



**HAL**  
open science

# Évaluation clinique et biomécanique de l'acupuncture chez le chien souffrant d'arthrose. Étude préliminaire

Florie Garciaz

► **To cite this version:**

Florie Garciaz. Évaluation clinique et biomécanique de l'acupuncture chez le chien souffrant d'arthrose. Étude préliminaire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04935068

**HAL Id: dumas-04935068**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04935068v1>**

Submitted on 7 Feb 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2024 - Thèse n° 131

### **EVALUATION CLINIQUE ET BIOMÉCANIQUE DE L'ACUPUNCTURE CHEZ LE CHIEN SOUFFRANT D'ARTHROSE ETUDE PRELIMINAIRE**

## **THESE**

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1  
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 10 décembre 2024  
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

GARCIAZ Florie



## **CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2024 - Thèse n° 131

### **EVALUATION CLINIQUE ET BIOMÉCANIQUE DE L'ACUPUNCTURE CHEZ LE CHIEN SOUFFRANT D'ARTHROSE ETUDE PRELIMINAIRE**

## **THESE**

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1  
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 10 décembre 2024  
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

GARCIAZ Florie



## Liste des enseignants du Campus vétérinaire de Lyon (29/08/2024)

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Professeur
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BLONDEL	Margaux	Maître de conférences
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Mme	BRASSARD	Colline	Maître de conférences (stagiaire)
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Mme	CANNON	Leah	Maître de conférences (stagiaire)
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHANOIT	Guillaume	Professeur
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Mme	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	Maître de conférences
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JEANNIN	Anne	Inspecteur en santé publique vétérinaire
Mme	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargée d'enseignement contractuelle
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	Maître de conférences
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDOUX	Dorothee	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur
M.	RACHED	Antoine	Maître de conférences
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGEANTET	Delphine	Professeur
Mme	STORCK	Fanny	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	ZENNER	Lionel	Professeur



## **Remerciements au Jury**

**À Madame la Professeure Elvire SERVIEN,**

**De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon.**

Pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury de thèse.

Mes hommages les plus déférents.

**Au Docteur Serge SAWAYA,**

**De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon.**

Qui est à l'origine de ce travail et qui l'a suivi tout au long de sa réalisation.

Je vous exprime toute ma gratitude pour m'avoir encadrée et conseillée.

**Au Docteur Benoit GILLET,**

**De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon.**

Pour avoir accepté de prendre part au jury de ce travail de thèse.

Mes remerciements les plus sincères.



# Table des matières

<b>Liste des annexes</b> .....	11
<b>Liste des figures</b> .....	13
<b>Liste des tableaux</b> .....	15
<b>Liste des abréviations</b> .....	17
<b>Introduction</b> .....	19
<b>Partie 1 : Étude bibliographique L'Arthrose</b> .....	21
I. L'arthrose .....	22
I.A Définition de l'arthrose .....	22
I.A.1 Principales caractéristiques de l'arthrose .....	22
I.A.2 Symptômes principaux de l'arthrose.....	23
I.B Moyens de mise en évidence .....	24
I.B.1 Examen Clinique.....	24
I.B.2 Imagerie Médicale.....	26
I.C Traitements disponibles .....	26
I.C.1 Traitement général de l'arthrose.....	26
I.C.1.1 Alimentation Spécifique .....	27
I.C.1.2 Adaptation de l'effort et exercices.....	28
I.C.1.3 Contrôle du poids.....	28
I.C.2 Traitements médicaux .....	29
I.C.2.1 Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS).....	29
I.C.2.2 Piprants .....	29
I.C.2.3 Anticorps monoclonaux (Librela®).....	29
I.C.2.4 Analgésiques .....	30
I.C.2.5 Autres molécules .....	31
I.C.2.6 Injection intra-articulaire .....	32
I.C.2.7 Thérapie génique.....	32
I.C.3 Traitements Chirurgicaux .....	33
I.C.3.1 Arthroscopie .....	33
I.C.3.2 Ostéotomie correctrice .....	33
I.C.3.3 Prothèses articulaires.....	33
I.C.3.4 Arthrodèse .....	33
I.C.4 Thérapies non médicamenteuses.....	34
I.C.4.1 Thérapies manuelles .....	34
I.C.4.2 Acupuncture .....	35

<b>Partie 2 : Étude bibliographique L’Acupuncture</b> .....	37
II. L’acupuncture .....	38
II.A La médecine chinoise .....	38
II.A.1 Examen clinique de médecine chinoise .....	39
II.A.2 Les disciplines de la médecine chinoise.....	40
II.B L’acupuncture : discipline d’intérêt pour cette étude .....	41
II.B.1 Acupuncture moderne et acupuncture traditionnelle .....	41
II.B.2 L’Arthrose en Médecine Chinoise : Physiopathologie et Traitements par Acupuncture.....	42
II.B.2.1 Physiopathologie de l’arthrose en médecine chinoise .....	42
II.B.2.2 Principe de traitement de l’Arthrose par Acupuncture .....	46
II.B.3 Les différentes méthodes d’acupuncture.....	48
II.B.3.1 Acupuncture aux aiguilles sèches .....	48
II.B.3.2 Acupuncture LASER Technologie LASER PEN® .....	49
II.B.3.3 Autres méthodes existantes.....	54
II.B.4 Les méridiens .....	57
II.B.4.1 Généralités.....	57
II.B.4.2 Localisation des Méridiens.....	57
II.B.5 Point d’acupuncture.....	58
II.C État de l’art fin 2024.....	59
<b>Partie 3 : Étude Expérimentale</b> .....	63
III. Etude expérimentale .....	64
III.A Objectif de l’étude .....	64
III.B Matériel et Méthode.....	65
III.B.1 Population de l’étude .....	65
III.B.1.1 Critères d’inclusions.....	65
III.B.1.2 Critères d’exclusions .....	65
III.B.1.3 Chiens de l’étude et Infrastructures.....	66
III.B.2 Protocole expérimental .....	67
III.B.2.1 Données Quantitatives .....	68
III.B.2.1.a Mesures goniométriques .....	68
III.B.2.1.b Évaluation biomécanique .....	69
III.B.2.2 Données Semi-Quantitatives et Qualitatives.....	75
III.B.2.2.a Grille d’évaluation orthopédique.....	75
III.B.2.2.b Grille d’évaluation par le propriétaire .....	75
III.B.2.3 Matériel de traitement.....	77

III.B.2.3.a Aiguilles d'acupuncture .....	77
III.B.2.3.b Le LASER PEN® .....	78
III.B.2.4 Protocole Acupuncture Aiguilles sèches .....	80
III.B.2.5 Protocole Acupuncture LASER PEN® .....	81
III.B.3 Analyses statistiques .....	81
III.C Résultats .....	84
III.C.1 Évaluation Clinique des chiens .....	84
III.C.1.1 Évolution du score clinique orthopédique global .....	84
III.C.1.2 Résultats des mesures goniométriques .....	86
III.C.2 Résultats Biomécaniques avec le système GAITRite® .....	91
III.C.2.1 Observations générales des données biomécaniques du groupe traité par acupuncture .....	91
III.C.2.2 Paramètres Biomécaniques influencés par l'Acupuncture - Comparaison avec le Groupe Témoin .....	93
III.C.2.3 Variabilité individuelle des paramètres biomécaniques .....	100
III.C.3 Évaluation par les propriétaires .....	103
III.D Discussion .....	107
III.D.1 Recrutement et échantillonnage des chiens de l'étude .....	107
III.D.2 Résultats obtenus .....	108
III.D.2.1 Examen orthopédique par le vétérinaire .....	108
III.D.2.2 Mesures goniométriques .....	108
III.D.2.3 Mesures biomécaniques à l'aide du GAITRite® .....	109
III.D.2.4 Évaluation des chiens par les propriétaires .....	110
III.D.2.5 Comparaison des résultats avec la recherche .....	111
III.D.3 Protocole .....	111
III.D.4 Conclusion .....	112
III.E Perspectives de travail : Amélioration du protocole .....	113
<b>Conclusion</b> .....	115
<b>Bibliographie</b> .....	117
<b>Annexes</b> .....	129



# Liste des annexes

Annexe 1 : Grille d'évaluation clinique à remplir par le vétérinaire .....	129
Annexe 2 : Grille d'évaluation par le propriétaire .....	133
Annexe 3 : Résultats goniométriques .....	135
Annexe 4 : Résultats individuels du Score GAITRite® .....	139
Annexe 5 : Résultats des vitesses de foulées par groupe .....	146
Annexe 6 : Résultats des scores totaux d'évaluation par le vétérinaire et par le propriétaire ...	146
Annexe 7 : Résultats Bruts obtenus à l'aide du logiciel GAITFour® - Exemple de Merlin pour un passage sur le tapis GAITRite®.....	148
Annexe 8 : Flyer de recrutement.....	150
Annexe 9 : Lettre d'information à destination des propriétaires .....	151
Annexe 10 : Consentement éclairé à destination des propriétaires.....	152



# Liste des figures

Figure 1 : Les interactions des 5 éléments, cycle d'engendrement et cycle de contrôle par F. Garciaz.....	42
Figure 2 : Effets de l'acupuncture sur les mécanismes d'action de la douleur d'arthrose par F. Garciaz.....	47
Figure 3 : Photo de bâton de moxa.....	54
Figure 4 : Schéma représentant les trajets des méridiens, par F. Garciaz .....	57
Figure 5 : Schéma structurel et anatomique d'un point d'acupuncture, par F. Garciaz.....	58
Figure 6 : Salle des mesures biomécaniques avec le tapis de pression GAITRite®.....	66
Figure 7 : Frise chronologique du protocole de l'étude .....	67
Figure 8 : Le goniomètre : appareil de mesure des angles articulaires .....	68
Figure 9 : Repères anatomiques pour les mesures goniométriques, par F. Garciaz inspiré des cours du Dr S. Sawaya – Vetagro Sup .....	68
Figure 10 : Photo de prise de mesure de l'angle de la hanche avec le goniomètre.....	69
Figure 11 : Chien sur le tapis GAITRite® lors de l'étude .....	71
Figure 12 : Exemple de Données fournies par le logiciel GAITFour® .....	71
Figure 13 : Représentation schématique de la différence entre la longueur de pas et la longueur de foulée.....	72
Figure 14 : Aiguilles d'acupuncture stériles, taille 0,25 x 40 mm, conditionnées sous blister.....	77
Figure 15 : Informations d'étiquetage des boîtes d'acupuncture .....	77
Figure 16 : LASER PEN portatif utilisé dans cette étude pour la photo-stimulation des points d'acupuncture.....	78
Figure 17 : Fiche technique du LASERPEN® utilisé dans l'étude, issue du site de vente Medical EXPO .....	78
Figure 18 : Localisations anatomiques des points d'acupuncture utilisés dans cette étude, par F. Garciaz .....	83
Figure 19 : Amplitudes articulaires des grassets de INNA durant les différentes phases de l'étude .....	87
Figure 20 : Amplitudes articulaires des hanches de MERLIN durant les différentes phases de l'étude .....	87
Figure 21 : Amplitudes articulaires des coudes et des grassets de OKILA durant les différentes phases de l'étude .....	88
Figure 22 : Amplitudes articulaires des jarrets de OXANE durant les différentes phases de l'étude .....	88
Figure 23 : Amplitudes articulaires des hanches de ISULA durant les différentes phases de l'étude .....	89
Figure 24 : Amplitudes articulaires des grassets de JAZZIE durant les différentes phases de l'étude .....	90
Figure 25 : Amplitudes articulaires des hanches de SAM durant les différentes phases de l'étude .....	90
Figure 26 : Paramètres cinétiques les plus modifiés par l'Acupuncture.....	93
Figure 27 : Schéma explicatif de l'engagement des postérieurs (Hind Reach).....	94
Figure 28 : Comparaison de l'engagement des postérieurs (PG graphique de gauche et PD graphique de droite) .....	95

