound like thunderstorm sound, using the RH. Nevertheless, conspecific vocalizations are not always processed by the LH, since the RH is used for processing vocalizations when they elicit intense emotions such as vocalizations from a disturb congener (Siniscalchi et al. 2008).

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

Dogs present particularly high social and communicative skills that allow them to engage easily in acoustic communication with humans (Pongrácz et al. 2010). For example, they are very receptive to human vocal signals compared to wolves (Gibson et al. 2014), and humans can easily regulate dogs behaviour through vocal commands (Miklosi et al. 2004, Topál et al. 2009). Moreover, two dogs were shown to be able to learn up to 1000 words (Kamniski et al. 2004, Pilley & Reid 2011) but contrary to apes (e.g., Kanzi the bonobo, Goldin-Meadow 1996), they have not been shown to be able to invent new words by combining symbols, refer to past and present events. Thus, as human speech is familiar and relevant to domestic dogs, they represent an ideal model to investigate the comparison of human and nonhuman neural mechanisms for processing spoken words.

A comparative neuroimaging study showed that voice areas exist in dogs and that this area processes acoustic cues from human and dog vocalizations in overlapping auditory brain regions (anterior temporal voice area) (Andics et al. 2014). In both species, sensitivity to vocal emotional valence cues engages similarly located non-primary auditory regions that respond stronger to more positive vocalizations (Andics et al. 2014). Moreover, in dogs, an auditory region in the right, but not left, caudal ectosylvian gyrus (cESG) was sensitive to emotional valence, for both dog and human vocalizations.

In parallel, a behavioural study found orienting asymmetries in dogs that listened to artificially manipulated spoken commands, providing indirect evidence of LH bias when the salience of meaningful phonemic cues increased and RH bias when the salience of prosodic or speaker-related vocal cues increased (Ratcliffe & Reby 2014). Recently, authors used functional magnetic resonance imaging to explore whether and how dog brains separate and assimilate lexical and prosodic information (Andics et al. 2016). They found a LH bias for processing meaningful words, independently of intonation and a right auditory brain region for distinguishing intonationally marked and unmarked words. An increased activity in

primary reward regions was also found only when both lexical and intonational information were consistent with praise (Andics et al. 2016).

The aim of the present study was to explore if the acoustical features of Adult-Directed-Speech (ADS) and Pet-Directed-Speech (PDS) lead to differential hemispheric processing, using a head-turn paradigm. Based on Ratcliffe and Reby' findings (2014) we hypothesized that dogs will present a right-head-turn response bias (LH advantage) when listening to a phrase enounced in ADS, which corresponds to a “meaningful speech with neutral intonation”, whereas no hemispheric head-turn response bias will be found in dogs when listening to the same phrase enounced in PDS, which corresponds to a “meaningful speech with positive intonation”. Similarly, we expected no head-turn response bias when dogs will listen to Pink Noise.

## **Methods**

### ***Subjects***

Eighty-three owner and dog dyads were recruited from the waiting room of the preventive medicine consultation of the Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort (CHUVA), through veterinary students' social networks and from regional Kennel clubs. The aim of the research was presented to the participants as follows: “we would like to explore how dogs perceive and process human language”. Owners of dogs confirmed that their dog responded to the phrase “Shall we go for a stroll?” or a similar variant. Twelve dogs did not fit with our methodological criteria (see procedure section) and were not included in our statistical analyses. The 71 dogs retained in the analysis included 41 males and 30 females from various breeds. Ages ranged from 4 months to 14 years old (mean  $\pm$  SD= 4.7  $\pm$  3.8 years). Dogs were healthy, with no known hearing or sight problems, and not aggressive towards people. All

participants were asked to sign a consent form and were debriefed about the more specific aims of the study at the end of the experiment.

### ***Stimuli acquisition***

Eleven women and eleven men who were native French speakers and aged between 23 to 58 years old (mean  $\pm$  SD= 35.09  $\pm$  10.79) naive to the purpose of this study were audio recorded to provide audio clips of 2 different types of speech: ADS and PDS. In a randomized design, they were asked to address the phrase: “On va se promener?” (“Shall we go for a stroll?”) (1) to the experimenter and (2) to a dog. The speakers were equipped with a lapel microphone (Olympus ME-15) connected to a digital recorder (MARANTZ PMD620). We obtained 44 audio clips corresponding to the 2 types of speech (ADS and PDS) for each of the 11 women and 11 men. Each audio clip lasted between 0.49 to 1.01 seconds depending to the speed of delivery (mean 0.74  $\pm$  0.14). Acoustical analyses were performed to ensure that PDS was distinct from ADS (see Results section).

### ***Perceptual ratings***

To verify the perceptual difference between ADS and PDS in their emotional content, we asked 36 volunteers who were naïve to the experimental conditions to rate the emotional valence of the stimuli on a 5-point Likert scale (1 = very negative, 5 = very positive). Each volunteer rated between 6 to 8 stimuli randomly selected. The sound could be replayed multiple times before rating.

### ***Head-turn paradigm***

The dogs were tested using a similar version of head-turn paradigm used by Ratcliffe and Reby in their study (2014). Dogs were presented with a single sound stimulus. The type of sound (ADS, PDS or Pink Noise) and the gender of the voice were randomly selected and

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

counterbalanced between trials. The pink noise was used as a control sound, because it was an unfamiliar stimulus for all dogs. The sound was played simultaneously from both sides of the subject, and the direction of the subject's initial orienting response (left or right) was recorded. Only dogs that turned their head more than 45° were considered as having a head' orienting response. The orientation of the experimental set-up was counterbalanced between trials in order to avoid a bias from the room layout (e.g. the door location). Given that in dogs as well as in humans, auditory information entering each ear is processed mainly in the contralateral hemisphere of the brain via the dominant contralateral auditory pathway (Grimshaw et al. 2003), it is assumed that if the dog turns with its left ear leading in response to the sound, the acoustic input is processed primarily by the right hemisphere (RH), whereas a right turn would indicate primarily left hemisphere (LH) processing (Hauser & Andersson 1994, Ratcliffe and Reby, 2014, Siniscalchi et al. 2008).

### *Apparatus*

The study was conducted in a 24m<sup>2</sup> room. Two speakers (Elipson Minihorus SAT) were placed 2.4 m to the right and left of the center point. The side of each speaker was counterbalanced across subjects. The speakers were connected to a laptop placed on the knees of the experimenter 1m from the center point. A video camera (Legria HF R306) was positioned in front of the experimenter to record the dog's response (Figure 3). The height and tilt of the video recorder were not fixed; the experimenter adapted the parameters manually according to the dogs' size in order to obtain a whole image of the dog's body. A sonometer (Ro-Line SPL meter, R0-1350) was used to ensure that the speakers broadcast at the same volume.

### *Experimental location*

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

Tests were carried out between Avril 2015 and May 2015 in a designated experimental room at the Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France (ENVA).

### ***Procedure***

Initially, the owner was asked about his/her dog's name, age and breed, while the dog was let free to explore the room. Then, the owner was invited to position his/her dog at the center point for the playback. Each paw had to be positioned on both sides of a black line traced on the floor. The dog could be either sit or standing up. The experimenter stood behind the video recorder facing the dog and attracted the dog's attention by saying its name. When the dog was stationary and facing directly forward, the experimenter looked down at the laptop (to avoid providing any gaze cues) and played the stimulus once.

Stimuli were presented at 90 dB in pseudorandomized order across trials, with equal numbers of male and female voices. Trials ended when the dog was no longer oriented toward one of the speakers. Dogs that stood still and did not turn the head between the stimulus onset and 2 seconds after the offset were subject to a separate analysis (see Results part).

### **Data Analyses**

#### ***Acoustical analyses***

In order to verify that the recordings used for the playbacks had characteristics properties of ADS and PDS, acoustical analyses were performed using Praat software (5.3.50) on the following measures: (a) *duration*: total duration of the signal; (b) *Mean F0*: the average fundamental frequency F0 over the duration of the signal; (c) *Diff ES*: the difference between mean F0 measured at the end of the record and mean F0 measured at the start of the record. *Diff ES* is considered to be an indicator of the intonation contour; (d) *Range F0*: the range of the fundamental frequency F0; (e) *FOCV*: the coefficient of variation of F0 over the duration

of the signal, estimated as the standard deviation of F0 divided by mean F0; (f) *IntCV*: the coefficient of variation of the intensity contour which corresponds to the energy of the signal.

We used this measure because modulations of the fundamental frequency have been shown to co-vary with intensity (Sokol et al. 2005).

### ***Behavioural analyses***

Videos were coded using the digital video analysis software Solomon Coder version beta 16.06.26. We measured the first direction of movement of the dog's head to the left or right immediately after the onset of the playback stimulus. Dogs that stood still looking straight and did not turn the head between the stimulus onset and 2 seconds after the offset were retained and their answers were considered as 'fix response'. One experimenter coded 100% of the videos and a second experimenter randomly coded 20% of the videos. The inter-observer agreement was 100% for the head orienting response.

### ***Perceptual ratings***

On a 5-points Likert scale, a value equal to 1 corresponds to a very negative emotional content whereas a value equal to 5 corresponds to a very positive emotional content. A value equal to 3 corresponds to a neutral emotional content.

### **Statistical analyses**

#### ***Acoustical analyses***

One Way Repeated Measures Analyses of Variance were performed using SigmaPlot software (12.0) on each measure of the acoustical analyses. Post-hoc analyses were performed when necessary using Tukey test in all analyses.

#### ***Perceptual ratings analysis***

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

There were 44 audio stimuli; each of them was rated by 6 different volunteers. Mean ratings were calculated for each stimulus and then for each category of sound (ADS and PDS). Paired t-tests were performed using SigmaPlot software (12.0) to compare the perceptual ratings of ADS and PDS's emotional content.

### *Analysis of dogs' head orienting response*

Pearson's Chi-squared tests were used in order to explore the distributions of the head's orienting responses (left, right or fix) in each type of sound (ADS, PDS and Pink Noise). Then, Pearson's Chi-squared tests were performed to evaluate whether the 'fix' responses could be associated with a phenomenon of matching between the gender of the voice the dogs heard and the gender of the experimenter placed in front them during the experiment, as there is evidence that dogs can match the gender of faces to voices (Yong & Ruffman 2015, Ratcliffe et al. 2014).

Binomial tests were performed in order to test the dogs' tendency to turn the head to the left or to the right according to the type of sound. Dogs that presented fix answers were not included in these tests.

Chi-square tests and Binomial tests were performed using R software (3.3.1)

## **Results**

### *Acoustical analyses*

(a) There was no significant effect of the type of speech on the speech *duration* ( $F = 1.21$ ,  $P = 0.228$ ). (b) PDS had a higher *Mean F0* than ADS ( $F = 100.4$ ,  $P < 0.001$ ; post-hoc tests  $q = 214.17$ ,  $P < 0.001$ ). (c) *DiffES*. PDS had a wider *DiffES* than ADS ( $F = 12.02$ ,  $P = 0.002$ , post-hoc tests  $q = 24.90$ ,  $P = 0.002$ ). (d) PDS had a wider *Range F0* than ADS



( $F = 15.47$ ,  $P < 0.001$ , post-hoc tests  $q = 25.56$ ,  $P < 0.001$ ). (e) PDS had a greater  $F0CV$  than ADS ( $F = 6.97$ ,  $P = 0.015$ , post-hoc tests  $q = 23.73$ ,  $P = 0.015$ ). (f) There was no significant effect of the type of speech on the speech  $IntCV$  ( $F = 3.45$ ,  $P = 0.077$ ).

### ***Perceptual ratings***

Results from the paired t-test show a significant difference between ADS and PDS's emotional content ( $P < 0.001$ ). The means score indicate that ADS stimuli were perceived as emotionally neutral (mean  $\pm$  SD =  $2.95 \pm 0.58$ ) and PDS stimuli were perceived as emotionally positive (mean  $\pm$  SD =  $3.98 \pm 0.54$ ).

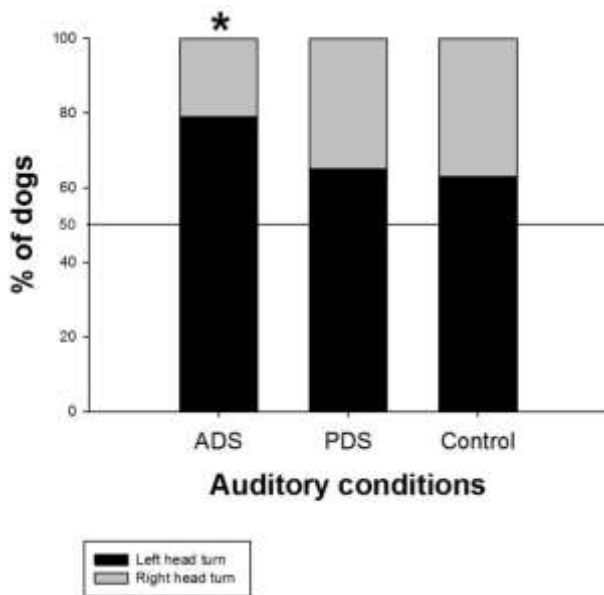
### ***Orienting responses***

Chi-square tests show that for the voices playback (ADS and PDS sounds), the distributions of dogs' orienting responses (left, right or fix) were equivalent with respectively  $X^2_2 = 3.73$ ,  $P = 0.15$  for ADS and  $X^2_2 = 3.51$ ,  $P = 0.17$  for PDS. However, when the sound diffused was a non-vocal sound (Pink Noise), dogs' orienting responses were not randomly distributed ( $X^2_2 = 8.65$ ,  $P = 0.001$ ): only one dog presented a fix response during Pink Noise. However, this result was not linked to a phenomenon of matching by dogs. Chi-square tests show that fix responses in ADS and PDS were observed in an equivalent manner when the gender of the voice diffused matched the gender of the experimenter or when it did not match ( $X^2_1 = 1.66$ ,  $P = 0.19$ ).

Results from the Binomial tests (Fig. 1) indicate that when exposed to ADS stimuli, dogs (N = 19) showed a significant left-head-turn response bias (binomial test: 79% left head turn,  $P = 0.019$ ) corresponding to a RH advantage. When dogs (N = 20) were exposed to PDS stimuli no significant head-turn bias was found (binomial test: 65% left head turn,  $P = 0.263$ ). When dogs (N = 27) were exposed to a pink noise, they showed no significant orientation bias (binomial test: 37% right head turn,  $P = 0.248$ ).

Finally, if we pooled the three auditory conditions together ( $N = 66$ ), a significant left head-turn bias was observed (binomial test: 68% left head turn,  $P = 0.0043$ ).

Figure 1. Percentage of dogs that orientated to their left or right in each auditory condition (ADS, PDS, or control) after the playback presentation. Asterisks indicate conditions in which the proportions were significantly different from chance (50%) at  $P < 0.05$ .



## Discussion

Our study is the first of its kind exploring differential bias lateralization in processing PDS and ADS in dogs. It came just after the one of Ratcliffe and Reby (2014) in which they stated a LH bias for processing salient meaningful phonemic cues and a RH bias for processing salient prosodic or speaker-related vocal cues. Our results showed that dogs presented a general tendency to turn the head to the left, corresponding to a RH bias. When we explored dogs' orienting responses according to the type of sound, only ADS induced a significant left head turn response bias (RH advantage). We can't rule out that a greater number of dogs in each auditory condition would have led to significant left head turn bias in all conditions. This

result is in contraction with our initial hypothesis mainly based on Ratcliffe and Reby (2014) findings: we hypothesized a LH advantage in processing ADS stimuli and no hemispheric bias when listening to PDS and pink noise stimuli.

A possible explanation could be that contrary to the audio stimuli used by Ratcliffe and Reby (2014), we did not manipulated artificially the acoustical properties of the PDS and ADS records, leading to two categories of sound that might be less contrasted. However, previous experiments (Jeannin et al. in revision) showed that dogs displayed more attention when exposed to PDS stimuli than when exposed to ADS stimuli. Moreover, in the present study acoustical analysis showed that PDS and ADS were significantly different and that human subjects, naive to the aim of the study, judged ADS stimuli as emotionally neutral whereas they judged PDS stimuli as emotionally positive. It is as if the emotional information of our stimuli outweighed the phonemic cues. Indeed, a recent study showed that in dogs, similarly to humans, the emotional valence of vocalizations is preferentially processed by the RH (Andics et al. 2014).

Because dogs presented a significant left head turn bias (RH advantage) only for ADS stimuli, whereas no significant bias was found in the two other conditions, we suggest that dogs' answered to the specific properties of ADS stimuli: first, it constitutes heterospecific vocalizations, so do PDS stimuli, and second, it presents incongruence between what is said, a positive solicitation, and how it is said, enunciated by an unfamiliar people speaking with a neutral intonation. Previous studies showed that heterospecific vocalizations are processed by the RH in humans as well as in dogs and so does novelty in humans and other vertebrates (Davidson 1995, Rogers & Andrew 2002).

In the pink noise condition, dogs did not show significant head turn responses bias. However, our results revealed that only one dog remained immobile in this condition, contrary to the

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

ADS and PDS conditions where dogs orienting responses (right, left or immobile) were equivalent. A possible explanation could be that pink noise represents an unfamiliar sound for the dogs and might be the signal of a potential danger. Thus, it is important for dogs to localize the source of the danger, as a survival reaction.

Finally, because we used non-manipulated speeches, it is possible that the observation alone can't be sufficient and that associates behavioural observations and neuro imagery should be more pertinent.

### **Acknowledgements**

We would like to thank Dr. S. Perrot (IRCA - ENVA) for providing access to the IRCA room and its facilities at the ENVA. Thanks to Charlène Plamont and Justine Guillaumont for their participation in the experiments. Thanks to the CHUVA (ENVA) for help with the recruitment of owners. Thanks to owners who accepted to take part to this study.

## References

- Ahern, G. L., & Schwartz, G. E. (1985). Differential lateralization for positive and negative emotion in the human brain: EEG spectral analysis. *Neuropsychologia*, 23(6), 745-755.
- Ahern, G. L., & Schwartz, G. E. (1979). Differential lateralization for positive versus negative emotion. *Neuropsychologia*, 17(6), 693-698.
- Alves, N. T., Fukusima, S. S., & Aznar-Casanova, J. A. (2008). Models of brain asymmetry in emotional processing. *Psychology & Neuroscience*, 1(1), 63.
- Andics, A., Gácsi, M., Faragó, T., Kis, A. & Miklósi, A. (2014). Voice-sensitive regions in the dog and human brain are revealed by comparative fMRI. *Curr. Biol.* 24, 574–578. Medline doi:10.1016/j.cub.2014.01.058
- Andics, A., Gábor, A., Gácsi, M., Faragó, T., Szabó, D., & Miklósi, Á. (2016). Neural mechanisms for lexical processing in dogs. *Science*, 353(6303), 1030-1032.
- Böye, M., Güntürkün, O., & Vauclair, J. (2005). Right ear advantage for conspecific calls in adults and subadults, but not infants, California sea lions (*Zalophus californianus*): hemispheric specialization for communication?. *European Journal of Neuroscience*, 21(6), 1727-1732.
- Bradshaw, J. L., & Rogers, L. J. (1993). *The evolution of lateral asymmetries, language, tool use, and intellect*. Academic Press.
- Custance, D., & Mayer, J. (2012). Empathic-like responding by domestic dogs (*Canis familiaris*) to distress in humans: an exploratory study. *Animal cognition*, 15(5), 851-859.
- Cynx, J., Williams, H., & Nottebohm, F. (1992). Hemispheric differences in avian song discrimination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(4), 1372-1375.
- Davidson, R. J. (1992). Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and cognition*, 20(1), 125-151.
- Davidson, R. J., & Hugdahl, K. E. (1995). *Brain asymmetry*. The MIT Press.
- Denenberg, V. H. (1984). 'Behavioral asymmetry'. In *Cerebral Dominance: The Biological Foundations*. (Eds: Geschwind and Galaburda)114-133, Cambridge. MA: Harvard University Press.
- Hauser, M. D. (1993). Right hemisphere dominance for the production of facial expression in monkeys. *Science*. 561, 475-477.

- Ehret, G. (1987). Left hemisphere advantage in the mouse brain for recognizing ultrasonic communication calls. *Nature*. 325, 249 – 251
- George, I., Cousillas, H., Richard, J. P., & Hausberger, M. (2002). Song perception in the European starling: hemispheric specialisation and individual variations. *Comptes rendus biologies*, 325(3), 197-204.
- Gibson, J. M., Scavelli, S. A., Udell, C. J., & Udell, M. A. R. (2014). Domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) are sensitive to the “human” qualities of vocal commands. *Animal Behavior and Cognition*, 1(3). 281-295. doi: 10.12966/abc.08.05.2014
- Gil-da-Costa, R., & Hauser, M. D. (2006). Vervet monkeys and humans show brain asymmetries for processing conspecific vocalizations, but with opposite patterns of laterality. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 273(1599), 2313-2318.
- Hauser, M. D., & Andersson, K. (1994). Left hemisphere dominance for processing vocalizations in adult, but not infant, rhesus monkeys: field experiments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(9), 3946-3948.
- Hauser, M. D., Agnetta, B., & Perez, C. (1998). Orienting asymmetries in rhesus monkeys: the effect of time-domain changes on acoustic perception. *Animal Behaviour*, 56(1), 41-47.
- Hook-Costigan, A. M. & Rogers, L. J. (1998). Eye preferences in common marmosets (*Callithrix jacchus*): Influence of age, stimulus, and hand preference. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 3(2), 109-130.
- Jeannin, S., et al. Pet-directed speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-directed speech, *Nature Scientific Reports* (in revision).
- Kaminski, J., Call, J. & Fischer, J. (2004). Word learning in a domestic dog: Evidence for “fast mapping”. *Science*. 304, 1682–1683. Medline doi:10.1126/science.1097859
- Letzkus P, Ribi W.A, Wood J.T, Zhu H, Zhang S.W, Srinivasan M.V. (2006). Lateralization of olfaction in the honeybee *Apis mellifera*. *Curr. Biol*, 16, 1471–1476.
- Lippolis, G., Bisazza, A., Rogers, L. J., & Vallortigara, G. (2002). Lateralisation of predator avoidance responses in three species of toads. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 7(2), 163-183.
- Miklósi, A., Topál, J. & Csányi, V. (2004). Comparative social cognition: What can dogs teach us? *Anim. Behav.* 67, 995–1004. doi:10.1016/j.anbehav.2003.10.008

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

- Mills, D. S. (2005). What's in a word? A review of the attributes of a command affecting the performance of pet dogs. *Anthrozoös*, 18(3), 208-221.
- Palleroni, A., & Hauser, M. (2003). Experience-dependent plasticity for auditory processing in a raptor. *Science*, 299(5610), 1195-1195.
- Pilley, J. W., & Reid, A. K. (2011). Border collie comprehends object names as verbal referents. *Behavioural processes*, 86(2), 184-195.
- Pongrácz, P., Molnár, C., & Miklósi, Á. (2010). Barking in family dogs: an ethological approach. *The Veterinary Journal*, 183(2), 141-147.
- Quaranta, A., Siniscalchi, M., Vallortigara, G., 2007. Asymmetric tailwagging responses by dogs to different emotive stimuli. *Curr. Biol.*17, 199–201.
- Racca, A., Guo, K., Meints, K., & Mills, D. S. (2012). Reading faces: differential lateral gaze bias in processing canine and human facial expressions in dogs and 4-year-old children. *PLoS One*, 7(4), e36076.
- Ratliffe, V. F., McComb, K., & Reby, D. (2014). Cross-modal discrimination of human gender by domestic dogs. *Animal Behaviour*, 91, 127-135.
- Ratliffe, V. F., & Reby, D. (2014). Orienting Asymmetries in Dogs' Responses to Different Communicatory Components of Human Speech. *Current Biology*, 24(24), 2908-2912.
- Robinson, R. G., & Price, T. R. (1982). Post-stroke depressive disorders: a follow-up study of 103 patients. *Stroke*, 13(5), 635-641.
- Robinson, R. G., Kubos, K. L., Starr, L. B., Rao, K., & Price, T. R. (1984). Mood disorders in stroke patients: importance of location of lesion. *Brain*, 107(1), 81-93.
- Robinson, R. G. (1979). Differential behavioral and biochemical effects of right and left hemispheric cerebral infarction in the rat. *Science*, 205(4407), 707-710.
- Rogers, L. J., & Andrew, R. (Eds.). (2002). *Comparative vertebrate lateralization*. Cambridge University Press.
- Rogers, L. J., & Vallortigara, G. (2008). From antenna to antenna: lateral shift of olfactory memory recall by honeybees. *PLoS One*, 3(6), e2340.
- Ruffman, T. & Morris-Trainor, Z. (2011) Do dogs understand human emotional expressions? *J.Vet Behav* 6: 97-98.

