

Année 2009

**ETUDE ETHOLOGIQUE EXPERIMENTALE DES  
BATTEMENTS DE LA QUEUE CHEZ LE CHIEN  
DOMESTIQUE, *Canis familiaris***

THESE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

Le

par

**Antoine BOUVRESSE**

Né le 19 Juin 1980 à PARIS 14<sup>ème</sup> (Seine)

JURY

**Président : M.**

**Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL**

**Membres**

**Directeur : Monsieur DEPUTTE**

**Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort**

**Assesseur : Monsieur COURREAU**

**Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.**

**Invités : Monsieur BEDOSSA et Madame BOURDIN**

**Docteurs Vétérinaires**

## LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur MIALOT Jean-Paul

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

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

### DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

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

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

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

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

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

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

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

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

# REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur de la Faculté de Créteil  
Qui me fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse.

A Monsieur le Professeur Bertrand DEPUTTE  
Qui a accepté de diriger cette thèse.  
Merci de m'avoir enseigné le sens et la rigueur d'un travail scientifique.

A Monsieur le Professeur Jean François COURREAU  
Pour l'intérêt qu'il a porté à mon sujet et pour sa disponibilité.

A Monsieur le Docteur Thierry BEDOSSA  
Pour avoir accepté mon invitation au jury de cette thèse.  
Merci de m'avoir fait découvrir l'éthologie et le comportement canin. Merci de m'avoir appris à exercer mon métier, tant au point de vue scientifique qu'humain.

A Madame le Docteur Monique BOURDIN  
Pour avoir accepté d'être invitée au jury de mon travail de thèse.  
Merci pour votre compréhension à mon égard lors de mes années d'étude.

A tous les membres du refuge de l'AVA  
Merci de m'avoir accueilli pour cette étude expérimentale.  
Merci à tous les toutous qui ont eu la gentillesse de servir de sujets.



# TABLE DES MATIERES

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>PREMIERE PARTIE : Anatomie et morphologie de la queue chez le chien domestique, <i>Canis familiaris</i></b>	<b>8</b>
<b>I. OSTEOLOGIE</b>	<b>9</b>
<b>II. MYOLOGIE</b>	<b>11</b>
A. Les muscles intrinsèques de la queue	11
B. Les muscles extrinsèques de la queue	15
<b>III. NEUROLOGIE</b>	<b>17</b>
A. Le plexus caudal dorsal	17
B. Le plexus caudal ventral	17
<b>IV. MORPHOLOGIE</b>	<b>20</b>
A. Variation de longueur	20
B. Variation du port de queue	21
C. Variation de la forme	21
D. Variation de l'attache	21
<b>V. CONCLUSION</b>	<b>23</b>
<b>DEUXIEME PARTIE : Etude expérimentale des battements de la queue chez le chien domestique, <i>Canis familiaris</i>: influence de la nature des protagonistes</b>	<b>24</b>
<b>I. SUJETS ET METHODES</b>	<b>25</b>
A. Sujets	25
B. Protocoles expérimentaux	25
1. Interactions interspécifiques	25
2. Interactions intraspécifiques	26
C. Définitions des variables étudiées et de leurs méthodes de mesure	26
1. Fréquence des battements	27
2. Amplitude des mouvements de la queue	28
3. Secteurs de position de la queue dans le plan sagittal	30
D. Traitement des variables	31
1. Paramètres de description et de dispersion	31
2. Tests statistiques et comparaisons de moyennes	31

<b>II. RESULTATS</b>	<b>31</b>
A. Analyse des paramètres des battements de la queue chez le chien	31
1. Fréquence	31
2. Amplitude	31
3. Asymétrie	32
4. Influence de la position de la queue dans le plan sagittal	32
a) Sur la fréquence de battement	32
b) Sur l'amplitude de battement	33
5. Relations entre amplitude et fréquence	34
B. Influence de la nature des protagonistes (homme, chien) sur les paramètres des battements de la queue	34
1. Fréquence	34
2. Amplitude	35
3. Asymétrie	36
C. Influence de l'issue de l'interaction sur les paramètres des battements de la queue	36
1. Fréquence	37
2. Amplitude	37
3. Asymétrie	38
<b>III. DISCUSSION</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>45</b>

# LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Ostéologie des vertèbres coccygiennes.	9
<u>Figure 2</u> : Coupe transversale de queue.	11
<u>Figure 3</u> : Muscles de la région lombo-caudale.	12
<u>Figure 4</u> : Muscles de la queue du chien.	13
<u>Figure 5</u> : muscles extrinsèques de la queue	15
<u>Figure 6</u> : Neurologie de la queue du chien.	18
<u>Figure 7</u> : Longueur de la queue des chiens.	19
<u>Figure 8</u> : Attache de la queue.	20
<u>Figure 9</u> : Périodicité du battement de la queue	25
<u>Figure 10</u> : Choix des prises de vue et méthodes de mesure de l'amplitude de battement de la queue	27
<u>Figure 11</u> : Définition de secteur de position verticale de la queue	28
<u>Figure 12</u> : Influence de la position dans le plan sagittal (4 positions) sur la fréquence de battement	30
<u>Figure 13</u> : Influence de la position de la queue dans le plan sagittal sur l'amplitude du battement.	31
<u>Figure 14</u> : Relation entre la fréquence des battements et leur amplitude	32
<u>Figure 15</u> : Influence de la nature du protagoniste (humain ou chien) sur la fréquence de battement de la queue	33
<u>Figure 16</u> : Influence de la nature du protagoniste (homme, chien) sur l'amplitude du mouvement de la queue.	33
<u>Figure 17</u> : Influence de la nature des protagonistes ( humain, chien) sur l'asymétrie des mouvements de la queue.	34
<u>Figure 18</u> : Influence de l'issue de l'interaction (positive, neutre ou négative) sur la fréquence de battement de la queue.	35
<u>Figure 19</u> : Influence de l'issue des interactions (positive, neutre ou négative) sur l'amplitude des mouvements de la queue	36
<u>Figure 20</u> : Influence de l'issue de l'interaction sur l'asymétrie du mouvement de la queue du chien.	36

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé des groupes d'actions musculaires de l'appendice caudal.	17
Tableau 2: Tableau récapitulatif des morphotypes de queues de chiens	22
Tableau 3 : Influence de la position de la queue par rapport à l'axe horizontal (infra horizontal vs supra horizontal) sur la fréquence des battements de la queue	33
Tableau 4 : Résumé de l'influence des facteurs sur les paramètres du battement de la queue	39

# INTRODUCTION

Le processus de communication implique un émetteur, un signal véhiculé par le biais d'un canal et un récepteur (Shannon et Weaver, 1949). Chez les espèces non sociales, les signaux spécifiques de communication revêtent une importance particulière dans les comportements sexuels (e.g. comportements de cour des oiseaux).

La communication chez les animaux, sociaux ou non, permet la régulation des proximités et des distances (Marler, 1965). Elle revêt une importance particulière chez les espèces sociales (Altmann, 1962), dans la mesure où les interactions récurrentes entre les mêmes individus d'un groupe stable et permanent permettent le traitement d'une grande quantité d'informations. Ces informations incluent notamment les signaux de communication spécifiques.

Les canaux de communications peuvent utiliser différentes voies sensori-motrices : phonatrice/auditive, tactile, chimique/olfactive et visuelle. Les signaux spécifiques de communication visuelle se sont mis en place au cours de l'évolution à partir de trois types fondamentaux de comportements et de réactions (Hinde, 1966) :

- Les mouvements d'intention, comportements incomplets, fournissant l'information potentielle qu'un animal est prêt à faire une activité particulière. Par exemple, un oiseau prêt à s'envoler plie les pattes, rentre le cou et lève la queue. Il peut effectuer ce mouvement plusieurs fois avant de s'envoler, voire même ne pas s'envoler du tout,

- Les activités de déplacement ou activités de substitution, comportements dont la survenue ne semble pas avoir de lien direct avec l'interaction en cours (Tinbergen, 1952). Par exemple, les comportements de lissage des plumes chez les oiseaux avant des comportements sexuels,

- Les réponses autonomes qui sont des manifestations organo-végétatives du système nerveux autonome, comme par exemple les comportements liés aux activités urinaires ou fécales ou l'érection de poils ou de plumes.

Tous ces signaux spécifiques transmettent, au cours d'interactions, une information à un individu ou à un groupe d'individus et permettent la communication intraspécifique.

Ainsi, Hauser (1996) souligne que les signaux de communication sont créés à partir de « non signaux ». Tinbergen (1952) regroupe ces processus de création de signaux de communication spécifiques sous le terme de « processus de ritualisation ». Les signaux de communication ont été ritualisés au cours de l'évolution à partir de parties mobiles du corps de l'individu, créant des configurations particulières les une par rapport aux autres. C'est notamment le cas dans ce que Golani (1976) nomme un référentiel « bodywise ».

De nombreux vertébrés supérieurs possèdent des organes et appendices dont la fonction peut paraître évidente. Mais l'étude de ces prétendues fonctions donne parfois lieu à des interprétations finalistes ou utilitaristes. La queue des vertébrés supérieurs est un de ces nombreux appendices qui endosse à travers de nombreuses espèces des fonctions supposées extrêmement variées et parfois de communication.

Elle a un rôle de locomotion chez les cétacés, mais en frappant la surface de l'eau, elle sert à envoyer des messages sonores et visuels aux congénères. Elle a une fonction de balancier chez de nombreuses espèces, pouvant même être préhensile chez certains primates forestiers d'Amérique du sud. Les ruminants ongulés présentent des mouvements réflexes de la queue accompagnés de contractions somesthésiques des muscles peauciers pour se débarrasser des diptères parasites externes. La course du guépard en chasse est ponctuée de

changements de direction très soudains aidées par le contrepoids de sa queue – balancier. Le chat se sert, entre autres, des mouvements de sa queue pour se retourner lors d'une chute pour atterrir sur ses pattes. Les mouvements très variés de la queue du chat a conduit les grecs à le qualifier d' « animal dont la queue s'agite sans cesse » (ailouros). L'étude des mouvements de la queue du chat (*Felis catus*) (Jumelet, 2009. Comm. Pers.) montre de grandes différences dans les interactions entre congénères et avec l'homme.

Altman (1962) observe que, chez les macaques rhésus (*Macaca mulatta*), plus le rang social est élevé au sein du groupe plus la queue est portée proche de la verticale. Toutefois Hausfater (1977) montre, que chez les babouins (*Papio cynopthalmus*), le port statique de la queue varie pour un même individu uniquement en fonction de son âge et n'est pas corrélé à son rang social. Ainsi, chez deux espèces de primates, un même paramètre (hauteur du port de la queue) peut délivrer deux informations différentes au groupe social.

En observant les canidés, Schenkel (1947) définit chez le loup 11 positions de la queue, apparemment informatives. Il considère cet organe comme le plus dynamique de l'information visuelle. Dans une étude d'éthologie comparative, Fox (1975) note que les signaux visuels des renards roux sont moins riches et moins complexes que ceux du coyote et du loup. Il conclut que « la complexité croissante du répertoire d'expressions chez les canidés sauvages [...] est corrélée avec le caractère social croissant » (p.436). Mech (2003) évoque la queue du loup à propos de la pilo-érection du dos qui jouerait « un rôle dans la communication plus important qu'on ne pourrait le penser, [...], et serait un indicateur de l'état émotionnel du loup, surtout en cas d'alerte et d'agression » (p. 81). Il décrit également sa position et ses mouvements selon l'état émotionnel du loup. Ainsi, lors d'une séquence agressive, elle sera « portée haute et tremblante », alors que lors d'expression de peur, elle est « plaquée sous le corps et elle bat » (p. 90). Mech (2003) définit trois attitudes (« high », « neutral » et « low ») chez le loup lors d'interactions, celle-ci sont définies par la description de la tête, des oreilles des membres et de la queue. Enfin, il considère le battement de la queue chez le louveteau comme un signal de méta communication invitant au jeu.

Chez le chien, s'il est vrai que la position de la queue est modifiée et caractérisable lors d'une interaction particulière, quelle valeur informative peut en constituer le battement ?

A propos des mouvements de la queue, Barone (1986 a) écrit que « son rôle est plus modeste dans les espèces domestiques. La queue, par ses mouvements, traduit chez eux l'humeur et le caractère de l'animal [...] »

Dès 1872, Charles Darwin fait le lien entre une description de la position de la queue de *Canis familiaris* et un contexte ou une interaction particulière : pour exprimer son contentement, le chien lèche son « maître » et bat de la queue (Darwin, 1872). Il décrit le chien « affectueux » l'échine baissée, le corps est animé de mouvements de flexion et sa queue, en position basse, est animée de battements. Il peut aussi la maintenir en position haute en se promenant avec son maître, mais elle est alors moins haute et surtout moins rigide que lorsqu'il croise un congénère hostile. Dans ce cas dernier de figure, le chien tient sa queue dressée et rigide. Une gravure montre un chien dont les dents sont rendues apparentes par des babines redressées, un corps campé et tendu, ainsi qu'une pilo-érection du dos et de la queue qui n'est pourtant pas évoquée (Darwin, 1872). Il observe enfin qu'en cas de peur ou lorsqu'il est poursuivi, un chien place sa queue entre ses pattes postérieures.

Mais, hors de ces trois situations « extrêmes », la position de la queue véhicule-t-elle d'autres informations ? De plus, comme il a été mentionné plus haut, le chien peut faire battre

sa queue. Ce battement de la queue du chien qui accueille et lèche son maître est-il le même pour accueillir un étranger ? Ou un congénère connu et non agressif ?

Scott et Fuller (1965) observent que le battement de la queue du chien apparaît dans les situations où le chien est amical ou lors de la manifestation de comportements de soumission. Ils lui attribuent alors une fonction de communication sociale et le comparent au sourire humain. Chez le chien, ce comportement de battement de la queue est précoce : dès l'âge de 17 jours pour certains chiots et à 30 jours, la moitié des chiots étudiés ont été observés en train de battre de la queue (Scott & Fuller, 1965).

Une étude non publiée (Montaudoin, 1999) compare, entre autre, la communication visuelle chez le chien lors d'interactions interspécifiques et intraspécifiques. Même si l'étude ne porte pas exclusivement sur les mouvements de la queue, on peut lire (p.43) : « il n'y a pas [...] de différence significative entre les deux phases au niveau des positions et battements de queue ». Les « deux phases » représentent les deux types d'interactions étudiées : interspécifiques et intraspécifiques.

Une seule étude a été consacrée à la caractérisation et la quantification des mouvements de la queue du chien (Quaranta *et al.*, 2007). Ces auteurs ont étudié l'influence de la nature de différents stimuli sur une asymétrie dans l'amplitude du mouvement de la queue de chiens. Quaranta *et al.* (2007) montrent que le battement de la queue est asymétrique et présente un biais vers la gauche lorsque le chien est confronté à des stimuli jugés négatifs.

Leaver et Reimchen (2008) étudient les interactions entre des chiens et un automate à la morphologie de chien dont ils font varier la longueur de la queue, celle pouvant être immobile ou battre. Ils montrent que les chiens de même taille que le robot s'en approchent plus facilement si celui-ci a une queue longue et battante qu'une queue longue et immobile. En revanche, ils s'approchent de la même manière si le robot a une queue courte, qu'elle soit immobile ou battante. Ils concluent que les informations véhiculées par le battement de la queue est plus efficacement perçue lorsque celle-ci est longue.

Ledoux (1986) définit trois fonctions aux émotions : l'adaptation corporelle, l'expérience subjective et la communication. Il inclut dans cette dernière les messages chimiques, les expressions faciales, les vocalisations, les mouvements du corps et les postures. Si les battements de la queue tels que Darwin les décrit, par exemple, sont une expression de l'état émotionnel du chien, on pourrait, en l'étudiant, définir les paramètres qui renseignent sur l'état de tension de l'animal.

Notre travail se propose d'analyser les potentialités de mouvements de la queue ainsi que des battements et de rechercher si le battement de la queue peut varier selon l'état émotionnel du chien et ainsi, avoir une valeur informative.

PREMIERE PARTIE  
ANATOMIE ET MORPHOLOGIE DE LA QUEUE CHEZ LE CHIEN  
DOMESTIQUE, *CANIS FAMILIARIS*

# **I. OSTEOLOGIE**

Le squelette de la queue du chien est constitué de 18 à 22 vertèbres caudales ou coccygiennes. Ce nombre peut subir d'importantes variations raciales et individuelles. (Barone, 1986 a).

Le corps des vertèbres caudales est long, cylindrique et étranglé en son milieu. Leur longueur augmente pour atteindre un maximum vers la dixième, puis elle diminue régulièrement jusqu'à l'extrémité du fouet (Evans, 1993). Les deux extrémités du corps sont convexes et forment une surface articulaire. Ces vertèbres biconvexes sont dites amphicoeliques (Barone, 1986 a). Elles sont unies par d'épais disques intervertébraux fibrocartilagineux. Ce sont ces seules articulations qui assurent la mobilité de la queue.

Seules les plus proximales de ces vertèbres sont complètes et comparables à celles des segments pré sacrés.