Figure 29 : Graphiques de répartition des rapports Longueur de Pas / Longueur de foulée selon les différents axes étudiés .....	97
Figure 30 : Comparaison du GLS d'OXANE entre le premier jour de la phase Témoin (J0 TEM) et le dernier jour de la phase de Traitement (J30 TTT) .....	100
Figure 31 : Comparaison du GLS d'OKILA le premier jour de traitement entre le moment avant la séance d'Acupuncture (J0 Av TTT) et après la première séance d'Acupuncture (Ap TTT) .....	101
Figure 32 : Comparaison du GLS de SAM entre le premier jour Témoin (J0 TEM) et le dernier jour de Traitement (J30 TTT) .....	102
Figure 33 : Corrélation entre l'évaluation du vétérinaire et celui des propriétaires .....	106

# Liste des tableaux

Tableau I : Résumé non exhaustif des caractéristiques des 5 éléments en rapport avec les systèmes organes et leurs fonctions .....	43
Tableau II : Correspondance des fibres nerveuses selon leur classification .....	45
Tableau III : Classification des Lasers, Puissance et utilisation.....	50
Tableau IV : Les Fréquences de Nogier et leurs indications .....	52
Tableau V : Présentation des chiens de l'ensemble de l'étude, localisation de l'arthrose et groupe de traitement.....	66
Tableau VI : Indications des points d'acupuncture utilisés dans les protocoles de l'étude .....	82
Tableau VII : Échelle d'interprétation du score fonctionnel global .....	84
Tableau VIII : Évolution du score clinique global chez les chiens traités à l'AAS et l'AL .....	84
Tableau IX : Évolution de l'amplitude articulaire des articulations touchées par l'arthrose pour des chiens traités par AAS et AL, mesures goniométriques .....	86
Tableau X : Observations du groupe traité grâce à un système de points mis en place pour le GAITRite® .....	92
Tableau XI : Tableau de comparaison Groupe Traité par Acupuncture et Groupe Témoin selon les axes des Rapports Longueur de Pas / Longueur de Foulée .....	96
Tableau XIII : Comparaison Groupe Traité par Acupuncture avec le Groupe Témoin selon la répartition des pourcentages du temps d'appui.....	98
Tableau XIV : Interprétation du score d'évaluation par les propriétaires .....	104
Tableau XV : Score propriétaire évaluant la douleur au cours de l'étude.....	104
Tableau XVI : Commentaires des propriétaires lors de l'évaluation de la douleur .....	105



# Liste des abréviations

AAS	: Acupuncture aux Aiguilles Sèches	A	: Antérieur
AH	: Acide Hyaluronique	P	: Postérieur
AINS	: Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien	G	: Gauche
AL	: Acupuncture Laser	D	: Droite
ALA	: Acide Alpha-Linolénique	AD	: Antérieur Droit
ANOVA	: Analysis of Variance Analyse de la variance	AG	: Antérieur Gauche
CBD	: Cannabidiol	PD	: Postérieur Droit
CGRP	: Calcitonin Gene-Related Peptide	PG	: Postérieur Gauche
COX-2	: Cyclooxygénase 2	DiagG	: Diagonal Gauche
CSM	: Cellules Souches Mésenchymateuses	DiagD	: Diagonal Droit
DHA	: Acide Docosahexaénoïque	J0 TEM	: jour 0 Témoin
EP4	: Récepteur 4 des Prostaglandines E2	J15 TEM	: jour 15 Témoin
EPA	: Acide Eicosapentaénoïque	J30 TEM	: jour 30 Témoin
FDA	: Food and Drug Administration	J0 TTT	: jour 0 Traitement
IL	: Interleukine	J0 Av TTT	: jour 0 Avant Traitement
IRM	: Imagerie par Résonance magnétique	J0 Ap TTT	: jour 0 Après Traitement
LB	: Laser à Balayage	J15 TTT	: jour 15 Traitement
LLLT	: Low Level Impulse Laser Therapy Laser Thérapeutique de faible intensité	J30 TTT	: jour 30 Traitement
MAPK	: Mitogen-Activated Protein Kinases	J15 POSTTT	: jour 15 Post-Traitement
MMP	: Métalloprotéases Matricielles	J30 POSTTT	: jour 30 Post-Traitement
MTC	: Médecine Traditionnelle Chinoise		
MTrP	: Trigger Point Points déclencheurs myofasciaux		
MVTC	: Médecine Vétérinaire Traditionnelle Chinoise		
NF-kB	: Nuclear Factor-kappa B		
NGF	: Neuronal Growth Factor Facteur de croissance nerveuse		
NMDA	: acide N-méthyl-D-aspartique		
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé		
PGE2	: Prostaglandines E2		
PRP	: Plasma Riche en Plaquettes		
RAC	: Réflexe auriculo-cardiaque		
SNC	: Système Nerveux Central		
SNP	: Système Nerveux Périphérique		
TNF	: Tumor Necrosis Factor Facteur de nécrose tumorale		



# Introduction

L'arthrose est une maladie très largement répandue. Elle touche en effet un grand nombre de personnes. Les animaux de compagnie ne sont pas non plus épargnés. Beaucoup de chiens souffrent de cette affection et ce, jusqu'à la fin de leur vie. L'arthrose entraîne donc des répercussions sur le bien-être animal ainsi que sur la conscience des propriétaires. La douleur engendrée par l'arthrose fait donc l'objet de nombreuses recherches, notamment en termes de thérapies. Les limites rencontrées par la médecine dite « conventionnelle », poussent à explorer de nouvelles pistes de traitement. Parmi elles, les médecines dites « traditionnelles » ont été reconnues par l'Organisation Mondiale de la Santé comme traitement contre la douleur chronique.

L'une de ces médecines « traditionnelles » est la médecine traditionnelle chinoise. Elle regroupe différentes techniques thérapeutiques, dont l'acupuncture qui fait l'objet de cette étude. De multiples recherches sur l'arthrose traitée par acupuncture sont réalisées en médecine humaine mais assez peu en médecine vétérinaire en comparaison. De plus, les études traitant ce sujet sont constituées de données qualitatives principalement. Ce travail a été conçu afin d'enrichir les connaissances sur les effets de l'acupuncture en apportant des données qualitatives et surtout quantitatives. L'évaluation clinique et biomécanique des chiens souffrant d'arthrose a donc été pensée et réalisée dans ce but. Dans ce dessein, l'hypothèse suivante a été formulée : l'acupuncture a un effet clinique et biomécanique sur les chiens souffrant d'arthrose.

La première partie de cette thèse concerne l'arthrose. Une synthèse bibliographique rendant compte des connaissances actuelles sur l'arthrose est réalisée. Une part de ces savoirs concerne la médecine humaine afin de mettre en lumière les dernières découvertes sur le sujet. L'autre partie se concentre davantage sur cette affection chez le chien. Les moyens de détections de l'arthrose et les traitements disponibles sont exposés pour illustrer l'état des connaissances sur les chiens arthrosiques.

La seconde partie de ce travail développe les principes généraux de l'acupuncture : d'où elle provient, quels sont ses mécanismes d'action et l'intérêt qu'elle représente vis-à-vis de l'arthrose. Des idées sont apportées à la lumière des connaissances actuelles et des clés de compréhension sont fournies pour la suite de cette étude.

La dernière partie de cette étude est expérimentale. Elle propose d'étudier les effets de l'acupuncture sur les réponses cliniques et biomécaniques des chiens souffrant d'arthrose. Pour cela, sont effectués : des examens orthopédiques par le vétérinaire, des observations par les propriétaires, des mesures d'angle articulaire et des mesures biomécaniques à l'aide d'un tapis de pression.



# **Partie 1 : Étude bibliographique L'Arthrose**

# I. L'arthrose

L'arthrose est l'affection articulaire la plus couramment diagnostiquée, aussi bien en médecine humaine que vétérinaire (Alves et al. 2020; Sharma, Kapoor, Issa 2006). Dans une étude menée par I. Meulenbelt et al., seulement 13 % des personnes âgées de 55 à 65 ans étaient exemptes de signe radiographique d'arthrose (Meulenbelt et al. 1997). Selon cette même source, 87% de ces personnes présentaient de l'arthrose aux mains, hanches, genoux et ou colonne vertébrale. Plus récemment, les études de M. Enomoto et al. et A. Wright et al., semblaient montrer qu'entre 38 et 40 % des chiens présentaient une arthrose confirmée par radiographie (Enomoto et al. 2024; Wright et al. 2022). Ces données illustrent l'ampleur de la maladie. L'arthrose touche un grand nombre d'individus (Roitner et al. 2024). De plus, bien que la recherche avance et développe de nouvelles approches concernant l'arthrose, celle-ci demeure aujourd'hui incurable.

## I.A Définition de l'arthrose

L'arthrose est une affection des articulations caractérisée par la dégradation du cartilage articulaire, la formation d'ostéophytes, le remodelage osseux, ainsi qu'une atteinte des tissus périarticulaires. Elle s'accompagne également d'une inflammation légère non purulente. L'arthrose se distingue de la polyarthrite rhumatoïde, une maladie auto-immune systémique marquée par la destruction osseuse et l'érosion du cartilage articulaire. La polyarthrite rhumatoïde est plus destructrice, progressive et invalidante que l'arthrose. D'autres formes d'arthrite existent et doivent être distinguées de l'arthrose (Fox 2017).

### I.A.1 Principales caractéristiques de l'arthrose

L'arthrose est une maladie **dégénérative des articulations cartilagineuses** non infectieuse. La dégradation progressive du cartilage entraîne une production accrue de liquide synovial, un gonflement articulaire, souvent **douloureux**, et des crises **inflammatoires**. Avec le temps, l'arthrose peut provoquer une condensation de l'os sous-chondral voire des excroissances osseuses appelées « **ostéophytes** ». À terme, ces **remodelages osseux** peuvent provoquer une restriction mécanique plus ou moins invalidante selon l'articulation affectée. Cet aspect mécanique, provoquant l'**ankylose**<sup>1</sup>, peut s'expliquer par la soudure partielle ou totale des os de l'articulation, ne laissant plus que le tissu environnant comme seule « marge de manœuvre » pour intervenir.

Contrairement aux idées reçues, l'arthrose n'est pas une usure normale des articulations mais résulte de déséquilibres mécaniques et biologiques. Chez le chien,

---

<sup>1</sup> Réduction ou incapacité à effectuer les mouvements normaux d'une articulation habituellement mobile.

elle est souvent secondaire à des instabilités structurelles (comme les dysplasies de la hanche et du coude) ou des charges anormales (Roitner et al. 2024).