## Chapitre 2 : traitement hémisphérique des sollicitations vocales humaines par le chien

Scheumann, M., & Zimmermann, E. (2008). Sex-specific asymmetries in communication sound perception are not related to hand preference in an early primate. *BMC Biology*, 6:3 doi:10.1186/1741-7007-6-3

Siniscalchi, M., Quaranta, A., Rogers, L.J., 2008. Hemispheric specialization in dogs for processing different acoustic stimuli. *PloS ONE* 3 (10), e3349.

Siniscalchi, M., Sasso, R., Pepe, A. M., Vallortigara, G., & Quaranta, A. (2010). Dogs turn left to emotional stimuli. *Behavioural Brain Research*, 208(2), 516-521.

Sokol, R. I., Webster, K. L., Thompson, N. S., & Stevens, D. A. Whining as mother-directed speech. *Infant Child Dev.* **14**, 478-490 (2005). DOI: 10.1002/icd.

Teufel, C., Hammerschmidt, K., & Fischer, J. (2007). Lack of orienting asymmetries in Barbary macaques: implications for studies of lateralized auditory processing. *Animal Behaviour*, 73(2), 249-255.

Topál, J., Gergely, G., Erdőhegyi, A., Csibra, G. & Miklósi, A. (2009). Differential sensitivity to human communication in dogs, wolves, and human infants. *Science*. 325, 1269–1272. Medline doi:10.1126/science.1176960

Vallortigara, G., Rogers, L. J., & Bisazza, A. (1999). Possible evolutionary origins of cognitive brain lateralization. *Brain Research Reviews*, 30(2), 164-175.

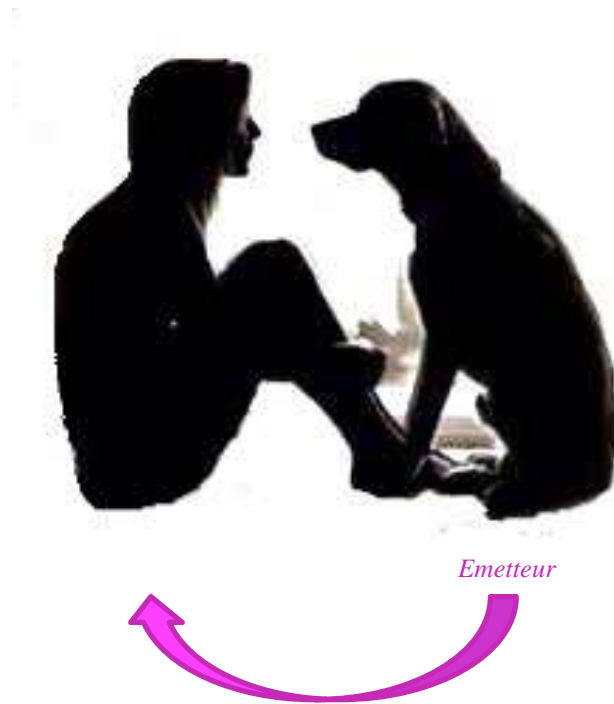
Yong, M. H., & Ruffman, T. (2015). Domestic dogs match human male voices to faces, but not for females. *Behaviour*, 152(11), 1585-1600.



# Chapitre III

## Effet du Pet-Directed-Speech (PDS) sur l'état attentionnel du chien

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux signaux attentionnels émis par les chiens en réponse aux différents types de discours : ADS, PDS et IDS.



L'article qui compose ce chapitre : " Pet-directed speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-directed speech " est en revision dans le journal *Nature Scientific Reports*

# Chapitre III

## Effet du PDS sur l'état attentionnel du chien

L'Infant-Directed-Speech (IDS) et le Pet-Directed-Speech (PDS) sont deux types de discours très similaires et qui se distinguent de l'Adult-Directed-Speech (ADS): voix plus aigüe, plus de modulations fréquentielles, une intonation montante etc. Les études montrent que les nourrissons portent plus d'attention à l'IDS qu'à l'ADS. En revanche, aucune étude n'a exploré l'effet du PDS sur l'attention des chiens.

### Question

Les chiens sont-ils plus réceptifs au PDS qu'à l'ADS ? Est-il utile de s'adresser comme cela aux chiens ?



### Méthode

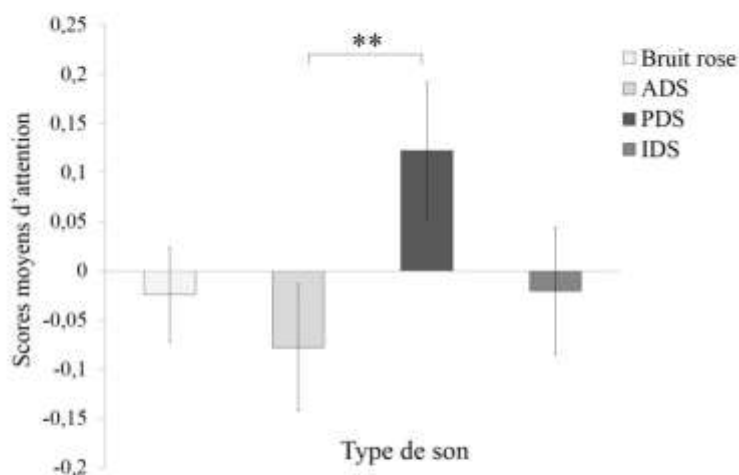
Création des stimuli: 9 femmes enregistrées s'adressant à un chien, un bébé, un adulte: « on va se promener? »

Lieu: ENVA, N= 71 Chiens, Playbacks: 1 chien = 4 sons: ADS, PDS, IDS et bruit rose (contrôle)



- Mesures:
  - ✓Durée fixation regard
  - ✓Inclinaisons tête
  - ✓« Pointing »

Analyse en composantes principales ACP = score global d'attention



### Résultats

Les chiens sont significativement plus attentifs au PDS qu'à l'ADS.

Les chiots sont significativement plus attentifs que les chiens adulte ( $P = 0.006$ )

Absence d'interaction entre l'âge des chiens et le type de son.

Figure:  $\mu$  et ES des scores d'attention des chiens (mesure synthétique issue de l'ACP) en fonction du type de son diffusé,  $p < 0,01$  \*\*

### Discussion:

Les chiens sont particulièrement attentifs aux caractéristiques prosodiques du PDS. A l'image des nourrissons, ils semblent conscients que ces indices prosodiques exacerbés sont spécifiques au discours qui leur est adressé.

Le PDS, comme l'IDS, est un outil de communication qui participe au maintien et à la régulation des interactions sociales positives entre l'homme et le chien.

# **Pet-directed speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-directed speech**

Sarah Jeannin<sup>1\*</sup>, Caroline Gilbert<sup>2</sup>, Mathieu Amy<sup>1</sup>, Gérard Leboucher<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UPL, Univ Paris Nanterre, Laboratoire Ethologie, Cognition, Développement (LECD-EA3456), F92000 Nanterre France.

<sup>2</sup>UMR 7179, CNRS/MNHN, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), France.

\*Corresponding author: Sarah Jeannin [sarah.jeannin@hotmail.fr](mailto:sarah.jeannin@hotmail.fr)

## **ABSTRACT**

Humans speak to dogs using a special speech register called Pet-Directed Speech (PDS) which is very similar to Infant-Directed Speech (IDS) used by parents when talking to young infants. These two type of speech share prosodic features that are distinct from the typical Adult-Directed Speech (ADS): a high pitched voice and an increased pitch variation. So far, only one study has investigated the effect of PDS on dogs' attention. We video recorded 44 adult pet dogs and 19 puppies when listening to the same phrase enounced either in ADS or in PDS or in IDS. The phrases were previously recorded and were broadcasted via a loudspeaker placed in front of the dog. The total gaze duration of the dogs toward the loudspeaker, was used as a proxy of attention. Results show that adult dogs are significantly more attentive to PDS than to ADS. It is likely that the exaggerated prosody of PDS is used by owners as an ostensive cue for dogs that facilitates the effectiveness of their communication, and should represent an evolutionarily determined adaptation that benefits the regulation and maintenance of their relationships.

## Introduction

Humans speak to dogs using a special speech register called pet-directed speech (PDS)<sup>1,2,3,4</sup>, which is very similar to infant-directed speech (IDS) used by parents when talking to young infants. These two types of speech share prosodic and syntactic features that are distinct from the typical adult-directed speech (ADS): a high pitched voice, an increased pitch variation, short utterances, a reduced syntactic and semantic complexity, and word repetitions<sup>1,2,3,4,5</sup>.

PDS and IDS are also commonly described as ‘happy voices’, in comparison to ADS presenting a relatively inhibited emotional content<sup>6</sup>. Both speeches have been shown to vary according to the interaction context<sup>7,8,9</sup>, for instance PDS’ prosodic features are enhanced in a positive reunion situation<sup>9</sup>.

Several studies suggest that IDS is used by humans in order to modulate infants’ attention and state of arousal and to communicate their positive affect and intentions in a non-verbal way<sup>10,11,12,13,14</sup>. IDS may also facilitate the emergence of language in infants by emphasizing the linguistic structure<sup>15,16</sup>, for instance by using hyperarticulation of vowels<sup>2,3,17</sup>, or words repetition<sup>18</sup>. Authors highlighted these functions in studying babies’ preference for IDS toward ADS<sup>19,20</sup>: infants have a longer fixation on, or turn more often the head toward visual targets that produced IDS<sup>19</sup>. Infants also better remember and look longer at adults who have addressed them with IDS<sup>20</sup>, and this preference is present when IDS is produced by the infants’ own mother as well as by an unfamiliar mother<sup>12,20</sup>. In addition, the exaggerated acoustic features of IDS elicit increased neural activity in infants, related to attentional processing<sup>21</sup>. Infants also present increased social and affective responsiveness while listening to IDS compared to ADS<sup>19</sup>. PDS and IDS may be similar because both infants and dogs are non-verbal listeners and because the affective bond between owners and dogs mirrors the human parents-infant bond. Indeed, both owners and dogs experience an important secretion

of oxytocin after a brief period of cuddling<sup>22</sup> and a study highlighted common brain activation when mothers viewed images of both their child and dog<sup>23</sup>.

In the context of human-dog communication, there is evidence that dogs present an increased neuronal activity in the auditory cortex when listening to vocalizations with positive emotional valence compared to negative or neutral emotional valence<sup>24</sup>. Moreover, after a greeting involving eye contact and a high pitched voice, dogs are more likely to follow the humans gaze, similarly to young children do<sup>25,26</sup>. Similarly, dogs are more motivated to answer a command to find hidden food in high-pitched informative than in low-pitched imperative trials<sup>27</sup>, suggesting that they are sensitive to the nonverbal quality of human vocal signals.

However, while IDS has been shown to enhance attention of infants who prefer this type of speech, to our knowledge only one study has investigated dogs' responses for PDS<sup>28</sup>. In their study, Ben-Aderet and coworkers exposed dogs to broadcast female voices obtained by asking women to speak in front of dogs' pictures. They found that puppies showed a greater reaction to PDS than to ADS and were very sensitive to high frequencies<sup>28</sup>.

Hence, the aim of our study is to explore if PDS and IDS increase dogs' attention to a more important extent than ADS using recording from real interactions and a large sample of dogs. We hypothesize that both puppies and adult dogs will be more attentive in response to the exacerbated prosodic features of PDS and IDS than to those of ADS, but that they will be comparably attentive to PDS and IDS prosodic and syntactic features that are distinct from ADS.

## Results

### *Acoustic analyses (\*)*

(a) There was no significant effect of the type of speech on the speech *duration* (Friedman RM ANOVA:  $X^2_2 = 2.23$ ,  $P = 0.328$ ). (b) PDS and IDS had a higher *Mean F0* than ADS (RM ANOVA:  $F_2 = 10.93$ ,  $P = 0.001$ ; Tukey post-hoc tests respectively  $q = 36.3$ ,  $P = 0.001$  and  $q = 34.88$ ,  $P = 0.009$ ). (c) *DiffES*. PDS and IDS had a wider *DiffES* than ADS (RM ANOVA:  $F_2 = 7.45$ ,  $P = 0.005$ , Tukey post-hoc tests respectively  $q = 34.24$ ,  $P = 0.022$  and  $q = 35.09$ ,  $P = 0.006$ ). (d) PDS and IDS had a wider *Range F0* than ADS (RM ANOVA:  $F_2 = 9.01$ ,  $P = 0.002$ , Tukey post-hoc tests respectively  $q = 34.59$ ,  $P = 0.013$  and  $q = 35.65$ ,  $P = 0.003$ ). (e) PDS and IDS had a greater *F0CV* than ADS (RM ANOVA:  $F_2 = 8.37$ ,  $P = 0.003$ , Tukey post-hoc tests respectively  $q = 33.89$ ,  $P = 0.036$  and  $q = 35.66$ ,  $P = 0.003$ ). (f) IDS had a greater *IntCV* than ADS and PDS (RM ANOVA:  $F_2 = 5.30$ ,  $P = 0.017$ , Tukey post-hoc tests respectively  $q = 33.78$ ,  $P = 0.042$  and  $q = 34.17$ ,  $P = 0.024$ ).

Further statistical analyses were performed on other acoustic features to complete the comparison (see supplementary results).

(\*): For each test,  $n = 9$ .

### *Dogs' behavioural response to playback*

Results of the playback experiment showed that the variables 'type of speech', 'playback order' and 'dog age', puppies' gaze duration is longer than adults' gaze duration, as well as their interaction significantly affect dogs' behavioural response to human vocal stimuli. The other factors: the presence of children at home, the dog familiarity with people of both gender and dog sex did not significantly affect dogs' response (Table 1). Results of the post-hoc analyses are illustrated in figure 1 and presented in table 2. Only relevant comparisons were considered; we only kept situations that differed by one factor. For instance, we compared the effect of ADS in adult dogs when the speech is broadcast in first position vs. the effect of PDS in adult dogs when the speech is broadcast in first position.

## **Adult dogs**

### *Effect of the type of speech in adult dogs*

When considering the first broadcast stimulus we found a significant difference between PDS and ADS (Tukey test,  $z = 4.10$ ,  $P < 0.01$ ). Dogs' gaze duration was longer for PDS than for ADS. In contrast, there were no significant difference between PDS and IDS on the one hand ( $z = 2.48$ ,  $P = 0.43$ ) and between IDS and ADS on the other hand ( $z = 2.77$ ,  $P = 0.24$ ). When considering the second broadcast stimulus we found significant differences between PDS and ADS on the one hand ( $z = 4.39$ ,  $P < 0.01$ ) and between PDS and IDS on the other hand ( $z = 5.24$ ,  $P < 0.01$ ). Dogs' gaze duration was longer for PDS than for both IDS and ADS. No difference was found between ADS and IDS ( $z = -1.591$ ,  $P = 0.97$ ). When considering the third stimulus broadcasted, no significant difference was found in each case ( $P > 0.05$ ) (figure 1, table 2).

### *Effect of playback order in adult dogs*

When considering PDS, significant differences were found between the third and the first broadcast stimulus on the one hand ( $z = -4.67$ ,  $P < 0.01$ ) and between the third and the second broadcast stimulus on the other hand ( $z = -4.80$ ,  $P < 0.01$ ). Dogs' gaze duration was shorter when the stimulus was broadcast in third position than both in the first and second positions. No difference was found between the first and the second broadcast stimuli ( $z = -1.496$ ,  $P = 0.981$ ). When considering IDS, significant differences were found between the first and second broadcast stimuli on the one hand ( $z = -4.378$ ,  $P < 0.01$ ) and between the first and third broadcast stimulus on the other hand ( $z = -3.384$ ,  $P = 0.046$ ). Dogs' gaze duration was longer when the stimulus was broadcast in first position than both in the second and third positions. No difference was found between the second and third broadcast stimuli ( $z = 1.129$ ,

$P = 0.999$ ). When considering ADS, no significant difference was found in each case ( $P > 0.05$ ) (figure 1, table 2).

## **Puppies**

### *Effect of the type of speech and Effect of playback order in puppies*

No significant difference was found ( $P > 0.05$ )

## **Comparison between adult dogs and puppies**

For each type of speech and for each playback position, we compared the gaze duration of adult dogs and puppies (for instance: ADS in the first playback position, then ADS in the second playback position etc.). No significant difference was found ( $P > 0.05$ ).

## **Discussion**

As expected, dogs discriminated between ADS and PDS and displayed longer gaze duration when listening to PDS compared to ADS. This result disappeared when the vocal stimulus was broadcast in third position, suggesting a possible habituation phenomenon to the repetition of PDS stimuli. Regarding vocal stimuli played in first position, dogs' responses to IDS were intermediate between responses to ADS and PDS, but the difference between IDS and PDS, as well as the difference between IDS and ADS never reached significance. If we consider that the total duration gaze duration is a measure of attention, as suggested by previous studies<sup>18,19,22,50,51</sup>, we can conclude that dogs are more attentive to the exaggerated PDS's acoustic features than to other forms of speech.

Furthermore, no significant results were found when looking at puppies' responses to human vocal stimuli. Overall, puppies tend to show a greater reaction to all vocal stimuli compared to adult dogs as revealed by the significant effect of the 'dog age' variable. In that sense, our



results do not confirm the findings of Ben-Aderet et al.<sup>28</sup> carried on twenty adult dogs and ten puppies which showed that only puppies were more attentive to PDS. This can be explained by differences in experimental protocol. For instance Ben-Aderet et al.<sup>28</sup> recorded PDS by asking women to speak in front of pictures of dogs, instead of real interactions. This may help to explain differences between their results and the present ones. It must be kept in mind that, as recently shown<sup>9</sup>, the context of the women-dog interaction significantly modulates the prosodic characteristics of PDS.

The fact that dogs discriminate between ADS and PDS is consistent with previous findings showing that dogs presented the longest gaze duration in response to a meaningful speech, i.e. a familiar command with positive intonation, while the shortest duration was in response to a meaningful speech in an unfamiliar accent with neutralized intonation<sup>29</sup>. These results can be explained by the fact that positive emotional valence vocalizations produce a more activated neuronal activity in dogs compared to negative or neutral emotional valence<sup>24</sup> and that only praises with positive intonation activated the reward system regions<sup>30</sup>. So, it is likely that this specific neural activity leads to an increased attention in dogs. Indeed, similar results were found in human infants: IDS elicits increased neural activity related to attentional processing<sup>12,21</sup>.

Furthermore, the preferences of human infants and dogs for exacerbated prosodic features may have an evolutionary explanation. Indeed, mammalian species used particular acoustical signals to signify motivations, intentions and emotional states that share similar acoustic features<sup>31,32</sup>: high tonal sounds are associated with affiliative or submissive motivation because they mimic the sounds produced by infants (leading to an appeasing effect on the receiver); these sounds are generally produced in fearful or appeasing contexts<sup>33</sup>. For instance, dogs and wolves emit high pitched vocalizations in greeting contexts, as a solicitation for food or care<sup>34</sup>. In contrast, because low-frequency sounds increase the perceived size of the caller,

they are generally produced in hostile contexts, during hostile interactions and associated with aggressive motivation<sup>33</sup>. Moreover, a study showed that the acoustic structure of particular monkey vocalizations called ‘girneys’ may be adaptively designed to attract young infants and engage their attention, similar to how the acoustic structure of human IDS, allows adults to socially engage with infants<sup>35</sup>. Hence, according to the authors this high pitched and musical form of speech may be biological in origin.

In contrast to our hypothesis, no significant difference could be detected when comparing dogs’ responses to IDS vs. ADS. In addition, our results highlighted a difference between dogs’ responses to IDS and PDS when the vocal stimuli were played in second position. Moreover, when considering dogs’ response to IDS, we observed a decline in attention since the second broadcast stimulus, suggesting that dogs habituate rapidly to the repetition of IDS sequences. This difference between dogs’ responses to IDS and PDS was rather unexpected, as our acoustic analyses did not reveal any significant difference on prosodic parameters between these two types of speech. IDS only differs from PDS regarding the coefficient of variations of the intensity contour (intCV), which suggests that speech directed to infants presents greater intensity modulation than speech directed to pets. Studies of Chen and coworkers<sup>36</sup> pointed out that sound intensity quantitatively contributes to emotional significance of human prosodies. They suggested that sound intensity should not simply be taken as a control parameter in neurocognitive studies of vocal emotion and that its role needs to be specified. In our study, differences regarding intensity modulation may account for differences between emotional coloring of IDS and PDS utterances. Indeed, IDS and PDS, although very similar with respect to acoustic features, are not equally perceived: human adult listeners rate IDS as having a greater level of affect than PDS<sup>3</sup>. We cannot rule out that dogs are able to perceive such differences.

On the whole, our study shows that PDS' acoustic features elicit adult dogs' attention significantly more than ADS. This preference for PDS may be promoted by learning: adult dogs probably learnt to associate PDS with positive greeting contexts, as PDS is exacerbated during friendly interactions<sup>9</sup>, and it is well established that dogs have a well-developed ability to associate prosodic cues of human speech with specific contexts<sup>26,27</sup>. It is also likely that owners may use acoustic features such as pitch modulations as a tool to highlight focal words in order to enhance the dog's comprehension and to some extent with the aim of teaching the dog some basics utterances. Such speaking strategy is used during interactions with elderly people<sup>37</sup>, or with linguistic foreigners<sup>38</sup>. From a practical perspective, our study provides support for the use of PDS by dogs' instructors as a key tool to facilitate learning.