Chez de nombreux carnivores dont *Canis familiaris*, elles portent en face ventrale deux tubercules latéraux ou une double crête, qui sont des rudiments des lames ventrales : ce sont les processus hémaux (Figure 1). Ces lames peuvent se rejoindre sur le plan médian et former un véritable arc hémal, dans lequel l'artère coccygienne médiane vient se loger (Barone, 1986 a).

Les vertèbres caudales plus distales présentent une réduction progressive de leurs arcs et les dernières sont réduites à leur corps. Ainsi : (Figure 1)

- Les cinq ou six premières vertèbres caudales possèdent un arc vertébral normal et entier, une apophyse épineuse, deux apophyses transverses et deux apophyses articulaires appelées apophyses mamillaires,
- De la septième à la quinzième ou seizième vertèbre coccygienne, on peut observer la réduction importante des apophyses épineuses et transverses alors que les apophyses mamillaires ne subissent pas de modification,
- Les dernières vertèbres de la queue sont réduites à de simples pièces en forme de sablier, étranglées en leur milieu et élargies à leur extrémité : ce sont les vestiges des corps vertébraux, qui présentent d'ailleurs dans le jeune âge à chaque extrémité des épiphyses correspondant aux surfaces articulaires, comme dans les autres vertèbres.

**Figure 1 : Ostéologie des vertèbres coccygiennes. D'après Evans (1993)**

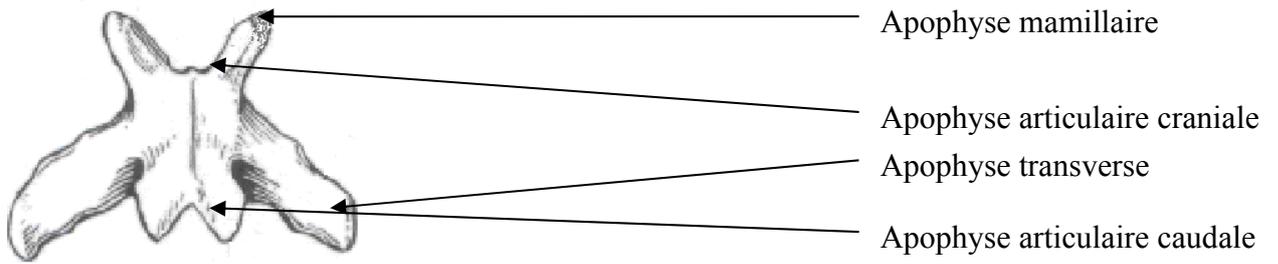


Figure 1-1 : Première vertèbre caudale : vue dorsale.

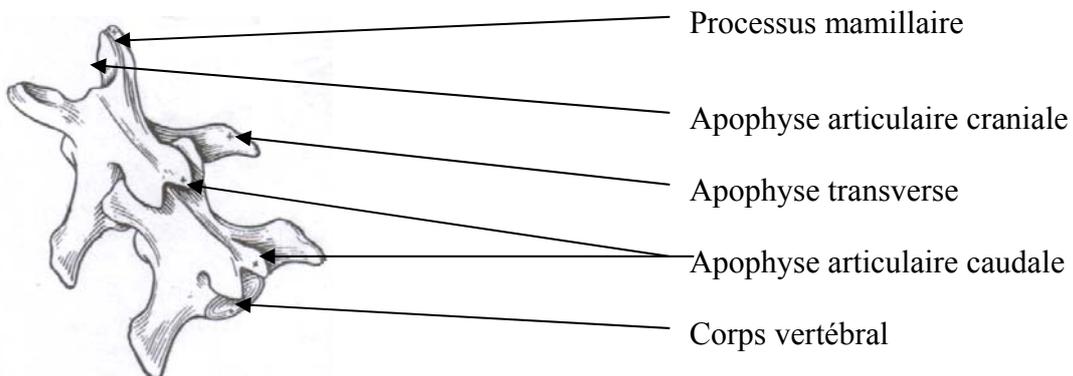


Figure 1-2 :deuxième et troisième vertèbres caudales. Vue dorsolatérale.

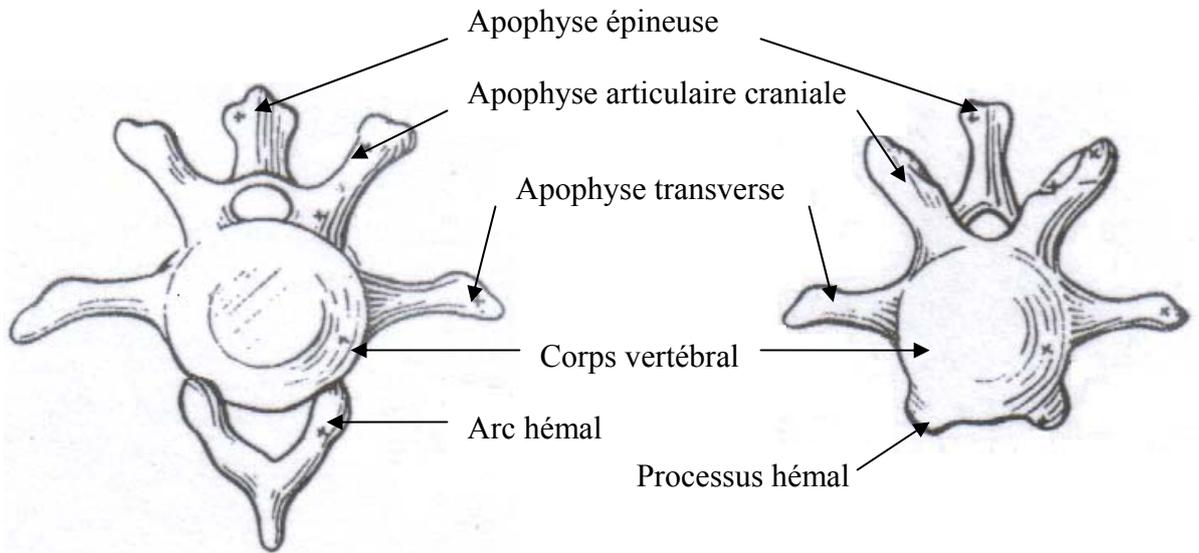


Figure 1-3 : quatrième et cinquième vertèbre caudale : vue craniale

L'extrême mobilité passive de la queue est permise par l'absence ou l'état rudimentaire des arcs vertébraux, surtout en région distale, la forme convexe des surfaces articulaires des corps, la faible épaisseur des disques intervertébraux biconcaves et la simplicité des liens ligamenteux (Barone, 1986 a).

Il existe de faibles ligaments interépineux sacraux et un fort ligament supra-épineux. Les capsules articulaires des premières vertèbres de la queue sont larges et les ligaments qui unissent les arcs de ces vertèbres sont bien développés. Les premières vertèbres de cette région, bien moins mobiles que les autres, participent avec l'os sacrum à la constitution de la paroi dorsale du bassin.

Ainsi, les structures osseuses et articulaires se simplifient grandement dans la moitié distale de la queue. De fait, cette partie du fouet est très mobile et ses mouvements sont majoritairement liés à des mouvements passifs.

## **II. MYOLOGIE**

Les muscles de la queue sont classiquement divisés en deux catégories distinctes (Barone, 1986 b).

Les plus importants d'entre eux sont strictement spinaux et prennent leur origine sur les premières vertèbres coccygiennes ou sacrées, voire sur les vertèbres lombaires. Ils sont regroupés sous l'appellation de muscles intrinsèques de la queue (Barone, 1986 b).

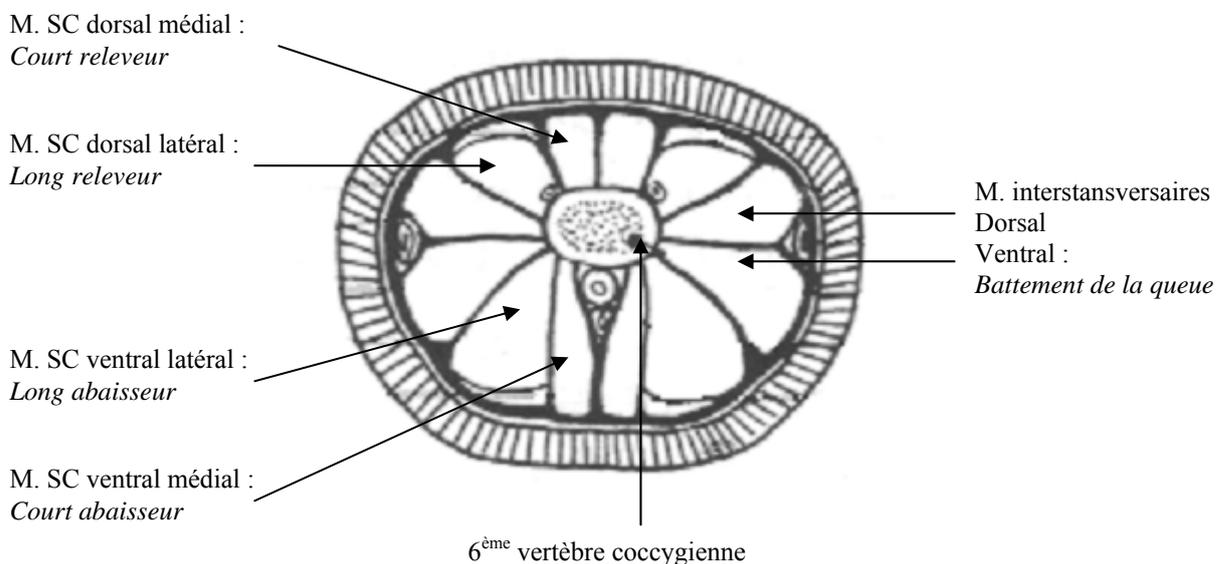
Les autres muscles sont dits extrinsèques de la queue. Ils sont localisés à la jonction sacro-lombaire du rachis. Ils n'interviennent pas uniquement dans la mobilisation de la queue mais ont chacun un rôle propre dans la mobilisation de la zone périnéale (Barone, 1986 b).

### **A. Les muscles intrinsèques de la queue**

Ils sont représentés par deux groupes de muscles :

- Quatre muscles sacro coccygiens (SC) : dorsal médial, dorsal latéral, ventral médial, ventral latéral,
  - Les muscles intertransversaires coccygiens dorsaux et ventraux (Barone, 1986 b).
- (Figure 2)

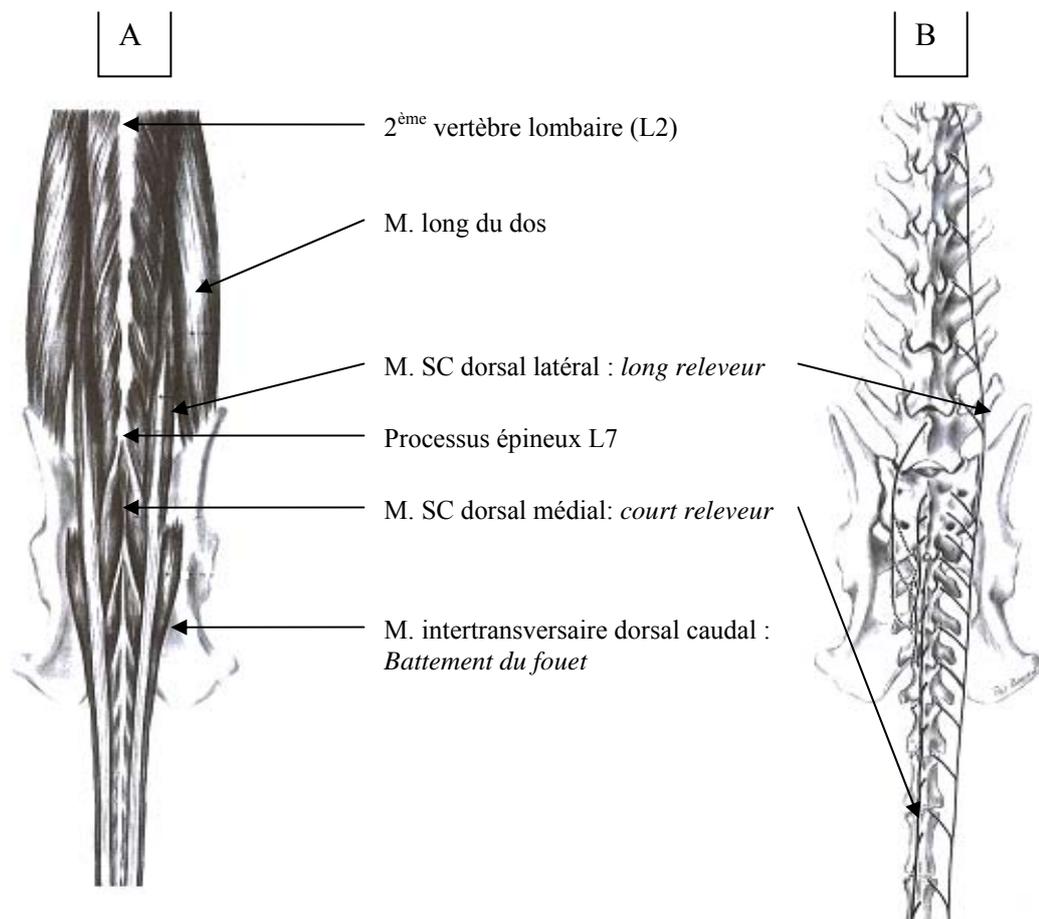
**Figure 2 : Coupe transversale de queue D'après Barone (1986 b)**



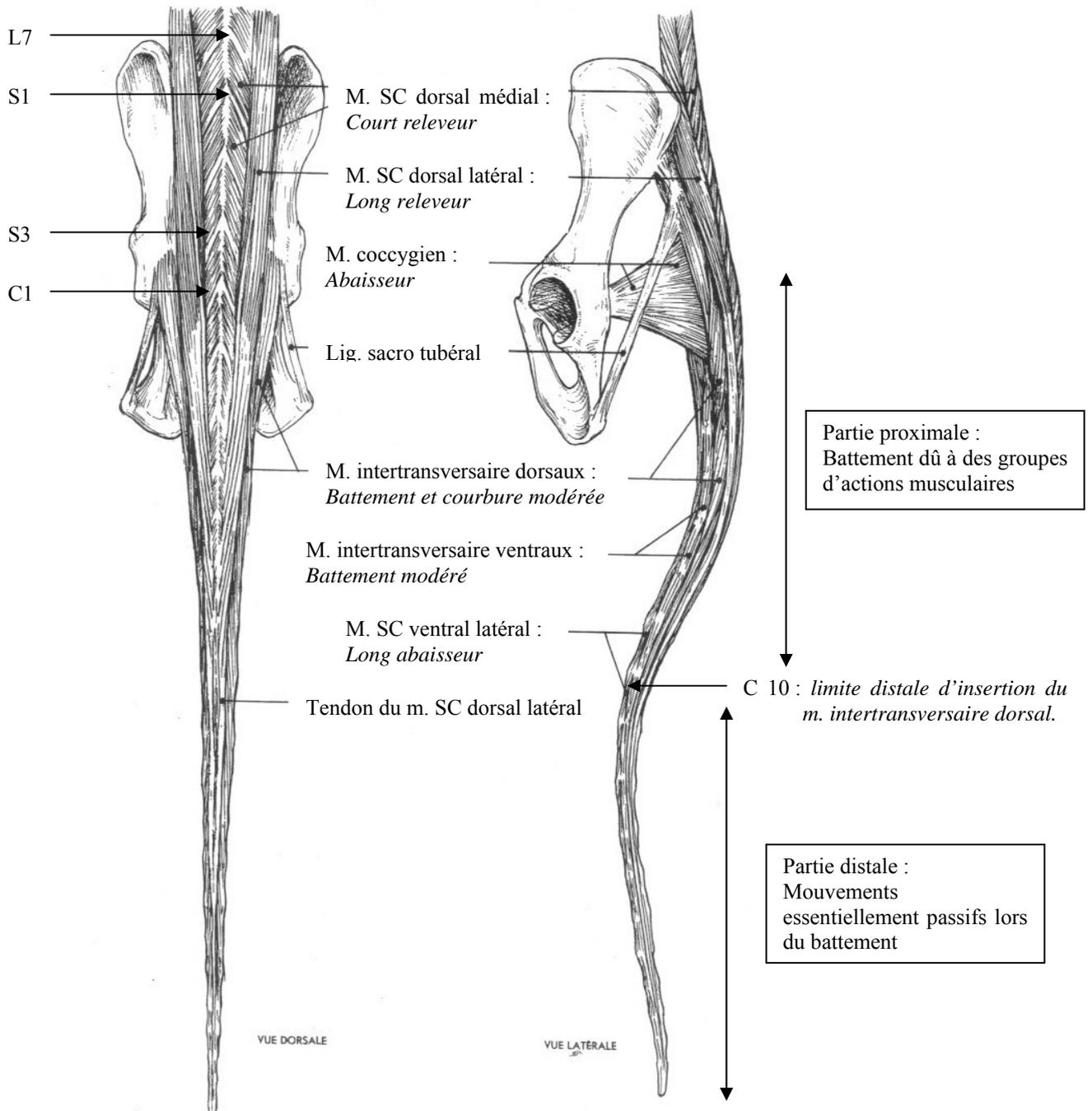
- **Le muscle SC dorsal médial** est divisé en deux chefs disposés symétriquement de part et d'autre des apophyses épineuses des vertèbres coccygiennes. Il prend son origine sur le sommet et le côté des apophyses épineuses des dernières vertèbres lombaires et des premières vertèbres coccygiennes. Les tendons de ses faisceaux successifs s'attachent sur les processus mamillaires ou sur les rugosités qui en tiennent lieu à la face dorsale des vertèbres caudales plus distales. (Figure 3 et 4) Aussi appelé **court releveur de la queue** du fait de sa position et de son attache craniale. Il permet le relèvement de l'ensemble du fouet en n'influant que peu sur sa courbure (Évans, 1993). En fonctionnant de manière unilatérale, il imprime un mouvement de torsion à la queue (Barone, 1986 b).
- **Le muscle SC dorsal latéral** est constitué de faisceaux beaucoup plus longs que le précédent. Leur disposition est longitudinale, chaque faisceau étant placé dorso-latéralement par rapport à celui qui le précède. Ils sont tous terminés par un long tendon et forment un cordon fasciculé sur toute la longueur du fouet. L'origine de ces faisceaux est plus craniale que le SC dorsal médial. Les tendons successifs se terminent sur les reliefs ou rugosités qui représentent les processus mamillaires distales de la queue. (Voir Figure 3 et 4) Aussi appelé **long releveur de la queue**, (Barone, 1986 b) il permet surtout une courbure du fouet et accessoirement un léger relèvement. La contraction unilatérale entraîne un vrillage de la queue (Riga, 1990).