En médecine humaine, les articulations fréquemment touchées incluent la colonne vertébrale, le genou, la hanche et les mains. Chez les personnes de 65 à 75 ans, environ 30 % souffrent d'arthrose du genou et 10 % de la hanche, ces formes étant particulièrement invalidantes (*Tout savoir sur l'arthrose* 2023).

Les facteurs de risque incluent le **vieillessement**, les **désordres métaboliques** (obésité, diabète), les **surcharges pondérales**, et des **prédispositions génétiques**. **Certaines maladies**, comme la polyarthrite rhumatoïde et l'hémochromatose<sup>2</sup>, ainsi que les **traumatismes articulaires**, peuvent aussi déclencher une **arthrose secondaire**.

## I.A.2 Symptômes principaux de l'arthrose

L'arthrose est d'abord douloureuse. La douleur est le symptôme le plus décrit et celui le plus souvent visé par les traitements. Ces douleurs et raideurs articulaires s'accompagnent parfois de gonflements, de déformations et de crépitements (*Symptômes, signes et diagnostic de l'arthrose* 2021). Les symptômes apparaissent progressivement, et la douleur, décrite comme profonde, est souvent soulagée par le repos mais devient constante au fil du temps (Yaseen 2024).

L'arthrose progresse généralement de manière silencieuse en phase chronique, caractérisée par des douleurs modérées et une raideur articulaire qui peuvent être atténuées par des exercices et des activités adaptées. Sur fond de chronicité, des poussées aiguës douloureuses peuvent survenir. C'est durant cette phase qu'intervient la destruction du cartilage. Lors des poussées aiguës d'arthrose, la douleur et l'inflammation articulaire s'accroissent, entraînant des gonflements<sup>3</sup> et une diminution de la mobilité. Ces épisodes peuvent perturber le sommeil, affecter l'humeur, provoquer une fatigue générale et réduire la qualité de vie (*Tout savoir sur l'arthrose* 2023; *Arthrose* 2023). La progression chronique de l'arthrose et les phases de poussées aiguës sont concomitantes chez les patients et évoluent à un rythme imprévisible tout au long de la maladie.

En plus des douleurs articulaires, les symptômes de l'arthrose incluent des crépitations, de l'instabilité et des dysfonctionnements articulaires (*Symptômes, signes et diagnostic de l'arthrose*, 2021). La réduction de l'amplitude des mouvements et la perte de force musculaire auto-alimentent et exacerbent le processus. La douleur et la baisse d'activité peuvent également affecter l'état mental du patient (que ce soit en médecine humaine ou vétérinaire), générant des problèmes de sommeil, d'humeur (comportement chez le chien), et des difficultés relationnelles (*Arthrose* 2023).

---

<sup>2</sup> L'hémochromatose est une maladie héréditaire (autosomique récessive) caractérisée par une accumulation excessive de fer induisant des lésions tissulaires.

<sup>3</sup> Lors d'un gonflement, l'épanchement met en tension la capsule articulaire et la membrane synoviale. La tension de ces tissus est en partie responsable de la douleur. Contrairement au cartilage, la membrane synoviale, l'os sous-chondral, les ligaments et/ou les tendons sont innervés.

La progression de l'arthrose n'est pas linéaire. L'évolution de la maladie peut être très rapide au point de rendre une articulation inutilisable, elle peut également ralentir et progresser lentement sans induire de handicap majeur ou même s'arrêter de façon imprévisible (Yaseen 2024).

Il est important de comprendre que les lésions du cartilage ne régressent jamais, et par conséquent, aucun traitement ne permet de guérir l'arthrose ni d'arrêter définitivement son évolution.

## I.B Moyens de mise en évidence

### I.B.1 Examen Clinique

La suite de cette partie se concentre plus particulièrement sur les chiens.

#### **Anamnèse**

La première étape consiste à interroger le propriétaire de l'animal. En médecine vétérinaire, les chiens, comme beaucoup d'autres animaux, n'expriment généralement pas leur douleur par des vocalisations. Ceci peut amener les propriétaires à penser que leur chien ne souffre pas s'il ne gémit pas ou n'aboie pas (Fox 2017). Bien souvent, les propriétaires remarquent des changements mais ne relient pas leurs observations aux symptômes de l'arthrose. On dispose de peu d'informations sur les premiers signes observés par les propriétaires chez leur chien diagnostiqué avec de l'arthrose. Nous avons également peu de renseignements sur le moment où les propriétaires décident de consulter un vétérinaire ou sur le suivi des protocoles préconisés par les vétérinaires généralistes (Belshaw, Dean, Asher 2020a).

C'est lorsque le stade de la maladie est plus avancé que les propriétaires remarquent les signes suivants (Fox 2017) :

- Une boiterie ou « gêne ». Cette boiterie est en général remarquée par le propriétaire lorsqu'elle est dissymétrique<sup>4</sup>. En effet, si elle est symétrique, les compensations ne vont pas favoriser un report de poids sur un membre plutôt qu'un autre. La boiterie pourrait alors passer inaperçue.
- Des raideurs après le repos : « du mal à se lever du panier le matin » ou après des exercices intenses. À la suite d'exercices modérés, les propriétaires remarquent que les raideurs s'estompent. Cet effacement ralentit au fur et à mesure de la progression de la maladie.
- Un raccourcissement de la foulée peut être noté par les propriétaires les plus avisés.

Après avoir eu des informations précieuses pour le diagnostic, le vétérinaire examine l'animal.

---

<sup>4</sup> La dissymétrie est relative à un défaut de symétrie, elle est souvent constatée lorsque la démarche est plus marquée d'un côté.

## Examen

L'évaluation des chiens se fait premièrement à distance. Cela consiste à observer le chien en position debout et statique, puis en mouvement notamment au pas et au trot. Il est également examiné lors des transitions entre les positions assise - debout, et inversement. L'évaluation visuelle d'une légère boiterie est difficile, nécessitant une observation attentive de la démarche pendant que le chien marche et trotte en ligne droite, sans distraction. Une évaluation plus approfondie peut inclure de demander au chien de marcher en cercle, monter et descendre les escaliers et de se lever d'une position assise. Même si la démarche semble symétrique, un examen orthopédique approfondi doit être effectué, la subtilité de certaines boiteries les rendent imperceptibles. En outre, les conditions de développement de l'arthrose peuvent être bilatérales, entraînant une boiterie symétrique des membres (Millis 2021).

Pour donner suite à cet examen à distance, le vétérinaire effectue un examen rapproché.

## Examen orthopédique

Un examen orthopédique approfondi commence avec le chien en position debout pour palper simultanément les deux membres thoraciques puis les deux membres pelviens. Cette palpation des membres controlatéraux constitue une première approche et permet d'apprécier les tissus et structures pour détecter une atrophie musculaire et ou un épanchement articulaire. L'examen approfondi des articulations peut être réalisé avec le chien debout ou, de préférence, en décubitus latéral. La palpation débute distalement par les phalanges et se poursuit proximatement. Chaque articulation doit être systématiquement appréciée pour détecter un gonflement périarticulaire, un épanchement articulaire, une instabilité articulaire, des crépitements, une amplitude de mouvement ou une douleur lors de la manipulation. Les masses musculaires empêchent généralement une évaluation précise des articulations de la hanche et de l'épaule à la recherche d'un gonflement ou d'un épanchement. Toute perte d'amplitude de mouvement ou douleur en fin d'amplitude indique généralement un problème au niveau de l'articulation (Millis 2021). Une fois les membres examinés, ce sont les articulations intervertébrales que l'on peut palper et mobiliser. Les vertèbres cervicales et lombaires sont surtout sujettes à cette maladie (Yaseen 2024). Les jonctions cervico-thoraciques et thoraco-lombaires étant les charnières, elles subissent d'avantages de force de contraintes.

Cet examen systématique est important pour ne pas manquer d'informations. En médecine vétérinaire, il est préconisé de commencer par les articulations présumées saines ou les moins douloureuses et de finir par la ou les articulations les plus douloureuses pour que le patient reste coopératif tout au long de l'examen clinique. La sécurité des personnes (examineurs, vétérinaires, personnels soignants et propriétaires) autour est primordiale. Une contention adéquate est donc requise. En effet, les examineurs doivent pouvoir capter les réponses douloureuses comme « le chien qui se retourne », qui essaie de se mouvoir, de se soustraire ou encore ses expressions faciales (Fox 2017). Pour les patients les plus stressés qui ressentent une douleur plus accrue, des grognements voire des morsures sont possibles d'où la nécessité de mesures préventives en amont.

Une fois l'examen clinique terminé, le diagnostic est souvent établi. Il arrive parfois, par nécessité de confirmer des hypothèses ou à la demande du propriétaire, que des examens complémentaires soient réalisés.

## I.B.2 Imagerie Médicale

L'examen d'imagerie médicale de choix chez les chiens souffrant d'arthrose est la radiographie, bien que celle-ci ne révèle souvent les signes de la maladie qu'à un stade avancé (Carrig 1997; de Bakker et al. 2021). Des techniques d'imageries spécialisées, telles que PennHIP<sup>5</sup> pour la dysplasie de la hanche ou la tomodensitométrie<sup>6</sup> pour le coude, permettent toutefois une détection plus précoce chez les jeunes chiens. (Millis 2021).

De plus, les clichés radiographiques d'arthrose ne montrent pas de corrélation fiable avec la douleur, la boiterie, l'âge ou le poids (Alves et al. 2023). Par exemple, un remodelage osseux significatif peut parfois s'accompagner de peu de douleur, tandis que des signes radiographiques minimes peuvent être associés à une boiterie sévère.

D'autres méthodes d'imageries existent. L'échographie, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sont aussi utilisées pour mettre en évidence l'arthrose (Hayashi, Roemer, Guermazi 2024). Elles sont cependant moins employées, et plutôt allouées à la recherche.

Une fois le diagnostic posé, le vétérinaire dispose de plusieurs pistes thérapeutiques.

## I.C Traitements disponibles

### I.C.1 Traitement général de l'arthrose

Le traitement général de l'arthrose est un traitement hygiénique composé de 3 piliers : l'alimentation, le contrôle du poids et l'exercice.

---

<sup>5</sup> PennHIP est une méthode qui permet d'analyser les articulations des hanches à partir de radiographies dans trois positions différentes.

<sup>6</sup> La tomodensitométrie (CT-scan) est une technique d'imagerie médicale, qui, à l'aide d'un ordinateur, assemble une série de clichés radiographiques afin de créer des images en trois dimensions. Un produit de contraste peut parfois être utilisé afin d'apprécier plus distinctement les structures d'intérêt.

## I.C.1.1 Alimentation Spécifique

Un régime alimentaire adapté peut aider à moduler les symptômes de l'arthrose chez le chien. Il s'agit de maintenir des articulations saines et de réduire l'inflammation en renforçant le système immunitaire.

La quantité ingérée d'une part a de l'importance. Un apport quantitatif trop élevé par rapport aux besoins du chien augmentent la charge pondérale de celui-ci, ce qui constitue un facteur de risque de développement de l'arthrose. Les études de R. D. Kealy et al. ont montré que la prévalence de l'arthrose, chez des chiens atteints d'arthrose pluri-articulaire, était moindre lorsque la consommation alimentaire était réduite à long terme comparativement au groupe témoin qui avait accès à la nourriture à volonté (Kealy et al. 1997; 2000). À la suite de cette mise en évidence, des suppositions naissent : la consommation alimentaire serait un facteur environnemental qui pourrait profondément impacter le développement de l'arthrose chez le chien.