During communication with infants and dogs, human use ostensive signals which facilitate the communication of their intentions<sup>39,40</sup> and 'happy talks', like IDS and PDS, should represent an evolutionarily determined adaptation that benefits the regulation and maintenance of their relationships. The analogy between human-dog and parent-infant communication should be considered in the context of emotional relationship. The human-dog link mirrors the parent-infant bond<sup>41</sup> and has been shown to share a common biological basis<sup>22,42,43</sup>.

## Methods

### *Subjects*

Out of the 71 pet dogs that took part into the experiment, a small proportion of subjects (n = 8) failed to react to the audio stimuli (see below for detailed information about stimuli) and were excluded from our analyses. So, participants were 63 pet dogs of various breeds, involved in the study on the basis of their owners' volunteer participation. Forty-four adult dogs (average age of 3.74 years, range: 1 year to 14.25 years) and 19 puppies (less than one

year, average age of 3.53 months, range: 2 months to 6 months) were tested (see supplementary material, table S1 for details).

### *Experimental stimuli*

Nine women ( $M= 31.37$ ,  $SD= 10.53$ , see supplementary material, table S2 for details) naive to the purpose of this study were recorded to provide audio clips of 3 different types of speech: ADS, IDS and PDS. The recordings were performed in a silent room of the laboratory Ethology Cognition and Development at the University of Nanterre. Women speaker were equipped with a lapel microphone (Olympus ME-15) connected to a MARANTZ PMD620 digital recorder. Samples were collected in '.wav' format with sampling frequency of 44100 Hz.

In a recent study, Ben-Aderet et al.<sup>28</sup> obtained dog-directed speech by asking women to speak in front of dogs' pictures. In order to provide more ecological validity to our data, our recordings were performed during interaction with real dogs, infants and adult. Thus, in a randomized design, women were asked to address a single sentence: "On va se promener?" ("Shall we go for a stroll?") (1) to a dog (a 2 years old Labrador Retriever, a 18 months old Chihuahua or a 18 months Maltese), (2) to an infant (either a 4 months old girl or a 3 months old girl), and (3) to the researcher (always the same) performing the recordings. The sentence was agreed in advance; we chose this sentence because it can be addressed similarly to an adult, to an infant or to a dog. There was one trial per condition (ADS, IDS, PDS). Women speaker were instructed to attract the interlocutor's attention by saying his/her name before speaking.

Acoustic analyses were performed using PRAAT to ensure that IDS and PDS were distinct from ADS (see Results section). Twenty seven audio clips were created using Audacity® software corresponding to the 3 type of speech (ADS, IDS, PDS) for each of the 9 women.

Each audio clip was composed by the 3 sentences, each lasting between 0.52 to 1.52 seconds depending to the speed of delivery ( $X \pm SD = 0.69 \pm 0.18$  seconds), spoken by the same woman and separated by 2 seconds' silence, a 0.6 second pink noise and another 2 seconds' silence, as presented in figure 2. The diffusion of a pink noise between two sentences intended to attract dog's attention and dampen the process of habituation. The order of the speeches within a clip was randomized. Each audio clip lasted between 16.72 and 17.77 seconds ( $X \pm SD = 17.29 \pm 0.06$  seconds). Men voices were not recorded in order to match the gender of the voices diffused and the gender of the experimenter placed in front of the dog, as there is evidence that dogs can match male faces to voices<sup>44, 45</sup>.

### *Procedure*

The experiment was carried out at the Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France (ENVA). The protocols were approved by the Ethics Committee for Clinical Research (Comité d'Ethique en Recherche Clinique, ComERC) of ENVA, n° 2015-03-11. All methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations. All participants were asked to sign a consent form. Informed consent has been obtained for both study participation and publication of identifying information/images. Participants were debriefed about the aims of the study at the end of the experiment. Seventy-one owner and dog dyads were recruited in the waiting room of the preventive medicine consultation of the Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort (CHUVA) and through veterinary students' social networks. Participants whose dogs presented significant health problem, aggressiveness toward people, sight or hearing problems were not tested. The aim of the research was presented to the participants as follows: 'we would like to explore what dogs perceive from human language'.

### *Apparatus*

The study was performed in a 24m<sup>2</sup> room. Videos were recorded using a Canon (Legria HF R306) recorder mounted on a tripod positioned at the back-center of the room in front of a loudspeaker (Anchor MiniVox Lite) connected to a computer disposed on a table of 1m high. The chair where the owner was sitting was aligned with the video recorder and the loudspeaker. A sonometer (Ro-Line SPL meter, R0-1350) was used to measure the sound intensity: all sounds were 90 decibels.

### *Experimental protocol*

Initially, the owner was asked about his/her dog's name, age and breed, composition of the family etc., while the dog was let free to explore the room. Then he/she was invited to sit on a chair placed in front of the video recorder and to install his/her dog between his/her legs or to put him on his/her knees. Because prior studies found that dogs often ignore vocal commands given by humans (or recordings of humans) if no human is physically present<sup>46,47</sup>, a female experimenter (S.J.) was constantly present, standing in front of the loudspeaker in order to increase the likelihood that the dog would pay attention to the vocal recordings played by the loudspeaker (Figure 3). The experimenter adjusted the video image for each dog so that the dog was in the central part of the image. Blinded to the playback order, the experiment launched the audio sequence, using the computer behind her, when the dog was calm and well positioned, using the computer behind her. Few seconds of silence were programmed before the playback starts to allow time for the experimenter to position and remain immobile. The experimenter looked straight in front of her to avoid eye contact with the dog. Owners were asked not to speak or stroke the dog during the playback. Each dog listened to one randomly selected audio sequence.

## Data analyses

### *Acoustic analyses*

In order to verify that the recordings used for the playbacks had characteristics properties of ADS, IDS or PDS, acoustic analyses were performed using a script Praat software (5.3.50)<sup>48</sup>. We treated each recording as one continuous vocalization; the analysis was made on utterance level. We measured the following parameters: (a) *duration*: the total duration of the recording; (b) *Mean F0*: the average fundamental frequency F0 calculated over the duration of the signal; (c) *Diff ES*: the difference between mean F0 at the end of the recording and mean F0 at the start of the recording. *Diff ES* is considered to be an indicator of the intonation contour; (d) *Range F0*: the range of the fundamental frequency F0; (e) *F0CV*: the coefficient of variation of F0 over the duration of the signal, estimated as the standard deviation of F0 divided by mean F0; (f) *IntCV*: the coefficient of variation of the intensity contour.

#### *Additional acoustic analyses*

Further analyses were made on supplementary parameters (harmonicity, shimmer, jitter, the first three formant frequencies of the vocal stimuli). Moreover, because previous studies showed a significant difference between IDS, PDS and ADS based on vowel hyperarticulation<sup>3</sup>, we measured this parameter using Andruski et al.' procedure<sup>49</sup>; vowel hyperarticulation was objectified by plotting first and second formant (F1 and F2) values of the determinant vowels of the sentence "on va se promener?": a [a], o [o], and é [e], and comparing the resultant vowel triangles (see supplementary results, figure S1 for details). The acoustic space encompassed by the 3 point vowel categories was compared by calculating the area of the vowel triangle for each type of speech. Vowel triangle area was calculated as:  $1/2 * [X1(Y2-Y3) + X2(Y3-Y1) + X3(Y1-Y2)]$  where X and Y are the mean F1 and F2 values, and 1, 2, and 3 are the point vowels, [a], [o], and [e].

#### *Video coding*

Dogs' behavioural response to human vocal stimuli was recorded and analyzed with Solomon Coder software (version beta 16.06.26). We made continuous observations from videos with a time-precise of one-tenth of a second. For each dog and for each vocal stimulus (ADS, IDS, and PDS), we measured the total duration of looks toward the loudspeaker, referred as "gaze duration" in our statistical analysis. This measure is the standard one used to assess infants' attention<sup>18,19</sup>. Moreover, it was used in previous studies to assess dogs' attention and effect of various conditions on this parameter (i.e. aging<sup>50</sup>; relationship<sup>51</sup>; oxytocin.<sup>22</sup>). In order to take the variability of stimulus duration (from 0.52 to 1.52 seconds) gaze duration toward the loudspeaker, was expressed as the relation between the gaze duration and the stimulus duration.

## Statistical analyses

### *Acoustic analyses*

The normality of the data was tested using Shapiro-Wilk tests. For each acoustic measure that followed a normal distribution, One Way Repeated Measures Analyses of Variance were performed. A Friedman Repeated Measures Analysis of Variance on Ranks was performed on the speech duration because the data of this measure did not follow a standard normal distribution. Post-hoc analyses were performed when necessary using Tukey test in all analyses; this test was developed specifically to account for multiple comparison and maintains experiment-wise alpha at the specified level (0.05)<sup>52</sup>. Statistics were performed using SigmaPlot 12.0 software.

### *Analysis of dogs' behaviour response to playback*

Statistics were performed using R© version 3.2.4 (The R foundation for statistical computing, Vienna, Austria). To test for differences in type of speech on dogs' behaviour, we used



GLMM with the `glmer` function of the package `'lme4'`. GLMMs allowed us to build a model with both fixed effects and random effects, and to specify data distribution (here a binomial distribution). To take into account the variation of the duration of the stimuli, 'Gaze duration' divided by 'Stimulus duration' was set as the dependent variable; 'Stimulus duration' was thus specified as a 'weights' argument in the model. The dog's identity was specified as the random factor to control for repeated measures. Dog familiarity with people of both gender referred as "dog familiarity to gender" (women only, men only, both sexes), the presence of children at home (yes or no), dog age (adult vs. puppy), dog sex (male vs. female), type of speech (ADS, IDS, PDS), playback order (first, second or third position) and their interaction were specified as the fixed factors. Likelihood-ratio tests were performed to obtain P values by comparing the full models with reduced models (without the fixed effect). If appropriate, these analyses were followed by Tukey post hoc tests using the `glht` function of the package `'multcomp'`.

## References

1. Hirsh-Pasek, K. & Treiman, R. Doggerel: motherese in a new context. *J Child Lang.* **9**, 229-237 (1982). DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0305000900003731>
2. Burnham, D. *et al.* Are you my little pussy-cat? acoustic, phonetic and affective qualities of infant-and pet-directed speech. In *ICSLP* (1998).
3. Burnham, D., Kitamura, C. & Vollmer-Conna, U. What's new, pussycat? On talking to babies and animals. *Science.* **296**, 1435 (2002). DOI: 10.1126/science.1069587
4. Mitchell, R. W. Americans' talk to dogs: Similarities and differences with talk to infants. *Res Lang Soc Interac.* **34**, 183-210 (2001). DOI: [http://dx.doi.org/10.1207/S15327973RLSI34-2\\_2](http://dx.doi.org/10.1207/S15327973RLSI34-2_2)
5. Mitchell, R. W. & Edmonson, E. Functions of repetitive talk to dogs during play: Control, conversation, or planning? *Soc Anim.* **7**, 55-81 (1999). DOI: 10.1163/156853099X00167
6. Singh, L., Morgan, J. L. & Best, C. T. Infants' listening preferences: Baby talk or happy talk? *Infancy.* **3**, 365-394 (2002). DOI: 10.1207/S15327078IN0303\_5
7. Fernald, A. Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: Is the melody the message? *Child Dev.* **60**, 1497-1510 (1989). DOI: 10.2307/1130938
8. Trainor, L. J., Austin, C. M. & Desjardin, R. N. Is infant-directed speech prosody a result of the vocal expression of emotion? *Psychol. Sci.* **11**, 188-195 (2000). DOI: 10.1111/1467-9280.00240
9. Jeannin, S., Gilbert, C., Leboucher, G. Effect of interaction type on the characteristics of pet-directed speech in female dog owners. *Anim Cogn.* (2017) Available online. DOI: 10.1007/s10071-017-1077-7
10. Papoušek, M. & Papoušek, H. Musical elements in the infant's vocalization: Their significance for communication, cognition, and creativity in *Advances in Infancy Research* (ed. Lipsitt, L. P.) 163-224 (Norwood, NJ: Ablex, 1981).
11. Fernald, A. Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: Is the melody the message? *Child Dev.* **60**, 1497-1510 (1989).

12. Naoi, N. *et al.* Cerebral responses to infant-directed speech and the effect of talker familiarity. *Neuroimage*. **59**, 1735-1744 (2012). DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.093
13. Saint-Georges, C. *et al.* Motherese in interaction: at the cross-road of emotion and cognition? (A systematic review). *PLoS ONE*. **8**, e78103 (2013). DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0078103>
14. Golinkoff, R. M., Can, D. D., Soderstrom, M. & Hirsh-Pasek, K. (Baby) talk to me: the social context of infant-directed speech and its effects on early language acquisition. *Curr Dir Psychol Sci*. **24**, 339-344 (2015). DOI: 10.1177/0963721415595345
15. Ma, W., Golinkoff, R.M., Houston, D. & Hirsh-Pasek, K. Word learning in infant- and adult-directed speech. *Lang Learn Dev*. **7**, 209-225 (2011). DOI: 10.1080/15475441.2011.579839
16. Song, J. Y., Demuth, K. & Morgan, J. Effects of the acoustic properties of infant-directed speech on infant word recognition. *J Acoust Soc Am*. **128**, 389-400 (2010). DOI: 10.1121/1.3419786.
17. Xu, N., Burnham, D., Kitamura, C. & Vollmer-Conna, U. Vowel hyperarticulation in parrot-, dog-and infant-directed speech. *Anthrozoos*. **26**, 373-380 (2013). DOI: 10.2752/175303713X13697429463592
18. McRoberts, G. W., McDonough, C. & Lakusta, L. The role of verbal repetition in the development of infant speech preferences from 4 to 14 months of age. *Infancy*. **14**, 162-194 (2009). DOI: 10.1080/15250000802707062
19. Dunst, C., Gorman, E. & Hamby, D. Preference for infant-directed speech in preverbal young children. *CELL*. **5**, 1-13 (2012).
20. Schachner, A. & Hannon, E. E. Infant-directed speech drives social preferences in 5-month-old infants. *Dev Psychol*. **47**, 19-25 (2011). DOI: 10.1037/a0020740.
21. Zangl, R. & Mills, D. L. Increased brain activity to infant-directed speech in 6-and 13-month-old infants. *Infancy*. **11**, 31-62 (2007). DOI:10.1207/s15327078in1101\_2
22. Nagasawa, M. *et al.* Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science*. **348**, 333-336 (2015). DOI: 10.1126/science.1261022
23. Stoeckel, L. E., Palley, L. S., Gollub, R. L., Niemi, S. M. & Evins, A. E.. Patterns of brain activation when mothers view their own child and dog: An fMRI study. *PLoS ONE*. **9**, e107205 (2014). DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0107205>

24. Andics, A., Gácsi, M., Faragó, T., Kis, A. & Miklósi, Á. Voice-sensitive regions in the dog and human brain are revealed by comparative fMRI. *Curr Biol.* **24**, 574-578 (2014). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2014.01.058>
25. Pongrácz, P., Miklósi, Á., Timár-Geng, K. & Csányi, V. Verbal attention getting as a key factor in social learning between dog (*Canis familiaris*) and human. *J Comp Psychol.* **118**, 375-383 (2004). DOI:10.1037/0735-7036.118.4.375
26. Téglás, E., Gergely, A., Kupán, K., Miklósi, Á. & Topál, J. Dogs' gaze following is tuned to human communicative signals. *Curr Biol.* **22**, 209-212 (2012). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2011.12.018>
27. Scheider, L., Grassmann, S., Kaminski, J. & Tomasello, M. Domestic dogs use contextual information and tone of voice when following a human pointing gesture. *PLoS ONE.* **6**, e21676 (2011). DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0021676>
28. Ben-Aderet, T., Gallego-Abenza, M., Reby, D. & Mathevon, N. Dog-directed speech: why do we use it and do dogs pay attention to it? *Proc R Soc B.* **284**, SSN 0962-8452 (2017). DOI: 10.1098/rspb.2016.2429
29. Ratcliffe, V. F. & Reby, D. Orienting asymmetries in dogs' responses to different communicatory components of human speech. *Curr Biol.* **24**, 2908-2912 (2014). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2014.10.030>
30. Andics, A., Gábor, A., Gácsi, M., Faragó, T., Szabó, D. & Miklósi, Á. Neural mechanisms for lexical processing in dogs. *Science.* **353**, 1030-1032 (2016). DOI: 10.1126/science.aaf3777
31. Darwin, C. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (London, John Murray, 1859).
32. Ohala, J. J. An ethological perspective on common cross-language utilization of F0 of voice. *Phonetica.* **41**, 1-16 (1984).
33. Morton, E.S. On the occurrence and significance of motivation structural rules in some bird and mammal sounds. *Am Nat.* **111**, 855-869 (1977). DOI:10.1086/283219
34. Taylor, A.M., Ratcliffe, V.F., McComb, K. & Reby, D. Auditory communication in domestic dogs: vocal signaling in the extended social environment of a companion animal in *The Social Dog: Behavior and Cognition* (eds. Kaminski, J., Marshall-Pescini, S.) 131-163 (Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, 2014).

35. Whitham, J. C., Gerald, M. S. & Maestriperi, D. Intended receivers and functional significance of grunt and girney vocalizations in free-ranging female rhesus Macaques. *Ethology*. **113**, 862-874 (2007). DOI: 10.1111/j.1439-0310.2007.01381.x
36. Chen, X., Yang, J., Gan, S. & Yang, Y. The contribution of sound intensity in vocal emotion perception: behavioral and electrophysiological evidence. *PLoS ONE*. **7**, e30278 (2012). DOI: 10.1371/journal.pone.0030278
37. Masataka, N. Pitch modification when interacting with elders: Japanese women with and without experience with infants. *J. Child Lang.* **29**, 939-951 (2002). DOI:10.1017/S0305000902005378
38. Uther, M., Knoll, M.A., Burnham, D. Do you speak E-N-G-L-I-SH? A comparison of foreigner- and infant-directed speech. *Speech. Commun.* **49**, 2-7 (2007). DOI:10.1016/j.specom.2006.10.003)
39. Csibra, G. Recognizing communicative intentions in infancy. *Mind Lang.* **25**, 141-168 (2010). DOI: 10.1111/j.1468-0017.2009.01384.x
40. Topál, J., Kis, A. & Oláh, K. Dogs' sensitivity to human ostensive cues: a unique adaptation in *The Social Dog: Behavior and Cognition* (eds. Kaminski, J., Marshall-Pescini) 319-346 (San Diego, Elsevier, 2014). DOI: 10.1016/B978-0-12-407818-5.00011-5
41. Serpell, J. A. Factors influencing human attitudes to animals and their welfare. *Anim Welf.* **13**, 145-151 (2004).
42. Odendaal, J. S. J. & Meintjes, R. A. Neurophysiological correlates of affiliative behaviour between humans and dogs. *Vet J.* **165**, 296-301 (2003).
43. Nagasawa, M., Kikusui, T., Onaka, T. & Ohta, M. Dog's gaze at its owner increases owner's urinary oxytocin during social interaction. *Horm Behav.* **55**, 434-441 (2009). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.12.002>
44. Yong, M. H. & Ruffman, T. Domestic dogs match human male voices to faces, but not for females. *Behaviour.* **152**, 1585-1600 (2015). DOI: 10.1163/1568539X-00003294
45. Ratcliffe, V. F., McComb, K. & Reby, D. Cross-modal discrimination of human gender by domestic dogs. *Anim Behav.* **91**, 127-135 (2014). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.03.009>
46. Call, J., Bräuer, J., Kaminski, J. & Tomasello, M. Domestic dogs (*Canis familiaris*) are sensitive to the attentional state of humans. *J Comp Psychol.* **117**, 257-263 (2003). DOI:10.1037/0735-7036.117.3.257

47. Fukuzawa, M., Mills, D. S. & Cooper, J. J. More than just a word: non-semantic command variables affect obedience in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Appl Anim Behav Sci.* **91**, 129-141 (2005). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2004.08.025>
48. Boersma, P. & Weenink, D. Praat: doing phonetics by computer (Version 5.3.23) (2012). See <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.
49. [Andruski, J.E., Kuhl, P.K. & Hayashi, A. Point vowels in Japanese mothers' speech to infants and adults. \*J Acoust Soc Am.\* \*\*105\*\*, 1095-1096 \(1999\). DOI: <http://dx.doi.org/10.1121/1.425135>](#)
50. Mongillo, P., Bono, G., Regolin, L. & Marinelli, L. Selective attention to humans in companion dogs, *Canis familiaris*. *Anim Behav.* **80**, 1057-1063 (2010). DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.09.014>
51. [Horn, L., Range, F. & Huber, L. Dogs' attention towards humans depends on their relationship, not only on social familiarity. \*Anim Cogn.\* \*\*16\*\*, 435-443 \(2013\). DOI: \[10.1007/s10071-012-0584-9\]\(http://dx.doi.org/10.1007/s10071-012-0584-9\).](#)
52. [Maxwell, S. E. & Delaney, H. D. \*Designing Experiments and Analyzing Data: A Model Comparison Perspective\* \(Second Edition\) \(New-York, Psychology Press, 2004\)](#)

## Acknowledgements

We would like to thank Dr. S. Perrot (IRCA - ENVA) for providing access to the IRCA room and its facilities at the ENVA. Thanks to Marine Parker, Raphaëlle Bourrec, Raphaëlle Tiget and Mathilde Escudero for their invaluable help during experiments. Thanks to the CHUVA (ENVA) for help with the recruitment of owners. Thanks to owners who accepted to take part to this study.

## Author Contributions Statement

All authors conceived the experiments. CG allowed conducting the experiments at the ENVA, SJ carried out the experiments. MA performed the statistical analyses. SJ and GL wrote the main manuscript, with the contributions of CG and MA. SJ, GL and MA prepared the figures. All authors reviewed the manuscript.

## Additional information

SJ received a 3-years PhD scholarship by the French government from 2012 to 2014.

The authors declare that they do not have competing financial interests.