- **Le muscle SC ventral médial** s'étend ventralement de la dernière vertèbre sacrale jusqu'au bout de la queue. Ses tendons sont courts et forts, et rejoignent les tendons homologues du muscle SC ventral latéral.  
Les tendons se terminent sur les processus hémaux puis sur la face ventrale des vertèbres caudales.  
Ce **court abaisseur de la queue** (Barone, 1986 b) permet l'inclinaison vers le bas de l'ensemble de la queue. Il ne modifie presque pas la courbure de la queue. Sa contraction unilatérale entraîne une déviation latéro-ventrale.
- **Le muscle SC ventral latéral** est volumineux et puissant. Les faisceaux s'insèrent sur la face ventrale de la dernière vertèbre lombaire, des vertèbres sacrales puis sur les apophyses transverses des premières coccygiennes. Les tendons successifs se terminent sur les processus hémaux, puis sur le corps des vertèbres distales de la queue, parfois jusqu'à la dernière. (Figure 4)  
Ce **long abaisseur de la queue** (Barone, 1986 b) contribue surtout à permettre une courbure ventrale de la queue. Il intervient aussi, dans une moindre mesure, dans l'abaissement de l'angle d'élévation du fouet. La contraction unilatérale tire la queue de côté.

**Figure 3 : Muscles de la région lombo-caudale. A, vue dorsale. B, représentation schématique. D'après Evans (1993).**



**Figure 4 : Muscles de la queue du chien. D'après Evans (1993)**



- **Les muscles intertransversaires dorsaux** sont situés sur la face dorsale des apophyses transverses des vertèbres coccygiennes. Partant de la dernière vertèbre sacrée, ils **s'étendent rarement au-delà de la moitié proximale de la queue**

(Barone, 1986 b) où ils s'insèrent sur les processus transverses des vertèbres coccygiennes (Figure 4).

Leur action musculaire induit **un battement de l'ensemble du fouet. Ils n'induisent qu'une légère courbure du fouet** (Barone, 1986 b ; Evans, 1993).

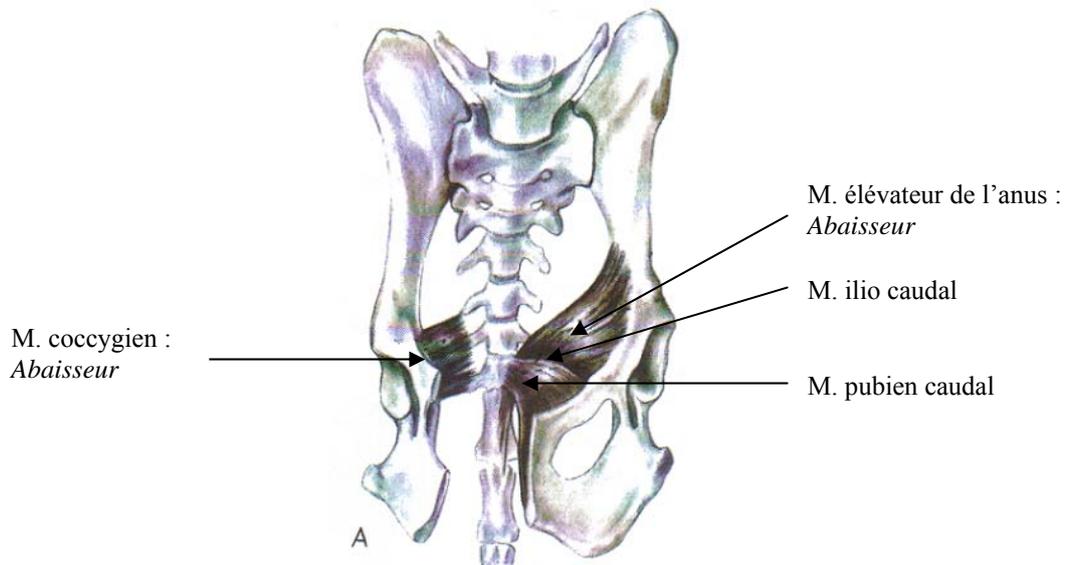
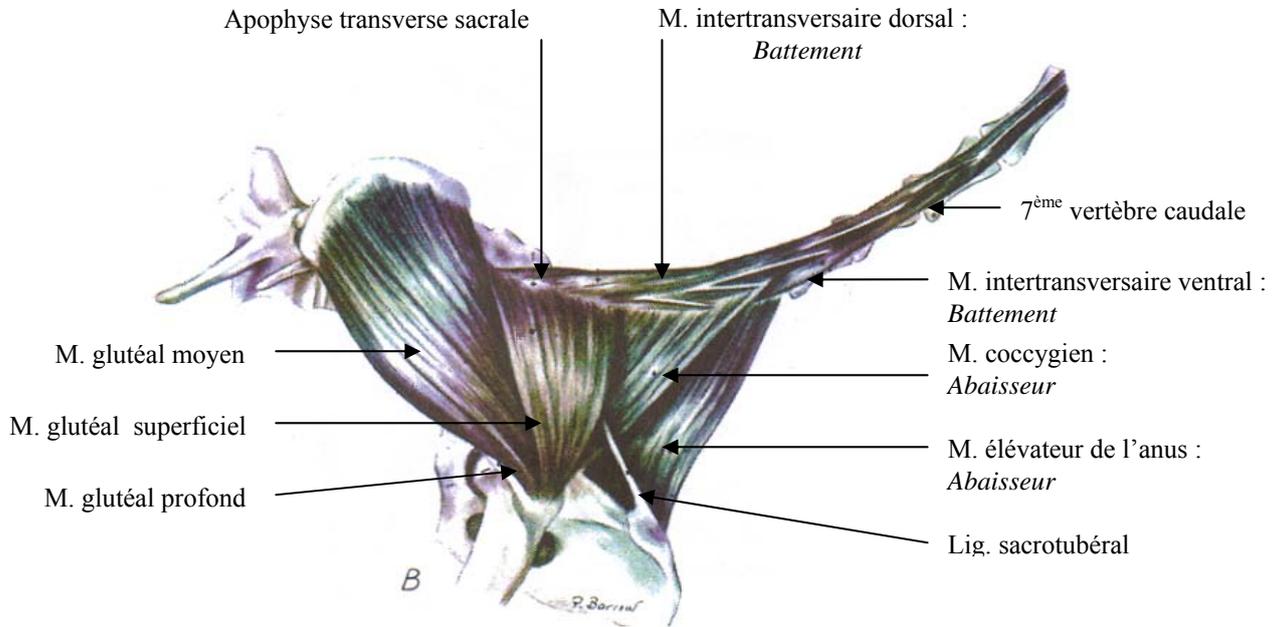
- **Les muscles intertransversaires ventraux** sont situés sur la face ventrale des apophyses transverses des vertèbres coccygiennes. Néanmoins, ils peuvent être suivis plus distalement sur la queue (Figure 4). Ils prennent leur origine sur la face dorsale de l'apophyse transverse de la dernière vertèbre sacrée et des vertèbres coccygiennes. Ils assurent un **battement latéral de la queue et une légère courbure du fouet. On notera que leur rôle est moins important que les intertransversaires dorsaux** (Barone, 1986 b).
- **Le fascia coccygien** est la gaine qui enveloppe l'ensemble des muscles du fouet. A la base de la queue, il se raccorde au fascia superficiel du tronc et au fascia glutéal ou fessier avec lequel il est parfaitement continu (Evans, 1993).

## B. Les muscles extrinsèques de la queue

Ils proviennent de l'os coxal. Ce sont le muscle coccygien, le faisceau coccygien du muscle élévateur de l'anus et quelques faisceaux du muscle sphincter anal interne, externe de l'anus et rétracteur du pénis. Ces derniers ne seront pas développés car leur présence est inconstante et leur action est mécaniquement négligeable sur les mouvements de la queue.

- **Le muscle coccygien** est aplati contre la paroi du bassin, à la face interne de laquelle il est situé, en regard des premières vertèbres coccygiennes. De forme triangulaire, ses fibres divergent en éventail vers la base de la queue. Il se termine sur les processus transverses de la dernière vertèbre sacrée et des premières coccygiennes (Barone, 1986 b) (Figure 5). **Il a une fonction puissante d'abaisseur de la queue en synergie avec les sacro coccygiens ventraux. Il plaque la queue avec force sur le périnée.**
- **Le muscle élévateur de l'anus** est médial et cranial par rapport au muscle coccygien. Ce muscle triangulaire prend naissance sur la face médiale du col de l'ilium, sur la branche du pubis et sur toute la symphyse pubienne. Il est orienté vers la base de la queue, englobant une grande partie de la sphère ano-génitale. Il s'insère sur le processus hémal des vertèbres coccygiennes jusqu'à la septième par un fort tendon (Figure 5). **Sa contraction entraîne la queue contre la région ano-génitale. Son action unilatérale amène la queue crânialement et latéralement** (Barone, 1986 b ; Riga, 1990). L'action combinée de l'élévateur de l'anus et du releveur de la queue donne l'angulation entre la sixième et la septième vertèbre caudale lors de la défécation où le rectum est comprimé.

**Figure 5 : Muscles extrinsèques de la queue. A, vue ventrale. B, vue latérale.**



En conclusion, on peut résumer les groupes d'actions musculaires par le tableau 1 :

**Tableau 1 : Résumé des groupes d'actions musculaires de l'appendice caudal.**

Muscle(s)	Rôle	Localisation
Muscles extrinsèques	Abaisseurs de la queue	Base de la queue
Muscles intertransversaires	Battement latéral du fouet	Moitié proximale de la queue
Muscles SC dorsaux : -Court releveur -Long releveur	Releveurs de la queue : -Ensemble du fouet -Courbure vers le haut	-Proximale -Tout le fouet
Muscle SC ventral -médial -latéral	Abaisseurs de la queue : -Ensemble du fouet -Courbure vers le bas	-Proximale -Tout le fouet

### **III. NEUROLOGIE**

Il existe chez le chien entre quatre et sept paires de nerfs caudaux qui prennent naissance au niveau du cône médullaire (Barone, 2004). Ils participent à la formation de la queue de cheval, autour du filum terminal.

#### **A. Le plexus caudal dorsal**

La branche dorsale du premier nerf caudal est rejointe par la branche dorsale du dernier nerf caudal. On parle de tronc ou plexus caudal dorsal (Barone, 2004).

Le plexus caudal dorsal chemine dorsalement aux processus transverses jusqu'au bout de la queue. Les branches musculaires du plexus dorsal se dirigent caudo-dorsalement vers les muscles SC dorsaux latéral et médial qu'elles innervent (Figure 6). Dans de rares cas, des branches cutanées sont décrites à la base de la queue.

#### **B. Le plexus caudal ventral**

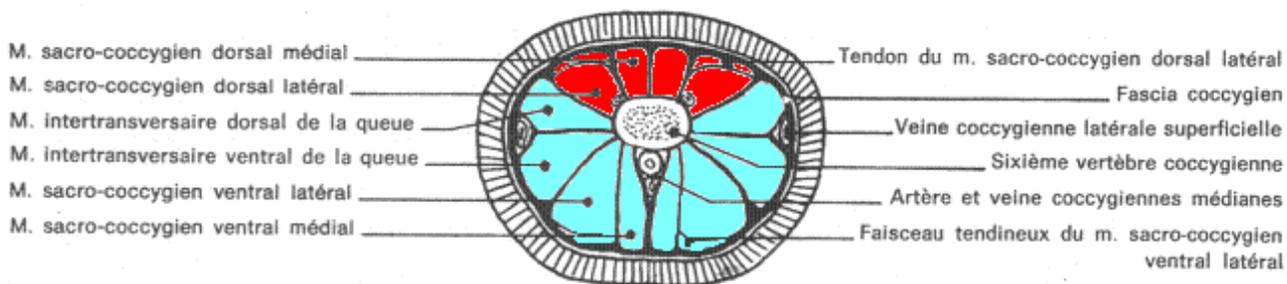
De la même manière, il existe un plexus caudal ventral formé par l'association de la branche ventrale du dernier nerf sacral et de la somme des branches ventrales de tous les nerfs caudaux (Barone, 2004). Le plexus caudal ventral chemine ventralement aux processus

transverses et aux muscles intertransversaires jusqu'au bout de la queue. Les branches musculaires du plexus ventral proviennent aussi bien de la face dorsale et de la face ventrale de celui-ci. Ainsi, les branches musculaires dorsales du tronc nerveux caudal ventral innervent les muscles intertransversaires dorsaux et ventraux ainsi que les vertèbres. Les branches musculaires ventrales innervent les muscles SC ventraux latéraux et médiaux (Figure 6).

Les sept à neuf premières branches sont des branches cutanées qui innervent la peau de la queue (Evans, 1993).

On notera qu'à notre connaissance et malgré nos recherches bibliographiques en neurologie et neuro-anatomie, l'origine centrale des fibres nerveuses des plexus caudaux ne semble pas déterminée. La connaissance des voies afférentes, des centres d'intégration, d'éventuelles relations avec le cortex ou le cervelet et des voies efférentes nous aurait permis d'apprécier le caractère volontaire (ou non) et / ou lié à des centres de l'émotion des contrôles moteurs de la queue. Néanmoins, au regard des connaissances actuelles de neuro-anatomie, il est raisonnable de suggérer l'implication des voies efférentes extrapyramidales, responsables de la motricité involontaire et prépondérante chez les non primates (Palmer, 1976). En particulier, les faisceaux rubrospinaux, impliqués dans la coordination motrice, l'équilibre et la locomotion (Palmer, 1976) pourraient être le support de la motricité de la queue du chien. Aucune preuve expérimentale n'a été faite à ce jour à notre connaissance. Chez le chien, le faisceau rubrospinal atteint la région lombaire alors que chez le chat, il se poursuit en région sacrale (Palmer, 1976). Ce tractus est également impliqué dans la régulation du tonus musculaire. Le noyau rouge, qui émet le tractus rubrospinal, émet également un faisceau de substance blanche vers le noyau olivaire (myélocéphale) homolatéral. Ce dernier reçoit les fibres afférentes du tractus spino-olivaire qui transporte des informations proprioceptives inconscientes sur les tensions musculaires. Ces informations sont transmises au cortex cérébelleux par le tractus olivo-cérébelleux. Cette boucle de régulation (afférent olivaire, régulation cérébelleuse, efférent rubrospinal) participe au tonus musculaire et à la motricité automatique (De Lahunta, 2009). En outre, on notera que « il est bien établi [...] qu'il existe des voies de connections neurologiques entre le cortex cérébral et de nombreuses zones du tronc cérébral, entre autres, la formation réticulée, le tectum et le noyau rouge » (Palmer, 1976). Nous reviendrons sur ces points au vu des résultats de notre étude expérimentale pour ébaucher des hypothèses quant aux structures neurologiques pouvant être impliquées dans le contrôle moteur des mouvements de la queue.