L'alimentation est effectivement un facteur environnemental qui influence la santé. Elle joue un rôle dans les processus épigénétiques en modifiant l'expression des gènes. De nouvelles technologies comme les « outils omiques »<sup>7</sup> sont employées pour déterminer une possible association entre l'alimentation et la santé (Fox 2017). L'application de la nutriginomique<sup>8</sup> à la médecine vétérinaire ouvre de nouvelles voies en matière de prévention et de traitement des maladies.

La qualité de la nourriture doit également être prise en compte. Certaines familles de molécules comme les acides gras oméga-3 sont particulièrement connues pour améliorer la condition des chiens souffrant d'arthrose. En effet, les oméga-3 sont responsables de la formation de prostaglandines (de type 3 : PGE3) et de leucotriènes (de type 5) responsable des propriétés anti-inflammatoires.

L'étude de M. Moreau et al. a montré que pour les chiens supplémentés en omega-3, la valeur maximale de la force exercée en phase d'appui était significativement augmentée contrairement aux chiens témoins (nourris avec un aliment « contrôle »). De plus, les propriétaires des chiens traités avec le régime thérapeutique riche en omega-3 ont constaté une amélioration de l'état général de 20% chez leur animal. Les omega-3 peuvent être considérés comme une modalité thérapeutique pour atténuer les signes cliniques des chiens atteints d'arthrose (Moreau et al. 2010).

Les principaux oméga-3 connus sont l'acide alpha-linolénique (ALA), l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA).

---

<sup>7</sup> « Les approches omiques associent des technologies de chimie analytique, de biochimie et de biologie moléculaire aux sciences des données afin de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques. Les recherches conduites à l'institut dans ce domaine couvrent l'ensemble des omiques (génomique, transcriptomique, protéomique et métabolomique) et permettent d'explorer dans sa globalité la complexité du vivant, des microorganismes à l'Homme. » Définition de l'Institut des Sciences du Vivant, Frédéric Joliot (CEA 2020).

<sup>8</sup> Nutriginomique : domaine de recherche de la génomique nutritionnelle qui étudie les effets des aliments sur l'expression des gènes.

### I.C.1.2 Adaptation de l'effort et exercices

L'arthrose évoluant à bas bruit en phase chronique, peut être maîtrisée grâce à des exercices adaptés. Toutefois, des poussées aiguës peuvent survenir, s'ajoutant à la phase chronique, durant lesquelles le mouvement doit être évité. Pendant ces épisodes douloureux, il est préférable de laisser l'articulation au repos pour limiter l'aggravation des symptômes.

Le chien, pour son bien-être, doit pouvoir continuer ses promenades. L'important ici est qu'un chien atteint d'arthrose doit certes sortir mais avec quelques conditions à respecter. La durée, tout comme la difficulté des sorties peuvent être modulées en fonction de ce que l'animal peut tolérer physiquement. Certains chiens oublient la douleur quand il s'agit de s'amuser. Il est préférable d'éviter les jeux de lancer de balles où le chien va réaliser des démarrages rapides, des dérapages parfois incontrôlés et des stops brusques. Ces manœuvres provoquent des à-coups et des chocs violents pour les articulations. Ces recommandations s'appliquent également aux jeux avec les congénères. Dans les cas les plus extrêmes où le chien ne parvient pas à se contrôler ou que le propriétaire ne peut le contenir à un niveau acceptable, la laisse reste le meilleur moyen de préserver une activité régulée.

D'autres mouvements comme les sauts répétés (sur le lit, le canapé, dans la voiture) sont à éviter, il est tout à fait possible de mettre des rampes. La montée et la descente des escaliers sont également déconseillées pour l'animal arthrosique.

### I.C.1.3 Contrôle du poids

Les vétérinaires recommandent de suivre le poids du chien. Le surpoids et l'obésité augmentent le risque d'arthrose. En effet, la surcharge pondérale use anormalement et plus rapidement les articulations. Des études sur l'alimentation ont été réalisées. J.A. Impellizeri et al. ont montré que des chiens en surpoids présentant une boiterie secondaire à l'arthrose de la hanche, grâce à une perte de poids (perte de 11 à 18%), ont vu une amélioration significative de leur boiterie (Impellizeri, Tetrick, Muir 2000).

Une fois l'hygiène de vie adaptée, d'autres thérapies sont disponibles comme les médicaments.

## I.C.2 Traitements médicaux

### I.C.2.1 Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

Les AINS exercent leur propriété anti-inflammatoire en inhibant la cyclooxygénase. Cette enzyme est responsable de la production de prostaglandines à partir de l'acide arachidonique (famille des oméga-6). Les AINS empêchent donc la réponse inflammatoire médiée par les prostaglandines (de type 2 : PGE2) normalement produites. Les AINS les plus utilisés en médecine vétérinaire canine sont : le meloxicam, carprofen et le firocoxib (Aragon, Hofmeister, Budsberg 2007). D'autres AINS de la famille des coxibs font aussi partie de la thérapeutique vétérinaire : le robenacoxib, le mavacoxib, le cimicoxib et l'enflicoxib (*Groupe des coxibs | VetCompendium 2024*).

Les AINS sont recommandés pour une durée finie et pour un dosage adapté au chien. L'inconvénient de cette famille de molécules, est qu'elle provoque des signes gastro-intestinaux comme des diarrhées, des vomissements et de l'anorexie, voir même des ulcérations gastriques et intestinales. Les AINS sont également responsables lors, d'une utilisation prolongée, de toxicité rénale et hépatique conduisant à long terme vers une insuffisance rénale et hépatique (*Groupe des coxibs | VetCompendium 2024*). Les patients en gériatrie étant déjà sujet à l'affaiblissement des fonctions métaboliques des organes, les traitements longue durée avec les AINS sont, de préférence, à éviter.

### I.C.2.2 Piprants

Les piprants, comme le grapiprant, ciblent spécifiquement le récepteur EP4 des prostaglandines ce qui en fait une alternative aux AINS. Cependant, leur efficacité est parfois inférieure aux AINS, et des vomissements ou une diminution de l'appétit peuvent survenir (Pye et al. 2022).

### I.C.2.3 Anticorps monoclonaux (Librela®)

Le bedinvetmab (Librela®) est un anticorps monoclonal qui bloque le facteur de croissance nerveuse (anti-NGF), réduisant ainsi la transmission de la douleur. Il est administré par injection mensuelle au patient. Les effets secondaires incluent des infections urinaires, des dermatites, et des augmentations des marqueurs rénaux, ce qui nécessite un suivi régulier. Le bedinvetmab est recommandé pour les douleurs des membres, mais son action sur la douleur spinale n'est pas encore établie.

Une publication de la Food and Drug Administration (FDA) concernant le Librela® mentionne : « un chien recevant 1 mg/kg de bedinvetmab présentait une déplétion focale en protéoglycanes et une légère nécrose focale du cartilage dans l'ulna gauche ainsi qu'une érosion du cartilage et une dégénérescence de l'ulna droit. Les auteurs de l'article ont conclu qu' "une relation potentielle [des modifications osseuses] avec le traitement

ne peut être exclue” »; (Farrell, Adams, von Pfeil 2024; FDA 2023). Jusque-là nous n’avions pas de recul sur l’utilisation du Librela®. Depuis, des études se penchent sur la question des effets du bedinvetmab sur l’arthrose et l’articulation en elle-même.

Dans des essais cliniques humains avec des anti-NGF, l’incidence de l’arthrose à évolution rapide<sup>9</sup> a augmenté avec l’accroissement des doses. L’arthrose était également exacerbée, de façon marquée, avec la co-administration à long terme (≥ 4 mois) d’AINS (Krautmann et al. 2021). Une analyse post-hoc<sup>10</sup> a suggéré que l’utilisation concomitante d’Anticorps Monoclonaux et d’AINS de moins de 90 jours par an serait tolérée. Chez le chien, il n’existe pour le moment (2021) pas de données sur la sécurité de l’utilisation concomitante à long terme des AINS et du bedinvetmab (Corral et al. 2021).

### I.C.2.4 Analgésiques

La gabapentine et l’amantadine sont utilisées en complément des AINS pour des douleurs chroniques complexes ou neuropathiques<sup>11</sup>. La gabapentine est un antiépileptique. Ses effets anti-hyperalgésiques chez les patients atteints de douleur neuropathique suscitent un intérêt pour la gestion de douleur arthrosique (La Dépêche Vétérinaire, Technique n°189 2018). Elle peut cependant provoquer une sédation et de l’ataxie.

L’amantadine est un antagoniste des récepteurs N-méthyl-D-aspartate (NMDA). C’est une molécule alternative à la kétamine. Elle présente une certaine efficacité vis-à-vis de la douleur centrale, cependant, nous avons peu de connaissances sur l’ensemble de ses mécanismes (La Dépêche Vétérinaire, Technique n°189 2018). Son usage clinique de plus en plus important ainsi que le peu d’effets indésirables qu’elle provoque, lui confèrent une place dans le contrôle de la douleur nociplastique<sup>12</sup> « à domicile ». L’utilisation concomitante d’amantadine et de meloxicam pour la douleur arthrosique chez les chiens, a montré une nette amélioration du bien-être des patients traités (versus meloxicam seul) (Lascelles et al. 2008).

Ensuite, l’acétaminophène (ou paracétamol) bien que couramment utilisé chez les humains, n’est généralement pas recommandé pour les chiens car toxique pour le foie. Il peut causer des effets indésirables graves, même à faible dose. Lorsque les AINS sont mal tolérés, l’acétaminophène peut être une option pour soulager des douleurs légères à modérées. (La Dépêche Vétérinaire, Technique n°189 2018)

De plus, la duloxétine est parfois utilisée dans le traitement de la douleur neuropathique. C’est un antidépresseur inhibiteur de la recapture de la sérotonine et de la noradrénaline (La Dépêche Vétérinaire, Technique n°189 2018). Son utilisation en

---

<sup>9</sup> L’arthrose à évolution rapide est une arthropathie destructrice rare chez l’homme, d’étiologie inconnue et sans physiopathologie distinctive.

<sup>10</sup> Une analyse post-hoc est un test statistique effectué à la suite d’une analyse de variance qui exclut l’hypothèse nulle d’absence de différence entre les groupes permettant d’identifier les groupes qui diffèrent. (Définition de l’Université de Paris 8, Ontosats)

<sup>11</sup> Dans le cas ici, le trajet nerveux de la douleur d’arthrose.

<sup>12</sup> La douleur chronique nociplastique est provoquée par un dysfonctionnement des systèmes de contrôle de la douleur.

médecine canine est limitée. Sa tolérance chez les chiens est encore en évaluation. Elle peut cependant être envisagée dans les cas où la douleur présente un aspect neuropathique. Ses effets secondaires incluent parfois des troubles gastro-intestinaux, des problèmes de pression artérielle et de la somnolence.