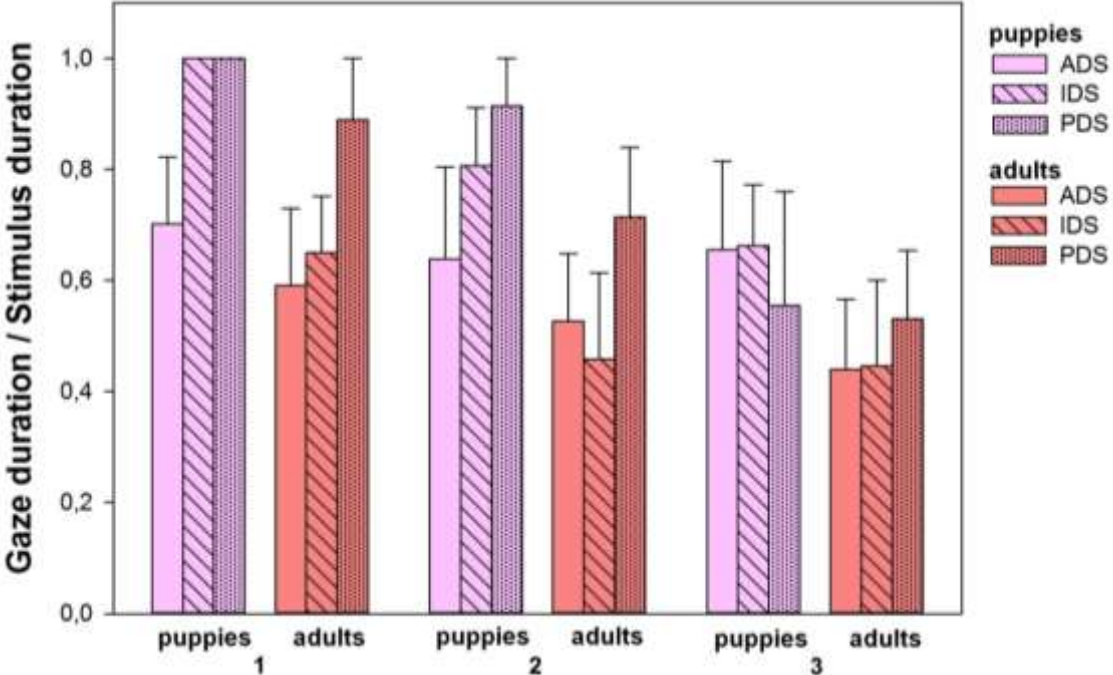
## Ethical approval

The study received the approval of the ethical committee of ENVA (COMERC), 477 n°2015-03-11.

**Table 1.** Effect of the presence of children at home, dogs' familiarity with people of both gender, dogs' sex, type of speech (pet-directed, adult-directed, infant-directed), playback order and dogs' age on dogs' behavioural response to playback. Significant *p*-values are given in italics

term	estimate	s.e.	d.f.	$\chi^2$	<i>p</i> -value
children at home	-0.03	1.2	1	3.23	0.072
familiarity to gender	-1.19	1.4	1	1.19	0.276
dog sex	-2.26	1.4	1	0.13	0.722
types of speech	-0.34	1.3	8	107.26	<0.001
playback order	-1.93	1.3	6	122.81	<0.001
dog age	-2.61	1.6	6	25.97	<0.001
speech x order	-1.42	1.2	10	170.34	<0.001
speech x age	-0.37	1.3	10	117.19	<0.001
age x order	-2.30	1.3	9	131.56	<0.001
speech x order x age	-1.65	1.2	11	175.92	<0.001

**Figure 1.** Effect of the interaction between playback order (1, 2 or 3), dogs' age (puppies versus adult dogs) and type of speech (adult-directed, infant-directed, pet-directed) on dogs' gaze duration toward the loudspeaker. Gaze duration is expressed as the relation between the gaze duration and the stimulus duration.





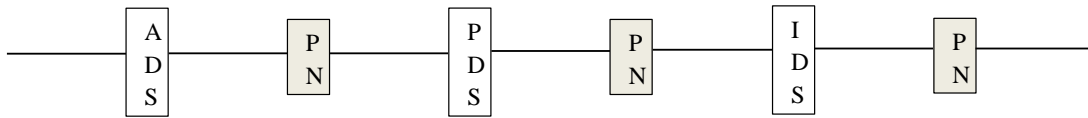
1 **Table 2.** Statistical analysis of data presented in Figure 1. Results from post-hoc analyses (Tukey test). Statistic interactions between playback  
 2 order (1, 2 or 3), dogs' age (p = puppies and a = adult dogs) and type of speech (A = Adult-directed, I = Infant-directed and P = Pet-directed) on  
 3 dogs' behavioural response to the playback

	1pA	1pI	1pP	1aA	1aI	1aP	2pA	2pI	2pP	2aA	2aI	2aP	3pA	3pI	3pP	3aA	3aI	3aP		
4																				
5	1pA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1pA
6	1pI		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1pI
7	1pP			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1pP
8	1aA				--	**	--	--	*	--	--	**	--	--	--	--	--	--	--	1aA
9	1aI					--	--	--	--	*	**	--	--	--	--	--	--	*	**	1aI
10	1aP						--	--	--	**	**	--	--	--	--	**	**	**	**	1aP
11	2pA							--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2pA
12	2pI								--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2pI
13	2pP									*	**	--	*	--	--	--	--	*	**	2pP
14	2aA										--	**	--	--	--	--	--	--	--	2aA
15	2aI											**	--	--	--	--	--	--	--	2aI
16	2aP												--	--	--	**	**	**	**	2aP
17	3pA													--	--	--	--	--	--	3pA
18	3pI														--	--	--	--	--	3pI
19	3pP															--	--	--	--	3pP
20	3aA																--	--	--	3aA
21	3aI																	--	--	3aI

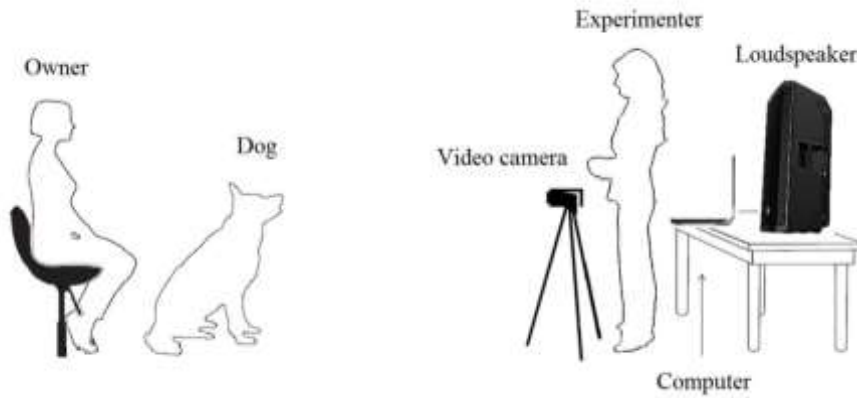
22 -- : NS, \* :  $p \leq 0.05$ , \*\* :  $p \leq 0.01$   
 23

**Figure 2.** Example of an audio clip

Open squares correspond to human speeches: Adult-Directed Speech (ADS), Infant-Directed Speech (IDS) or Pet-Directed Speech (PDS) (duration:  $0.69 \pm 0.18$  s). grey squares correspond to pink noise (0.6 s) and lines correspond to silences (2 s).



**Figure 3.** Schematic drawing of the setup



# Chapitre IV

## Perception humaine des signaux visuels émis par le chien en réponse au PDS

Ce chapitre doit se lire comme la suite de l'étude présentée dans le chapitre III. Nous utiliserons les enregistrements vidéo et les scores d'attention des chiens obtenus lors de cette dernière étude. Dans ce nouveau chapitre, nous nous intéresserons à la capacité des humains à percevoir les signaux visuels que renvoient les chiens en réponse à des sollicitations émises en PDS et en ADS.



Récepteur



L'article qui compose ce chapitre: "*Human-dog communication: do people accurately perceive dog's visual feedbacks in response to vocal solicitation?*" » est en preparation.

# Chapitre IV

## Perception humaine des signaux visuels émis par le chien en réponse au PDS

Les chiens sont capables de décoder les émotions humaines, ainsi que nos états attentionnels. Peu d'études ont exploré la capacité des humains à interpréter les manifestations comportementales des chiens. Nous montrons dans nos précédents travaux que les chiens sont plus attentifs au PDS qu'à l'ADS, ce qui pourrait venir renforcer l'emploi du PDS par l'humain.

### Question

Les humains sont-ils capables d'identifier les signaux attentionnels et émotionnels émis par les chiens en réponse au PDS, uniquement à partir d'indices visuels?

### Méthode

Questionnaire en ligne, N= 416 participants

3 catégories selon degré d'expérience avec les chiens + une 4<sup>e</sup> = les propriétaires des chiens de l'étude

Les participants visionnent 2 extraits vidéos\* (sans le son) d'un chien qui écoute de l'ADS ou du PDS et évaluent les états attentionnel (2 mesures) et émotionnel (3 mesures) du chien.

\*Les vidéos issues de l'étude du chapitre III.

+ Corrélations entre le *coding* réalisé dans le chapitre III et le *rating* réalisé par les participants au chapitre IV

### Résultats

Le GLMM ne montre pas d'effet de la condition (ADS, PDS), ni d'effet de l'expérience, sur l'attention des chiens tel qu'elle est perçue par les participants. En revanche il existe un effet de l'expérience sur la perception de l'état émotionnel du chien (voir figure).

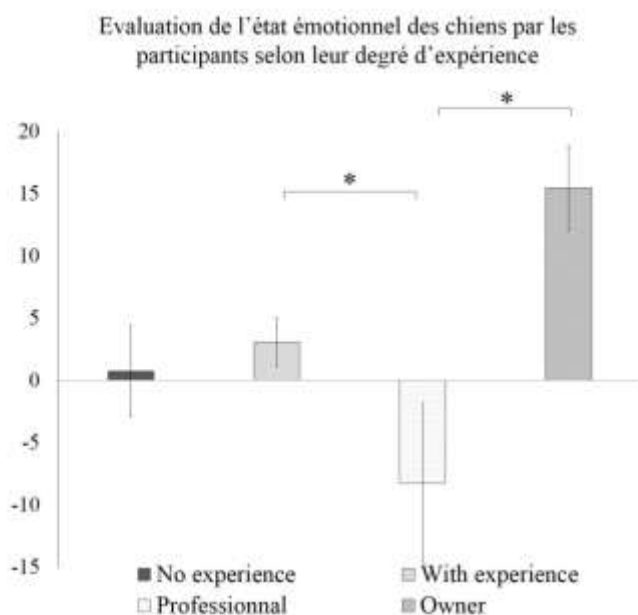


Figure: Le score émotionnel sur l'axe vertical est une mesure synthétique issue de l'ACP. Plus le score est élevé plus l'émotion est perçue comme positive

Tableau: Corrélations entre l'attention des chiens évaluée par les auteurs au chapitre III (*coding*) et l'attention des chiens évaluée par les participants (*rating*)

N	ADS		PDS		
	rs	P	rs	P	
<b>Category I :</b> aucune expérience	45	0.01	0.93	0.35	<b>0.02</b>
<b>Category II :</b> avec expérience	48	0.21	0.15	0.31	<b>0.03</b>
<b>Category II :</b> Professionnels	47	0.33	<b>0.02</b>	0.36	<b>0.01</b>
<b>Category IV :</b> Propriétaires	18	0.27	0.27	0.03	0.91

Les participants ont un jugement plus juste de l'état attentionnel du chien en condition PDS. Seuls le jugement des professionnels corrobore nos précédentes analyses en condition ADS.

### Discussion

Les participants ne perçoivent pas ou interprètent mal les signaux d'attention émis par les chiens. Les propriétaires et les personnes ayant une expérience avec les chiens ont plus tendance que les professionnels à estimer que les chiens émettent des signaux émotionnels positifs; ce qui souligne l'effet de la relation sur le jugement critique. Les personnes qui vivent ou travaillent avec des chiens ont besoin d'une formation afin d'améliorer leur capacité à lire les signaux communicationnels des chiens et éviter les malentendus dans la communication, ce qui est souvent à l'origine de l'apparition des comportements « gênants » chez le chien et de problèmes relationnels.

## **Human-dog communication: do people accurately perceive dog's visual feedbacks in response to vocal solicitation?**

### **Abstract**

Humans and dogs lived side by side for millennia and have developed complex social interactions. This communication requires the ability to perceive and understand interspecific behavioural signals for each species. Most Occidental owners use a particular speech register when addressing their dogs called Pet-directed speech (PDS). Recent findings pointed out that dogs are more attentive to PDS than to Adult-directed speech (ADS). In this study, we aimed to explore participants' perception of dogs' behavioural signals in response to human vocalizations, using only visual cues. Each participant watched two video clips without the sound, of a dog that was listening to ADS and to PDS solicitations. Participants were asked to assess the dog's attentional and emotional states. There were four categories of participants differing in their degree of experience with dogs: no experience, with experience, canine professionals and the owners of the dogs from the videos. Assessments of dogs' attentional state did not differ significantly between ADS and PDS conditions, which suggest that participants did not accurately perceive dogs' attention signals. However, professionals' judgments were the most correlated with the analyses we made in our previous study (chapter III). Dogs' owners and participants with experience perceived dogs' emotional state more positively than did professionals, which suggests that social judgement is affected by affective components.

**Keywords:** dog, human-dog relationship, pet-directed-speech, behavioural signals, attention

## **Introduction**

The exceptionally strong bond that exists between humans and dogs, at least in the Western world (Udell & Wynne 2008) raises scientists' interest especially with regard to their social and communicative interactions (Bensky et al. 2013, Hare & Tomasello 2005; Serpell 1995, Udell & Wynne 2008, Custance & Meyer 2012). This relationship has been going on for thousands of years (Hare & Tomasello 2005, Thalmann 2008, Frantz et al. 2016) which implies that complex interactions appeared between the two protagonists. In the last two decades, numerous studies have highlighted the exceptional dogs' ability to read human visual communicative signals such as pointing or gazing (Miklósi & Soproni 2006), as well as their particular sensitivity to humans' attention state (Kaminski et al. 2009, Gácsi et al. 2004) and emotions (Custance & Meyer 2012, Deputte & Doll 2011, Yong & Ruffman 2014, Albuquerque *et al.* 2016). This aptitude to perceive and recognize others emotions constitutes a fundamental social skill that allows animals to evaluate the social intentions and motivations of each other and adjust their behaviours accordingly (Schmidt & Cohn 2001). Identifying others' emotional states facilitates social cohesion, interspecific interactions, social learning and empathic behaviours (Wan et al. 2012). This ability is thus at the heart of the communication process and represents an invaluable adaptive value that allows people to create and maintain long terms relationships (Parr et al. 2000).

Recognition of others emotions usually takes place within species (Parr et al. 2000) but an accurate processing of other species' facial emotions could be advantageous in inter-specific co-habitation, such as occurs between dogs and humans (Racca et al. 2012). Although this could be challenged by the species-specificity of some signals (Racca et al. 2012).

Considering humans-dogs vocal communication, studies showed that Occidental owners used a special speech register when they speak to their dogs, called Pet-Directed-Speech (PDS)

which strongly resemble the way human parents speak to young children called Infant-Directed-Speech (IDS). Both speeches share prosodic and syntactic features that differ from Adult-Directed-Speech (ADS): a high pitched voice, increased intonation, great modulations, short and simple sentences, repetitions etc. (Hirsh-Pasek & Treiman 1982, Burnham & Kitamura 2002, Mitchell 2001). Previous findings showed that owners adapt their PDS' acoustical features, as well as their verbal parameters to the context of the interaction (Jeannin et al. 2017). Moreover, it has been shown that dogs are very sensitive to this special speech register as they manifest a strong attention measured through a combination of visual signal such as gaze duration, head' tilts, pointing (Jeannin et al., in revision). The question we aimed to answer is whether humans actually perceive these visual signals when addressing dogs, and the extent to which these signals may operate as boosters leading the speaker to maintain or reinforce his/her vocal communication.

While the capacity of dogs to identify humans' attentional states and emotions through various communicative signals has been widely studied (Call et al. 2003, Vas et al. 2005, Kaminski et al. 2009, Ruffman & Morris-Trainor 2011, Deputte & Doll 2011, Nagasawa et al. 2011), only few experiments have examined the ability of people to read and interpret dogs' facial expressions and body language (Correia et al. 2007, Tami et al. 2009, Bloom & Friedman 2013). Among these studies, some reported that humans usually agree about the meaning of unambiguous communicative signals given by dogs. For instance, lowered head with ears laid back indicate submission whereas head high, pointed ears and bared teeth indicate aggression (Simpson 1997). Similarly, there is evidence that humans are able to accurately identify happiness and anger in dog's facial expressions based on photographs taken in behavioural situations expected to produce specific emotions, however people often confound sadness and disgust, as well as surprise and fear (Bloom & Friedman 2013).

## Chapitre IV : perception humaine des signaux visuels émis par le chien en réponse au PDS

The aim of our study was therefore designed to investigate whether humans were able to identify dogs' attentional and emotional' signals using only body and facial expressions in a situation where the auditory information was not available.

In the light of previous experiments on parent-infant communication showing that adults rated infants' facial responses to IDS as more attractive than their facial responses to ADS (Werker & McLeod 1989), we hypothesize that humans will judge dogs as being more attentive, less stressed and happier in the PDS condition than in the ADS condition. In this context, we also investigated the extent to which experience with dogs affected this ability. In this regard, previous studies gave contradictory results: some argued that experience increases this ability (Bahlig Pieren & Turner 1999; Diesel et al. 2008), while others argued that it does not have any effect (Tami & Gallagher 2009, Kerswell et al. 2009)

## **Methods**

### *Subjects*

Four hundred sixteen participants took part to the study. They were recruited through social network and canine professional websites. Participants were divided in four categories: the first category consisted in people who identified themselves as having a minimal experience with dogs, i.e., they had never owned a dog and they had experienced only few interactions with dogs. The second category included participants who had a consistent experience with dogs, i.e., they owned at least one dog. The third category consisted in canine professionals (veterinarians, dog instructors, breeders etc.). The fourth category included the owners of the dogs from the videos.

Socio-demographics data of the participants are presented in Table 1.



Table 1. Sociodemographic data of participants

Category	N	Sex		Age (years)						Professional activity	
		M	F	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+		
<b>With experience</b>	253	48	205	67	60	43	50	24	9	-Farmer, artisans, shopkeeper, company head	10%
<b>No experience</b>	59	9	50	39	15	1	1	2	1	-Executive, intermediate profession	24%
<b>Dogs' owners</b>	18	1	17	8	4	3	3	0	0	-Employee, worker	24%
<b>Professionals</b>	86	16	70	10	31	17	20	6	2	-Student	30%
										-Retired	4%
										-No professional activity	8%
										-Veterinary	21%
										-Veterinary behaviorist	7%
										-Behaviorist	8%
										-Dog instructor	31%
										-Dog breeder	14%
										-Veterinary assistant	11%
										-Other	8%
<b>Total</b>	416	74	342	124	110	64	74	32	12		

### *Experimental stimuli*

We used the videos collected during a previous experiment (Jeannin et al., submitted). On the basis of the results from this previous study, we excluded the IDS condition because it led to intermediate results in terms of dogs' reactions. The video clips of dogs listening to ADS and PDS were selected using iMovie software 10.1.2. Because the aim of our study was to investigate the human perception of dogs' attentional and emotional signals based solely on their facial and body expressions, the sound was removed from the videos.

Video clips for dogs changing their position between the two audio stimuli, or leaving the camera's field of view during the diffusion, were removed from this study as it could represent a bias in the participants' assessment. In total, 47 dogs from the 71 previously recorded (Jeannin et al., in revision) were included.

### *Procedure*

An online questionnaire was set up and hosted on an internet website dedicated to the study. The link of the questionnaire was put on social networks and addressed directly to veterinary

## Chapitre IV : perception humaine des signaux visuels émis par le chien en réponse au PDS

offices, breeders, dog walkers and dog instructors' websites. In parallel, a personalized questionnaire intended to the dogs' owners was created using Google Forms Application. The owners were only allowed to judge their own dog.

In an introductory session, participants were given a brief presentation of the study and instruction on how to answer the questionnaire. The participant chose a category among four propositions: Category I: with no experience; Category II: with experience; Category III: canine professionals; Category IV: owner of the dog. The first questions aimed to inform about the participants' age classes, sex and work (see Table1). The participants watched the two videos clips of a dog listening to ADS or PDS and then were asked about the dog's attentional and emotional states. A slider was used to grade the quality of the test item according to the continuous quality scale. The scale ranged from 0 to 100. There were three questions about the dog's emotional state: 1) perceived stress: from not stressed to stressed, 2) emotional state's valence: from positive to negative and 3) happiness: from unhappy to happy. Moreover, two questions about the dog' attentional state were addressed to the participants: 1) attentiveness: from not attentive to attentive and 2) alertness: from not alert to alert. The order of the stimuli (ADS vs PDS) and the order of the questions relative to the attention or emotions of the dog were counterbalanced. Each participant watched the videos of one dog. In each category of participants, dogs were randomly selected without replacement; hence, when a dog has been selected, another participant of the same category could not encounter this dog as long as the 46 other dogs had not been selected.

Except the owners of the dogs (Category IV), the participants were not informed about the general context of the video records; they did not know what the dog was precisely listening to or watching at.

### **Data analyses**

A principal component analysis (PCA) was performed on the three measures of the dog's emotional state and on the two measures of the dog's attentional state, using R software 3.3.1.

A generalized linear mixed model was performed in order to test the influence of the variables “type of speech” (PDS *vs* ADS) and “participants' category” (I, II, III and IV) on the synthetic measures highlighted by the PCA. We ran this model using the function `lmer` of the R package `lme4` (R Development Core Team 2010). We included the variables type of speech and participants' category as fixed effects. We assumed a Gaussian error distribution. The significance of the variables was investigated using the function `step` of the R package `lmerTest`. A first backward elimination was performed following by backward elimination of the fixed part. Finally, `LSMeans` (population means) and differences of `LSMeans` for the fixed part of the model were calculated and the final model was provided. The p-values for the fixed effects were calculated from F test based on Satterthwaite's approximation, p-values for the random effects were based on likelihood ratio test.

A correlation between the dogs' attention scores obtained by video coding from a previous experiment (Jeannin et al., in revision) and the dogs' attention scores obtained through participants' rating was performed using R software (version 3.3.1). We achieved this correlation for the two conditions (PDS and ADS) and for each category of participants in order to test the influence of the experience with dogs on the assessment. We used a Spearman correlation test as data didn't follow a normal distribution.

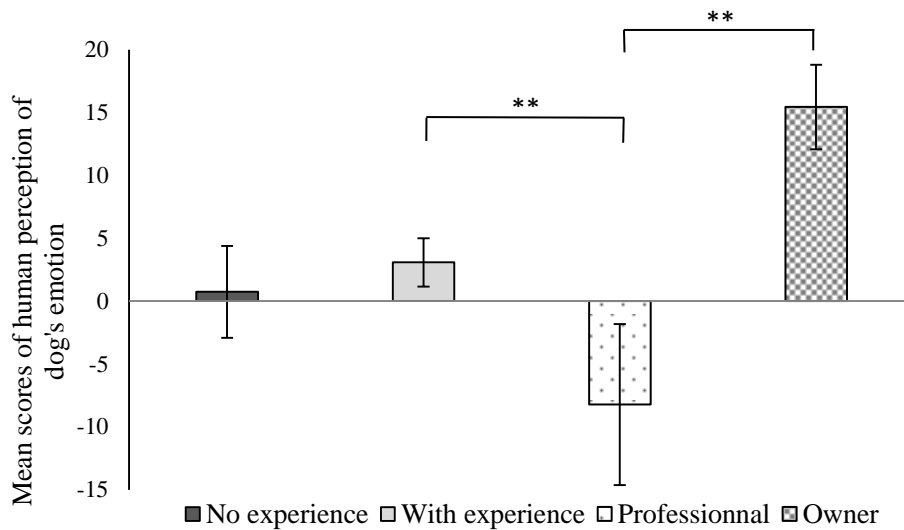
## Results

Five measures were used to perform the principal component analysis (PCA): attentiveness, alertness, valence of the dog's emotional state, happiness and stress. The PCA revealed two underlying components whose Eigen values were greater than 1, which together explained 67.10% of data variability: 41.45% is explained by the first component, 25.65% by the second component. The first component is composed of valence of the dog's emotional state, stress and happiness, whose Eigen vectors were respectively -0.57, -0.48 and 0.56. The second component is composed of attentiveness and alertness, whose Eigen vectors were respectively 0.68 and 0.63. Hence, the first component describes the participants' perception of the dog's emotional state and the second shows the participants' perception of the dog's attentional state. We called these two measures derived from the PCA: 'attention' and 'emotion'.