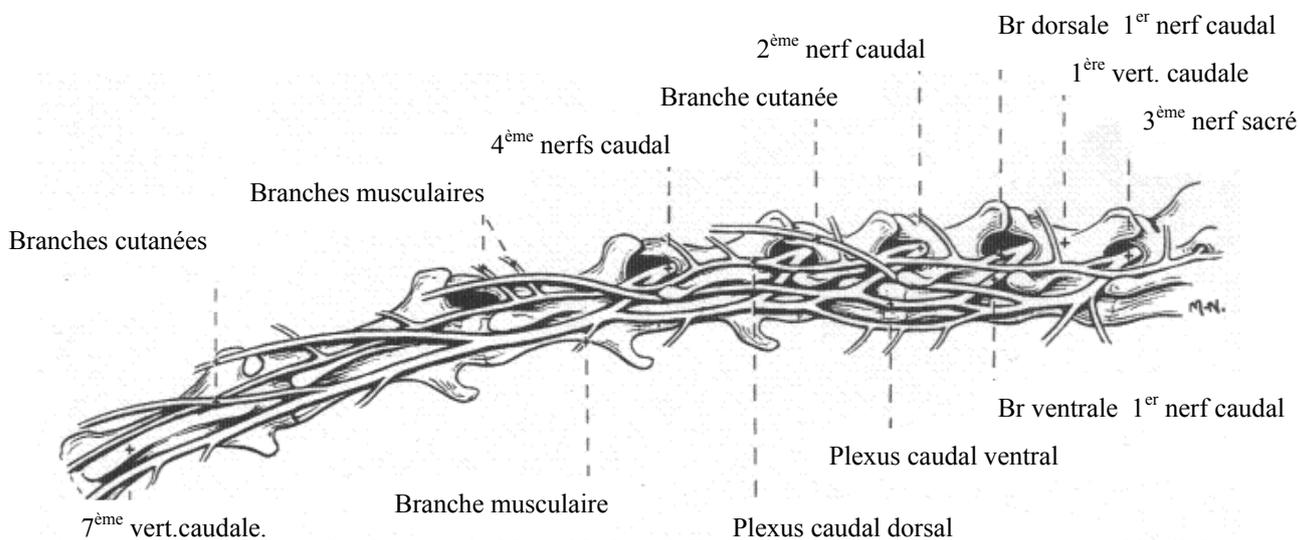
**Figure 6 : Neurologie de la queue du chien. D'après Evans (1993) et Barone (2004).**



COUPE DE LA QUEUE DU CHIEN

- Muscles innervés par le plexus caudal dorsal
- Muscles innervés par le plexus caudal ventral

## IV.



Plexus caudaux : vue latérale. D'après Evans (1993)

# MORPHOLOGIE

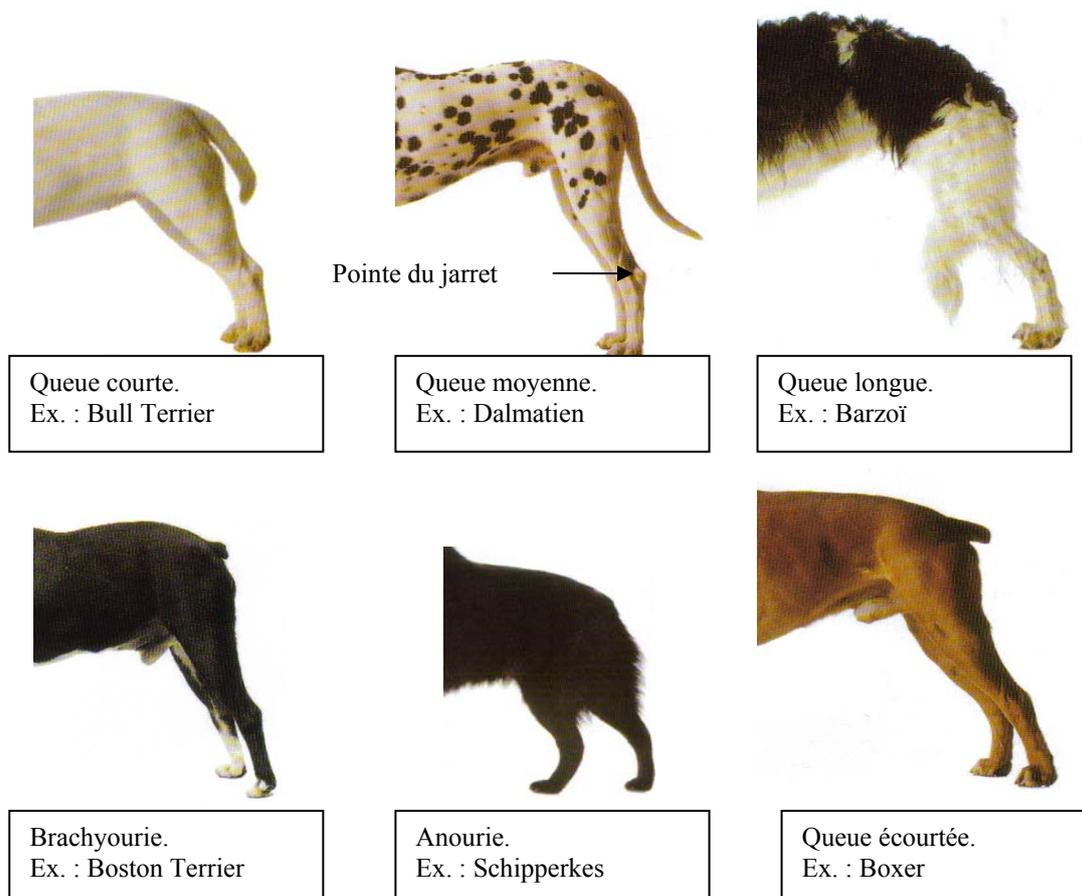
Il est essentiel d'étudier la morphologie de la queue car, dans l'hypothèse où cet organe est un organe de communication, sa forme, son développement pourraient modifier le message véhiculé en relation avec d'autres signaux. De ce fait, sa morphologie pourrait entraîner des variations dans la perception qu'ont les congénères au cours d'une interaction. On constate empiriquement que dans l'espèce canine, les variations morphologiques de la queue sont importantes (anourse, caudectomie, fouet de berger, fouet de terrier...).

Le fouet a la forme d'un long cône dont la base ou l'attache se situe à peu près au milieu de la ligne sacrée et l'extrémité environ à la pointe du jarret (Queinnec, 1997). Les critères de description de la morphologie de la queue utilisés dans le domaine cynotechnique sont au nombre de quatre (Queinnec 1991 ; 1997) : la longueur, le port, la forme et l'attache.

## A. Variation de longueur

Chez le chien, la queue peut-être entière ou écourtée, c'est-à-dire amputée par la main de l'homme sans indication médicale (Luquet, 1971). Parmi les fouets entiers, on distinguera les queues naturellement très courtes ou absentes. On parle alors respectivement de brachyourie et d'anourie (Figure 7).

**Figure 7: Longueur de la queue des chiens. D'après Grandjean *et al.* (2001).**



Le repère anatomique pour définir la longueur de la queue est la pointe du jarret (Figure (7)). Ainsi un fouet dépassant largement la pointe du jarret sera qualifié de « **long** ». Un fouet « **moyen** » arrive au niveau du jarret. Un fouet « **court** » n'atteint pas le jarret (Queinnec, 1991).

## B. Variation du port de queue

Le port de queue peut être défini comme la forme du fouet sans le pelage (Luquet, 1971). A noter que le port de queue peut varier selon le contexte. Ainsi, un fouet « tombant » se relèvera toujours dans une certaine mesure lors d'une activité ou selon l'état émotionnel du chien (Darwin, 1872).

On distingue trois types de ports principaux : fouet tombant, fouet relevé, fouet horizontal (Queinnec, 1991). Ces formes ne seront pas détaillées ici, car elles définissent des ports observés au repos. Ils permettent de juger la morphologie de la queue, en particulier lors d'expositions ou concours. Notre étude dynamique des mouvements de la queue ne permettra pas d'utiliser ces critères.

## C. Variation de la forme

Pourtant, les formes de queues sont très variables et sont dues à la garniture de poils (Queinnec, 1997). On notera que les queues aux poils longs sont plus susceptibles de voir leurs mouvements modifiées par des éléments extérieurs comme le vent ou un pelage trempé et alourdi. De même les fouets aux poils courts permettent l'expression plus efficace de la piloérection. Cette manifestation organo-végétative permet de renseigner un congénère sur l'état émotionnel de l'animal. Ce signal devient presque invisible chez les individus à poil très longs...ou sans poils.

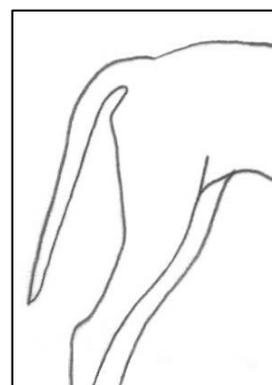
## D. Variation de l'attache

L'attache du fouet est un des principaux facteurs de variations du profil de la ligne sacrée (Queinnec, 1997). Elle peut être « attachée haut » chez des chiens ayant une croupe horizontale. La queue « attachée bas » se trouve chez les chiens ayant une croupe oblique ou convexe.

**Figure 8 : Attache de la queue.**



Attache basse : Sloughi.



Attache haute:Coonhound.

- La morphologie de la queue peut être décrite par la combinaison des critères de forme, de port, de longueur et d'attache. La grande majorité des morphotypes des queues des races canines communes peuvent être regroupés dans le tableau 1 suivant.

- Le fouet a la forme d'un long cône dont l'attache se situe à peu près au milieu de la ligne sacrée (Queinnec, 1997). Ce repère anatomique facilement repérable servira dans la suite de l'étude pour définir la base de la queue dans les mesures d'amplitude de battement.

- Certaines races sont totalement ou presque totalement dépourvues de queue. L'anourie ou la brachyurie est déterminée par un gène dominant, entraînant la létalité à l'état homozygote (Haworth *et al.*, 2001).

- Enfin on notera que la morphologie de la queue de certaines races canines peut être volontairement grandement modifiée. C'est notamment le cas chez les races dont les standards requièrent une caudectomie partielle ou totale.

**Tableau 2: Tableau récapitulatif des morphotypes de queues de chiens.**

queue	port	Forme, longueur	Morphotype	
entière	tombant	en cimetière	court	Bouledogue
			long	Berger Allemand
			moyen épié	Berger Belge
			moyen ras	Dalmatien
		en J	Beauceron	
	en S	Barzoï		
	horizontal	court et ras		Bull-Terrier
		moyen et frangé		Golden retriever
	relevé	en chandelle		WHWT
		en faucille	en brosse	Husky de sibérie
			en panache	Bichon
		en sabre	long	Basset Hound
			court	Beagle
			frangé	Coton de Tuléar
		enroulé	Carlin	
en crosse	Lévrier Afgan			
écourtée	relevé	« portée gaiement »	Fox	
		très court	Boxer	
	horizontal		Braque	
anoure brachyoure	tombante		Epagneul	

## **V. CONCLUSION**

La queue est un organe impair dont les structures anatomiques connaissent une complexité décroissante en région distale. Ainsi, les premières vertèbres caudales caractérisées par des arcs puis des processus hémaux aboutissent pour les dernières d'entre elles à de simples pièces en forme de sablier, étranglées en leur milieu.

L'étude ostéo-articulaire montre une grande flexibilité et une capacité de mouvements importante dans toutes les directions de l'espace. Cette dernière étant accrue en région distale par la disparition des processus articulaires et la diminution d'épaisseur des capsules articulaires.

La myologie de la queue peut-être résumée comme suit (Barone, 1986 b):

Les muscles extrinsèques ont un rôle **puissant d'abaisseur de la queue**,

Les muscles intertransversaires **mobilisent le fouet latéralement**. Les faisceaux dorsaux dépassant rarement **la moitié proximale** influent moins sur la courbure du fouet que leurs homologues ventraux,

Les muscles SC dorsaux sont des releveurs de la queue. La partie médiale, ou « court releveur » de la queue par son attache très craniale participe à relever l'ensemble du fouet. La partie latérale, ou « long releveur », plus étendue distalement contribue à la courbure de l'ensemble du fouet vers le haut,

Le muscle SC ventral médial est un « court abaisseur » de la queue dans son ensemble. Son homologue latéral permet une courbure ventrale de la queue.

Les mouvements de la queue sont la résultante de la contraction de nombreux muscles, ce qui laisse présager l'étude de nombreux « types » de mouvements (Voir partie II). **On notera néanmoins que c'est la moitié proximale de la queue qui est responsable des battements « actifs », alors que la moitié distale n'est animée que de mouvements de battement passifs.**

Au niveau ostéo-articulaire et musculaire, on peut conclure que la moitié distale de la queue est particulièrement sujette aux mouvements passifs, imposés par les articulations ou les muscles de la partie proximale et périnéale de la queue (Barone, 1986 b). C'est donc sur la partie proximale que porteront la plupart des mesures effectuées dans le protocole expérimental suivant. On s'affranchit alors au maximum des mouvements passifs du fouet.

L'anatomie de la queue permet de définir son attache au milieu de la ligne sacrée (Queinnec, 1997). C'est ce repère anatomique facilement identifiable qui sera utilisé dans la suite de cette étude pour les mesures utilisant la base de la queue (mesure de l'angle du battement de la queue, par exemple).

Les sujets étudiés sont des chiens de toutes races et toutes tailles. Aucune sélection morphologique sur la queue n'a été retenue pour aborder le battement de la queue chez *Canis familiaris* dans sa globalité. On notera cependant que Leaver et Reimchen (2008) ont pu mettre en évidence des différences de réactions chez chiens étudiées en fonction de leur taille par rapport à un robot de chien et de la longueur de la queue de celui-ci.

DEUXIEME PARTIE  
ÉTUDE EXPERIMENTALE DES BATTEMENTS DE LA QUEUE CHEZ  
LE CHIEN DOMESTIQUE, *Canis familiaris*:  
INFLUENCE DE LA NATURE DES PROTAGONISTES.

Le protocole expérimental détaillé ci-après se propose d'analyser les paramètres qui caractérisent les mouvements et les battements de la queue de *Canis familiaris* lors d'interactions mettant en présence les chiens avec un autre chien ou un humain. L'objectif sera de rechercher si les paramètres décrivant le battement de la queue varient en fonction de la situation expérimentale. Si c'est le cas, ils auraient alors une valeur informative.

## **I. SUJETS ET METHODES**

### **A. Sujets**

Les sujets de ce travail sont 61 chiens de toutes races ou origines, âgés de 6 mois à 14 ans. Ils ont tous été choisis et filmés dans un refuge (A.V.A. : Aide aux Vieux Animaux. 76220 Cuy Saint Fiacre. Dir. : Dr T. Bedossa) dans lequel ils vivent depuis au moins 6 mois.

### **B. Protocoles expérimentaux**

Les interactions au cours desquelles les données étaient enregistrées ont été soit interspécifiques, soit intraspécifiques. En tout, 61 interactions ont été filmées, soit une durée approximative totale de 14 heures d'enregistrement vidéo. Les considérations anatomiques précédentes et l'observation des séquences filmées montrent que les mouvements de la queue étaient fortement influencés par la démarche et la cadence du pas de l'animal étudié. De plus, les contraintes développées plus loin concernant la nécessité de prises de vues strictement dans l'axe du corps du chien étudié ont réduit la durée des séquences filmées qui seront étudiées. Ainsi, ne seront retenues et analysées, dans ces 61 séquences, que 472 secondes répondant à ces deux contraintes.

#### **1. Interactions interspécifiques**

Lors des interactions interspécifiques homme / chien, les animaux étudiés étaient dans l'enclos fermé grillagé dans lequel ils vivent. La caméra était mise en route environ 30 mètres avant l'enclos. L'expérimentateur approchait alors du chien en maintenant le caméscope focalisé sur le chien. Durant cette phase, l'expérimentateur regardait le chien et l'appelait. En

effet, la camera n'était pas placée à l'auteur du visage de l'expérimentateur qui contrôlait son orientation par un écran de contrôle. Le comportement du chien approché était filmé jusqu'à ce que l'expérimentateur se trouve à 1 mètre du grillage au maximum. Si le chien présentait, lors de cette approche, un comportement agressif, la suite de l'interaction, qualifiée de « négative », était filmée depuis l'extérieur de l'enclos. Sinon, l'expérimentateur entrait dans l'enclos pour poursuivre l'interaction qui était alors qualifiée de « positive » ou « neutre ». La caméra était arrêtée après au moins cinq minutes d'interaction, et lorsque le chien cessait d'interagir avec l'expérimentateur.

On notera que lors de cette étude l'opérateur n'a déclenché aucun comportement agressif après être entré dans l'enclos.

Le nombre d'interactions interspécifiques filmées est de 33, totalisant 8 heures d'enregistrement vidéo dont 250 secondes ont été exploitées et analysées.

## **2. Interactions intraspécifiques**

Lors des interactions intraspécifiques le même chien était systématiquement utilisé pour être mis en présence du chien étudié. Il s'agissait d'un berger belge Malinois femelle stérilisée de 5 ans choisie pour ses capacités d'ajustement social.