### I.C.2.5 Autres molécules

Le tramadol est un analgésique opioïde utilisé pour soulager la douleur modérée à sévère, en particulier dans les cas d'arthrose avancée (La Dépêche Vétérinaire, Technique n°189 2018). Il intervient en complément des AINS. Son efficacité chez les chiens est discutée, et il peut provoquer des effets indésirables comme la sédation, la somnolence, les nausées, la constipation ou une dépression respiratoire. Une surveillance étroite (propriétaire) et un suivi attentif (vétérinaire) sont aussi nécessaires lors d'utilisation prolongée. Le tramadol peut entraîner une tolérance accrue et, paradoxalement, accentuer la sensibilité à la douleur chez certains chiens.

Le cannabidiol (CBD) de la famille des cannabinoïdes, est mentionné comme complément dans la gestion de la douleur et de l'inflammation. Son usage est encore en cours d'évaluation (La Dépêche Vétérinaire, Technique n°189 2018) : des études préliminaires suggèrent son efficacité pour améliorer la douleur arthrosique et la mobilité. Les effets secondaires sont généralement rares mais peuvent inclure de la somnolence et des troubles gastro-intestinaux.

Les corticostéroïdes sont parfois utilisés pour leur effet anti-inflammatoire puissant dans les cas d'arthrose sévère. Une administration par voie injectable en intra-articulaire peut être pratiquée pour soulager temporairement. Toutefois, leur usage par voie parentérale est limité en raison de leurs effets secondaires conséquents. Ils sont connus pour provoquer, l'immunosuppression, des troubles métaboliques (diabète, prise de poids), et des ulcères gastriques. Ils sont généralement réservés aux situations aiguës et doivent être utilisés avec précaution (Pye et al. 2022).

Enfin, les chondroprotecteurs (Glucosamine, chondroïtine et acides hyaluroniques) sont des suppléments utilisés pour soutenir le cartilage articulaire en contribuant à la synthèse de la matrice extracellulaire (Pye et al. 2022). Bien que leur efficacité soit variable et leur emploi davantage préventif, ils sont généralement bien tolérés, avec peu d'effets secondaires. Ils s'intègrent souvent dans des régimes de gestion multimodale en traitement préventif ou adjuvant pour ralentir la progression de l'arthrose.

## I.C.2.6 Injection intra-articulaire

Pour le traitement de l'arthrose chez le chien, diverses options d'injection intra-articulaires sont disponibles.

Premièrement, les injections peuvent contenir de l'acide hyaluronique (AH). Il est injecté pour améliorer la lubrification articulaire, réduisant ainsi la douleur et l'inflammation. Cependant, ses effets sont souvent temporaires et son efficacité à long terme reste variable, nécessitant des injections répétées pour maintenir le soulagement (Pye et al. 2022).

Certaines associations comme l'AH avec les corticostéroïdes sont possibles. Cette combinaison peut offrir un soulagement rapide de la douleur grâce à l'action anti-inflammatoire des corticostéroïdes. Toutefois, les corticostéroïdes peuvent causer une dégradation du cartilage avec des injections répétées, limitant leur utilisation prolongée pour éviter des dommages articulaires à long terme.

Ensuite, le plasma riche en plaquette (PRP) peut être employé. Le PRP est préparé à partir du sang du chien, il est riche en facteurs de croissance favorisant la régénération tissulaire. Bien qu'il puisse réduire la douleur et améliorer la fonction articulaire, les effets sont souvent limités à quelques mois. D'autant que la méthode de préparation manque de standardisation, ce qui rend les résultats variables (Pye et al. 2022).

Enfin, il est possible d'injecter des cellules souches mésenchymateuses (CSM) (autologues<sup>13</sup>, allogéniques<sup>14</sup>, xénogéniques<sup>15</sup>). Ces cellules, extraites du tissu adipeux ou de la moelle osseuse du chien, agissent par la libération de molécules anti-inflammatoires et de facteurs de croissance. Les CMS montrent du potentiel pour réduire la douleur et améliorer la mobilité. Cependant, leurs collectes nécessitent des procédures invasives et leur injection peuvent induire des réactions immunitaires dans certains cas, surtout lorsqu'elles sont d'origine allogénique (Pye et al. 2022).

## I.C.2.7 Thérapie génique

La thérapie génique avec plasmide codant pour l'interleukine-10 (IL-10) vise à réduire les cytokines pro-inflammatoires au sein de l'articulation. Bien que prometteuse et bien tolérée dans les essais cliniques, cette approche est encore en développement. Son application clinique nécessite des études à grande échelle pour valider son efficacité et sa sécurité (Pye et al. 2022).

Après avoir vu les thérapies par l'hygiène et la médication, nous allons succinctement aborder les techniques chirurgicales existantes pour intervenir sur l'arthrose.

---

<sup>13</sup> Autologue : qui provient du même animal, qui reçoit le traitement. Le chien est à la fois donneur et receveur.

<sup>14</sup> Allogénique : qui provient d'un autre individu de la même espèce. Le donneur est un chien A et le receveur un chien B.

<sup>15</sup> Xénogénique : qui provient d'un animal d'une autre espèce.

## I.C.3 Traitements Chirurgicaux

### I.C.3.1 Arthroscopie

L'arthroscopie est une procédure peu invasive permettant de visualiser l'intérieur d'une articulation à l'aide d'une petite caméra. Elle permet au chirurgien de traiter des lésions du cartilage, d'éliminer des fragments osseux ou de réparer les tissus mous. Cette pratique, peu invasive offre ainsi une récupération plus rapide qu'une chirurgie ouverte de l'articulation. Elle permet de traiter des problèmes articulaires, y compris l'arthrite, chez des chiens présentant des lésions articulaires légères à modérées. Dans les cas d'arthrose du genou par exemple, elle inclut un lavage articulaire pour éliminer les microparticules responsables de l'inflammation et est parfois suivie d'injections intra-articulaires de corticoïdes.

### I.C.3.2 Ostéotomie correctrice

L'ostéotomie est une intervention chirurgicale qui consiste à sectionner et à repositionner l'os pour corriger un mauvais alignement. Cela permet de mieux répartir les charges sur l'articulation et soulage la douleur. Souvent, elle peut retarder le recours à une prothèse. Utilisée pour des problèmes articulaires du genou, cette procédure peut être bénéfique pour les chiens avec des lésions légères à modérées. Cette chirurgie permet également d'éviter à l'avenir, des interventions plus invasives. Cependant, elle n'est pas nécessaire dans tous les cas et le vétérinaire évaluera la meilleure option en fonction des besoins spécifiques du chien.

### I.C.3.3 Prothèses articulaires

Les prothèses articulaires remplacent partiellement ou totalement l'articulation pour soulager la douleur et rétablir la mobilité. Cette procédure est communément utilisée pour la hanche et le coude chez le chien. Cette intervention est utilisée chez les chiens atteints d'arthrose sévère ou de malformations congénitales. Bien qu'efficace, elle implique une chirurgie lourde avec une longue période de récupération.

### I.C.3.4 Arthrodèse

L'arthrodèse, ou fusion articulaire, consiste à souder les os d'une articulation pour réduire la douleur et améliorer la stabilité. Elle est généralement envisagée en dernier recours lorsque les autres traitements ont échoué et que l'articulation est gravement endommagée. Cette procédure supprime définitivement la mobilité de l'articulation, et sa pertinence doit être soigneusement évaluée avec le vétérinaire.

## I.C.4 Thérapies non médicamenteuses

### I.C.4.1 Thérapies manuelles

Premièrement, la physiothérapie (ou rééducation fonctionnelle) étudie la science du mouvement. Elle regroupe différentes techniques : les mobilisations, les massages, l'électrothérapie, l'hydrothérapie, et la thermothérapie. Pour les chiens arthrosiques, elle vise principalement à réduire la douleur, à renforcer la musculature et à préserver la fonction articulaire. Pour cela, le mode de vie et l'environnement du chien sont ajustés afin de faciliter son quotidien. Les propriétaires apprennent à optimiser les exercices quotidiens et à réaliser des activités simples à domicile. Les physiothérapeutes ajustent régulièrement le programme en fonction des progrès du chien et complètent les exercices à domicile par des techniques thérapeutiques spécifiques (comme la thérapie par ondes de choc ou au laser) pour améliorer la qualité de vie et la fonctionnalité globale du chien (Mille, McClement, Lauer 2022).

Deuxièmement, l'ostéopathie est une thérapie manuelle qui vise à rétablir l'équilibre du corps en agissant sur les structures musculosquelettiques, viscérales et crâniennes. Elle part du principe que la mobilité et l'harmonie des structures corporelles (comme les os, muscles et organes) sont essentielles pour un bon fonctionnement global. L'ostéopathe identifie les restrictions de mouvement pouvant causer des douleurs ou des dysfonctionnements, et les corrige par des manipulations douces, stimulant ainsi la capacité d'auto-guérison du corps. L'ostéopathie canine peut aussi intervenir en amont du processus arthrosique, par exemple pour prévenir ou ralentir l'évolution de la maladie lors de dysplasies de la hanche ou du coude. Les méthodes actuelles de gestion de l'arthrose ont pour objectif de soulager la douleur, d'améliorer la fonction articulaire et la mobilité du chien, tout en minimisant les effets secondaires (Coutts 2023).

Enfin, la chiropraxie canine consiste à détecter les zones à mobilité restreinte qui perturbent les voies nerveuses. Ces dernières lors de raideurs ou contractures provoquent des douleurs compensatoires. Par des ajustements chiropratiques, la mobilité est rétablie, libérant le passage des influx nerveux et permettant une meilleure hydratation et lubrification des articulations. Cette pratique intervient aussi bien au niveau de la colonne vertébrale que des membres. Elle réduit l'inflammation et la douleur, tout en améliorant le confort et la capacité de mouvement du chien. Un manque de mobilité dans la colonne vertébrale peut entraîner un resserrement des tissus mous environnants et créer un cycle de douleur et de raideur qui limite davantage la mobilité.

## I.C.4.2 Acupuncture

L'acupuncture est l'une des thérapies fondamentales de la médecine traditionnelle chinoise. Cette technique de plusieurs milliers d'années s'est révélée être efficace vis-à-vis des douleurs aiguës et chroniques (Xu et al. 2024; Wong Lit Wan et al. 2023; Nielsen et al. 2022; Vickers et al. 2018; MacPherson et al. 2017). Elle est également considérée dans la gestion de la douleur associée à l'arthrose (Ministère de la Santé et de la Prévention 2015).

En effet l'acupuncture est reconnue par l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) dans le traitement de la douleur chronique chez l'homme, notamment pour certaines localisations de l'arthrose (OMS 2014).

L'acupuncture intervient sur différents symptômes de l'arthrose. Elle promeut la circulation sanguine, ce qui contribue à réduire l'inflammation. En stimulant la libération d'endorphines (Yang et al. 2011), l'acupuncture agit comme analgésique. Il serait envisageable que son utilisation permette de réduire la dépendance aux médicaments analgésiques, en diminuant leur dosage (Huang et al. 2022). Elle aide à réduire les raideurs articulaires et à améliorer la souplesse, ce qui facilite la mobilité du chien. Enfin, elle peut parfois aider à diminuer stress et anxiété (Ministère de la Santé et de la Prévention 2015) qui accompagnent souvent la douleur chronique, participant ainsi à améliorer le bien-être global du patient.