The GLMM was used for both measures attention and emotion. Overall, the full model for the measure attention was clearly superior to the null model ( $\chi^2_1 = 28.42$ ,  $P < 0.001$ ). The two-way interaction between the type of speech and the participant's category was not significant ( $F = 0.461$ ,  $P = 0.709$ ). Furthermore, none of the two variables had a significant effect (type of speech:  $F = 2.664$ ,  $P = 0.103$  and participant's category:  $F = 2.396$ ,  $P = 0.068$ ).

Overall, the full model for "emotion" was also superior to the null model ( $\chi^2_1 = 49.96$ ,  $P < 0.001$ ). The two-way interaction (type of speech and participant's category) and the variable type of speech had no significant effect, with respectively:  $F = 1.240$ ,  $P = 0.295$  and  $F = 0.319$ ,  $P = 0.572$ . In contrast, the participant's category had a significant effect ( $F = 3.504$ ,  $P = 0.015$ ). Post-hoc Pairwise comparisons tests showed that the perception of dogs' emotional state by canine professionals was different from participants with experience ( $t = 2.66$ ,  $P = 0.008$ ) and from the owners of the dogs ( $t = 2.68$ ,  $P = 0.008$ ) (Figure 3)

Figure 3. Mean  $\pm$  SE scores of participants' perception of the dog's emotional state (N = 832 participants, 47 dogs) depending on the category of participants.  $**P < 0.01$ .



Finally, we investigated the correlation between dogs' attention scores measured in the previous experiment mentioned above (Jeannin et al., in revision) and dogs' attention scores assessed by the participants. Results are presented in Table 2.

Table 2. Spearman's correlations between the dogs' attention scores and the dogs' attention scores assessed by the participants for the two conditions (ADS and PDS), and for each category of participants.

	N	ADS		PDS	
		<i>rs</i>	<i>P</i>	<i>rs</i>	<i>P</i>
Category I : no experience	45	0.01	0.93	0.35	0.02
Category II : with experience	48	0.21	0.15	0.31	0.03
Category II : canine professionals	47	0.33	0.02	0.36	0.01
Category IV : owners	18	0.27	0.27	0.03	0.91

## **Discussion**

Our study aimed to explore whether humans properly perceive and interpret dogs' attentional and emotional cues based on facial expressions and body postures. Extrapolating from previous studies on parent-infant communication (Werker & Mcleod 1989, Naoi et al. 2012, Saint-Georges et al. 2013), we hypothesized that dogs would be perceived as more attentive and as having a more positive emotional state in the PDS condition compared to the ADS condition. Contrary to our hypothesis, the results showed that participants' assessment of dogs' attentional and emotional state did not differ significantly between the two conditions. A possible explanation of these results could be that participants did not focus their attention on subtle signals and missed some relevant information in their interpretations, or that they misinterpreted these signals. For example, a large number of dogs turned their head when listening to the sound while they kept gazing at the speaker. It is likely that participants did not focus their observation on the gaze but mainly on the head orientation, leading to the wrong assumption that the dog was not attentive to the audio stimulus. Indeed, studies exploring owners' perception of dogs' stress showed that owners tend to focus their attention on vocalizations and gross body movements rather than on more subtle signals, which may be disguised by a dog's morphological traits (Mariti et al. 2012). Similarly, there is evidence that subtle signs, displayed in the earlier stages of emotional arousal often go unnoticed and can even be misinterpreted by owners (Kerswell et al. 2009). These authors led to the conclusion that owners seem to have low appreciation of the signals that dogs send in the earlier stages of emotional arousal. Moreover, in our study the dogs were sat, so the participants could not see the tail' movements while authors suggest that the tail is the most common cue used by humans to interpret dogs' behaviour (Tami & Gallagher 2009).

In order to refine the comparison between the results obtained from coding in previous experiment (Jeannin et al., in revision) and the results obtained through participants' rating, we performed a correlation between the two methods on the measure of attention for both condition (PDS and ADS) and for each category of participants. First of all, we observed that the owners assessments of the dog' attention were never correlated with the assessments from experimenters (Jeannin et al., in revision). This result, rather surprising, might be the consequence of the weak number of participants in this category. When considering the other categories of participants, we observed that in the PDS condition, their assessments corroborated the analyses made previously by experimenters. In contrast, for the ADS condition, only the canine professional assessments of the dogs' attention were significantly correlated with the scores from Jeannin et al. (in revision). It should be pointed out that the correlations scores, while significant, were quite low and never exceeded 0.36. The fact that the wide majority of participants did not estimate accurately dogs' attention signals in the ADS condition might partly explain why they did not find any difference between the two conditions in the dogs' attentional state. Furthermore, it is likely that canine professionals based their evaluation on the same cues that we did. It is possible that repetitive experience with several dogs, increases people ability to accurately identify dogs' attentional signals.

When considering the perception of dogs' emotional state, the results from the second experiment revealed a significant effect of the participants' experience. Overall, professionals rated the dogs' emotional state significantly more negatively than both participants with experience and owners of the dogs. One explanation could be that among canine professionals, half are veterinarians or dog instructors, so they are used to meet dogs suffering from a disease or presenting behavioural disorders; in this way they systematically look at emotional cues in dogs that could indicate distress or discomfort.

In the scientific literature, the influence of humans' experience with dogs in their ability to effectively perceive dogs' emotional state remains controversial. Hands-on experience with dogs may help people to correctly interpret dog behaviour (Bahlig Pieren & Turner 1999; Diesel et al. 2008). However, previous research showed that dog owners are no better than non-owners at identifying a dog's emotional state (Beck et al. 1975, Moss & Wright 1987) and that increased experience with dogs does not necessarily improve human comprehension of dog behaviour, as dog-owners, veterinarians, dog trainers and non-owners are similar in their descriptions of dog behaviour (Tami & Gallagher 2009). Finally, some authors lead to the conclusion that experience with dogs, while having little effect on comprehension of behavior, does affect the confidence of dog owners in their abilities (Beck et al. 1975, Moss & Wright, 1987).

Reports on the reliability of people in interpreting canine postures and facial expressions are rare (Correia et al. 2007); our study brings new information on this topic and shows that people are not accurate in identifying dogs' attention cues in an experimental context with limited information. We found that working with dogs enhances people's ability to identify dogs' attentional signals.

The way humans interpret, and perhaps even more misinterpret dog behavior might have significant effects on the welfare of dogs and the success of human-owner relationships (Meyer et al. 2014).



## References

- Albuquerque, N., Guo, K., Wilkinson, A., Savalli, C., Otta, E., & Mills, D. (2016). Dogs recognize dog and human emotions. *Biology letters*, *12*, 20150883.
- Bahlig-Pieren, Z., Turner, D.C., 1999. Anthropomorphic interpretations and ethological descriptions of dog and cat behavior by lay people. *Anthrozoös* *12*, 205–210.
- Beck, A. M., Loring, H., & Lockwood, R. (1975). The ecology of dog bite injury in St. Louis, Missouri. *Public health reports*, *90*, 262.
- Bensky, M. K., Gosling, S. D., & Sinn, D. L. (2013). The world from a dog's point of view: a review and synthesis of dog cognition research. *Adv Study Anim Behav*, *45*, 209-406.
- Bloom, T., & Friedman, H. (2013). Classifying dogs' (Canis familiaris) facial expressions from photographs. *Behavioural processes*, *96*, 1-10.
- Burnham, D., Kitamura C., & Vollmer-Conna, U. (2002) What's new, pussycat? On talking to babies and animals. *Science* *296*, 1435.
- Call, J., Bräuer, J., Kaminski, J., & Tomasello, M. (2003). Domestic dogs (Canis familiaris) are sensitive to the attentional state of humans. *Journal of comparative psychology*, *117*, 257.
- Correia, C., Ruiz de la Torre, J.L., Manteca, X., Fatjo´ , J., 2007. Accuracy of dog owners in the description and interpretation of canine body language during aggressive episodes. In: Landsberg, G., Mattiello, S., Mills, D. (Eds.), Proceedings of the 6th International Veterinary Behaviour Meeting, June 17–20, 2007, Rimini, Italy, pp. 33–34.
- Custance, D., & Mayer, J. (2012). Empathic-like responding by domestic dogs (Canis familiaris) to distress in humans: an exploratory study. *Animal cognition*, *15*, 851-859.
- Deputte, B. L., & Doll, A. (2011). Do dogs understand human facial expressions? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, *6*, 78-79.
- Diesel, G., Brodbelt, D., Pfeiffer, D., 2008. Reliability of assessment of dogs' behavioural responses by staff working at a welfare charity in the UK. *Appl. Anim. Behav. Sci.* *115*, 171-181.
- Frantz, L.A.F., et al. (2016) Genomic and archaeological evidence suggests a dual origin of domestic dogs. *Science*, *352*, 1228-1231.

Gácsi, M., Miklósi, Á., Varga, O., Topál, J., & Csányi, V. (2004). Are readers of our face readers of our minds? Dogs (*Canis familiaris*) show situation-dependent recognition of human's attention. *Animal cognition*, 7, 144-153.

Hare, B., & Tomasello, M. (2005). Human-like social skills in dogs? *Trends in cognitive sciences*, 9, 439-444.

Hirsh-Pasek, K., & Treiman, R. (1982) Doggerel: Motherese in a new context. *J Child Lang* 9, 229-237

Jeannin, S., et al. Pet-directed speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-directed speech. *Nature Scientific Reports* (in revision).

Jeannin, S., Gilbert, C. & Leboucher, G. (2017) Effect of interaction type on the characteristics of pet-directed speech in female dog owners. *Animal Cognition*. Available online. DOI: 10.1007/s10071-017-1077-7

Kaminski, J., Bräuer, J., Call, J., & Tomasello, M. (2009). Domestic dogs are sensitive to a human's perspective. *Behaviour*, 146, 979-998.

Kerswell, K. J., Bennett, P. J., Butler, K. L., & Hemsworth, P. H. (2009). Self-reported comprehension ratings of dog behavior by puppy owners. *Anthrozoös*, 22, 183-193.

Mariti, C., Gazzano, A., Moore, J. L., Baragli, P., Chelli, L., & Sighieri, C. (2012). Perception of dogs' stress by their owners. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 7, 213-219.

Meyer, I., Forkman, B., & Paul, E. S. (2014). Factors affecting the human interpretation of dog behavior. *Anthrozoös*, 27, 127-140.

Miklósi, Á., & Soproni, K. (2006). A comparative analysis of animals' understanding of the human pointing gesture. *Animal cognition*, 9, 81-93.

Mitchell, R.W. (2001) Americans' talk to dogs: similarities and differences with talk to infants. *Res Lang Soc Interact* 34,183-210

Moss, S. P., & Wright, J. C. (1987). The effects of dog ownership on judgments of dog bite likelihood. *Anthrozoös*, 1, 95-99.

Nagasawa, M., Murai, K., Mogi, K., & Kikusui, T. (2011). Dogs can discriminate human smiling faces from blank expressions. *Animal cognition*, 14, 525-533.

Naoi, N., Minagawa-Kawai, Y., Kobayashi, A., Takeuchi, K., Nakamura, K., Yamamoto, J., et al. (2012). Cerebral responses to infant-directed speech and the effect of talker familiarity. *Neuroimage* 59,1735–1744.

Parr, L.A., Winslow, J.T., Hopkins, W.D., de Waal, F.B.M. (2000). Recognizing facial cues: individual discrimination by chimpanzees (*Pan troglodytes*) and rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *J. Comp. Psychol.*, 114, 47-60. (doi:10.1037/0735-7036.114.1.47)

Racca, A., Guo, K., Meints, K., & Mills, D. S. (2012). Reading faces: differential lateral gaze bias in processing canine and human facial expressions in dogs and 4-year-old children. *PLoS One*, 7, e36076.

Ruffman, T. & Morris-Trainor, Z. (2011) Do dogs understand human emotional expressions? *J. Vet Behav* 6: 97-98.

Saint-Georges, C., Chetouani, M., Cassel, R., Apicella, F., Mahdhaoui, A., Muratori, F., ... & Cohen, D. (2013). Motherese in interaction: at the cross-road of emotion and cognition?(A systematic review). *PloS one*, 8, e78103.

Schmidt, K.L., & Cohn, J.F. (2001) Human expressions as adaptations: evolutionary questions in facial expression research. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 33, 3-24 (doi:10.1002/ajpa.20001)

Serpell, J. (1995). *The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour and Interactions with People*. Cambridge University Press.

Simpson, B.S. (1997). Canine communication. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 27, 445–464

Tami, G., & Gallagher, A. (2009). Description of the behaviour of domestic dog (*Canis familiaris*) by experienced and inexperienced people. *Applied Animal Behaviour Science*, 120, 159-169.

Thalmann, O., et al. (2013). Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs. *Science*, 342, 871-874.

Udell, M. A., & Wynne, C. D. (2008). A review of domestic dogs' (*canis familiaris*) human-like behaviors: or why behavior analysts should stop worrying and love their dogs. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 89, 247-261.

Vas, J., Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, A., & Csányi, V. (2005). A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 99-115.

#### Chapitre IV : perception humaine des signaux visuels émis par le chien en réponse au PDS

Yong, M. H., & Ruffman, T. (2014). Emotional contagion: Dogs and humans show a similar physiological response to human infant crying. *Behavioural processes*, 108, 155-165.

Wan, M., Bolger, N., & Champagne, F. A. (2012). Human perception of fear in dogs varies according to experience with dogs. *PLoS one*, 7, e51775.

Werker, J. F., & McLeod, P. J. (1989). Infant preference for both male and female infant-directed talk: a developmental study of attentional and affective responsiveness. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 43, 230.

## **Discussion générale**

## Discussion générale

La question qui sous-tend ce travail de thèse était de comprendre comment s'établissent les modalités de communication entre l'homme et le chien. Dans les sociétés modernes occidentales, le chien de compagnie occupe une place très importante et il est considéré par la plupart des propriétaires comme un membre de la famille (Berryman *et al.* 1985, Risley-Curtiss *et al.* 2006, AP-Petside.com Poll 2009). Certains propriétaires prennent soin de leur animal comme d'un enfant (O'Farrell 1997, Askew 2003, Palestrini *et al.* 2005, Prato-Previde *et al.* 2006, Marinelli *et al.* 2007, Del Monte Foods 2011, Urquiza-Haas & Kotrschal 2015) et la plupart d'entre eux communiquent avec leur chien en utilisant un registre vocal qui ressemble fortement à la manière dont les parents parlent à leur bébé (Hirsh-Pasek & Treiman 1982, Rogers *et al.* 1993, Burnham *et al.* 1998, Mitchell et Edmonson 1999, Mitchell 2001, Burnham *et al.* 2002).

Nous avons cherché à déterminer si ce discours adressé à l'animal de compagnie ou pet-directed-speech (PDS) et plus spécifiquement au chien, était un produit dérivé du lien émotionnel qui unit les propriétaires à leur animal, le reflet de leur affection, ou si cette modalité spécifique du discours pouvait représenter un *outil* de communication élaboré au sein de l'interaction homme-chien. Nous avons cherché à éclaircir ces questions d'une part en étudiant la manière dont les propriétaires parlent à leur chien dans différentes situations d'interactions (Chapitre I), mais aussi en nous plaçant du point de vue du chien (Chapitre II et III) et en évaluant les effets du PDS sur l'état cognitif de l'animal ce qui n'avait jamais été exploré jusqu'ici. Enfin, dans le chapitre IV nous avons exploré si les signaux émis par le chien en réponse au PDS étaient effectivement perçus par l'émetteur et si cela pouvait le conduire à renforcer son discours.

### Chapitre I

**Dans le premier chapitre, nous nous sommes intéressés à l'homme en tant qu'émetteur.** Les résultats de cette étude montrent que les propriétaires adaptent leur manière d'émettre du PDS en modulant à la fois leurs caractéristiques verbales et non-verbales, en fonction du contexte de l'interaction. Les caractéristiques prosodiques sont plus exacerbées dans une situation émotionnelle positive comme les retrouvailles, précédée par une phase temporaire de séparation. Dans la *Situation Etrange* d'Ainsworth, les auteurs (Topal *et al.* 1998, Prato-Previde *et al.* 2003, Palmer & Custance 2008, Gácsi *et al.* 2013) montrent que les chiens présentent des patterns comportementaux envers leur propriétaire qui ressemblent de près à ceux des bébés humains, notamment des comportements sociaux intensifiés au moment des retrouvailles (recherche du regard, de proximité, d'attention etc.) (Prato-Previde *et al.* 2003). Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à l'autre pôle de la relation : le propriétaire. Nos travaux indiquent que les signaux communicationnels vocaux des propriétaires, caractéristiques prosodiques accentuées, emploi de félicitations, de surnoms etc. sont congruents avec la réponse du chien telle quelle a été décrite dans les précédentes études (Topal *et al.* 1998), Prato-Previde *et al.* 2003, Palmer & Custance 2008, Gácsi *et al.* 2013).

Pouvons-nous pour autant parler d'attachement entre le propriétaire et son chien? Le terme a été longtemps réservé à l'attachement filial, puis un certains nombres d'auteurs ont élargi l'acception de ce terme en parlant d'attachement social (Insel & Young 2001, Insel 2003), notamment à travers les études sur l'ocytocine dans les interactions homme-chien (Odendaal & Meintjes 2003, Nagasawa *et al.* 2009, 2015). Aussi, ces deux types d'attachement filial et social, de nature différente, ne se recouvrent pas mais impliquent un lien émotionnel et physiologique entre deux individus de même espèces ou d'espèces différentes.

## Discussion générale

Cette façon de considérer le chien comme un membre de la famille est sans doute lié aux conditions de vie humaines et à notamment à l'urbanisation moderne ; sa généralisation dans le monde occidental en est le reflet. Il est probable que l'emploi du PDS dans la relation homme-animal soit un phénomène récent. Ce qui n'exclut pas qu'il s'appuie sur des soubassements biologiques, puisque qu'hommes et chiens secrètent de l'ocytocine dans leurs interactions positives (Nagasawa *et al.* 2009, 2015). Le paradoxe est que ces soubassements biologiques de la relation homme-chien semblent assez anciens, or l'histoire nous montre que les animaux n'ont pas toujours été bien traités (Baratay 2012, 2013). « *Qu'y a-t-il finalement de moins naturel que l'animal, adoré comme image des dieux, domestiqué, chassé, mangé, trafiqué, modifié, transformé, mécanisé, et en même temps protégé, contenu, surveillé, torturé, éliminé, voire admis, pour certaines variétés, comme membre de la famille ?* » (Baratay 2003). Il est possible que si l'on s'intéressait à la manière dont les policiers, les militaires, les bergers s'adressent à leurs chiens de travail, on ne trouverait pas les mêmes résultats. On retrouve ce paradoxe lorsqu'on s'intéresse à la relation parents-bébés ; en effet, les soubassements biologiques sont nécessairement très anciens, alors que les historiens montrent que la place des enfants dans la société et la fonction du lien maternel n'ont pas toujours été celles que nous connaissons aujourd'hui (De Mause 1974). En effet, le lien maternel a évolué à travers les époques et a connu de grandes variations au sein des différentes classes sociales : dans les campagnes l'enfant était perçu comme « une nécessité », la mère était une « nourricière », tandis que dans les classes sociales supérieures les enfants étaient élevés « pour accroître la puissance et le prestige d'une lignée » et les mères avaient surtout un rôle éducatif (Knibiehler 2001). Ainsi, notre relation à l'animal, comme notre lien à l'enfant, a été façonnée par l'histoire, dépendant à la fois des représentations sociales et des contraintes économiques inhérentes à chaque époque.



### Chapitre III

Rappelons ici que nous avons réalisé l'étude présentée dans le chapitre III avant celle du chapitre II et que pour un souci de logique de lecture nous avons inversé leur ordre d'apparition dans le manuscrit. Nous les présentons dans cette discussion telle qu'elles ont été menées au départ.

**Dans le troisième chapitre de cette thèse, nous nous sommes intéressés au chien comme émetteur** : nous avons exploré les signaux émis par les chiens en réponse au PDS, c'est à dire leurs « feedbacks ». Les résultats de cette nouvelle étude nous montrent que la manière particulière qu'ont les propriétaires de communiquer avec leur chien n'est pas sans effet, puisqu'elle augmente l'attention de l'animal et peut favoriser une interaction fine entre les protagonistes. Elle permet donc à la fois de consolider la relation affective, en transmettant des messages émotionnels clairs (Hirsh-Pasek et Treiman 1982, Rogers *et al.* 1993, Burnham *et al.* 1998, Mitchell 2001, Burnham *et al.* 2002) et de favoriser l'efficacité de la communication.

Le PDS a un aspect utilitaire non négligeable, puisque les liens affectifs nécessitent une attention mutuelle importante. C'est sans doute ce qui sous-tend l'hypothèse du cerveau social de Dunbar à propos des primates (1992), lequel suppose que le néocortex se serait développé chez les primates au cours de l'évolution pour des raisons sociales et que la taille de cette structure est corrélée avec la taille des groupes sociaux dans lesquels ils vivent. Cela leur permettrait de mieux gérer les relations fines, la complexité des relations entre les membres d'un même groupe social. Le développement du néocortex serait aussi à mettre en relation avec le développement de la monogamie. En effet, Dunbar & Schultz (2007) montrent que chez les vertébrés non primates la taille du néocortex est proportionnellement plus développée chez les espèces monogames que chez les espèces polygames. Ils expliquent ce phénomène

## Discussion générale

par le fait que dans la monogamie, il est nécessaire d'avoir une coordination comportementale fine entre les deux partenaires. Ces auteurs établissent ainsi des liens entre attention et affection ; la relation affective est basée sur une relation cognitive intense.

Ainsi, si le PDS est au départ la conséquence d'un climat affectif particulier, cette modalité de communication conduit aussi à une meilleure efficacité en termes d'attention du chien envers son propriétaire.