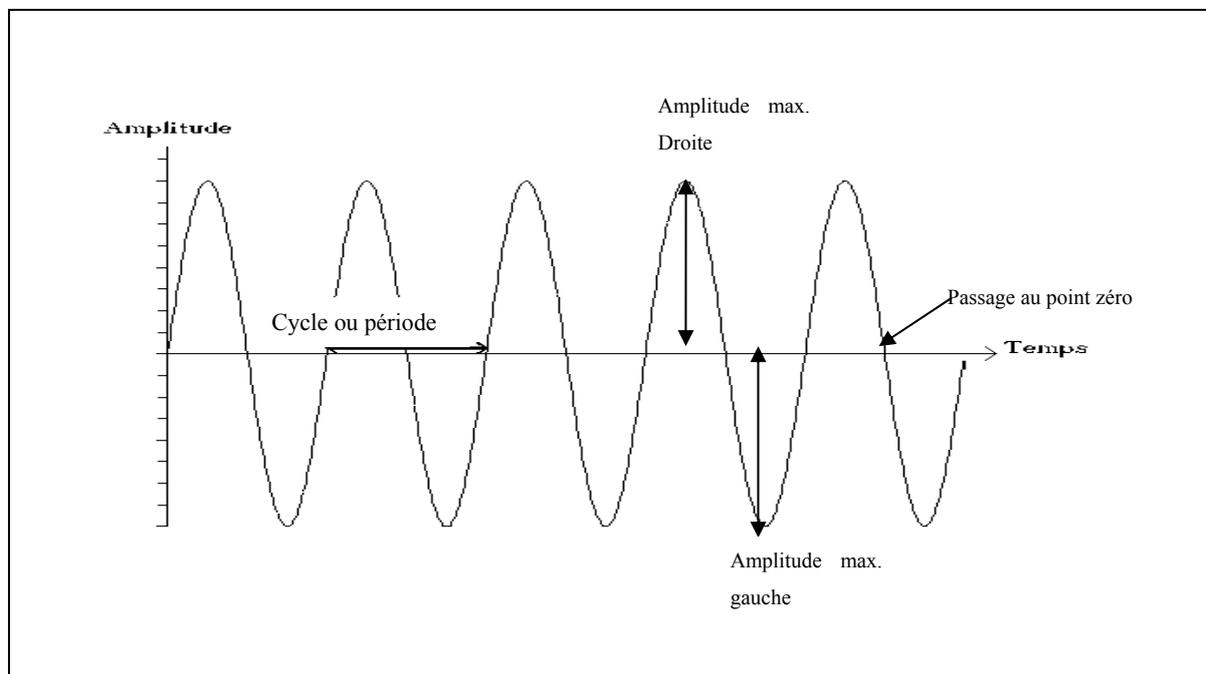
L'opérateur filmait l'enclos où vit le chien à étudier dès une distance de 30 mètres en s'approchant. Le chien témoin approche lui aussi sans contrainte de laisse ou d'ordre. La porte de l'enclos est ouverte pour que le chien témoin y pénètre, suivi de l'opérateur. L'opérateur reste en retrait par rapport aux chiens qui interagissaient. La caméra était arrêtée après au moins 5 minutes d'interaction et quand les chiens n'interagissaient plus depuis au moins plus de 2 minutes. Si les chiens se mettaient à jouer, la séquence s'est limitée aux 5 minutes minimales car les mouvements permanents des protagonistes empêchaient l'exploitation des images.

Le nombre d'interactions intraspécifiques filmées est de 28, totalisant 6 heures d'enregistrement vidéos dont 222 secondes ont été exploitées et analysées.

## **C. Définition des variables étudiées et de leurs méthodes de mesure**

Le battement de la queue étant un phénomène périodique, il peut-être défini et caractérisé par sa fréquence et son amplitude (Figure 9). Toutes les mesures de ces variables ont été obtenues au cours de l'analyse, image par image, des interactions, soit 6000 images pour les interactions interspécifiques et 5328 images pour les interactions intraspécifiques.

**Figure 9 : Périodicité du battement de la queue**



### **1. Fréquence des battements**

Pour chaque interaction étudiée, la durée pendant laquelle la queue battait a été mesurée. On comptait pendant cette durée le nombre de battements de la queue (nombre de périodes). La fréquence du battement est exprimée en Hertz, et correspond au rapport entre la durée globale du battement (en secondes) et le nombre de périodes complètes qui la composent. La position de départ (Position 0) est définie par le passage de la queue dans l'axe du corps de l'animal. La précision des mesures de durée de battement est de l'ordre du dixième de seconde.

Lorsque le chien ne faisait pas battre sa queue au cours d'une interaction, la valeur des paramètres définis ci-dessus était de zéro (0).

## 2. Amplitude des mouvements de la queue

La quantification de ce paramètre implique que la prise de vue ait été faite strictement dans le plan sagittal de l'animal étudié. De plus, pour obtenir une valeur angulaire d'amplitude exploitable, il faut que l'axe de la caméra soit perpendiculaire au plan de battement de la queue. Ces deux contraintes nous ont permis de définir deux positions de caméra pour filmer les interactions en fonction de la position de la queue dans le plan sagittal. Elles seront appelées : position « par-dessus » (Figure 10-A) pour les positions de queue proches de l'horizontale et position « par derrière » (Figure 10-C) pour les positions de queue proche d'un axe vertical.

De cette manière, on peut mesurer une amplitude globale du battement, définie comme la somme des amplitudes maximales à droite et à gauche de l'animal.

On détermine le paramètre « asymétrie de battement » par la formule suivante :

« Asymétrie = Amplitude maximale gauche – Amplitude maximale droite. »

Les valeurs positives indiqueront une asymétrie de battement dont l'amplitude sera plus grande à gauche.

Enfin, l'étude anatomique a permis de montrer que les muscles responsables du battement du fouet s'insèrent sur la première moitié des vertèbres caudales. Seuls les mouvements de la première moitié de la queue sont dus aux contractions alternatives des muscles. La deuxième moitié du fouet étant surtout animée de mouvements passifs ( Cf ANATOMIE). Il a donc été décidé de mesurer les angles d'amplitude maximale en ne considérant pas la pointe de la queue mais uniquement la première moitié du fouet ( Cf ANATOMIE, Figure 4), (Figure 10-B et 10-D).

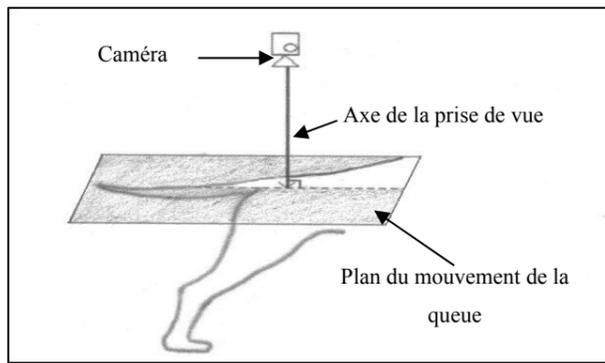
Les mesures des angles d'amplitude sont relevées pour chaque image d'une interaction en apposant une feuille de papier transparent sur l'écran. On pouvait ainsi déterminer les points D (dépression sacro-caudale) et M (milieu de la queue) (Figure 10-B et 10-D).

Si la séquence a été tournée avec la caméra en position « par dessus », on mesure l'angle formé par la droite passant par M et D d'une part, et d'autre part le prolongement de l'axe vertébral de l'animal (Figure 10-B).

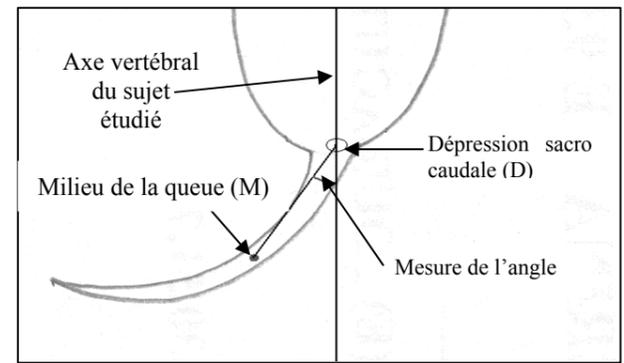
Si la séquence a été tournée avec la caméra en position « par derrière », on mesure l'angle formé par une droite passant par M et D d'une part, et d'autre part l'axe sagittal du corps de l'animal (Figure 10-D).

**Figure 10: Choix des prises de vues et méthode de mesure de l'amplitude du battement de la queue**

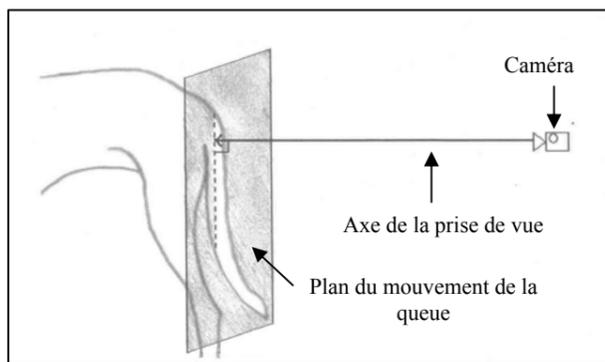
A: Position « par dessus » de la camera lors d'un mouvement horizontal de la queue.



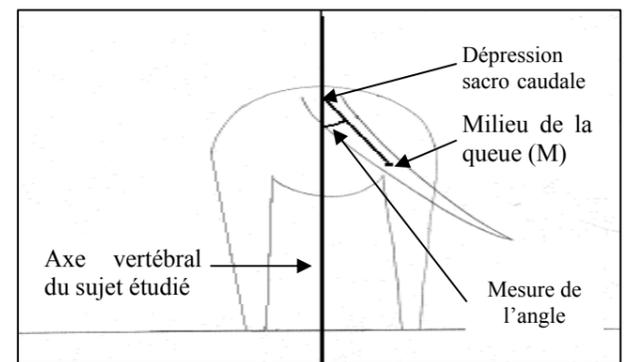
B: Mesure des angles d'amplitude de battement en position « par-dessus »



C: Position « par derrière » de la caméra lors d'un mouvement vertical de la queue.



D: Mesure des angles d'amplitude de battement en position « par derrière »

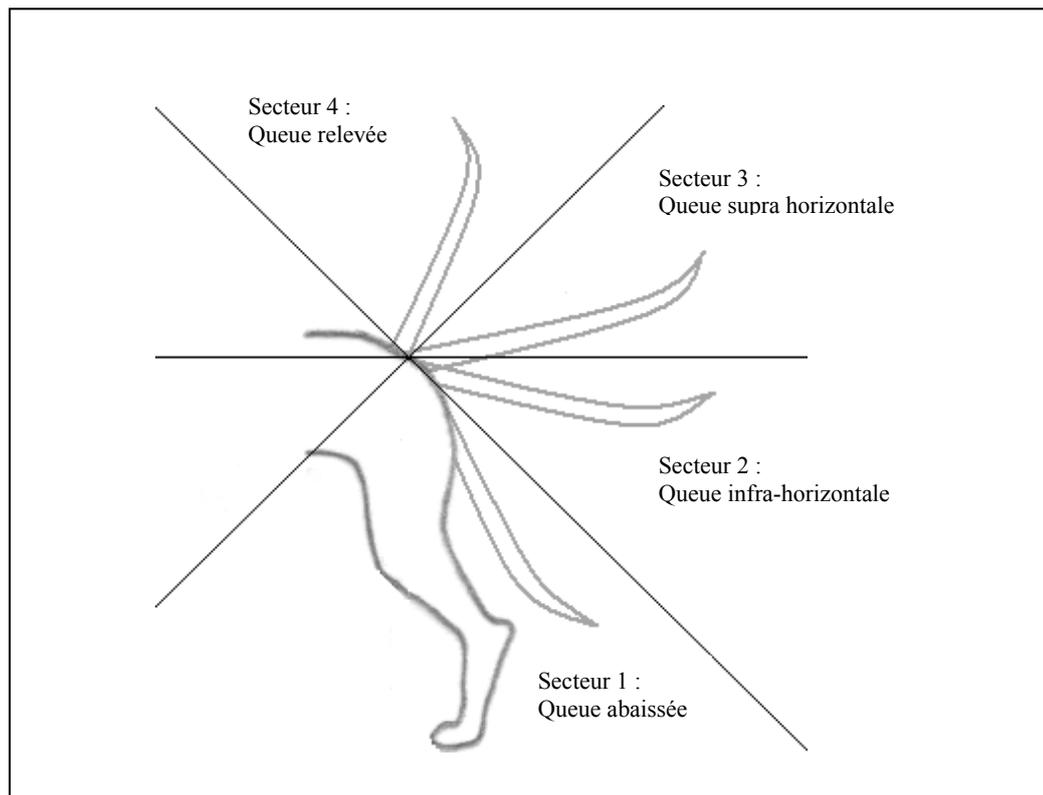


### 3. Secteurs de position de la queue dans le plan sagittal

On a défini 4 secteurs de positions de la queue (Voir Figure 11).

Comme précédemment, la zone a été déterminée par la position de la partie proximale de la queue, et non la partie distale.

**Figure 11 : Définition de secteur de position verticale de la queue**



## D. Traitements statistiques des variables

### 1. Paramètres de description et de dispersion

Pour chacune des variables, la moyenne et l'erreur standard à la moyenne ont été déterminées. Tous les résultats sont alors présentés sous la forme moyenne  $\pm$  ESM.

### 2. Tests statistiques et comparaisons de moyennes

Compte tenu de la nature des variables et de la taille de l'échantillon ( $N = 61$ ), des tests statistiques non paramétriques ont été utilisés.

Les études de comparaison de moyennes entre deux échantillons ont été effectuées par le test de Mann-Whitney (Siegel et Castellan, 1988). Les analyses de variances à un facteur ont été effectuées par le test de Kruskal Wallis (Siegel et Castellan, 1988). Les études de corrélations entre deux variables ont été effectuées par le test de corrélation par rang de Spearman (Siegel et Castellan, 1988).

Le seuil de probabilité retenu est de 0,05 pour des tests bilatéraux. Par convention, dans les figures, (\*) représente une probabilité  $p < 0.05$ , (\*\*) pour  $p < 0.01$ , et (\*\*\*) pour  $p < 0.001$ .

## II. RESULTATS

### A. Analyse des paramètres des battements de la queue chez le chien

#### 1. Fréquence

Le nombre moyen de battements analysables par interaction est de  $16,8 \pm 5,25$  battements. Cela correspond à une moyenne de 16,8 passages de la queue par le point zéro définit dans l'axe vertébral du chien.

La fréquence moyenne de battement de la queue sur l'ensemble de l'échantillon et quels que soient les protagonistes (humain ou chien) est de  $2,16 \pm 0,22$  Hz ( $n = 61$ ). Soit un peu plus de 2 battements par seconde en moyenne.

#### 2. Amplitude

L'amplitude globale est définie comme la somme de l'amplitude droite et de l'amplitude gauche pour chaque battement au cours de chaque interaction. Les séquences où l'amplitude n'a pas pu être mesurée ( $n = 5$ ) ont été exclues du calcul de la moyenne globale. Les interactions au cours desquelles les chiens ne battaient pas de la queue (amplitude =  $0^\circ$ ) sont

incluses dans cette analyse. L'amplitude globale moyenne est de  $85,2^\circ \pm 9,3$  (  $n = 56$ , min.=  $0^\circ$ , max ; =  $149^\circ$ )

### 3. Asymétrie

On calcule, en utilisant toutes les séquences où l'amplitude a pu être calculée (même égale à zéro), la moyenne du paramètre asymétrie, défini précédemment (voir définition des variables- amplitude). Les séquences où l'amplitude n'a pas pu être mesurée ( $n = 5$ ) ont été exclues du calcul de la moyenne globale.

L'indice d'asymétrie moyen est de  $0,5^\circ \pm 3,7$  ( $n = 56$ ). Sur l'ensemble des situations, la queue des chiens a tendance à aller plus loin vers la gauche lors des battements.

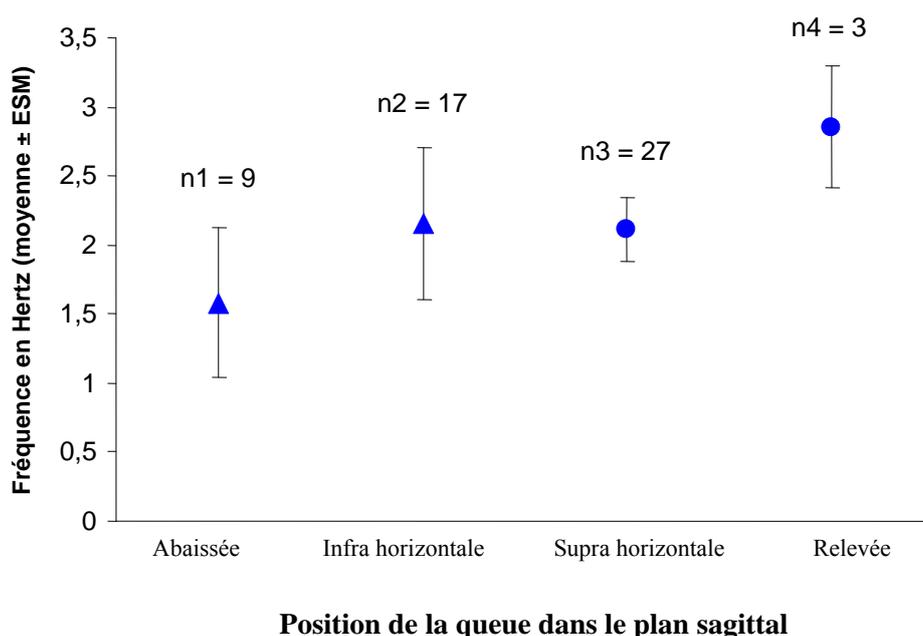
### 4. Influence de la position de la queue dans le plan sagittal

a) Sur la fréquence de battement

Lors des battements, la queue des chiens étudiés pouvait battre dans différentes positions catégorisées par secteur (Figure 11). Les séquences où la fréquence de battement de la queue est égale à zéro (0 Hertz) sont exclues.