L'acupuncture, au même titre que les autres thérapies présentées, intervient dans la gestion multimodale de l'arthrose. Elle peut être combinée avec des traitements classiques comme les AINS ou l'activité physique. Son utilisation est également envisageable pour atténuer les effets secondaires des médicaments, tels que les troubles digestifs et du sommeil. Face aux effets secondaires des médicaments donnés à long terme, l'acupuncture réémerge comme une solution sans effet secondaire, offrant une alternative efficace, surtout lorsque les médicaments ne suffisent pas à soulager la douleur.



# **Partie 2 : Étude bibliographique L'Acupuncture**

## II. L'acupuncture

L'acupuncture consiste à insérer de fines aiguilles stériles dans des points d'acupuncture spécifiques pour créer une réponse physiologique. Définition provenant du livre *Canine Sports Medicine and Rehabilitation* écrits par Chris Zink et Janet B. van Dyke (Medina et al. 2018).

L'acupuncture est reconnue par l'OMS dans le traitement de la douleur chronique chez l'homme, notamment pour certaines localisations de l'arthrose. Cette méthode thérapeutique ancestrale issue de la Médecine Traditionnelle Chinoise (MTC) se développe petit à petit en médecine vétérinaire. Elle est souvent associée à d'autres thérapies dans le cadre d'une approche multimodale de la douleur, et citée dans les ouvrages de référence traitant de l'arthrose (CVPM 2021; Fox 2017).

### II.A La médecine chinoise

L'histoire de la médecine chinoise remonte à environ 3000 ans. Elle est intimement liée à la philosophie chinoise et repose sur des concepts essentiels comme le Yin et le Yang<sup>16</sup>, les cinq éléments<sup>17</sup> et le Qi<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> **Yin et Yang** : Concept philosophique profondément ancré dans la pensée chinoise représentant l'équilibre dynamique entre deux forces opposées mais complémentaires. La MVTC s'appuie sur cette théorie qui régit l'équilibre de l'énergie vitale, le « Qi », dans le corps des animaux. Le Yin représente les aspects froids, passifs et intérieurs, tandis que le Yang incarne la chaleur, l'activité et l'extérieur. En MVTC, les maladies sont souvent considérées comme des déséquilibres entre ces deux forces. Par exemple, un excès de Yang peut provoquer des conditions inflammatoires ou de chaleur, tandis qu'un excès de Yin peut entraîner des problèmes de froid ou de stagnation (stagnation = douleur en MTC).

<sup>17</sup> **Cinq éléments** : La théorie des cinq éléments, est un autre pilier fondamental de la MVTC. Elle repose sur l'idée que cinq forces naturelles – Bois, Feu, Terre, Métal et Eau – régissent le corps et ses organes. Le Bois est associé au foie et à la vésicule biliaire, le Feu se rapporte au cœur et à l'intestin grêle, La Terre est reliée à la rate et à l'estomac, le Métal correspond aux poumons et au gros intestin, et enfin l'Eau se réfère aux reins et à la vessie. En MVTC, les organes et systèmes du corps des animaux sont en interactions constantes via ces éléments, chacun pouvant nourrir, contrôler ou être en conflit avec un autre. Un déséquilibre entre ces éléments se traduit par des maladies dont les traitements visent à rétablir l'harmonie entre eux.

<sup>18</sup> **Qi** : (prononcé "tchi") représente l'énergie vitale en MTC qui circule à travers les méridiens et anime tout être vivant. Il est à la base de tous les processus vitaux, assurant la circulation du sang, la régulation des organes et le maintien de l'équilibre entre le Yin et le Yang, ainsi que l'eurythmie des Cinq Éléments.

L'un des plus anciens textes classiques de MTC est le Huangdi Nei Jing 黄帝内经 ou « Classique interne de l'empereur Jaune » (Hu, Liu 2020) ayant été rédigé vers le III<sup>e</sup> siècle avant J.C., mais représente des savoirs accumulés sur plusieurs siècles auparavant.

Concernant la Médecine Vétérinaire Traditionnelle Chinoise (MVTC) il est probable qu'elle ait émergé concomitamment avec le développement de la MTC destinée aux soins et à la santé humaine. Les premières mentions d'une médecine vétérinaire remontent à 947 - 928 av. J.C. avec Zhao Fu suivi de Bo Le, 659-621 av. J.C. (Harrison, Churgin 2022). Les premiers ouvrages écrits encore consultables sont Qi Min Yao Shu 齊民要術 (Jia, Sixie, Tao, Zongyi, Tao, Ting 1646), rédigé au VI<sup>e</sup> siècle ou encore Yuan Heng Liao Ma Ji 元亨療馬集 (Yu Ren - Benyuan, Yu Jie - Benheng 1608) terminé en 1547 et édité 61 ans plus tard.

## II.A.1 Examen clinique de médecine chinoise

L'examen clinique de médecine chinoise repose sur quatre méthodes diagnostiques (Xie, Preast 2016) que l'on retrouve en médecine occidentale :

- L'observation : examen de la langue, sa couleur et ses caractéristiques ; regarder l'état général ; observer l'état mental de l'animal ; évaluer la qualité et l'éclat du poil et de la peau.
- L'auscultation et l'olfaction : être attentif à la qualité de la voix ; écouter la respiration ; ausculter le cœur et les poumons ; sentir les odeurs du corps, de la respiration et des oreilles.
- L'interrogation : questionner le propriétaire à propos des antécédents médicaux (anamnèse) ; demander au propriétaire les conditions de vie de son animal, l'alimentation, la personnalité de l'animal, l'activité physique journalière (commémoratifs) ; se renseigner sur le motif de consultation et les signes observés par le propriétaire.
- La palpation : sentir le pouls ; masser les méridiens ; percevoir les points sensibles ; palper l'abdomen, les nœuds lymphatiques et les articulations.

## II.A.2 Les disciplines de la médecine chinoise

La MTC se divise en quatre branches d'application que sont l'acupuncture, la phytothérapie, la thérapie alimentaire et le Tui Na.

**L'acupuncture**, au sens large, consiste à stimuler des points précis du corps appelés « points d'acupuncture », se trouvant le long des méridiens, afin de rétablir la circulation du Qi dans le corps. Cet art aide à soulager la douleur, traiter certaines maladies et améliorer voire rétablir l'équilibre global du corps en réharmonisant le Yin et le Yang et les Cinq Éléments.

**La phytothérapie** se base sur l'utilisation des plantes et de leurs extraits pour traiter diverses affections. Dans la tradition chinoise, elle s'inscrit dans le cadre des concepts de l'énergie vitale (le Qi), avec pour objectif de rétablir les équilibres énergétiques internes et soigner les déséquilibres à travers des plantes médicinales. Ces herbes sont souvent assemblées en formules complexes, adaptées pour harmoniser les organes et les Cinq Éléments. En médecine vétérinaire, les préparations à base de plantes sont administrées aux grands animaux, comme les chevaux, sous forme de poudre, tandis que les chats et les chiens reçoivent des formules en pilules ou capsules.

En MTC, **la thérapie alimentaire** est vue comme un moyen de maintenir ou de rétablir l'équilibre du corps c'est-à-dire respectivement prévenir ou guérir les maladies. Elle s'appuie sur la classification des aliments selon leurs propriétés énergétiques (chaud, froid, neutre) et leur influence sur les organes internes afin d'être adaptée à chaque individu.

**Le Tui Na** est une forme de massage thérapeutique qui repose sur différentes techniques de manipulation pour stimuler les méridiens et les points d'acupuncture. Cette méthode est souvent utilisée pour soulager la douleur, traiter les troubles musculosquelettiques, et favoriser la circulation du Qi.

## II.B L'acupuncture : discipline d'intérêt pour cette étude

### II.B.1 Acupuncture moderne et acupuncture traditionnelle

Il existe deux approches de l'acupuncture (Molinier 2003). Une approche dite « moderne » qui se base sur les points d'acupuncture et leur localisation anatomique en rapport avec les théories nerveuses ou neuro-humorales pour expliquer ses mécanismes. Et l'approche dite « traditionnelle » qui est plus philosophique et qui s'appuie sur des lois régissant l'organisme :

- Ensemble des agents externes susceptibles d'influencer l'organisme.
- Fonctionnement de l'organisme à travers les interconnexions des méridiens et la circulation du Qi.
- Mécanismes provenant de la confrontation entre les facteurs externes et les réactions correspondantes et appropriées de l'organisme.

La théorie dite « moderne » étant d'avantage portée sur des bases anatomiques est bien mieux appréhendée et acceptée pour les occidentaux. Bien que les cheminements intellectuels diffèrent, le résultat quant au choix du traitement sera le même, quelle que soit l'affinité du praticien pour l'un des deux raisonnements.

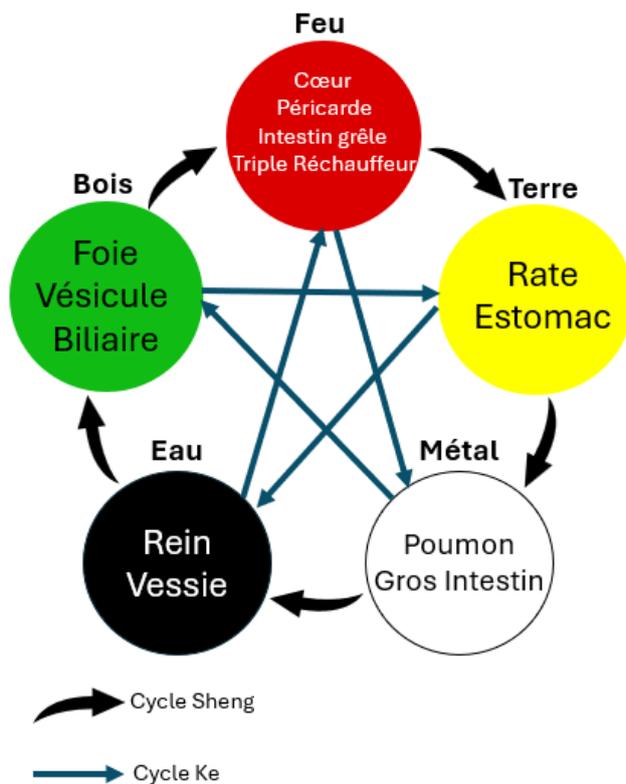
L'acupuncture au sens strict désigne l'insertion d'aiguilles fines en des points d'acupuncture préalablement sélectionnés afin de restaurer la circulation du Qi le long des méridiens et ainsi corriger les déséquilibres responsables des maladies ou divers troubles physiques ou psychiques. Elle repose sur les principes fondamentaux de la MTC (principes cités au II.A La médecine chinoise).

## II.B.2 L'Arthrose en Médecine Chinoise : Physiopathologie et Traitements par Acupuncture

### II.B.2.1 Physiopathologie de l'arthrose en médecine chinoise

#### Généralités

L'un des fondements de la MTC et par extension de la MVTC, est la théorie des cinq éléments représentée ci-dessous.



Le **Cycle Sheng** ou Cycle Générateur représente un cycle nourricier où chaque élément engendre le suivant. L'Eau nourrit le Bois, le Bois alimente le feu, le Feu de par les cendres constituées crée la Terre, la Terre engendre le Métal, le Métal contient l'Eau (récipient en métal).