## Chapitre II

L'attention particulière que les chiens ont montré lors de l'audition de phrases énoncées en PDS devrait se refléter dans la manière dont le cerveau de l'animal traite l'information. On peut tenter d'appréhender ces questions en s'intéressant à la manière dont chaque hémisphère analyse l'information. C'était l'objet de notre deuxième chapitre. **Nous nous sommes intéressés au chien comme récepteur.**

Un certain nombre d'études menées sur différentes espèces comme l'homme, le singe, la souris, le chien, les oiseaux etc. montrent que les sons hétérospécifiques sont traités par l'Hémisphère Droit alors que les vocalisations conspécifiques sont traitées par l'Hémisphère Gauche (Hauser & Andersson 1994, Siniscalchi *et al.* 2008, Scheumann & Zimmermann 2008, Ehret 1987, Georges *et al.* 2002, Palleroni & Hauser 2003). Plus récemment, des études ont montré que les chiens traitent les informations prosodiques ou *supra-segmentaires* du langage humain avec l'Hémisphère Droit et les informations sémantiques ou *segmentaires* avec l'Hémisphère Gauche (Ratcliffe & Reby 2014, Andics *et al.* 2016). Dans notre étude, nous constatons un biais général en faveur de l'Hémisphère droit. Ce biais n'est significatif que lorsque le chien écoute de l'Adult-Directed-Speech (ADS). Tout se passe comme si la valence émotionnelle de l'information l'emportait sur la sémantique. Ce résultat est surprenant puisque l'ADS a une prosodie moins exacerbée que le PDS et qu'il est jugé

## Discussion générale

émotionnellement neutre par les participants humains naïfs. Une manière d'expliquer ce résultat est de considérer que ce que nous avons mis en évidence est finalement le traitement d'un signal hétérosppécifique.

L'étude du traitement de l'information vocale chez le chien, à la fois de la valence émotionnelle de l'information et du contenu sémantique, est un chantier qui est loin d'être abouti ; rappelons que les premières études concernant le traitement hémisphérique de l'information vocale par le chien ont commencé il y a moins de 10 ans et qu'elles sont relativement peu nombreuses (Siniscalchi *et al* 2008, Andics *et al.* 2014, Ratcliffe & Reby 2014, Andics *et al.* 2016).

### Chapitre IV

L'étude qui compose le chapitre IV s'appuie sur les résultats présentés dans le Chapitre III. Nous avons cherché à évaluer si les humains sont capables de percevoir les signaux attentionnels et émotionnels émis par le chien en réponse au PDS, ce qui viendrait renforcer l'emploi de cette modalité de communication et faciliterait des interactions homme-chien positives. **Nous nous sommes intéressés dans cette étude à l'homme en tant que récepteur.**

Nos résultats indiquent que les participants humains sont incapables de distinguer un chien qui écoute du PDS d'un chien qui écoute de l'ADS à partir uniquement de signaux visuels. Plusieurs explications sont envisageables : soit les manifestations des chiens ne sont pas assez saillantes pour être perçues par les participants, soit la durée de la vidéo proposée est trop courte pour qu'ils y parviennent. Cependant, dans une situation d'interaction entre l'homme et le chien, la fluidité de la communication implique que les signaux soient perçus rapidement !

Dans les interactions sociales, il est indispensable de reconnaître les signaux communicationnels d'autrui afin d'être informé sur ses intentions, ses motivations, ses

## Discussion générale

émotions etc. C'est ce qui nous permet de nous ajuster à l'autre. Le défi est bien plus important lorsqu'il s'agit d'interactions interspécifiques puisque la manière dont nous communiquons n'est pas nécessairement la même que celle de l'autre espèce. Plusieurs études montrent en effet qu'il existe un grand nombre de malentendus dans la communication homme-chien conduisant à une détérioration de la relation et du bien-être de l'animal voire dans les cas les plus extrêmes à une atteinte de l'intégrité physique de la personne (Lakestani *et al.* 2006, Polo *et al.* 2015, Meints *et al.* 2010). Par exemple, un individu qui ne perçoit pas ou qui interprète des signaux de mise à distance émis par un chien se confronte à un risque de morsures (Parrish *et al.* 1959, Harris *et al.* 1974, Lauer *et al.* 1982, Mertens 2002, Shepherd 2002). De plus, il existe des expressions faciales communes aux deux espèces mais qui n'ont absolument pas la même signification, ce qui conduit à des malentendus : les enfants perçoivent une expression agressive de la part du chien (retroussement des babines) comme un sourire (Meints *et al.* 2010), la plupart des individus humains interprètent le haussement de sourcil chez le chien comme la manifestation d'une émotion de tristesse, alors c'est en réalité un signe d'attention (Waller *et al.* 2013). De même, la plupart des gens confondent les comportements de jeu et les agressions dans les interactions intraspécifiques du chien. Par exemple, ils considèrent les grognements et la pilo-érection comme des signaux agressifs (Tami & Gallagher 2009) alors que le grognement est présent dans le jeu (Bauer & Smuts 2007) et que la pilo-érection est en réalité la manifestation d'un état d'éveil (O'Farrall 1992), ce qui peut les amener à séparer deux chiens en pleine partie de jeu et de détente ! D'autres études montrent que les humains n'arrivent pas à déceler les signaux de stress des chiens dans les premiers stades de « montée » de l'émotion, ils reconnaissent les signaux quand le stress est à son paroxysme (tremblements, gémissements, aboiements intempestifs), ce qui a des répercussions négatives sur le bien-être de l'animal (Kerswell *et al.* 2009, Mariti *et al.* 2012).

## Discussion générale

Une communication effective entre l'homme et le chien est indispensable de nos jours car l'urbanisation massive conduit à une proximité de plus en plus importante. Nos deux espèces vivent confinées dans des espaces très réduits, il faut donc être en mesure de « se supporter » ! Et pour cela il faut être attentif aux signaux émis par l'autre.

A ce sujet, l'apparition de comportements jugés gênants chez le chien, qui entravent le lien entre l'animal et son propriétaire, est très souvent liée à des problèmes de communication entre les deux protagonistes (Lakestani *et al.* 2006, Polo *et al.* 2015, Meints *et al.* 2010). Apprendre à reconnaître les signaux communicationnels des chiens est indispensable pour obtenir des interactions positives, une relation harmonieuse, et assurer le bien-être de l'animal.

Nos résultats montrent également que l'aptitude des humains à déceler les signaux d'attention dépend de l'expérience qu'ils ont avec les chiens et qu'il existe un effet de la relation sur l'interprétation des signaux émotionnels: les propriétaires et les personnes qui ont une simple connaissance du chien ont plus tendance que les professionnels à estimer que les chiens émettent des signaux émotionnels positifs.

Nous proposons deux explications à ce résultat, qui ne sont pas exclusives. D'abord, les professionnels qui ont participé à notre étude sont essentiellement des éducateurs canins et des vétérinaires. Dans le cadre de leur travail, ces professionnels rencontrent essentiellement des chiens en mauvaise condition physique et/ou émotionnelle, ce qui les amène probablement à focaliser leur attention sur les signaux à valence émotionnelle négative émis par le chien.

Ensuite, les individus qui se sentent impliqués dans la relation avec les chiens, mais qui ne sont pas des professionnels ayant une expérience variée des comportements canins, proposent un jugement qui est peut-être biaisé par leur affection en général pour les chiens. Cela va dans le sens des travaux menés par Bartels & Zeki (2004) qui montrent que la vue de l'être aimé

## Discussion générale

tend à réduire l'activité des réseaux neuronaux situés dans des régions cérébrales associés aux émotions négatives (cortex préfrontal latéral gauche) et impliquées dans le jugement social, ainsi que dans l'évaluation des intentions et des émotions d'autrui (cortex préfrontal médian). C'est pourquoi, l'amour rendrait heureux mais au détriment de l'esprit critique ! (Leboucher 2012).

Nous savons combien la communication entre humains est délicate, nous avons tous les jours des exemples de problèmes de communication menant à des conflits au sein de couples, de familles, d'amis, de collègues etc. Il va donc de soi que communiquer avec une espèce différente de la nôtre requière une maîtrise bien plus importante encore! Il est essentiel d'être attentif aux manifestations comportementales de l'animal puisque contrairement aux êtres humains, celui-ci ne peut pas exprimer verbalement ses besoins et ses états émotionnels. Nous avons décrit de manière détaillée dans notre introduction l'incroyable adaptation du chien à l'environnement humain, sa capacité à comprendre et à utiliser les signaux de la communication humaine. Cependant l'adaptation a des limites (c.f. cercles de Fraser *et al.* 1997) ; les humains doivent également assumer leur responsabilité dans la relation et apprendre à « lire » les expressions comportementales du chien.

Les auteurs l'ont déjà mentionné (Lockwood & Beck 1975, Moss & Wright 1987, Wright 1991, Tami & Gallagher 2009, Mariti *et al.* 2012) et nos résultats le confirment, les propriétaires ont besoin de formations auprès de professionnels afin d'améliorer leurs interprétions des signaux de communication du chien. Comme le soulignent Rooney *et al.* (2009) : observer un chien dans des contextes physiques et des situations d'interactions variées pourrait contribuer à améliorer ces compétences. Une meilleure maîtrise du langage canin permettrait aux propriétaires d'être en mesure de répondre efficacement aux besoins de

leur animal et d'adapter leurs propres comportements en fonction de l'état émotionnel de ce dernier.

### **Conclusion générale**

Nos travaux confirment le fait que les propriétaires utilisent du PDS lorsqu'ils s'adressent à leur chien. Ainsi, IDS & PDS apparaissent chaque fois qu'il y a une volonté de créer du lien. De plus, nous montrons que le PDS est modulé par la situation d'interaction. Le PDS est donc utilisé par les propriétaires comme un moyen de communication pour transmettre leurs intentions et leurs émotions, et peut être aussi dans une certaine mesure avec l'intention (consciente ou inconsciente) d'inculquer les bases du langage verbal au chien. Nos travaux ont exploré pour la première fois les réactions du chien à l'écoute du PDS et montrent que les chiens, comme les nourrissons, sont très réceptifs à cette modalité de communication, et le manifestent par une attention soutenue. Cela suggère que le PDS joue un rôle dans la régulation de l'interaction homme-chien. Cependant, alors que les comportements manifestés par les enfants en réponse à l'IDS les rendent plus attrayants au regard de juges adultes naïfs, que leurs attitudes en réponse à l'ADS (Werker & McLeod 1989), les humains ne perçoivent pas les signaux attentionnels et émotionnels émis par le chien en réponse au PDS. Nos travaux révèlent donc un problème de communication entre l'homme et le chien. Néanmoins, comme le mentionnaient Tami et Gallagher (2009), les travaux sur la capacité des humains à lire les émotions et les comportements du chien sont très peu nombreux. D'autres études sont nécessaires afin de mieux appréhender ces questions.

## **Références bibliographiques**



## Références bibliographiques

Ainsworth, M. S. (1989). Attachments beyond infancy. *American psychologist*, 44, 709.

Ainsworth, M. D. S., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. N. (2015). *Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation*. Psychology Press.

Albuquerque, N., Guo, K., Wilkinson, A., Savalli, C., Otta, E., & Mills, D. (2016). Dogs recognize dog and human emotions. *Biology letters*, 12, 20150883.

Allen, K., Shykoff, B.E., Joseph, L., & Izzo, J. (2001). Pet ownership, but not ACE inhibitor therapy, blunts home blood pressure responses to mental stress. *Hypertension*, 38, 815-20.

Allen, K., Blascovich, J., & Mendes, W.B. (2002). Cardiovascular reactivity and the presence of pets, friends, and spouses: The truth about cats and dogs. *Psychosomatic Medicine*, 64, 727-39.

Altman, D. (1987). Social behavior patterns in three wolf packs at Tierpark Berlin. In H. Frank (Ed.), *Man and wolf: Advances, issues and problems in captive wolf research*, Dordrecht: W. Junk Publishers, pp. 415-424.

Andics, A., Gábor, A., Gácsi, M., Faragó, T., Szabó, D., & Miklósi, Á. (2016). Neural mechanisms for lexical processing in dogs. *Science*, 353, 1030-1032.

Andics, A., Gácsi, M., Faragó, T., Kis, A. & Miklósi, A. (2014). Voice-sensitive regions in the dog and human brain are revealed by comparative fMRI. *Curr. Biol.* 24, 574–578.

Archer, J., & Monton, S. (2011). Preferences for Infant Facial Features in Pet Dogs and Cats. *Ethology*, 117:217-26

Askew, H.R. (2003). *Treatment of Behavior Problems in Dogs and Cats* (second ed.) Blackwell Verlag GmbH, Berlin-Vienna, pp. 8–16

## Références bibliographiques

Baratay, E. (2003). *Et l'Homme créa l'animal*, sous la coordination d'Isabelle Cousserand, Paris, Odile Jacob. Communication et organisation [En ligne], 23, mis en ligne le 27 mars 2012, consulté le 01 octobre 2016.

URL :<http://communicationorganisation.revues.org/2867>

Baratay, É. (2012). *Point de vue animal: Une autre version de l'histoire*. Seuil.

Baratay, E. (2013). *Bêtes des tranchées*. CNRS.

Barker, R. T., Knisely, J. S., Barker, S. B., Cobb, R. K., & Schubert, C. M. (2012). Preliminary investigation of employee's dog presence on stress and organizational perceptions. *International Journal of Workplace Health Management*, 5, 15-30.

Bartels, A., & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21, 1155-1166.

Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., & Ochsner, K. N. (2011). Social effects of oxytocin in humans: context and person matter. *Trends in cognitive sciences*, 15, 301-309.

Batt, S. (2009). Human attitudes towards animals in relation to species similarity to humans: a multivariate approach. *Bioscience horizons*, 2, 180-190.

Bauer, E. B., & Smuts, B. B. (2007). Cooperation and competition during dyadic play in domestic dogs, *Canis familiaris*. *Animal Behaviour*, 73, 489-499.

Bedossa, T., & Deputte, B. L. (2010). *Comportement et éducation du chien*. Educagri, Dijon.

Beetz, A., Uvnäs-Moberg, K., Julius, H., & Kotrschal, K. (2012). Psychosocial and psychophysiological effects of human-animal interactions: the possible role of oxytocin. *Frontiers in psychology*, 3, 234.

Belin, P., Zatorre, R.J., and Ahad, P. (2002). Human temporal-lobe response to vocal sounds. *Brain Res. Cogn. Brain Res*, 13, 17-26.

## Références bibliographiques

Belyaev, D. K. (1979). Destabilizing selection as a factor in domestication. *The Journal of Heredity*, 70, 301–308.

Berryman, J. C., Howells, K., & Lloyd-Evans, M. (1984). Pet owner attitudes to pets and people: a psychological study. *The Veterinary Record*, 117, 659-661.

Bidois, D. Approches Expérimentales et Ontogénétiques de la Latéralisation du Traitement des Informations Acoustiques Spécifiques chez le Chien (*Canis familiaris*), thèse vétérinaire, sous la direction de B. Deputte, ENVA, soutenue à la faculté de médecine de Créteil, 2005

Bloom, P. (2004). Can a dog learn a word? *Science*, 304, 1605-1606.

Bloom, T., & Friedman, H. (2013). Classifying dogs' (*Canis familiaris*) facial expressions from photographs. *Behavioural processes*, 96, 1-10.

Boitani, C., Francisci, F., & Ciucci, P. (1995). Population biology and ecology of feral dogs in central Italy. In J. Serpell (Ed.) *The domestic dog: Its evolution, behavior and interactions with people* (pp. 218-245). Cambridge University Press, Cambridge.

Borgi, M., & Cirulli, F. (2013). Children's preferences for infantile features in dogs and cats. *Hum. Anim. Interact. Bull*, 1, 1-15.

Borgi, M., & Cirulli, F. (2015). Attitudes toward animals among kindergarten children: species preferences. *Anthrozoös*, 28, 45-59.

Bouvresse, A. (2010). Les races canines : histoire, génétique et tendances comportementales. In Bedossa, T. & Deputte, B, *Comportement et éducation du chien*. Educagri, Dijon. pp. 245-257.

Bowlby, J. (1958). The nature of the child's tie to his mother. *The International journal of psycho-analysis*, 39, 350.

Bowlby, J. (1969). *Attachement et Perte*, vol. 1: L'attachement. PUF, Paris.

## Références bibliographiques

- Bradshaw, J. L. & Rodgers, L. (1993). *The Evolution of Lateral Asymmetries, Language, Tool Use and Intellect* (Academic, San Diego).
- Bräuer, J., Call, J., & Tomasello, M. (2004). Visual perspective taking in dogs (*Canis familiaris*) in the presence of barriers. *Applied Animal Behaviour Science*, 88, 299-317.
- Burnham D et al (1998) Are you my little pussy-cat? Acoustic, phonetic and affective qualities of Infant-and Pet-Directed Speech. In *Fifth International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)*.
- Burnham, D., Kitamura, C., Vollmer-Conna, U. (2002) What's new, pussycat? On talking to babies and animals. *Science* 296, 1435.
- Buttelmann, D., & Tomasello, M. (2013). Can domestic dogs (*Canis familiaris*) use referential emotional expressions to locate hidden food? *Animal cognition*, 16, 137-145.
- Cattet, J. & Teroni, E. (2004). *Le chien, un loup civilisé*. Editions Le jour, Montréal.
- Call, J., Bräuer, J., Kaminski, J., & Tomasello, M. (2003). Domestic dogs (*Canis familiaris*) are sensitive to the attentional state of humans. *Journal of comparative psychology*, 117, 257.
- Carter, C. S. (1992). Oxytocin and sexual behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 16, 131-144.
- Carter, C. S. (2014). Oxytocin pathways and the evolution of human behavior. *Annual review of psychology*, 65, 17-39.
- Clark Cline, K. M. (2010). Psychological effects of dog ownership: Role strain, role enhancement, and depression. *The Journal of social psychology*, 150, 117-131.
- Clutton-Brock, J. (1999). *A natural history of domesticated mammals*. Cambridge University Press.

## Références bibliographiques

Cooper, J. J., Ashton, C., Bishop, S., West, R., Mills, D. S., & Young, R. J. (2003). Clever hounds: social cognition in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Applied Animal Behaviour Science*, 81, 229-244.

Cooper, R. P., & Aslin, R. N. (1994). Developmental Differences in Infant Attention to the Spectral Properties of Infant-directed Speech. *Child Development*, 65, 1663-1677.

Coppinger, R., & Coppinger, L. (2001). *Dogs: A startling new understanding of canine origin, behavior & evolution*. Simon and Schuster.

Coppinger, R., & Schneider, R. (1995). Evolution of working dogs. In Serpell, J. *The domestic dog: Its evolution, behaviour and interactions with people*, pp 21-47, Cambridge University Press.

Crockford, S. J. (Ed.). (2000). *Dogs Through Time: An Archaeological Perspective; Proceedings of the 1st ICAZ Symposium on the History of the Domestic Dog; Eighth Congress of the International Council for Archaeozoology (ICAZ98), August 23-29, 1998, Victoria, BC, Canada (Vol. 889)*. British Archaeological Reports Limited.

Crawford, E. K., Worsham, N. L., & Swinehart, E. R. (2006). Benefits derived from companion animals, and the use of the term “attachment”. *Anthrozoös*, 19, 98-112.

Custance, D., & Mayer, J. (2012). Empathic-like responding by domestic dogs (*Canis familiaris*) to distress in humans: an exploratory study. *Animal cognition*, 15, 851-859.

D’Aniello, B., Scandurra, A., Prato-Previde, E., & Valsecchi, P. (2015). Gazing toward humans: a study on water rescue dogs using the impossible task paradigm. *Behavioural processes*, 110, 68-73.

Darwin, C. (1859) *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. John Murray, London.

## Références bibliographiques

De Dreu, C. K., Greer, L. L., Handgraaf, M. J., Shalvi, S., Van Kleef, G. A., Baas, M., ... & Feith, S. W. (2010). The neuropeptide oxytocin regulates parochial altruism in intergroup conflict among humans. *Science*, 328, 1408-1411.

De Grossi Mazzorin, J., & Tagliacozzo, A. (2000). Morphological and osteological changes in the dog from the Neolithic to the Roman period in Italy. *BAR International Series*, 889, 141-162.

Del Monte Foods, Business Wire (2011) "New study reveals that the american family has gone to the dogs." The Milo's Kitchen™Pet Parent Survey, conducted by Kelton Research. <http://www.businesswire.com/news/home/20110502006312/en/Study-Reveals-American-Family-Dogs>. Accessed 02 May 2011

DeMause, L. (1974). The evolution of childhood. In L. DeMause (ed.) *The history of childhood*. Harper & Row, New York.

Deputte, B. L., & Doll, A. (2011). Do dogs understand human facial expressions? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 6, 78-79.

Digard, J. P. (1990). *L'homme et les animaux domestiques: anthropologie d'une passion*. Fayard, Paris.

Digard, J. P. (2006). Essai d'ethno-archéologie du chien. *Ethnozootecnie*, (78), 33-40.

Dorey, N. R., Udell, M. A., & Wynne, C. D. (2010). When do domestic dogs, *Canis familiaris*, start to understand human pointing? The role of ontogeny in the development of interspecies communication. *Animal Behaviour*, 79, 37-41.

Dunst, C., Gorman, E., & Hamby, D. (2012). Preference for infant-directed speech in preverbal young children. *Cent. Early Lit Learn Rev* 5,1-13.

Dunbar, R. I. (1992). Neocortex size as a constraint on group size in primates. *Journal of Human Evolution*, 22, 469-493.

Dunbar, R. I., & Shultz, S. (2007). Evolution in the social brain. *Science*, 317, 1344-1347.

## Références bibliographiques

Durant, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2016). When facing an unfamiliar person, pet dogs present social referencing based on their owners' direction of movement alone. *Animal Behaviour*, 113, 147-156.

Ehret, G. (1987). Left hemisphere advantage in the mouse brain for recognizing ultrasonic communication calls. *Nature*, 325, 249 – 251

FACCO. Chambre syndicale des fabricants d'aliments préparés pour chiens, chats et oiseaux et autres animaux familiers. Enquête 2014. Disponible à l'adresse : <http://www.facco.fr/La-possession-d-animaux-familiers?>

Farran, D. C., & Kasari, C. (1990). A longitudinal analysis of the development of synchrony in mutual gaze in mother-child dyads. *J. Appl. Dev. Psychol*, 11, 419-430.

Feldman, R., Weller, A., Zagoory-Sharon, O., & Levine, A. (2007). Evidence for a neuroendocrinological foundation of human affiliation: plasma oxytocin levels across pregnancy and the postpartum period predict mother-infant bonding. *Psychol. Sci.*, 18, 965-970.

Fentress, J. C. (1967). Observations on the behavioral development of a hand-reared male timber wolf. *American Zoologist*, 7, 339-351.

Fernald, A., & Simon, T. (1984). Expanded intonation contours in mothers' speech to newborns. *Dev Psychol*, 20,104-113

Fernald, A. (1989) Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: Is the melody the message? *Child Dev*, 60,1497-510.

Fernald, A., & Mazzie, C. (1991). Prosody and focus in speech to infants and adults. *Dev Psychol*, 27, 209-221.

Flom, R., Whipple, H., & Hyde, D. (2009). Infants' intermodal perception of canine (*Canis familiaris*) facial expressions and vocalizations. *Developmental psychology*, 45, 1143.