La fréquence de battement de la queue est significativement plus importante lorsque la queue bat en position haute dans le plan sagittal. ( $H_{Kw} = 9,28$  , ddl = 3 ,  $p = 0,026$  ; Figure 12).

**Figure 12 : Influence de la position dans le plan sagittal (4 positions) sur la fréquence de battement**



En regroupant les quatre secteurs en deux catégories définies par la position de la queue par rapport au plan horizontal on montre qu'il existe une différence significative de fréquence de battement de la queue selon que son mouvement est infra ou supra horizontal. ( $U_{mw} = 562,5$ ,  $n_{supra} = 30$ ,  $n_{infra} = 26$ ,  $p = 0,0137$ ; Tableau 3). Ainsi la fréquence de la queue est significativement plus importante lorsqu'elle bat en position haute.

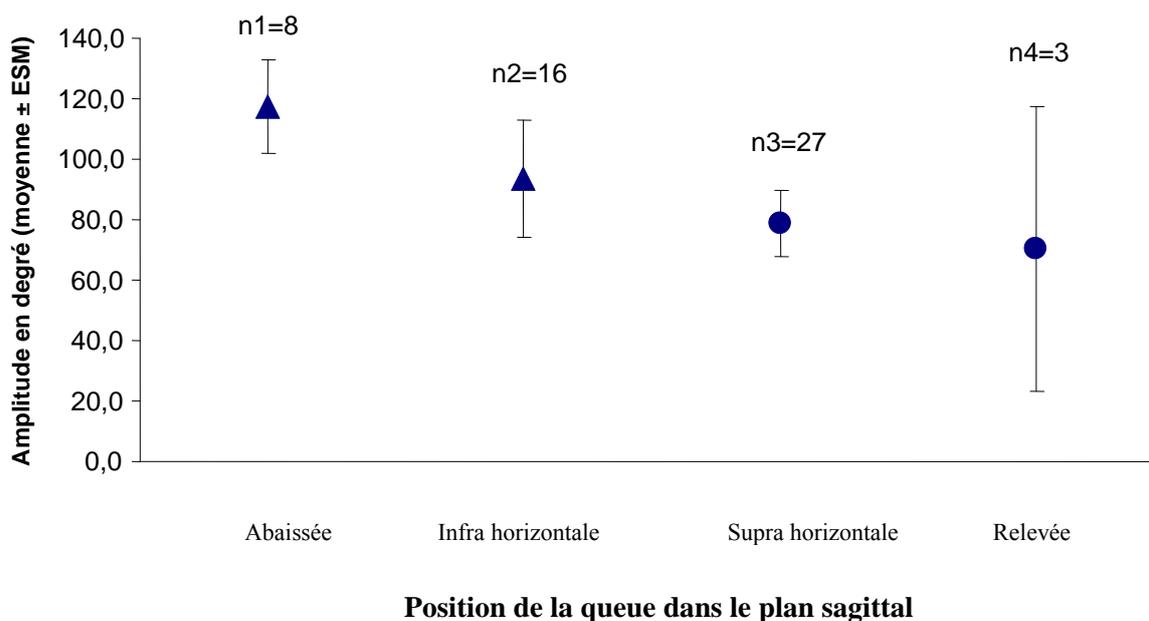
**Tableau 3 : Influence de la position de la queue par rapport à l'axe horizontal (infra horizontal vs supra horizontal) sur la fréquence des battements de la queue**

Position	Infra	Supra
n	26	30
Moyenne (Hz)	1,96	2,18
ESM	0,41	0,20

b) Sur l'amplitude de battement

L'amplitude des battements de la queue sont significativement influencés par la position de la queue dans le plan sagittal ( $H_{kw} = 9,37$ ,  $ddl = 3$ ,  $p = 0,025$ ; Figure 13).

**Figure 13: Influence de la position de la queue dans le plan sagittal sur l'amplitude du battement**

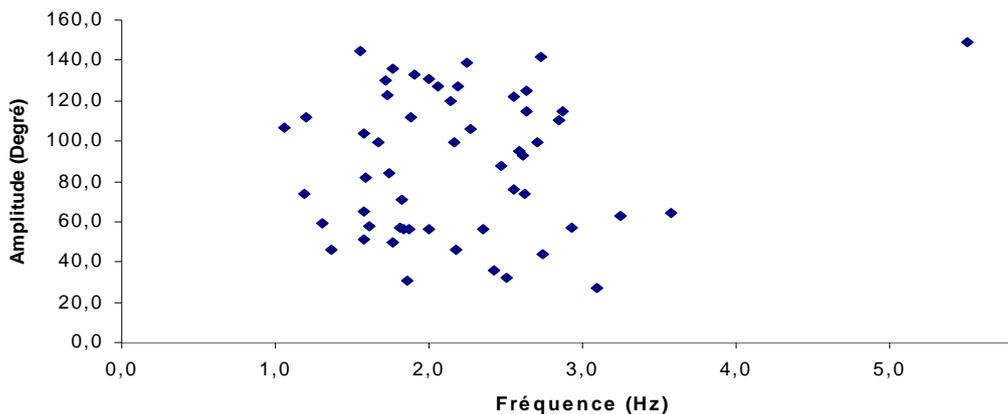


En regroupant les quatre secteurs en deux catégories définies par la position de la queue par rapport au plan horizontal (supra : au dessus du plan horizontal, infra : au dessous du plan horizontal), on met en évidence une influence de la position de la queue par rapport au plan horizontal sur l'amplitude de battement de la queue. L'amplitude des mouvements est significativement plus faible lorsque la queue est relevée ou supra horizontale que lorsqu'elle est abaissée ou infra horizontale. ( $U_{mw} = 507,5$  ,  $n_{\text{infra}} = 24$  ,  $n_{\text{supra}} = 30$  ,  $p = 0,01$ ).

## 5. Relations entre l'amplitude et la fréquence

Si l'on considère la fréquence et l'amplitude du battement de la queue de chaque interaction, on ne peut pas mettre en évidence de corrélation significative entre fréquence et amplitude des battements de la queue ( $\rho_s = 0,027$ ,  $n = 54$  ,  $p > 0,05$  ; Figure 14).

**Figure 14 : Relation entre la fréquence des battements et leur amplitude**

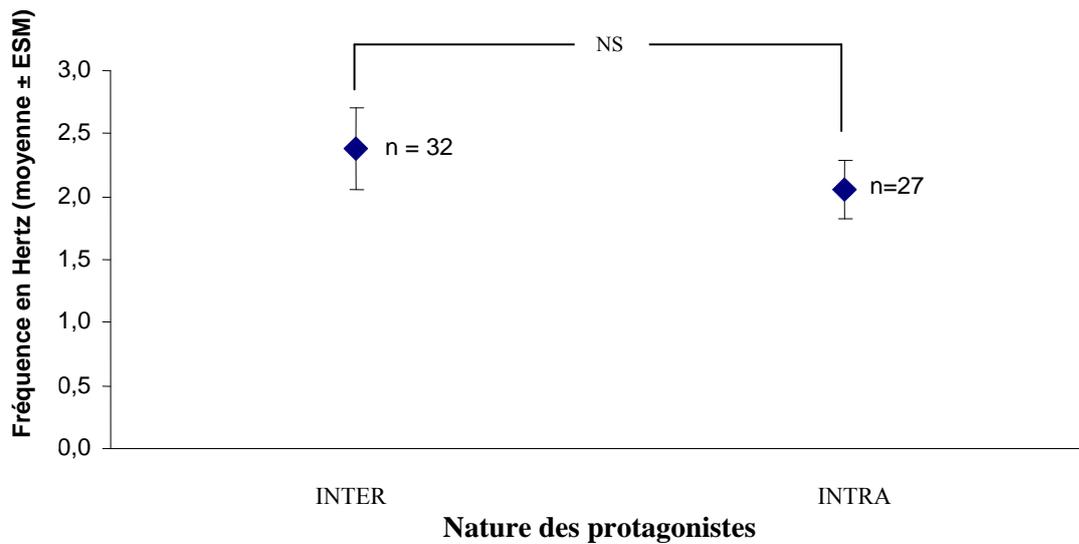


## B. Influence de la nature des protagonistes (homme, chien) sur les paramètres des battements de la queue

### 1. Fréquence

On ne peut mettre en évidence de différence significative de la fréquence de battement de la queue selon la nature de l'interaction ( $U_{mw} = 358$  ,  $n_{\text{INTER}} = 32$  ,  $n_{\text{INTRA}} = 27$  ,  $p = 0,267$  ; Figure 15).

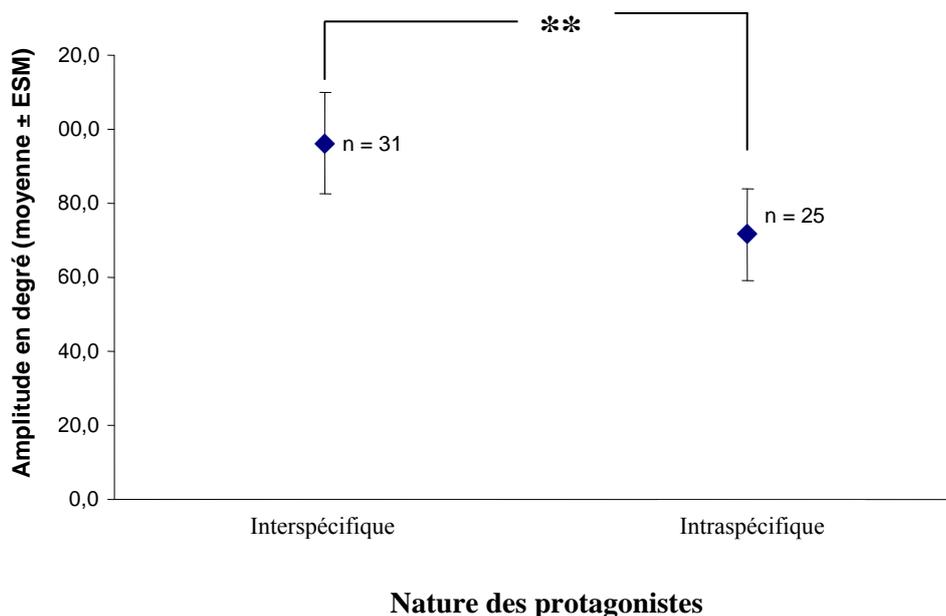
**Figure 15: Influence de la nature du protagoniste (humain ou chien) sur la fréquence de battement de la queue (NS =  $p > 0,05$ )**



## 2. Amplitude

L'amplitude des battements de la queue diffère significativement avec la nature du protagoniste : humain ou canin. L'amplitude moyenne des battements de la queue lors des interactions intraspécifiques est significativement inférieure à celle des battements lors des interactions interspécifiques ( $U_{mw} = 544$ ,  $n_{intra} = 25$ ,  $n_{inter} = 31$ ,  $p = 0,01$ ; Figure 16).

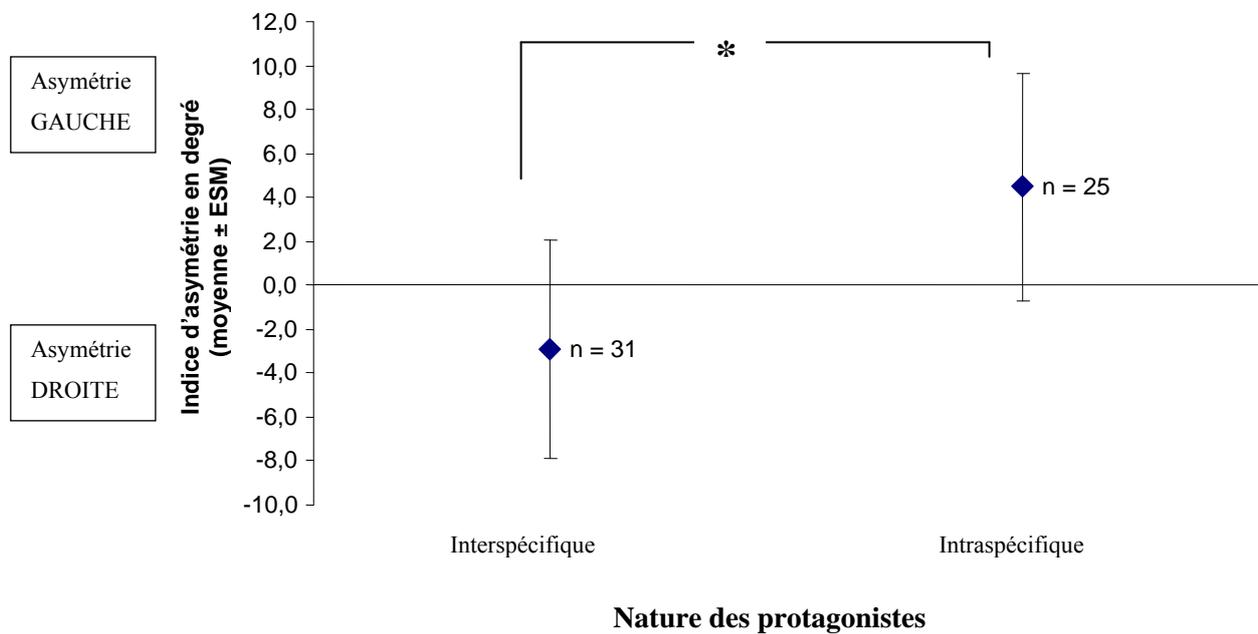
**Figure 16 : Influence de la nature du protagoniste (homme, chien) sur l'amplitude du mouvement de la queue (\*\* =  $p < 0,01$ ).**



### 3. Asymétrie

L'indice d'asymétrie lors des interactions intraspécifiques est significativement supérieur à celui calculé pour les interactions interspécifiques ( $U_{mw} = 266,5$ ,  $n_{INTER} = 31$ ,  $n_{INTRA} = 25$ ,  $p = 0,047$ ; Figure 17). Lors d'interactions intraspécifiques, la queue s'écarte significativement plus vers la gauche que vers la droite au cours des battements. On observe l'inverse lors d'interactions interspécifiques (Figure 17).

**Figure 17: Influence de la nature des protagonistes (humain, chien) sur l'asymétrie des mouvements de la queue (\* =  $p < 0.05$ )**



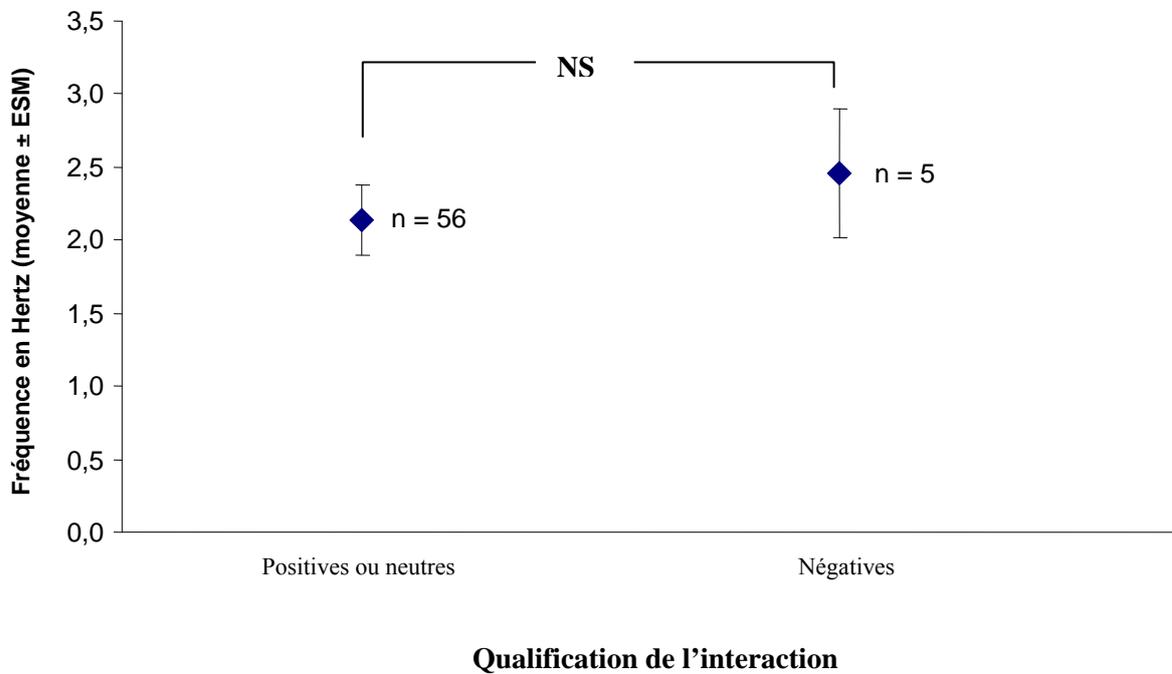
### C. Influence de l'issue de l'interaction sur les paramètres des battements de la queue

Comme défini précédemment (voir protocoles expérimentaux), les interactions ont été qualifiées de « négatives » lorsqu'elles ont abouti à un comportement agressif ou à une fuite. Dans le cas contraire, elles ont été qualifiées de « positives » ou « neutres ». On notera que seules des interactions interspécifiques ont été qualifiées de « négatives », elles sont au nombre de 5.