Le **Cycle Ke** (prononcé "ko") ou Cycle de Contrôle est régulateur pour garantir le maintien de l'équilibre entre les différents éléments. L'Eau éteint le Feu, le Feu fond le Métal, le Métal coupe le Bois (hache); le Bois retient la Terre (comme des racines retiennent le sol).

Figure 1 : Les interactions des 5 éléments, cycle d'engendrement et cycle de contrôle par F. Garciaz

Figure 1 inspiré du livre *Traditional Chinese Veterinary Medicine Fundamental Principles, 2nd Edition* de H. Xie et V. Preast (Xie, Preast 2016)

Chaque élément est associé à des systèmes d'organes *Figure 1*. En médecine occidentale les noms d'organes se réfèrent uniquement à la structure anatomique tandis qu'en MTC et MVTC, le nom d'organe se réfère à l'entièreté de ce qu'il représente à savoir le système organe, sa fonction, son élément associé ainsi que les caractéristiques qui en découlent.

Tableau I : Résumé non exhaustif des caractéristiques des 5 éléments en rapport avec les systèmes organes et leurs fonctions

	Bois	Feu	Terre	Métal	Eau
Zang Organe <sup>19</sup>	Foie	Cœur et Péricarde	Rate	Poumon	Rein
Fu Organe <sup>20</sup>	Vésicule biliaire	Intestin grêle et Triple Réchauffeur <sup>21</sup>	Estomac	Gros Intestin	Vessie
Orifice	Yeux	Langue	Bouche	Nez	Oreilles
Sens	Vue	(Voix)	Goût	Odeur	Ouïe
Tissus	Tendons et Ligaments	Vaisseaux sanguins	Muscles	Peau	Os et Moelle osseuse
Fonction	Purifier Détoxifier	Circulation sanguine et État d'esprit	Digestion	Respiration	Élimination
Extérieur	Coussinets, Griffes	Aspect extérieur	Lèvres, Babines	Peau, et pores	Poil
Sécrétion	Larmes	Sueur	Salive	Jetage	Urine

Tableau I inspiré du livre *Traditional Chinese Veterinary Medicine Fundamental Principles, 2nd Edition* de H. Xie et V. Preast (Xie, Preast 2016)

L'arthrose touche les os et les articulations, en médecine chinoise, elle s'inscrit donc dans un déséquilibre du système Rein (voir *Tableau I*). Les stades débutants de la maladie résultent d'un blocage du Qi dans le méridien du Rein qui provoque une gêne voire une douleur. C'est ce que l'on appelle le **Déficit de Qi du Rein**. En progressant, la maladie peut évoluer et c'est lorsque le phénomène devient chronique que le Déficit de Qi du Rein devient le **Déficit de Yang du Rein**. Le Yang étant pour partie constitué de Qi (Xie, Preast 2016).

<sup>19</sup> Zang Organe (organes pleins) : Apparenté au Yin, ils stockent les substances vitales (le Qi, le Sang et les Fluides).

<sup>20</sup> Fu Organe (organes creux) : Associés au Yang, ils transportent, transforment et évacuent ces substances.

<sup>21</sup> Triple Réchauffeur est un système unique en MTC qui n'a pas d'équivalent anatomique direct en médecine occidentale. Il régule la circulation du Qi, des liquides corporels et la chaleur à travers les trois régions du corps (supérieure, médiane et inférieure), d'où sa dénomination. Il coordonne et fait le lien entre les organes Zang et Fu pour assurer le fonctionnement des systèmes internes et maintenir l'équilibre énergétique global du corps.

## Syndrome Bi

L'arthrose en médecine occidentale est assimilée à ce que l'on appelle le « Syndrome Bi » en MTC (Limehouse 1992). L'idéogramme Bi signifie « blocage » ou plus largement « syndromes d'obstruction douloureuse » qui sont les plus fréquemment rencontrés en acupuncture (Hopton et al. 2012). Une autre dénomination est employée par certains médecins et éditeurs occidentaux qui est le « syndrome d'arthralgie » car les douleurs articulaires sont l'un des symptômes les plus courants du syndrome Bi (Zhang 2010).

D'après M. Dubois, diplômé de médecine traditionnelle chinoise, les circonstances d'apparition sont :

Premièrement, l'ensemble des énergies physiologiques (le Qi, le Sang, le Yin et le Yang) regroupées sous la dénomination de Zheng Qi doit être en baisse. Particulièrement le Wei Qi qui est le Qi Défensif. C'est le cas des patients âgés ou affaiblis, en médecine occidentale, cela serait comparable à une baisse du système immunitaire.

Deuxièmement, les facteurs pathogènes externes (Vent, Froid, Humidité, Chaleur, sécheresse, Canicule) appelés Xie Qi, doivent être forts.

Finalement, lorsque le système immunitaire (Zheng Qi et Wei Qi) est trop faible pour résister à l'attaque des pathogènes (Xie Qi), la maladie survient (Dubois 2018).

Le Syndrome Bi en médecine chinoise est causé par la stagnation du Qi et du Sang dans les méridiens. C'est cette stagnation qui engendre des douleurs, des engourdissements des muscles et tendons ou des gonflements articulaires. Les principales causes sont l'invasion des facteurs externes tels que le Vent, le Froid et l'Humidité, ainsi que le vide de Qi et de Sang du Foie et du Rein lié au vieillissement, ce qui affaiblit respectivement les tendons et les os (Xie, Preast 2016). L'obstruction peut aussi être due à des traumatismes ou à un effort physique excessif.

Ce syndrome en médecine occidentale, correspond à des pathologies comme l'arthrose, les rhumatismes, l'arthrite, la sciatique et la spondylarthrite.

Le syndrome Bi peut être divisé en sous-groupes selon les agents étiologiques suivants : (Schoen 2001)

- Bi Circulant ou Bi Erratique (Xing Bi) : prédominance du Qi du Vent
- Bi Douloureux (Tong Bi) : prédominance du Qi du Froid
- Bi Fixe ou Bi de l'Humidité (Zhuo Bi) : prédominance du Qi de l'Humidité
- Bi de Chaleur : excès de Yang
- Bony Bi (« Bi osseux ») : stade avancé, associé à une détérioration articulaire due à l'arthrose chronique

## Neurophysiologie et Douleur

### Système Nerveux Périphérique (SNP)

Il existe 2 systèmes de classification des fibres nerveuses (Hall, Guyton 2011). La première est la classification générale basée sur le diamètre de l'axone, la vitesse de conduction du signal, le type de récepteur et l'épaisseur de la gaine de myéline entourant la fibre. La seconde classification est basée sur la physiologie sensorielle de la fibre nerveuse.

*Tableau II : Correspondance des fibres nerveuses selon leur classification*

<b>Classification Générale</b>	<b>Classification Physiologique</b>
<b>Fibres Type A</b> : Taille moyenne à grande, myélinisées, caractéristiques des nerfs spinaux - A alpha ( $A\alpha$ ) : Large diamètre et vitesse de conduction la plus rapide.	Groupe I.a : Fibres des terminaisons annulospirales des fuseaux neuromusculaires.
	Groupe I.b : Fibres provenant des organes tendineux de Golgi.
- A beta ( $A\beta$ ) et A gamma ( $A\gamma$ ) : Diamètre légèrement plus petit.	Groupe II : Fibres provenant des récepteurs tactiles cutanés et des terminaisons des fuseaux musculaires.
- A delta ( $A\delta$ ) : Fibres plus petites, avec une fine gaine de myéline, impliquées dans la douleur aiguë (douleur rapide).	Groupe III : Fibres véhiculant les sensations de température, de toucher grossier et de douleur aiguë.
<b>Fibres Type C</b> : Petite taille, non myélinisées, vitesse de conduction du signal plus lente. Principalement responsables de la douleur chronique, des sensations de température et des signaux autonomes.	Groupe IV : Fibres non myélinisées responsables des sensations de la douleur chronique, de démangeaisons, de température et des sensations tactiles grossières.

Les nocicepteurs sont des récepteurs sensoriels, qui, lorsqu'ils sont stimulés, font naître un message nerveux qui se traduit en douleur. Les nocicepteurs correspondent aux fibres  $A-\delta$  et C. Ce sont des nerfs à terminaisons libres qui répondent aux stimuli mécaniques, thermiques et chimiques ainsi qu'aux dommages tissulaires imminents ou existants (Schoen 2001). Ils se trouvent principalement dans les couches superficielles de la peau ainsi que dans certains tissus internes comme le périoste, les parois artérielles, les surfaces articulaires et les membranes du cerveau. (Hall, Guyton 2011)

Les nocicepteurs sont activés par des médiateurs chimiques lors de lésions tissulaires, tels que la bradykinine, la sérotonine, l'histamine, les ions potassium, l'acétylcholine, et les enzymes protéolytiques. D'autres molécules, comme les prostaglandines et le monoxyde d'azote, peuvent exacerber leur sensibilité et par conséquent aggraver la perception de la douleur.

## Système Nerveux central (SNC)

Les informations somatosensorielles concernant la douleur sont traitées dans la corne dorsale de la moelle épinière (pour le corps) et dans le noyau spinal du tractus trijumeau (pour la tête). Après une blessure, les fibres nociceptives A- $\delta$  et C des nerfs périphériques véhiculent le message en pénétrant dans la moelle épinière via les racines dorsales, en montant ou descendant dans le tractus de Lissauer (Schoen 2001).

Les fibres A- $\delta$ , qui transmettent la douleur mécanique et thermique, se terminent dans la corne dorsale, puis activent les neurones du tractus néo-spinothalamique. Ces neurones traversent la moelle pour rejoindre les colonnes antérolatérales et atteignent le thalamus pour se terminer dans le complexe ventro-basal. De là, les signaux sont transmis au cortex somatosensoriel. Ce système permet une localisation précise de la douleur.

Les fibres C, responsables de la douleur lente et chronique, se terminent dans la substance gélatineuse. Les signaux passent ensuite dans des neurones pour rejoindre les fibres A- $\delta$  et se terminent principalement dans le tronc cérébral, avec une transmission plus diffuse au thalamus, provoquant une perception plus vague de la douleur.

Chez l'humain, ce système est plus précis, tandis que chez les animaux domestiques, les voies de la douleur sont plus diffuses. En outre, les types de douleur peuvent être classés comme :

- Nociceptive (stimuli nocifs)
- Neuropathique (pathologies du système nerveux)
- Idiopathique (douleur non expliquée par des lésions spécifiques)
- Psychogène (d'origine psychologique)

### II.B.2.2 Principe de traitement de l'Arthrose par Acupuncture

Les articulations sont associées au tissu osseux correspondant au système Rein d'après le *Tableau I*. L'arthrose est donc considérée comme un dysfonctionnement de ce système. La maladie d'organe la plus courante dans ce contexte est l'insuffisance de Yang du Rein (Xie, Preast 2016). C'est pourquoi les animaux peuvent avoir des antécédents de maladie dégénérative des articulations, de maladie rénale chronique et de surdité gériatrique par exemple (*Tableau I*). Ce déficit de Yang du Rein étant la cause sous-jacente, elle doit être traitée en plus du traitement des points d'acupuncture locaux autour des articulations affectées (Schoen 2001). L'objectif du traitement dépend donc de l'étiologie et doit : éliminer la douleur due à l'obstruction, tonifier le Qi, promouvoir la recirculation du Qi et du Sang, débloquer les méridiens, disperser le Vent, dissiper l'humidité et réchauffer en cas de froid.