## Références bibliographiques

- Fox, M. W. (1972). Socioecological implications of individual differences in wolf litters: A developmental and evolutionary perspective. *Behavior*, 45, 298-313.
- Fox, M. W. (1973). Social dynamics of three captive wolf packs. *Behavior*, 47, 290-301.
- Frank, H., Frank, M. G., Hasselbach, L. M., & Littleton, D. M. (1989). Motivation and insight in wolf (*Canis lupus*) and Alaskan malamute (*Canis familiaris*): Visual discrimination learning. *Bulletin of Psychonomic Society*, 27, 455-458.
- Frantz, L.A.F., et al. (2016). Genomic and archaeological evidence suggests a dual origin of domestic dogs. *Science*, 352, 1228-1231.
- Fraser, D., Weary, D. M., Pajor, E. A., & Milligan, B. N. (1997). A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal welfare*, 6, 187-205.
- Freedman, D. G., King, J. A., & Elliot, O. (1961). Critical period in the social development of dogs. *Science*, 133, 1016-1017.
- Fukuzawa, M., Mills, D. S. & Cooper, J. J. (2005). More than just a word: non-semantic command variables affect obedience in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Appl Anim Behav Sci*. 91, 129-141.
- Gácsi, M., Topál, J., Miklósi, Á., Dóka, A., & Csányi, V. (2001). Attachment behavior of adult dogs (*Canis familiaris*) living at rescue centers: Forming new bonds. *Journal of Comparative Psychology*, 115, 423.
- Gácsi, M., Miklósi, Á., Varga, O., Topál, J., & Csányi, V. (2004). Are readers of our face readers of our minds? Dogs (*Canis familiaris*) show situation-dependent recognition of human's attention. *Animal cognition*, 7, 144-153.
- Gácsi, M., Györi, B., Miklósi, Á., Virányi, Z., Kubinyi, E., Topál, J., & Csányi, V. (2005). Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups in social situations with humans. *Developmental psychobiology*, 47, 111-122.



## Références bibliographiques

- Gácsi, M., Maros, K., Sernkvist, S., Faragó, T., & Miklósi, Á. (2013). Human analogue safe haven effect of the owner: behavioural and heart rate response to stressful social stimuli in dogs. *PLoS One*, 8, e58475.
- Gallese, V., Keysers, C., & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in cognitive sciences*, 8, 396-403.
- George, I., Cousillas, H., Richard, J. P., & Hausberger, M. (2002). Song perception in the European starling: hemispheric specialisation and individual variations. *Comptes rendus biologies*, 325, 197-204.
- Gattegno D. (1995) *Le Chien*. Pardès, Puiseaux.
- George, I., Cousillas, H., Richard, J. P., & Hausberger, M. (2002). Song perception in the European starling: hemispheric specialization and individual variations. *C R Biol*, 325, 197–204.
- Germonpré, M., Lázničková-Galetová, M., & Sablin, M. V. (2012). Palaeolithic dog skulls at the Gravettian Předmostí site, the Czech Republic. *Journal of Archaeological Science*, 39, 184-202.
- Gibson, J.M., Scavelli, S.A., Udell, C.J., & Udell, M.A.R. (2014). Domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) are sensitive to the “human” qualities of vocal commands. *Anim Behav Cogn*, 1, 281-295.
- Gipson, P. S., Gipson, I. K., & Sealander, J. A. (1975). Reproductive biology of wild *Canis* (Canidae) in Arkansas. *Journal of Mammalogy*, 56, 605-642.
- Golle, J., Lisibach, S., Mast, F.W., & Lobmaier, J.S. (2013). Sweet puppies and cute babies: Perceptual adaptation to babyfacedness transfers across species. *PLoS ONE*, 8, e58248 .
- Gómez, J. C. (2005). Species comparative studies and cognitive development. *Trends in cognitive sciences*, 9, 118-125.

## Références bibliographiques

Ghosh, B., Choudhuri, D. K., & Pal, B. (1984). Some aspects of the sexual behaviour of stray dogs, *Canis familiaris*. *Applied Animal Behaviour Science*, 13, 113-127.

Handlin, L., Hydrbring-Sandberg, E., Nilsson, A., Ejdebäck, M., Jansson, A., & Uvnäs-Moberg, K. (2011). Short-term interaction between dogs and their owners: effects on oxytocin, cortisol, insulin and heart rate—an exploratory study. *Anthrozoös*, 24, 301-315.

Hare, B., Brown, M., Williamson, C., & Tomasello, M. (2002). The domestication of social cognition in dogs. *Science*, 298, 1634-1636.

Hare, B., & Tomasello, M. (2005) Human-like social skills in dogs? *Trends Cogn. Sci*, 9, 339-444.

Harrington, F. H., Mech, L. D., & Fritts, S. H. (1983). Pack size and wolf pup survival: their relationship under varying ecological conditions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 13, 19-26.

Harris, D.H., Imperato, P.J., & Oken, B. (1974). Dog bites: an unrecognized epidemic. *Bull. New York Acad. Med.*, 50, 981–1000.

Hauser, M. D., & Andersson, K. (1994). Left hemisphere dominance for processing vocalizations in adult, but not infant, rhesus monkeys: field experiments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 3946-3948.

Headey, B., & Grabka, M. M. (2007). Pets and human health in Germany and Australia: National longitudinal results. *Social Indicators Research*, 80, 297-311.

Headey, B., Na, F., & Zheng, R. (2008). Pet dogs benefit owners' health: A 'natural experiment' in China. *Social Indicators Research*, 87, 481-493.

Hecht, J., & Horowitz, A. (2015). Seeing dogs: Human preferences for dog physical attributes. *Anthrozoös*, 28, 153-163.

Heffner, H. E. (1998). Auditory awareness. *Applied Animal Behaviour Science*, 57, 259-268.

## Références bibliographiques

- Heinrichs, M., von Dawans, B., & Domes, G. (2009). Oxytocin, vasopressin, and human social behavior. *Frontiers in neuroendocrinology*, 30, 548-557.
- Herzog, H. A. (2014). Biology, culture, and the origins of pet-keeping. *Animal Behavior and Cognition*, 1, 296-308.
- Hirsh-Pasek, K., & Treiman, R. (1982) Doggerel: Motherese in a new context. *J Child Lang* 9, 229-237
- Hodgson, K., Barton, L., Darling, M., Antao, V., Kim, F. A., & Monavvari, A. (2015). Pets' impact on your patients' health: leveraging benefits and mitigating risk. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 28, 526-534.
- Horn, L., Huber, L., & Range, F. (2013). The importance of the secure base effect for domestic dogs—evidence from a manipulative problem-solving task. *PloS one*, 8, e65296.
- Horváth, Z., Dóka, A., & Miklósi, Á. (2008). Affiliative and disciplinary behavior of human handlers during play with their dog affects cortisol concentrations in opposite directions. *Hormones and behavior*, 54, 107-114.
- Insel, T.R., & Young, L.J. (2001). The neurobiology of attachment. *Nat. Rev. Neurosci.*, 2, 129-136.
- Insel, T. R. (2003). Is social attachment an addictive disorder? *Physiology & Behavior*, 79, 351-357.
- Itakura, S., & Tanaka, M. (1998). Use of experimenter-given cues during object-choice tasks by chimpanzees (*Pan troglodytes*), an orangutan (*Pongo pygmaeus*), and human infants (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 112, 119.
- Jerger, J., & Martin, J. (2004). Hemispheric asymmetry of the right ear advantage in dichotic listening. *Hear. Res.* 198, 125-136.

## Références bibliographiques

- Joly-Mascheroni, R. M., Senju, A., & Shepherd, A. J. (2008). Dogs catch human yawns. *Biology Letters*, 4, 446-448.
- Jones, A. C., & Josephs, R. A. (2006). Interspecies hormonal interactions between man and the domestic dog (*Canis familiaris*). *Hormones and Behavior*, 50, 393-400.
- Johnson, T. D. (2011). Pets can be a prescription for happier, healthier life. *Nation's Health*, 40, 10-32.
- Kaminski, J., Call, J. & Fischer, J. (2004). Word learning in a domestic dog: Evidence for “fast mapping”. *Science*. 304, 1682–1683.
- Kaminski, J., Bräuer, J., Call, J., & Tomasello, M. (2009). Domestic dogs are sensitive to a human's perspective. *Behaviour*, 146, 979-998.
- Kaminski, J., Schulz, L., & Tomasello, M. (2012). How dogs know when communication is intended for them. *Dev. Sci.* 15, 222–232.
- Katz, G.S., Cohn, J.F., & Moore, C.A. (1996). A combination of vocal f0 dynamic and summary features discriminates between three pragmatic categories of infant-directed speech. *Child Dev*, 67, 205-217.
- Kerswell, K. J., Bennett, P. J., Butler, K. L., & Hemsworth, P. H. (2009). Self-reported comprehension ratings of dog behavior by puppy owners. *Anthrozoös*, 22, 183-193.
- Kimura, D. (1961). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Can. J. Psychol.* 15, 166-171.
- King, T., Marston, L. C., & Bennett, P. C. (2012). Breeding dogs for beauty and behaviour: Why scientists need to do more to develop valid and reliable behaviour assessments for dogs kept as companions. *Applied Animal Behaviour Science*, 137, 1-12.
- Klinghammer, E., & Goodmann, P. A. (1987). Socialization and management of wolves in captivity. In H. Frank (Ed.), *Man and wolf: Advances, issues and problems in captive wolf research* (pp. 31-60). Dordrecht: W. Junk Publishers.

## Références bibliographiques

Knibiehler, Y. (2001). *Maternité, affaire privée, affaire publique*. Bayard.

Kubinyi, E., Pongrácz, P., & Miklósi, Á. (2009). Dog as a model for studying conspecific and heterospecific social learning. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 4, 31-41.

Kujala, M. V., Kujala, J., Carlson, S., & Hari, R. (2012). Dog experts' brains distinguish socially relevant body postures similarly in dogs and humans. *PloS one*, 7, e39145.

Kukekova, A. V., Temnykh, S. V., Johnson, J. L., Trut, L. N., & Acland, G. M. (2012). Genetics of behavior in the silver fox. *Mammalian genome*, 23, 164-177.

Kurdek, L. A. (2009). Pet dogs as attachment figures for adult owners. *Journal of Family Psychology*, 23, 439.

Lakatos, G., Gácsi, M., Topál, J., & Miklósi, Á. (2012). Comprehension and utilisation of pointing gestures and gazing in dog-human communication in relatively complex situations. *Animal Cognition*, 15, 201-213.

Lakestani, N. N., Donaldson, M., Verga, M., & Waran, N. (2006). Keeping children safe: how reliable are children at interpreting dog behavior? Proceedings of the 40<sup>th</sup> International Congress of the International Society for Applied Ethology, 233. ISAE Committee: Cranfield University Press.

Lark, K.G., Chase, K. & Sutter, N.B. (2006). Genetic architecture of the dog: sexual dimorphism and functional morphology. *Trends Genet*, 22, 537-44.

Larson, G., Karlsson, E. K., Perri, A., Webster, M. T., Ho, S. Y., Peters, J., ... & Comstock, K. E. (2012). Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 8878-8883.

Lattner, S., Meyer, M.E., and Friederici, A.D. (2005). Voice perception: Sex, pitch, and the right hemisphere. *Hum. Brain Mapp*. 24, 11–20.

## Références bibliographiques

- Lauer, E.A., White, W.C., & Lauer, B.A., (1982). Dog bites: a neglected problem in accident prevention. *Am. J. Dis. Child.* 136, 202–204.
- Leboucher, G. (2012). Quand l'éthologie s'intéresse au lien social, Processus biologiques et plaisir, In *Etudes Rurales, Sociétés animales* n°189, Ed. EHESS, p 47-56.
- Leung, E. H., & Rheingold, H. L. (1981). Development of pointing as a social gesture. *Developmental Psychology*, 17, 215.
- Licari S. (2006). Eléments d'émergence des principaux types de chiens à la lumière des témoignages iconographiques. *Ethnozootechnie*, 78, 47-66.
- Lindblad-Toh, K., Wade, C. M., Mikkelsen, T. S., Karlsson, E. K., Jaffe, D. B., Kamal, M., ... & Mauceli, E. (2005). Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature*, 438, 803-819.
- Lockwood, R. & Beck, A. M. (1975). Dog bites among letter carriers in St. Louis. *Public Health Reports*, 90, 267-269.
- Lorenz, K. (1943). Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. *Z Tierpsychol*, 5, 235-409.
- Lord, K. (2013). A comparison of the sensory development of wolves (*Canis lupus lupus*) and dogs (*Canis lupus familiaris*). *Ethology*, 119, 110-120.
- Macdonald, D.W. (1979). The flexible social system of the golden jackal, *Canis aureus*. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 5, 17-38.
- Marinelli, L., Adamelli, S., Normando, S., & Bono, G. (2007). Quality of life of the pet dog: Influence of owner and dog's characteristics. *Appl Anim Behav Sci*, 108, 143-156.
- Mariti, C., Gazzano, A., Moore, J. L., Baragli, P., Chelli, L., & Sighieri, C. (2012). Perception of dogs' stress by their owners. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 7, 213-219.

## Références bibliographiques

- Mariti, C., Ricci, E., Zilocchi, M., & Gazzano, A. (2013). Owners as a secure base for their dogs. *Behaviour*, 150, 1275-1294.
- Marshall-Pescini, S., Prato-Previde, E., & Valsecchi, P. (2011). Are dogs (*Canis familiaris*) misled more by their owners than by strangers in a food choice task?. *Animal cognition*, 14, 137-142.
- Marshall-Pescini, S., Passalacqua, C., Petrazzini, M. E. M., Valsecchi, P., & Prato-Previde, E. (2012). Do dogs (*Canis lupus familiaris*) make counterproductive choices because they are sensitive to human ostensive cues?. *PloS one*, 7, e35437.
- Marshall-Pescini, S., Colombo, E., Passalacqua, C., Merola, I., & Prato-Previde, E. (2013). Gaze alternation in dogs and toddlers in an unsolvable task: evidence of an audience effect. *Animal cognition*, 16, 933-943.
- McConnell, P. B., & Baylis, J. R. (1985). Interspecific communication in cooperative herding: acoustic and visual signals from human shepherds and herding dogs. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 67, 302-328.
- McConnell, P. B. (1990). Acoustic structure and receiver response in domestic dogs, *Canis familiaris*. *Animal Behaviour*, 39, 897-904.
- McGettigan, C., Evans, S., Rosen, S., Agnew, Z.K., Shah, P., and Scott, S.K. (2012). An application of univariate and multivariate approaches in fMRI to quantifying the hemispheric lateralization of acoustic and linguistic processes. *J. Cogn. Neurosci.* 24, 636–652.
- McNicholas, J., & Collis, G. M. (2000). Dogs as catalysts for social interactions: Robustness of the effect. *British Journal of Psychology*, 91, 61-70.
- McRoberts, G. W., McDonough, C. & Lakusta, L. (2009). The role of verbal repetition in the development of infant speech preferences from 4 to 14 months of age. *Infancy*, 14, 162-194.
- Mech, L. D. (1970). *The wolf: The ecology and behavior of an endangered species*. New York: Natural History.

## Références bibliographiques

- Mech, L. D. (1999). Alpha status, dominance, and division of labor in wolf packs. *Canadian Journal of Zoology*, 77, 1196–1203.
- Meints, K., Racca, A., & Hickey, N. (2010). How to prevent dog bite injuries? Children misinterpret dogs facial expressions. *Injury Prevention*, 16, A68.
- Merola, I., Prato-Previde, E., Lazzaroni, M., & Marshall-Pescini, S. (2014). Dogs' comprehension of referential emotional expressions: familiar people and familiar emotions are easier. *Animal cognition*, 17, 373-385.
- Mertens, P.A. (2002). Canine aggression. In: Horwitz, D., Mills, D., Heath, S. (Eds.), *BSAVA Manual of Canine and Feline Behavioural Medicine*. British Small Animal Veterinary Association, Quedgeley, Gloucester, pp. 195–215.
- Michell, A.R. (1999). Longevity of British breeds of dog and its relationships with sex, size, cardiovascular variables and disease. *Vet Rec*, 145, 625-629.
- Miklósi, Á., Kubinyi, E., Topál, J., Gácsi, M., Virányi, Z., & Csányi, V. (2003). A simple reason for a big difference: wolves do not look back at humans, but dogs do. *Current Biology*, 13, 763-766.
- Miklósi, A., Topál, J., & Csányi, V. (2004). Comparative social cognition: what can dogs teach us. *Anim Behav*, 67, 995-1004.
- Miklósi, Á., & Soproni, K. (2006). A comparative analysis of animals' understanding of the human pointing gesture. *Animal cognition*, 9, 81-93.
- Miklósi, Á., & Topál, J. (2013). What does it take to become 'best friends'? Evolutionary changes in canine social competence. *Trends in cognitive sciences*, 17, 287-294.
- Miklósi, Á. (2014). *Dog behaviour, evolution, and cognition*. OUP, Oxford.



## Références bibliographiques

- Miller, S. C., Kennedy, C. C., DeVoe, D. C., Hickey, M., Nelson, T., & Kogan, L. (2009). An examination of changes in oxytocin levels in men and women before and after interaction with a bonded dog. *Anthrozoös*, 22, 31-42.
- Millot, J. L. (1994). Olfactory and visual cues in the interaction systems between dogs and children. *Behavioural processes*, 33, 177-188.
- Mills, D. S. (2005). What's in a word? A review of the attributes of a command affecting the performance of pet dogs. *Anthrozoös*, 18(3), 208-221.
- Mitchell, R. W. & Edmonson, E. (1999). Functions of repetitive talk to dogs during play: control, conversation, or planning?. *Soc Anim.* 7, 55-81.
- Mitchell, R.W. (2001) Americans' talk to dogs: similarities and differences with talk to infants. *Res Lang Soc Interact*, 34,183-210
- Morey, D. F. (1994). The early evolution of the domestic dog. *American Scientist*, 82, 336-347.
- Morey, D. F. (2006). Burying key evidence: the social bond between dogs and people. *Journal of Archaeological Science*, 33, 158-175.
- Morisaki, A., Takaoka, A., & Fujita, K. (2009). Are dogs sensitive to the emotional state of humans? *J Vet Behav Clin Appl Res*, 4, 49.
- Morton, E.S. (1977). On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *Amer Nat*, 111, 855-869.
- Moss, S. P., & Wright, J. C. (1987). The effects of dog ownership on judgments of dog bite likelihood. *Anthrozoös*, 1, 95-99.
- Murphy, C. M. (1978). Pointing in the context of a shared activity. *Child Development*, 49, 371-380.

## Références bibliographiques

- Nagasawa, M., Kikusui, T., Onaka, T., & Ohta, M. (2009). Dog's gaze at its owner increases owner's urinary oxytocin during social interaction. *Horm Behav*, 55, 434-41.
- Nagasawa, M., Mitsui, S., En, S., Ohtani, N., Ohta, M., & Sakuma, Y., et al. (2015). Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science*, 348, 333-336.
- Nagasawa, M., Murai, K., Mogi, K., & Kikusui, T. (2011). Dogs can discriminate human smiling faces from blank expressions. *Animal cognition*, 14, 525-533.
- Nagengast, S. L., Baun, M. M., Megel, M., & Leibowitz, J. M. (1997). The effects of the presence of a companion animal on physiological arousal and behavioral distress in children during a physical examination. *Journal of Pediatric Nursing*, 12, 323-330.
- Naoi, N., Minagawa-Kawai, Y., Kobayashi, A., Takeuchi, K., Nakamura, K., Yamamoto, J., et al. (2012). Cerebral responses to infant-directed speech and the effect of talker familiarity. *Neuroimage*, 59, 1735-1744.
- Newport, E., Gleitman, H., Gleitman, L. (1977). Mother, I'd rather do it myself: Some effects and non-effects of maternal speech style. In: Snow CE, Ferguson, CA (eds.) *Talking to Children*, Cambridge University Press, Cambridge, pp 109-149
- Newport, E. L. (1975). *Motherese: The speech of mothers to young children* (Doctoral dissertation, ProQuest Information & Learning).
- Odendaal, J.S.J, & Meintjes, R.A. (2003). Neurophysiological correlates of affiliative behaviour between humans and dogs. *Vet J Lond Engl*, 165, 296-301.
- O'Farrell, V., (1992). *Manual of Canine Behaviour*. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester.
- O'Farrell, V. (1997). Owner attitudes and dog behaviour problems. *Applied Animal Behaviour Science*, 52, 205-213.

## Références bibliographiques

- Palestrini, C., Previde, E.P., Spiezio, C., & Verga, M. (2005). Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: A pilot study. *Appl Anim Behav Sci*, 94, 75-88.
- Palleroni, A., & Hauser, M. (2003). Experience-dependent plasticity for auditory processing in a raptor. *Science*, 299, 1195-1195.
- Palmer, R., & Custance, D.A. (2008). Counterbalanced version of Ainsworth's Strange Situation Procedure reveals secure-base effects in dog-human relationships. *Appl Anim Behav Sci*, 109, 306-319.
- Papoušek, M. & Papoušek, H. (1981). Musical elements in the infant's vocalization: Their significance for communication, cognition, and creativity. *Advances in Infancy Research*. 1, 163-224.
- Papoušek, M., Bornstein, M.H., Nuzzo, C., Papoušek, H., & Symmes, D. (1990). Infant responses to prototypical melodic contours in parental speech. *Inf Behav Dev*, 13, 539-545.
- Papoušek, M., Papoušek, H., Symmes, D. (1991). The meanings of melodies in motherese in tone and stress languages. *Infant Behav Dev*, 14, 415-40.
- Parrish, H.M., Clack, F.B., Brobst, D., Mock, J.F., (1959). Epidemiology of dog bites. *Publ. Health Rep*, 74, 891-903.
- Passalacqua, C., Marshall-Pescini, S., Barnard, S., Lakatos, G., Valsecchi, P., & Previde, E. P. (2011). Human-directed gazing behaviour in puppies and adult dogs, *Canis lupus familiaris*. *Animal Behaviour*, 82, 1043-1050.
- Payne, E., Bennett, P. C., & McGreevy, P. D. (2015). Current perspectives on attachment and bonding in the dog-human dyad. *Psychology research and behavior management*, 8, 71.
- Pettersson, H., Kaminski, J., Herrmann, E., & Tomasello, M. (2011). Understanding of human communicative motives in domestic dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 133, 235-245.

## Références bibliographiques

Phillips, M.K., Henry, V.G. and Kelly, B.T. (2003). Restoration of the red wolf. In L.D. Mech and L. Boitani, eds. *Wolves: behavior, ecology and conservation* (pp. 272–288). University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

Pilley, J. W., & Reid, A. K. (2011). Border collie comprehends object names as verbal referents. *Behavioural processes*, 86, 184-195.

Polo, G., Calderón, N., Clothier, S., & Garcia, R. D. C. M. (2015). Understanding dog aggression: Epidemiologic aspects: In memoriam, Rudy de Meester (1953-2012). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 10, 525-534.

Pongrácz, P., Miklósi, A., & Csányi, V. (2001). Owner's beliefs on the ability of their pet dogs to understand human verbal communication: A case of social understanding. *Curr Psychol Cogn*, 20, 87-107.

Pongrácz, P., Miklósi, Á., Timár-Geng, K. & Csányi, V. (2004) Verbal attention getting as a key factor in social learning between dog (*Canis familiaris*) and human. *J. Comp Psychol.* 118, 375

Pongrácz, P., Molnár, C., Miklósi, A., & Csányi, V. (2005<sup>a</sup>). Human listeners are able to classify dog (*Canis familiaris*) barks recorded in different situations. *Journal of Comparative Psychology*, 119, 136.