## 1. Fréquence

On ne peut mettre en évidence de modification de la fréquence des battements de la queue en relation avec le caractère « positif ou neutre » ou « négatif » (agressif) de l'interaction ( $U_{mw} = 91,5$ ,  $n_{\text{positif ou neutre}} = 56$ ,  $n_{\text{négatif}} = 5$ ,  $p = 0,207$ ; Figure 18).

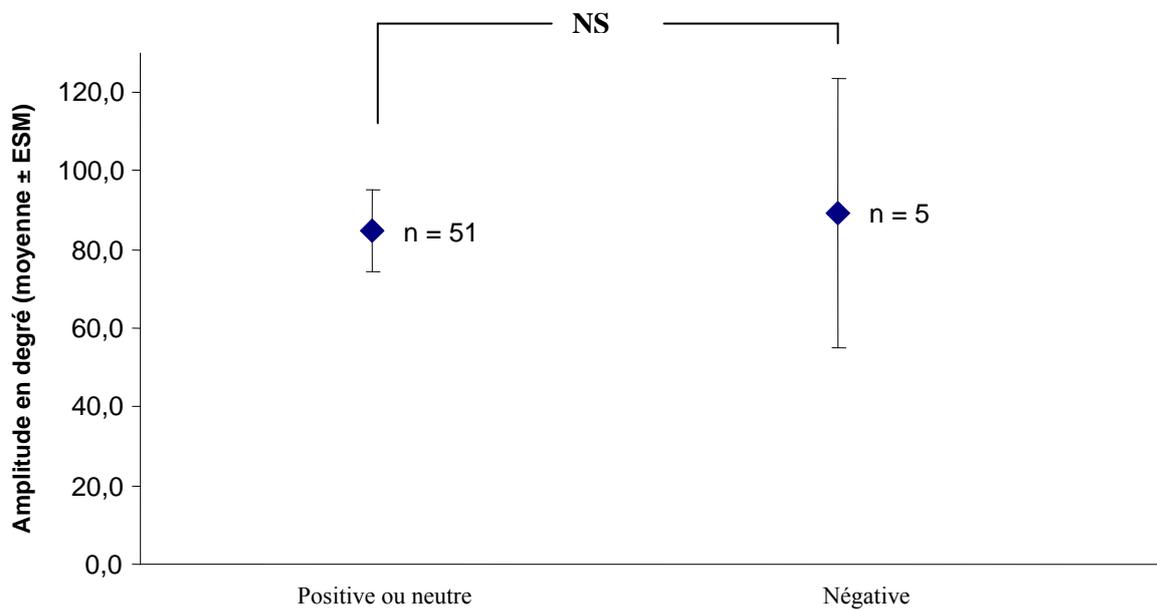
**Figure 18 : Influence de l'issue de l'interaction (positive, neutre ou négative) sur la fréquence de battement de la queue ( NS =  $p > 0,05$  )**



## 2. Amplitude

On ne peut pas mettre en évidence d'influence de la nature des interactions sur l'amplitude des battements de la queue. ( $U_{mw} = 136,5$ ,  $n_{\text{négative}} = 5$ ,  $n_{\text{positif ou neutre}} = 51$ ,  $p = 0,807$ ; Figure 19)

**Figure 19: Influence de l'issue des interactions (positive, neutre ou négative) sur l'amplitude des mouvements de la queue ( NS =  $p > 0,05$  )**

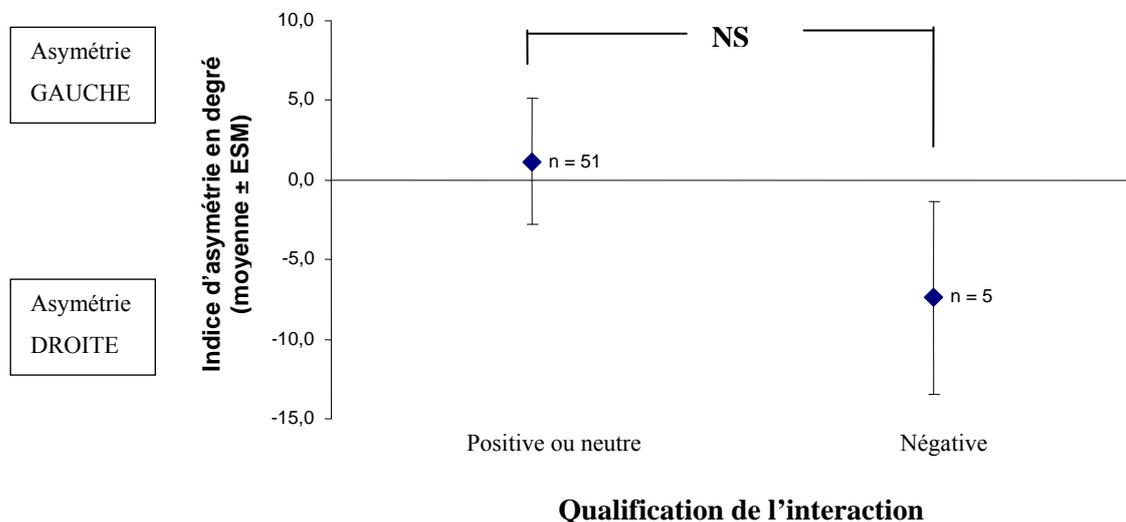


### Qualification de l'interaction

### 3. Asymétrie

On ne peut pas mettre en évidence d'influence de l'issue de l'interaction sur l'asymétrie du battement de la queue ( $U_{mw} = 70$ ,  $n_{\text{positif ou neutre}} = 51$ ,  $n_{\text{négatif}} = 5$ ; Figure 20). On peut toutefois mentionner que lors d'interactions à l'issue desquelles des comportements d'agression ont été manifesté par le chien sujet, l'indice d'Asymétrie est négatif, donc que la queue a tendance à s'écarter plus vers la droite que vers la gauche. Cette tendance est cohérente avec l'observation précédente ( Cf. Figure 17)) puisque toutes les interactions dont les issues ont été qualifiées de « négatives » sont des interactions interspécifiques.

**Figure 20: Influence de l'issue de l'interaction sur l'asymétrie du mouvement de la queue du chien ( NS =  $p > 0,05$  ).**



### III. DISCUSSION

L'objectif de ce travail est d'étudier les battements de la queue chez *Canis familiaris* afin de caractériser les paramètres qui les décrivent au mieux et d'envisager leur valeur informative. On se devait alors de prendre en compte le plus grand nombre de paramètres possible (amplitude, fréquence, position,...) pour décrire ces battements et leurs variations. Nous avons donc choisi dans cette étude de provoquer des interactions chien / chien et chien / humain en semi liberté. En effet, si l'utilisation de modèles animaux robotisés est intéressante dans une étude comportementale (Leaver et Reimchen, 2008), ils limitent le nombre de critères étudiés pour ne faire varier qu'un seule paramètre étudié (la longueur de la queue, par exemple). Ainsi pour appréhender les battements de la queue dans leur globalité et en étudier le maximum de paramètres l'utilisation d'un chien témoin a été retenue. Cela nous a permis de conserver et de prendre en compte le plus possible de paramètres de la communication visuelle (posture du corps et des oreilles, pilo-érection, ...), olfactive, acoustiques (grognements, jappements...) avec la variabilité qu'ils engendrent.

Le choix de deux types d'interactions (interspécifiques et intraspécifiques) a été motivé par deux arguments majeurs. Le premier est qu'il existe peu d'études comparatives descriptives sur la communication visuelle interspécifique versus intraspécifique. Or *Canis familiaris* est un animal domestique, et en tant que tel il est amené à de multiples et durables interactions avec l'homme. Il est donc important de connaître tous les modes d'expression des émotions chez le chien, notamment les battements de la queue, pour un meilleur ajustement des deux protagonistes humain et canin. Le second est le refus, pour des raisons éthiques, d'un protocole basé sur l'opposition interaction négative / interaction positive pour lequel il aurait fallu imposer des stimuli négatifs aux animaux. Le caractère positif ou négatif de la séquence ainsi que l'état émotionnel de l'animal seront définis par l'issue de l'interaction comme des paramètres descriptifs.

La fréquence des battements est d'environ 2 battements par seconde en moyenne, toutes interactions confondues. La fréquence des battements de la queue n'est influencée, ni par la nature du protagoniste, ni par l'issue de l'interaction. En revanche, elle est d'autant plus élevée que la queue bat en position relevée (Tableau 4).

**Tableau 4 : Résumé de l'influence des facteurs sur les paramètres du battement de la queue**

VARIABLES	FACTEURS		
	Nature des protagonistes	Position dans le plan vertical	Issue de l'interaction
Fréquence	NON	OUI	NON
Amplitude	OUI	OUI	NON
Asymétrie	OUI		NON

L'analyse de l'amplitude de battement représente une des originalités de ce travail puisqu'il est le premier à proposer d'effectuer ces mesures sur la première moitié de la queue pour s'affranchir des mouvements passifs du fouet distal. Ainsi, on a pu mettre en évidence une différence significative d'amplitude de battement entre les deux situations expérimentales proposées : l'amplitude est plus importante en interaction interspécifique que dans les interactions intraspécifiques. Un autre résultat significatif est celui concernant l'influence de la position sagittale de la queue sur l'amplitude de battement. On remarque que plus la position de la queue est basse plus l'amplitude du mouvement est importante. Le fait de trouver des différences significatives entre les amplitudes de battements selon la nature des protagonistes et la position dans le plan sagittale de la queue amènent à conférer aux mouvements et à la position de la queue un rôle de communication. Ils permettent de renseigner « le récepteur » sur une information intrinsèque à la situation de « l'émetteur ».

Leaver et Reimchen (2008) étudient le comportement et la posture de chiens approchant un automate de chien dont ils font varier la longueur de la queue, celle-ci pouvant être immobile ou battre selon les paramètres : Fréquence  $\approx 1$  Hz, Amplitude  $\approx 90^\circ$ , position dans le plan sagittal : relevée à  $80^\circ$  au dessus de l'horizontale. D'après nos résultats, il semble qu'en position relevée, la queue de l'automate, pour recréer au mieux les éléments informatifs que nous avons étudiés, devrait battre avec une amplitude réduite ( $\approx 70^\circ$ ) et une fréquence élevée ( $\approx 3$  Hz). Néanmoins ils prouvent que l'absence de battement d'une queue longue réduit les probabilités d'interaction, ce qui est cohérent avec la valeur informative des battements de la queue du chien.

Quaranta *et al.* (2007) étudient en laboratoire, dans des conditions contraignantes pour les sujets, l'asymétrie dans le battement de la queue de *Canis familiaris* en fonction du caractère positif ou négatif, défini préalablement, d'un stimulus. Ainsi, ils mettent en évidence un battement porté à droite lors de stimuli « positifs » ( le maître, un humain inconnu et un chat.) , et inversement une asymétrie portée à gauche lors d'exposition à un stimulus « négatif » (un chien qualifié de dominant et l'absence de stimulus). Or, d'après notre étude, nous ne pouvons pas mettre en évidence d'influence de l'issue de l'interaction sur l'asymétrie du battement. En revanche, la nature des protagonistes a une influence significative sur l'asymétrie du battement. Ainsi, une interaction interspécifique entraîne une asymétrie du battement vers la droite, alors qu'une interaction intraspécifique fait porter l'asymétrie du battement vers la gauche. Pour commenter les différences dans les résultats de ces deux études, on peut dire :

- Dans notre étude, l'issue de l'interaction représente la perception chez le sujet d'un caractère « positif » ou « négatif » au stimulus auquel il a été confronté et auquel il peut se soustraire. Le caractère « positif » ou « négatif » d'une interaction n'est donc pas assigné arbitrairement a priori mais inféré de l'issue de l'interaction,

- Pour Quaranta *et al* (2007), la qualification « positive » et « négative » d'une interaction est définie a priori. On peut alors se demander s'il est rigoureux de définir systématiquement comme « positif » une interaction entre un chat et un chien. En effet, aucune précision n'est donnée sur la réaction du chien étudié face au chat. Et on admettra que certains chiens habitués au contact et aux interactions avec un chat peuvent les trouver « positives ». En effet, si durant les premières semaines de son développement, le chiot est mis en présence avec d'autres espèces (homme ou chat), il pourra les considérer comme « amies ». Inversement, la mise en présence d'un chat montrant des signes d'agressivité et d'un chien qui n'en a jamais côtoyé peut aisément déclencher des réactions agressives ou phobiques. De même, peut-on définir une interaction entre un chien et un homme inconnu sans jamais tenir compte de son caractère et sans décrire ses réactions ?,

- Enfin, on notera un parallèle parfait entre les interactions définies comme « positives » (maitre, humain inconnu et chat) et le caractère interspécifique de l'interaction. Il est important de souligner que les stimuli supposés a priori comme positifs par Quaranta *et al* (2007) qui induisent un même biais de latéralité vers la droite sont des stimuli non spécifiques pour les sujets. Dans notre étude ce même biais de latéralité est observé dans les interactions interspécifiques. On peut alors supposer que le véritable biais induisant ce type de latéralité est un facteur d'interspécificité. Ce type d'induction d'un biais de latéralité rappelle celui observé dans la perception acoustique chez les primates non humains et les carnivores où les stimuli acoustiques spécifiques sont traités préférentiellement par l'oreille droite - hémisphère gauche et les autres stimuli par l'oreille gauche (Petersen *et al.*, 1978 ; Hauser et Anderson, 1994 ; Böye *et al.*, 2005)".

Comme pour les biais concernant l'étude de la fréquence de battement de la queue, une étude dont le protocole expérimental serait défini sur la recherche d'interactions « positives » ou « négatives » correctement définies permettrait de faire la part des choses.

L'asymétrie significative du battement de la queue, même si elle est encore à définir dans d'autres conditions expérimentales, nous amène donc à penser que les structures neurologiques impliquées pourraient être latéralisées. « Un cerveau est considéré comme asymétrique (ou latéralisé) si un côté (un hémisphère ou une autre région du cerveau) est structurellement différent de l'autre et / ou qu'il effectue des tâches différentes » (Bisazza *et al.*, 1998). Ainsi, chez l'homme, l'hémisphère cérébral gauche serait le siège du langage chez une majorité d'individus, alors que l'hémisphère droit serait surtout consacré aux fonctions émotionnelles et spatiales. Chez les animaux, on définit souvent l'hémisphère droit comme celui de l'attention et des réactions rapides (fuite devant un prédateur), le gauche comme celui qui contrôle les réponses demandant une analyse plus fine des stimuli (Villortigara, 2000). De nombreuses asymétries fonctionnelles ont été étudiées chez l'animal, en particulier chez les primates à propos de la communication : la reconnaissance d'individus connus et des expressions faciales, l'élaboration de ces expressions faciales, la perception et la production de vocalisations et autres stimuli auditifs et les gestes, postures et symboles (Hopkins et Carriba, 2002). La relation entre les expressions faciales, chez l'homme et l'animal, et les émotions est décrite dès Charles Darwin (1872), l'étude de la spécialisation d'un hémisphère cérébral de l'émotion devient alors l'étude de la latéralisation de la production et de la perception des expressions faciales. Kalin *et al.* (1998) enregistrent séparément les électro-encéphalogrammes des hémisphères cérébraux et le taux de cortisol de macaques rhésus (*Macaca mulatta*) en réponse à la peur ou au stress. Les macaques présentant une activité cérébrale majorée de l'hémisphère droit présentaient aussi des taux de cortisol (hormone liée au stress) significativement plus élevés et des réactions de peurs majorées. Ils mettent ainsi en évidence le lien en asymétrie cérébrale, émotion et réactions au stress.

Ledoux (1986) donne aux émotions un rôle dans la communication sociale dont les postures et les mouvements du corps. Il fait alors la distinction entre la communication symbolique et la communication spontanée : « les expressions de l'émotion basées sur les mécanismes de la communication instinctive sont spontanées, par opposition à la communication intentionnelle. C'est-à-dire qu'ils impliquent une expression relativement « automatique » de l'état émotionnel et des motivations internes qui ne sont pas sous le contrôle volontaire de l'émetteur. Deuxièmement, de telles expressions sont biologiquement structurées, par opposition aux expressions culturellement structurées. Donc l'émetteur et le receveur ont dû bénéficier d'une capacité, au sein de l'espèce pour que ce processus de communication soit

littéralement inné. Cela implique que ce type d'expression en question soit universel au sein de l'espèce » (p. 282). En nous rapportant aux considérations anatomiques évoquées plus tôt (Cf Partie 1, IV : Anatomie), on pourrait supposer une voie neurologique de régulation de la motricité de la queue par un centre lié à l'émotion. Les noyaux de la motricité extrapyramidale, faisceaux rubrospinaux et réticulospinaux pourraient être modulés par un circuit corticothalamique. Ce modèle permettrait de traduire les mouvements involontaires de la queue, et la modulation de sa motricité en fonction de l'état émotionnel de l'animal.

La régulation de cette voie motrice par un relais olivaire et le cervelet est aussi envisageable. En effet, son implication majeure dans le tonus musculaire et les voies de l'équilibre sont compatibles avec l'activité motrice de la queue. Chez le chat, *Felis catus*, le rôle de balancier la queue est très développé, ce qui pourrait être mis en parallèle avec la neuroanatomie des faisceaux rubrospinaux qui se prolongent jusque dans les segments sacrés. Chez *Canis familiaris*, ce tractus ne se développe que jusqu'en région lombaire, mais le rôle dans l'équilibre de la queue peut néanmoins être mis en évidence : un chien porté vivement et penché latéralement présentera pendant quelques secondes des mouvements réflexes de moulinet de la queue pour tenter de rétablir sa position verticale (observations personnelles). Le rôle du cervelet dans le tonus musculaire, couplé à une régulation thalamique de l'état émotionnel pourraient expliquer qu'un état de tension émotionnel se traduise par un comportement moteur de tension musculaire. Ce pourrait être le cas lorsqu'un chien, au cours d'une situation de tension intra ou interspécifique tient sa queue plus relevée dans le plan sagittal, la tension musculaire globale expliquant également la moindre amplitude des mouvements de battement. Ce schéma moteur est néanmoins purement théorique et seule l'expérimentation neurologique permettrait d'affirmer ou d'infirmer l'implication des différentes structures évoquées dans les mouvements et battements de la queue.

Brown (1911) parvient à recréer sur une préparation de moelle épinière des mouvements de locomotion des membres postérieurs. Il note également des différences de résultats si les muscles de la préparation sont privés de voies afférentes. Il conclut en l'existence d'une certaine autonomie des voies efférentes au sein de la moelle épinière pour la démarche et pour la respiration. Les voies afférentes ne sont pas essentielles à l'obtention de cette démarche automatiques, mais en modifient les caractéristiques. Il leur attribue donc un rôle uniquement régulateur. Le réflexe médullaire dont le point de départ est un message sensoriel afférent n'est donc pas impliqué dans la démarche automatique qui est générée par un « centre » au sein de la moelle épinière, véhiculé par les voies efférentes et régulé par rétrocontrôle des voies afférentes. Baptisé plus tard Central Pattern Generator (CPG) (générateur central de mouvements automatiques), il est toujours très étudié et modélisé. Si sa structure complète n'est pas connue, on suppose qu'il est en fait subdivisé en deux centres distincts mais en étroite relation, innervant chacun un membre (Mc Crea et Rydak, 2008 ; Rybak *et al.*, 2006). Les études chez la lamproie, *Petromyzon marinus*, les études sur le CPG permettent à la fois d'étudier la locomotion et l'activité des muscles de la queue, mais les parallèles avec le chien, dont la queue a perdu toute fonction de locomotion semblent hasardeux. De nombreuses études portant sur des sujets totalement ou partiellement décérébrés cherchent à mettre en évidence les nombreuses et complexes régulations de ces CPG par les différents noyaux du tronc cérébral et du cerveau (Sirota *et al.*, 2006). On pourrait supposer alors que les mouvements rythmiques de la queue du chien soient eux aussi générés par un centre médullaire autonome, ce qui serait cohérent avec son caractère involontaire, et que l'amplitude de ses mouvements soit régulées par des boucles de rétrocontrôle : des voies afférentes et / ou de centres cérébraux liés à l'émotion. Cette hypothèse permettrait d'expliquer une certaine coordination des mouvements de la queue avec la démarche d'un

chien, même si pour l'affirmer il faudrait expérimentalement (EMG) définir quelle est la part de mouvements actifs et passifs de la queue lors de la marche.

Les mouvements de la queue seraient déclenchés par une interaction dès que l'intensité du stimulus ou l'état émotionnel de l'animal dépasse un certain seuil (Scott & Fuller, 1965). Selon le support neurologique qui serait déterminé expérimentalement, il serait intéressant de rechercher s'il existe une valeur seuil de stimulation, ou un « seuil émotionnel » pour déclencher le battement de la queue. Des recherches neurologiques consistant à appliquer des électrodes sur les voies neurologiques définies nous permettraient, en modulant la fréquence et l'intensité des courants imposés de confirmer nos résultats : le battement est déclenché à partir d'une valeur seuil de stimulation, et est caractérisé par sa fréquence, son amplitude, son asymétrie et la position de la queue dans le plan sagittal.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La communication visuelle est un sujet vaste et très étudié pour de très nombreuses espèces. Chez *Canis familiaris*, on évoque fréquemment, et de manière empirique, les différentes postures et mimiques à prendre en compte pour « interpréter » les attitudes et les états émotionnels des chiens. Néanmoins, peu d'études scientifiques ont porté sur le rôle de la queue dans cette communication à support visuel.

Notre protocole expérimental envisage le battement de la queue de manière globale, en s'intéressant à tous les paramètres permettant de le décrire. Si les paramètres de fréquence, d'amplitude et de position de la queue dans le plan horizontal semblent liés, la notion de tension et d'état émotionnel nous est apparue primordiale. En effet, on peut avancer l'hypothèse suivante qu'un animal dans un état de tension important, par exemple lors d'un comportement agressif, soit également dans un état de tension musculaire qui entrainerait une position haute de la queue et des battements rapides de petite amplitude. L'état émotionnel nous semble être le dénominateur commun aux paramètres des battements de la queue que nous avons étudiés.

Les voies nerveuses assurant le contrôle moteur de la queue ne sont pas établies. La relation entre l'état émotionnel, l'état de tension de l'animal, la position (haute) et les mouvements (d'amplitude réduite et de fréquence augmentée) de la queue, est à explorer. Un support extrapyramidal, modulé par des centres corticothalamiques, et un contrôle cérébelleux sont à envisager et à objectiver expérimentalement.

Le caractère asymétrique du battement de la queue est avéré dans notre étude ainsi que dans celle de Quaranta *et al.* (2007) ; néanmoins, il serait intéressant soit d'entreprendre un travail sur les séquences intraspécifiques de notre étude afin de définir des critères pour qualifier l'état émotionnel des chiens en interaction, soit de définir un protocole expérimental où des interactions positives et négatives seraient recherchées et définies en fonction de la réponse du sujet et non *a priori*.

Ces études à venir pourraient nous permettre de comprendre pleinement le fonctionnement de la queue du chien et le lien réel avec son état émotionnel. Empiriquement, chacun « considère » qu'un chien qui bat de la queue est « content » ; une fois que des faits scientifiques seront établis, on pourra envisager d'utiliser cet organe visible et « expressif » pour évaluer facilement l'état émotionnel d'un animal dans un contexte donné. On se posera alors la question : le chien bat-il de la queue ? et comment ?

# BIBLIOGRAPHIE

1. ALTMANN S.A. (1962). A field study of the sociobiology of the rhesus monkey, *Macaca mulatta*. *Ann N Y Acad Sci*, **102**, 338-435.
2. BARONE R. (1986 a). *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, Tome 1, Ostéologie. 3<sup>ème</sup> ed., Paris : Vigot frères, 761p.
3. BARONE R. (1986 b). *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, Tome 2, Arthrologie et myologie. 3<sup>ème</sup> ed., Paris : Vigot frères, 984p.
4. BARONE R. (2004). *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, Tome 6, Neurologie. Paris : Vigot frères, 652p.
5. BISAZZA A., ROGERS L.J., VALLORTIGARA G. (1998). The origins of cerebral asymmetry: A review of evidence of behavioural and brain lateralization in fishes, reptiles and amphibians. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. **22**: 411-426.
6. 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**, 1727-1732.
7. BROWN T.G. (1911). The intrinsic factors in the act of progression in the mammal. *Proc. R. Soc. Lond. (B)*. **84**, 308-319.
8. DARWIN C.R. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. 3<sup>rd</sup> ed., Oxford: Oxford University Press, 472p.
9. DE LAHUNTA A. (2009). *Veterinary neuroanatomy and clinical neurology*. 3<sup>rd</sup> ed., London: Elsevier science. 552p
10. EVANS H.E. (1993). *Miller's anatomy of the dog*. 3<sup>rd</sup> ed., Philadelphia: WB Saunders, 1113p.
11. FOX M.W. (1975). *The wild canids: Their systematics, behavioural ecology, and evolution*. New York: Van Nostrand Reinhold, 508p.
12. GOLANI I. (1976). Homeostatic motor processes in mammalian interactions: a choreography of display. In: BATESON P.P.G., KLOPFER P.H., ed. *Perspectives in ethology*, volume 2. New York : Plenum Press, 69-134.

13. GRANDJEAN D., VAISSAIRE J., VAISSAIRE J.P. *et al.* (2001). *Encyclopédie du chien*. Paris : Aniwa Publishing, 656p.
14. HAUSER M.D. (1996). *The evolution of communication*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 760p.
15. HAUSER M.D., ANDERSSON K. (1994). Left hemisphere dominance for processing vocalizations in adult, but not infant, rhesus monkeys: field experiments. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **91**, 3946-3948.
16. HAUSFATER G. (1977). Tail carriage in baboons (*Papio cynocephalus*): relationship to dominance rank and age. *Folia Primatologica*, **27**, 41-59.
17. HINDE R.A. (1966). *Animal Behaviour: A synthesis of Ethology and Comparative Psychology*. London: McGraw-Hill, 534p
18. HAWORTH K., PUTT W., CATTANACH B., BREEN M., BINNS M., LINGAAS F., EDWARDS Y.H. (2001). Canine homolog of the T-box transcription factor T; failure of the protein to bind to its target leads to a short-tail phenotype. *Mammalian genome*, **12**, 212-218.
19. HOPKINS W.D., CARRIBA S.F. (2002). Laterality in communicative behaviours in nonhuman primates: A critical analysis. In: ROGERS L., ANDREWS R., editors. *Comparative vertebrate lateralization*. Oxford: Oxford University Press. 445-479.
20. HUTT F.B. (1979) *Genetics for dog breeders*. San Francisco: W.H. Freeman, 245p.
21. KALIN N.H., LARSON C., SHELTON S.E., DAVIDSON R.J. (1998). Asymmetric frontal brain activity, cortisol, and behavior associated with fearful temperament in Rhesus monkeys. *Behavioral Neuroscience*, **112**, 286–292.
22. LEAVER S.D.A., REIMCHEN T.E. (2008). Behavioural responses of *Canis familiaris* to different tail lengths of a remotely-controlled life-size dog replica. *Behaviour*, **145**, 377-390.
23. LEDOUX J. (1986). *Mind and brain: Dialogues in cognitive neuroscience*. New York: Cambridge University Press, 449p.
24. LORENZ K. (1969). *L'agression, une histoire naturelle du mal*. Paris : Flammarion, 326p.
25. LUQUET M. (1971). *Le chien, morphologie, extérieur, esthétique*. Paris : Maloine, 405p.

26. MARLER P. (1965). Communication in monkeys and apes. *In: DE VORE I., HOLT P., RINEHART J., WINSTON R., ed. Monkeys and apes: field studies of ecology and behavior*, New York, 544-584.
27. McCREA, D.A., RYDAK I.A. (2008). Organization of mammalian locomotor rhythm and pattern generation. *Brain Res.* **57**: 134-146
28. MONTAUDOIN S. (1999). *Approche éthologique de la relation du chien à l'homme: Etude comparative des interactions intraspécifiques et interspécifiques*. Mémoire non publié de DIRS Sciences de la vie et de la Santé. Université François Rabelais de Tours. 60p
29. MECH L.D., BOITANI L. (2003). *Wolves, behavior, ecology, and conservation*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 448p.
30. PALMER A.C. (1976). *Introduction to animal neurology*. 2nd ed. Blackwell Scientific Publications. 272p.
31. PETERSEN M., BEECHER M., ZOLOTH S., MOODY D., STEBBINS W., GREEN S., MARLER P. (1978). Neural lateralization of species-specific vocalizations by Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Science* **202**:324-327.
32. QUARANTA A, SINISCALCHI M, VALLORTIGARA G. (2007). Asymmetric tail-wagging responses by dogs to different emotive stimuli. *Curr biol.*, **17** (6), 199-201.
33. QUEINNEC B. (1997). Analyse d'un standard et examen morphologique. *In : Appréciation zootechnique du chien*. Toulouse, 28-29 Novembre 1997, ENVV, 89-119
34. QUEINNEC G, QUEINNEC B. (1991). *Connaissance du chien, Apparence et architecture*. Saint Amour : Edition du Suran, 462p.
35. RIGA AMV. (1990). *La chirurgie réparatrice et correctrice de la queue du chien*. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1990, n°019, 85p.
36. ROGERS L.J., ZUCCA P., VALLORTIGARA G. (2004). Advantages of having a lateralized brain. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* 2004; **271** Suppl 6:S420-422.
37. RYBAK I.A., SHEVTSOVA N.A., LAFRENIERE-ROULA M., McCREA D.A. (2006). Modelling spinal circuitry involved in locomotor pattern generation: insights from deletions during fictive locomotion. *J. Physiol.*, 577(Pt. 2): 617-639.
38. SCHENKEL R. (1947). Expressions studies on wolves. *Behaviour*, **1**, 81-129.

39. SCOTT J.P., FULLER J.L. (1965). *Genetics and Social Behaviour of the Dog*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 468p.
40. SHANNON C., WEAVER W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana:University of Illinois Press, 69p.
41. SIEGEL S., CASTELLAN N.J. Jr (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 399p.
42. SIROTA M.G., PAVLOVA G.A., BELOOZEROVA I.N. (2006). Activity of the motor cortex during scratching. *J. Neurophysiol.* **95**: 753-765.
43. TINBERGEN N. (1952). Derived activities; their causation, biological significance, origin, and emancipation during evolution. *Q Rev Biol.*, **27**(1), 1-32
44. VILLORTIGARA G. (2000). Comparative neuropsychology of the dual brain: a stroll through left and right animals' perceptual words. *Brain Lang.* **73**, 189-219.

# **ETUDE ETHOLOGIQUE EXPERIMENTALE DES BATTEMENTS DE LA QUEUE CHEZ LE CHIEN DOMESTIQUE, *Canis familiaris***

**BOUVRESSE Antoine**

## **Résumé**

Cette étude expérimentale analyse les battements de la queue chez le chien domestique, *Canis familiaris*, dans deux situations expérimentales. Les paramètres de fréquence, amplitude, asymétrie et de position par rapport au plan horizontal de la queue sont mesurés lors d'interactions soit intraspécifiques, soit interspécifiques. L'amplitude de battement est significativement plus importante lors d'interactions interspécifiques que lors d'interactions intraspécifiques. Quand la queue est basse, l'amplitude du battement est significativement plus importante, alors que la fréquence de battement est plus grande lorsque la queue est portée en position relevée. Les mouvements de la queue sont liés à l'état émotionnel de *Canis familiaris*.

**Mots clés :** ETHOLOGIE, QUEUE, MOUVEMENT, FREQUENCE, ASYMETRIE, AMPLITUDE, CARNIVORE, CHIEN

## **Jury :**

Président : Pr.

Directeur : Pr. DEPUTTE

Assesseur : Pr. COURREAU

Invité : Dr BEDOSSA

Dr BOURDIN

Adresse de l'auteur :

M BOUVRESSE Antoine

3 bis rue DARCY

75020 PARIS

# **ETHOLOGICAL EXPERIMENTAL STUDY OF TAIL WAGGING IN DOMESTIC DOG, *CANIS FAMILIARIS***

**BOUVRESSE Antoine**

## **Summary:**

This experimental study analyses tail wagging in domestic dog, *Canis familiaris* during two experimental situations. The following parameters: frequency, amplitude, asymmetry and the horizontal position of the tail have been measured during interspecific or intraspecific interactions. The amplitude of tail wagging is significantly greater during interspecific than intraspecific interactions. When the tail is carried in a low position, the amplitude of wagging is significantly the greatest, whereas frequency of wagging is the highest when the tail is carried in a high position. Tail wagging is then linked to emotional state in dogs.

**Keywords :** ETHOLOGY, TAIL, WAGGING, FREQUENCY, ASYMETRY, AMPLITUDE, CARNIVORE, DOG

## **Jury :**

President : Pr.  
Director : Pr. DEPUTTE  
Assessor : Pr.COURREAU  
Guest : Dr BEDOSSA  
          Dr BOURDIN

Author's address:

BOUVRESSE Antoine  
3 bis rue DARCY

75020 PARIS