Pongrácz, P., Miklósi, Á., Vida, V., & Csányi, V. (2005<sup>b</sup>). The pet dogs ability for learning from a human demonstrator in a detour task is independent from the breed and age. *Applied Animal Behaviour Science*, 90, 309-323.

Pongrácz, P., Molnár, C., & Miklósi, Á. (2006). Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 228-240.

Pongrácz, P., Molnár, C., Dóka, A., & Miklósi, Á. (2011). Do children understand man's best friend? Classification of dog barks by pre-adolescents and adults. *Applied animal behaviour science*, 135, 95-102.

## Références bibliographiques

- Povinelli, D. J., Bierschwale, D. T., & Cech, C. G. (1999). Comprehension of seeing as a referential act in young children, but not juvenile chimpanzees. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 37-60.
- Prato-Previde, E., Custance, D.M., Spiezio, C., & Sabatini, F. (2003). Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation. *Behaviour*, 140, 225-54.
- Prato-Previde, E., Fallani, G., & Valsecchi, P. (2006). Gender differences in owners interacting with pet dogs: An observational study. *Ethology*, 112, 64-73.
- Prato-Previde, E., Marshall-Pescini, S., & Valsecchi, P. (2008). Is your choice my choice? The owners' effect on pet dogs' (*Canis lupus familiaris*) performance in a food choice task. *Animal Cognition*, 11, 167-174.
- Quaranta, A., Siniscalchi, M., Vallortigara, G., (2007). Asymmetric tailwagging responses by dogs to different emotive stimuli. *Curr. Biol.*17, 199–201.
- Rabb, G. B., Woolpy, J. H., & Ginsburg, B. E. (1967). Social relationships in a group of captive wolves. *American Zoologist*, 7, 305-312.
- Raina, P., Waltner-Toews, D., Bonnett, B., Woodward, C., & Abernathy, T. (1999). Influence of Companion Animals on the Physical and Psychological Health of Older People: An Analysis of a One-Year Longitudinal Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 323-329.
- Rajecki, D. W., Lamb, M. E., & Obmascher, P. (1978). Toward a general theory of infantile attachment: A comparative review of aspects of the social bond. *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 417-436.
- Romero, T., Konno, A., & Hasegawa, T. (2013). Familiarity bias and physiological responses in contagious yawning by dogs support link to empathy. *PLoS one*, 8, e71365.

## Références bibliographiques

- Ratcliffe, V.F., & Reby, D. (2014). Orienting asymmetries in dogs' responses to different communicatory components of human speech. *Curr Biol*, 24, 2908-2912.
- Rehn, T., Handlin, L., Uvnäs-Moberg, K., & Keeling, L.J. (2014). Dogs' endocrine and behavioural responses at reunion are affected by how the human initiates contact. *Physiol Behav*, 124, 45-53.
- Risley-Curtiss, C., Holley, L. C., & Wolf, S. (2006). The animal-human bond and ethnic diversity. *Social work*, 51, 257-268.
- Rogers, J., Hart, L.A., & Boltz, R.P. (1993). The role of pet dogs in casual conversations of elderly adults. *J Soc Psychol*, 133, 265-277.
- Rooney, N., Gaines, S., Hiby, E. (2009). A practitioner's guide to working dog welfare. *J. Vet. Behav.: Clin. Appl. Res.* 4, 127-134.
- Ruffman, T., & Morris-Trainor, Z. (2011). Do dogs understand human emotional expressions? *J.Vet Behav*, 6, 97-98.
- Saint-Georges, C., Chetouani, M., Cassel, R., Apicella, F., Mahdhaoui, A., Muratori, F., et al. (2013). Motherese in interaction: at the cross-road of emotion and cognition? (A systematic review). *PLoS ONE*, 8, e78103.
- Savolainen, P., Zhang, Y. P., Luo, J., Lundeberg, J., & Leitner, T. (2002). Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science*, 298, 1610-1613.
- Schachner, A. & Hannon, E. E. (2011). Infant-directed speech drives social preferences in 5-month-old infants. *Dev Psychol*, 47, 19.
- Scheider, L., Grassmann, S., Kaminski, J. & Tomasello, M. (2011). Domestic dogs use contextual information and tone of voice when following a human pointing gesture. *PLoS One*, 6, e21676 .

## Références bibliographiques

Schenkel, R. (1967). Submission: Its features and function in the wolf and dog. *American Zoologist*, 7, 319-329.

Scheumann, M., & Zimmermann, E. (2008). Sex-specific asymmetries in communication sound perception are not related to hand preference in an early primate. *BMC Biology*, 6, 3.

Schleidt, W. M., & Shalter, M. D. (2003). Co-evolution of humans and canids. *Evol. Cogn*, 9, 57-72.

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, 169.

Scott, J. P., & Fuller, J. L. (2012). *Genetics and the Social Behavior of the Dog*. University of Chicago Press.

Senju, A., & Csibra, G. (2008). Gaze following in human infants depends on communicative signals. *Current Biology*, 18, 668-671.

Serpell, J. (1995). *The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour and Interactions with People*. Cambridge University Press.

Serpell, J. A. (2002). Anthropomorphism and Anthropomorphic Selection-Beyond the "Cute Response". *Society & Animals*, 10, 437-454.

Serpell, J. A. (2004) Factors influencing human attitudes to animals and their welfare. *Anim Welf*, 13,145-51.

Serpell, J. A. & Paul, E. S. (2011). Pets in the family: An evolutionary perspective. In *The Oxford Handbook of Evolutionary Family Psychology*, pp 297–309, ed. C. Salmon and T. K. Shackelford. New York: Oxford University Press

Shepherd, K. (2002). Development of behaviour, social behaviour and communication in dogs. In: Horwitz, D., Mills, D., Heath, S. (Eds.), *BSAVA Manual of Canine and Feline*

## Références bibliographiques

*Behavioural Medicine. British Small Animal Veterinary Association*, Quedgeley, Gloucester, pp. 8–20.

Sherman, G. D., & Haidt, J. (2011). Cuteness and disgust: the humanizing and dehumanizing effects of emotion. *Emotion Review*, 3, 245-251.

Shinozaki, M., O'Day, S. J., Kitago, M., Amersi, F., Kuo, C., Kim, J., et al. (2007). Utility of circulating B-RAF DNA mutation in serum for monitoring melanoma patients receiving biochemotherapy. *Clinical Cancer Research*, 13, 2068-2074.

Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M., & Macdonald, D. W. (Eds.). (2004). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs: status survey and conservation action plan*. IUCN.

Singh, L., Morgan, J. L. & Best, C. T. (2002). Infants' listening preferences: Baby talk or happy talk?. *Infancy*. 3, 365-394.

Siniscalchi, M., Quaranta, A., Rogers, L.J., (2008). Hemispheric specialization in dogs for processing different acoustic stimuli. *PloS ONE*, 3, e3349.

Siniscalchi, M., Stipo, C., & Quaranta, A. (2013). " Like Owner, Like Dog": Correlation between the Owner's Attachment Profile and the Owner-Dog Bond. *PloS one*, 8, e78455.

Snow, C. E. (1972). Mothers' speech to children learning language. *Child development*, 43, 549-565.

Snow, C. E. (1977). Mothers' speech research: From input to interaction. In C. E. Snow and C. A. Ferguson (eds.), *Talking to children: language input and acquisition*. Cambridge University Press

Somppi, S., Törnqvist, H., Kujala, M. V., Hänninen, L., Krause, C. M., & Vainio, O. (2016). Dogs Evaluate Threatening Facial Expressions by Their Biological Validity—Evidence from Gazing Patterns. *PloS one*, 11, e0143047.



## Références bibliographiques

- Soproni, K., Miklósi, Á., Topál, J., & Csányi, V. (2001). Comprehension of human communicative signs in pet dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Comparative Psychology*, 115, 122.
- Song, J. Y., Demuth, K. & Morgan, J. (2010). Effects of the acoustic properties of infant-directed speech on infant word recognition. *J. Acoust Soc Am.* 128, 389-400.
- Stern, D. (1974). Mother and infant at play: The dyadic interaction involving facial, vocal and gaze behaviors. In M. Lewis & L. Rosenblum (Eds.) *The effect of the infant on its caregiver* (pp.187–213). New York: Wiley.
- Stoeckel, L.E., Palley, L.S., Gollub, R.L., Niemi, S.M., & Evins, A.E. (2014). Patterns of brain activation when mothers view their own child and dog: an fMRI Study. *PLoS ONE*, 9, e107205.
- Svartberg, K. (2006). Breed-typical behaviour in dogs—Historical remnants or recent constructs?. *Applied Animal Behaviour Science*, 96, 293-313.
- Tami, G., & Gallagher, A. (2009). Description of the behaviour of domestic dog (*Canis familiaris*) by experienced and inexperienced people. *Applied Animal Behaviour Science*, 120, 159-169.
- Taylor, P. (2006). "Gauging family intimacy." Pew Research Centers Social Demographic Trends Project RSS. Pew Research Center. <http://www.pewsocialtrends.org/2006/03/07/gauging-family-intimacy/>
- Téglás, E., Gergely, A., Kupán, K., Miklósi, A., & Topál, J. (2012). Dogs' gaze following is tuned to human communicative signals. *Curr Biol*, 22, 209-212.
- Tami, G., & Gallagher, A. (2009). Description of the behaviour of domestic dog (*Canis familiaris*) by experienced and inexperienced people. *Applied Animal Behaviour Science*, 120, 159-169.

## Références bibliographiques

- Thalmann, O., Shapiro, B., Cui, P., Schuenemann, V.J., Sawyer, S.K., Greenfield, D.L., et al. (2013). Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs. *Science*, 342, 871-874.
- Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V., & Dóka, A. (1998). Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology*, 112, 219.
- Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, Á., Virányi, Z., Kubinyi, E., & Csányi, V. (2005). Attachment to humans: a comparative study on hand-reared wolves and differently socialized dog puppies. *Animal behaviour*, 70, 1367-1375.
- Topál, J., Byrne, R. W., Miklósi, A., & Csányi, V. (2006). Reproducing human actions and action sequences: "Do as I Do!" in a dog. *Animal cognition*, 9, 355-367.
- Topál, J., Gergely, G., Erdőhegyi, A., Csibra, G. & Miklósi, A. (2009). Differential sensitivity to human communication in dogs, wolves, and human infants. *Science*. 325, 1269–1272.
- Topál, J., Kis, A. & Oláh, K. (2014). Dogs' sensitivity to human ostensive cues: a unique adaptation. *The Social Dog: Behavior and Cognition* (Elsevier), San Diego, 319-346.
- Trainor, L.J., Clark, E.D., Huntley, A., & Adams, B.A. (1997). The acoustic basis of preferences for infant-directed singing. *Infant Behav Dev*, 20, 383-96.
- Trainor, L.J., Austin, C.M., & Desjardins, R.N. (2000). Is infant-directed speech prosody a result of the vocal expression of emotion? *Psychol Sci*, 11, 188-95.
- Trut, L. (1999). Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment Foxes bred for tamability in a 40-year experiment exhibit remarkable transformations that suggest an interplay between behavioral genetics and development. *American Scientist*, 87, 160-169.
- Tuber, D. S., Hennessy, M. B., Sanders, S., & Miller, J. A. (1996). Behavioral and glucocorticoid responses of adult domestic dogs (*Canis familiaris*) to companionship and social separation. *Journal of Comparative Psychology*, 110, 103.

## Références bibliographiques

- Turcsán, B., Szánthó, F., Miklósi, Á., & Kubinyi, E. (2015). Fetching what the owner prefers? Dogs recognize disgust and happiness in human behaviour. *Animal cognition*, 18, 83-94.
- Udell, M.A.R., & Wynne, C.D.L. (2008). A review of domestic dogs' *Canis familiaris* human-like behaviors: or why behavior analysts should stop worrying and love their dogs. *J Exp Anal Behav*, 89, 247-261.
- Udell, M. A., Dorey, N. R., & Wynne, C. D. (2010). What did domestication do to dogs? A new account of dogs' sensitivity to human actions. *Biological reviews*, 85, 327-345.
- Udell, M.A.R., Lord, K., Feuerbacher, E.N., & Wynne, C.D.L. (2014). A dog's eye view of canine cognition. In: Horowitz, A. (Ed.), 2014. *Domestic Dog Cognition and Behavior, The scientific study of Canis familiaris*, Chapter 10. Academic Press, Amsterdam, pp. 221-240.
- Urquiza-Haas, E. G., & Kotrschal, K. (2015). The mind behind anthropomorphic thinking: attribution of mental states to other species. *Animal Behaviour*, 109, 167-176.
- Vas, J., Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, A., & Csányi, V. (2005). A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 99-115.
- Virányi, Zs., Gácsi, M., Kubinyi, E., Kurys, A., Miklósi, Á., & Csányi, V. (2002). Wolf-human interactions: Flight, approach and greeting behavior toward familiar and un-familiar humans in hand-reared wolf pups (*Canis lupus*). *Advances in Ethology* (Supplements to Ethology), 37, 83.
- Virányi, Z., Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, Á., & Csányi, V. (2004). Dogs respond appropriately to cues of humans' attentional focus. *Behavioural Processes*, 66, 161-172.
- Vitulli, W. F. (2006). Attitudes toward empathy in domestic dogs and cats. *Psychological reports*, 99, 981-991.
- Wayne, R. K. (1993). Molecular evolution of the dog family. *Trends in genetics*, 9, 218-224.

## Références bibliographiques

- Waller, B.M., Peirce, K., Caeiro, C.C., Scheider, L., Burrows, A.M., McCune, S., et al. (2013). Paedomorphic facial expressions give dogs a selective advantage. *PLoS ONE*, 8, e82686.
- Wan, M., Bolger, N., & Champagne, F. A. (2012). Human perception of fear in dogs varies according to experience with dogs. *PLoS one*, 7, e51775.
- Walsh, F. (2009). Human-animal bonds I: The relational significance of companion animals. *Family process*, 48, 462-480.
- Wan, M., Bolger, N., & Champagne, F. A. (2012). Human perception of fear in dogs varies according to experience with dogs. *PLoS one*, 7, e51775.
- Wayne, R. K. (1993). Molecular evolution of the dog family. *Trends in genetics*, 9, 218-224.
- Woods, B. (2000). Beauty and the beast: Preferences for animals in Australia. *Journal of Tourism Studies*, 11, 25.
- Wood, L., Martin, K., Christian, H., Nathan, A., Lauritsen, C., Houghton, S., et al. (2015). The Pet factor-companion animals as a conduit for getting to know people, friendship formation and social support. *PloS one*, 10, e0122085.
- Wright, J.C. (1991). Canine aggression toward people: Bite scenarios and prevention. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 21, 299-314.
- Xu, N., Burnham, D., Kitamura, C. & Vollmer-Conna, U. (2013). Vowel hyperarticulation in parrot-, dog-and infant-directed speech. *Anthrozoös*, 26, 373-380.
- Yong, M. H., & Ruffman, T. (2014). Emotional contagion: Dogs and humans show a similar physiological response to human infant crying. *Behavioural processes*, 108, 155-165.
- Young, A., & Bannasch, D. (2006). Morphological Variation in the Dog. *Cold Spring Harbor Monograph Archive*, 44, 47-65.

## Références bibliographiques

Zahn-Waxler, C., Hollenbeck, B., & Radke-Yarrow, M. (1984). The origins of empathy and altruism. In: Fox MW, Mickley LD (eds) *Advances in animal welfare science*, Humane Soc US, Washington DC, pp 21-39.

Zimen, E. (1987). Ontogeny of approach and flight behavior towards humans in wolves, poodles and wolf-poodle hybrids. In H. Frank (Ed.), *Man and Wolf: Advances, issues and problems in captive wolf research* (pp. 275–292). Dordrecht: W. Junk Publishers.

**Annexe : liste des travaux réalisés durant ce doctorat**

## Publications

2017

Jeannin, S., et al. Pet-directed speech draws dogs' attention more efficiently than Adult-directed speech, Submitted in *Nature Scientific Reports* (revision).

Jeannin, S., Gilbert, C., Leboucher, G. (2017) Effect of interaction type on the characteristics of pet-directed speech in female dog owners. *Anim Cogn.* Available online. DOI: 10.1007/s10071-017-1077-7

2016

Jeannin, S., Chauvel, O., Gilbert, C., & Leboucher, G. In prep. Human-dog communication: do people accurately perceive dog's visual feedbacks in response to vocal solicitation?.

Jeannin, S., Gilbert, C., Reby, D., & Leboucher, G. In prep. Dogs' head orientation in response to human vocal solicitations.

2014

Jeannin, S., Bruckert, L., Leboucher, G., Heinzlef, O., & Gay, M. C. (2014). La Dépression dans la Sclérose en Plaques : La voix peut-elle aider au diagnostic ? In Christophe, V., Ducro, C., & Antoine, P. *Psychologie de la santé : Individu, Famille et Société*, Presses Universitaires du Septentrion.

## Communications orales

2016

Interview E=M6 « les chiens pensent-ils comme nous ? »

Colloque de l'IAHAIO, Paris

- “How can Psychology Science Improve Behavioral Veterinary Medicine?”
- “Emphasis on wellbeing for humans and animals; a case report of our present work and missions with Handi’Chiens in France” avec Thierry Bedossa

Colloque Dog Revolution, Nanterre, France.

- Apports de l’Ethologie, de la médecine vétérinaire et des sciences humaines dans l’approche des comportements « gênants ». Thierry BEDOSSA, Caroline GILBERT, Sarah JEANNIN.

2015

3ème symposium international d'éthologie vétérinaire : « Sélection et comportement quelles influences ? Quelles conséquences ? ». Colloque de la SEEVAD, Paris. Prix de la meilleure communication orale.

- « La communication vocale dans la relation Homme-chien de compagnie ». Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

Colloque Licorne et Phénix, Paris.

- « Approche psychologique et vétérinaire de la relation Homme animal » Sarah JEANNIN, Thierry BEDOSSA.



## Annexe

Action de recherche « Humanité », Paris (UPOND) « Réflexions sur des rencontres entre des animaux et des humains »

- « La communication vocale dans la relation Homme-chien ». Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

Colloque de l'Université Franco-Allemande (UFA), Paris (UPOND).

- "The vocal communication in human-pet dog interactions" Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

45<sup>e</sup> Congrès de la SFECA, Strasbourg.

- « La communication vocale dans la relation Homme-chien ». Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

Présentation à l'assemblée générale de la société HANDI'CHIENS

- « Comment parler chien ». Sarah JEANNIN

2014

Présentation au Max Planck Institute for Ornithology Dir. Prof. Dr. Manfred Gahr, Seewiesen, Allemagne.

- "The vocal communication in the human-dog relationship". Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

44<sup>e</sup> Congrès de la SFECA, Paris.

- « La communication vocale dans la relation Homme-chien ». Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

23<sup>e</sup> Congrès de l' « International Society for Anthrozoology » (ISAZ) : « Animals and Humans together: Integration in Society ». Vienne, Autriche.

- “The vocal communication in the human-dog relationship”. Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

2013

43<sup>e</sup> congrès de la « Société Française pour l'Étude du Comportement Animal » (SFECA), Dijon.

- La communication vocale entre l'homme et le chien de compagnie. Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

### **Communications affichées**

2016

57<sup>e</sup> congrès de la Société Française de Psychologie, Nanterre, Paris.

- « Les problématiques de la relation Homme-animal: une interface entre la psychologie humaine et la médecine vétérinaire du comportement ». Sarah JEANNIN, Caroline GILBERT, Thierry BEDOSSA, Emmanuelle TITEUX

2014

Colloque VUES, Paris (UPOND)

- « La communication vocale dans la relation Homme-chien de compagnie ». Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

2013

2ème symposium international d'éthologie vétérinaire : « Capacités cognitives et interactions homme-animal ». Société Européenne d'Ethologie Vétérinaire des Animaux Domestiques (SEEVAD), Lyon.

- « La communication vocale entre l'homme et le chien de compagnie ». Sarah JEANNIN, David REBY, Caroline GILBERT, Gérard LÉBOUCHER

17<sup>e</sup> édition des « Journées de Neurologie de Langue Française » (JNLF), Montpellier.

- « Sclérose en Plaques (SEP) et dépression : La voix à suivre ? » Sarah JEANNIN, Laetitia BRUCKERT, Gérard LÉBOUCHER, Olivier HEINZLEF, Marie-Claire GAY.

2012

7<sup>e</sup> congrès de l'Association Francophone de Psychologie de la Santé (AFPSA), Lille.

- « La Dépression dans la Sclérose en Plaques (SEP): la voix peut-elle aider au diagnostic? » Sarah JEANNIN, Laetitia BRUCKERT, Gérard LÉBOUCHER, Olivier HEINZLEF, Marie-Claire GAY.

## Résumé

Lorsqu'ils s'adressent à leur chien, beaucoup de propriétaires utilisent une modalité vocale particulière : *le discours adressé à l'animal de compagnie*. Ce registre de communication ressemble beaucoup à celui utilisé par les parents lorsqu'ils s'adressent à leurs nourrissons, ce qui suggère des soubassements communs. Ces deux registres partagent des caractéristiques qui les distinguent du discours adressé à l'adulte, comme une fréquence fondamentale plus élevée et des modulations de fréquences plus importantes. Une série d'expériences réalisées à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, nous a permis d'étudier comment le discours adressé à l'animal de compagnie intervient dans l'interaction homme-chien. Le premier chapitre montre que les caractéristiques acoustiques et verbales du discours adressé à l'animal de compagnie varient en fonction du contexte de l'interaction. Le deuxième chapitre s'intéresse à la manière dont le chien traite l'information vocale humaine, nos résultats suggèrent de manière générale un biais en faveur de l'hémisphère droit. Le troisième chapitre indique que le discours adressé à l'animal de compagnie augmente significativement l'attention du chien. Ce phénomène n'est pas perçu par les observateurs humains comme le montre le quatrième chapitre. A travers l'ensemble de ces études, essentiellement centrées sur le discours adressé à l'animal de compagnie, nous mettons en lumière la complexité de la communication homme-chien.

**Mots clés** : éthologie, relation interspécifique, lien social, communication vocale, chien, attention

## Abstract

When addressing their dogs, owners often use a special speech register called pet-directed-speech. This communication modality is very similar to infant-directed-speech used by parents when speaking to young children, which suggests common bases. These two types of speech share characteristics that differ from those of adult-directed-speech, such as a higher fundamental frequency and greater modulations. A series of experiments carried out at the National Veterinary School of Alfort allowed us to explore how pet-directed-speech occurs in the human-dog interaction. The first chapter shows that acoustic and verbal features of pet-directed-speech vary according to the interaction context. The second chapter aims to highlight how dogs process human vocal information; overall, our results reveal a right hemispheric advantage. The third chapter indicates that pet-directed-speech increases significantly dogs' attentional state. This phenomenon is not perceived by human observers, as it is shown in chapter four. Together, these studies which mainly focused on pet-directed-speech bring to light the complexity of the human-dog communication.

**Keywords**: ethology, interspecific relationship, social bond, vocal communication, dog, attention