#### **Légende Figure 2 :**

IL : Interleukine ; CGRP : Calcitonin gene-related peptide (neuropeptide) ; NGF : Facteur de croissance nerveuse ; TNF : Facteur de nécrose tumoral (cytokine) ; MMP : Métalloprotéases matricielles (collagénase) ; Pdt dégradation : Produits de dégradation

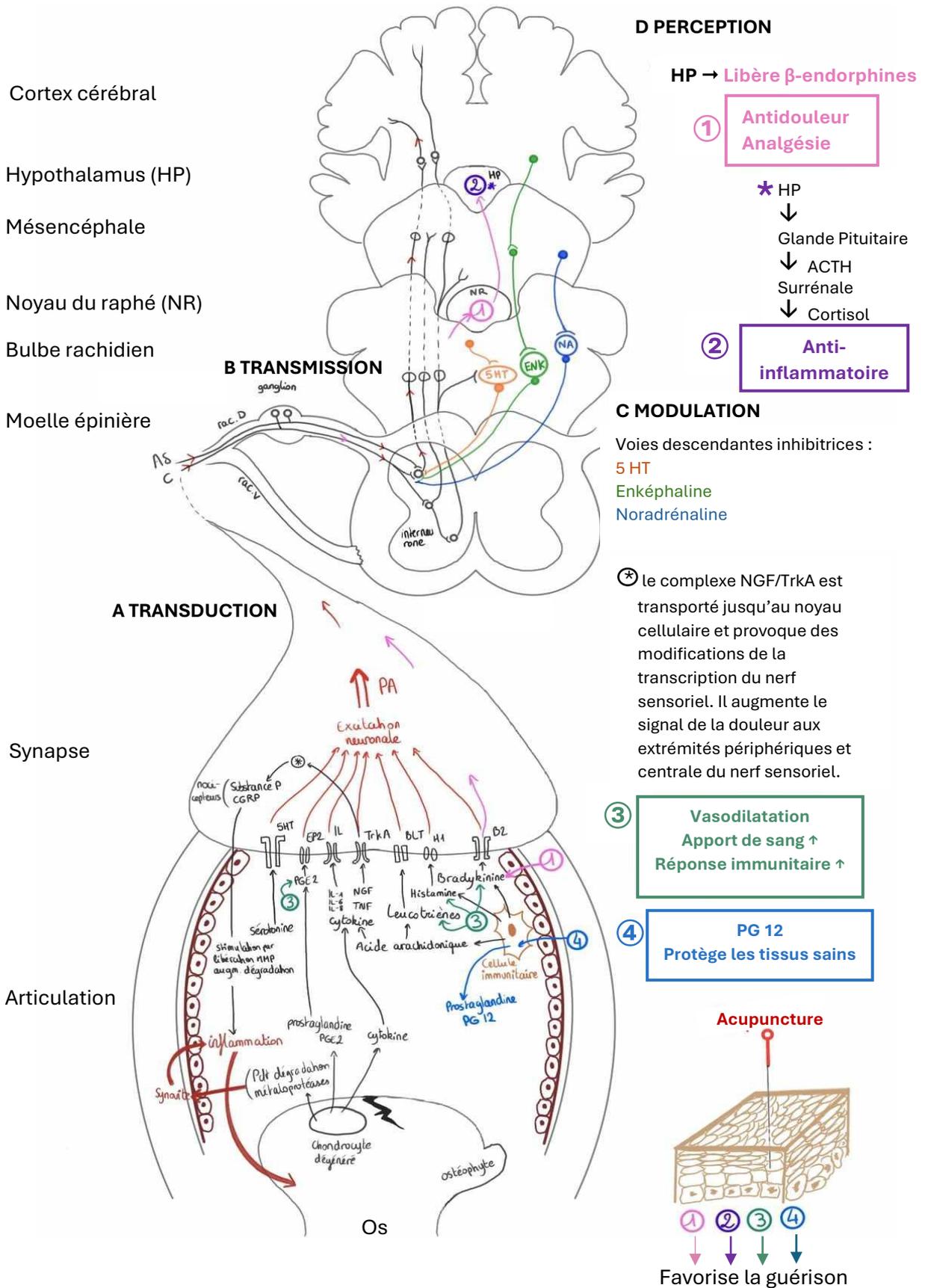


Figure 2 : Effets de l'acupuncture sur les mécanismes d'action de la douleur d'arthrose par F. Garciaz

Inspiré de divers travaux (morgan.cahouet@capdouleur.fr 2019; Révolution de la physiopathologie des douleurs chroniques 2018; Fox 2017; de Jaeger, Cherin 2011)

## II.B.3 Les différentes méthodes d'acupuncture

### II.B.3.1 Acupuncture aux aiguilles sèches

Cette première technique, l'acupuncture aux aiguilles sèches (AAS), est utilisée lors de la partie expérimentale.

L'aiguillement à sec est la technique de base de l'acupuncture. Elle consiste à insérer de fines aiguilles monofilament, non injectables, dans diverses structures anatomiques telles que les fascias sous-cutanés, les muscles, les tendons et les ligaments. Cette technique peut également être employée près des nerfs périphériques ou des faisceaux neurovasculaires pour traiter des douleurs neuromusculo-squelettiques. En physiothérapie, plusieurs conseils d'État américains définissent l'aiguillement à sec comme une procédure strictement intramusculaire, ciblant principalement les « points déclencheurs myofasciaux » (MTrP) ou *Trigger Point*. Selon la littérature, lorsque l'aiguille est insérée dans un MTrP, elle peut toucher ou stimuler des terminaisons nerveuses comme les nocicepteurs ou les loci sensibles (Dunning et al. 2014).

Une application appropriée de cette méthode nécessite de sélectionner soigneusement les patients et d'écartier ceux qui présentent des risques d'effets indésirables. L'acupuncture aux aiguilles sèches est contre-indiquée dans les situations suivantes : réticences aux aiguilles, antécédents réactionnels anormaux à l'aiguillement ou à l'injection, patient sous anticoagulants ou présentant une thrombocytopénie, présence d'un lymphœdème dans la zone de traitement, lorsque la peau n'est pas cicatrisée (plaies ouvertes, brûlures) ou encore lors d'infections dans la zone de traitement. Des contre-indications relatives incluent des troubles hémorragiques, un système immunitaire compromis (cancer, hépatite), des maladies vasculaires, le diabète, la grossesse (gestation), l'épilepsie, des allergies aux métaux et l'utilisation de certains médicaments. Des précautions doivent aussi être prises dans les cas de conditions psychologiques altérées, de proximité avec des organes sensibles, ou après une intervention chirurgicale récente (Unverzagt, Berglund, Thomas 2015).

Il existe différents types d'aiguilles qui se déclinent en fonction de leur manche :

- Manche en plastique, acier ou cuivre-aluminium : un manche métallique non revêtu est préférable pour les techniques de stimulation, car il offre une prise ferme.
- Manches japonais : cylindriques (bobinés, lisses ou profilés), compatibles avec les moxacaps<sup>22</sup> pour chauffer l'aiguille.
- Manches chinois : équipées d'une boucle permettant des rotations ciblées.

Pour des traitements avec moxibustion<sup>23</sup>, il est conseillé d'utiliser des manches non revêtus afin d'éviter toute dégradation due à la chaleur ou à l'électrolyse (*Pratique de l'acupuncture* 2022).

---

<sup>22</sup> Les moxacaps sont de petits dispositifs accrochés à l'aiguille permettant à la moxa d'être placée dans le capuchon et brûlée de manière à transférer la chaleur de l'aiguille vers le corps du patient.

<sup>23</sup> La moxibustion est une autre technique détaillée plus bas au chapitre II.B.3.3 Autres méthodes existantes.

## II.B.3.2 Acupuncture LASER Technologie LASER PEN®

Cette seconde technique, l'acupuncture au Laser (AL), est également utilisée lors de la partie expérimentale.

### Histoire du Laser

L'histoire du traitement au Laser a débuté dans les années 1950. Les premières expériences étaient réalisées en laboratoires, marquant ainsi le début des recherches scientifiques sur les effets de la lumière sur les tissus vivants. En 1960, le Laser devient accessible en dehors des laboratoires (Thompson 2012). C'est à la fin des années soixante que E. Mester est l'un des premiers scientifiques à avoir étudié l'irradiation laser sur des tissus humains. Il a observé une augmentation significative de la cicatrisation des plaies grâce à la Thérapie Laser à Faible Intensité : *Low Level Impulse Laser Therapy* (LLLT) (Petermann 2006). C'est ensuite en 1970 en Russie et aux États-Unis que des recherches plus approfondies sont menées sur les traitements au Laser (Thompson 2012). Les premiers à avoir exploré l'usage du Laser en acupuncture sont les scientifiques chinois. En effet, l'un des pionniers fut le Dr Zhou un chirurgien-dentiste qui utilisait différents types de Laser (laser hélium-néon, Laser à CO<sub>2</sub>) sur des points d'acupuncture. L'AL était utilisée pour ses effets anesthésiant lors des opérations (Litscher, Opitz 2012). Dans les années 1980, les études sur l'usage du Laser pour stimuler les points d'acupuncture se multiplient. Cette méthode a été reconnue efficace pour stimuler les points d'acupuncture sans utiliser d'aiguilles renforçant ainsi les connaissances sur cette technique (Thompson 2012).

### Indications Laser Acupuncture

L'acupuncture au laser, qui est utilisée pour traiter divers problèmes médicaux sans effet traumatisant et sans toucher directement le patient, est employée pour (Petermann 2006) :

- Les troubles musculosquelettiques : spondylose, boiteries aiguës et chroniques, dysplasies du coude et de la hanche, arthrose, problèmes d'articulations sacro-iliaques.
- Les maladies internes touchant les poumons (bronchites aiguës et chroniques), le cœur, le foie, les reins.
- Les inflammations comme les sinusites purulentes ou encore les maladies inflammatoires de l'intestin.
- Les affections neurologiques et post-traumatiques comme les paralysies.
- L'ophtalmologie avec les blessures oculaires et ulcères cornéens.
- Les troubles gynécologiques : problèmes ovariens, difficultés à la reproduction.
- La dentisterie : kystes dentaires.
- Aider la cicatrisation : traitement des plaies infectées, abcès, et cicatrisation après chirurgie.
- Troubles psychiques et psychosomatiques.

L'acupuncture laser facilite un traitement non invasif pour ces affections. Elle utilise un nombre limité de points d'acupuncture choisis préalablement pour leurs efficacités.

## Classification

Différentes classifications des Laser existent. La Food and Drug Administration (FDA) aux États-Unis utilise une classification des lasers, en fonction de leur puissance et de leur dangerosité en cas d'utilisation inappropriée. Un étiquetage européen suit également ces critères (*Tableau III*).

*Tableau III : Classification des Lasers, Puissance et utilisation*

Etiquetage européen	Etiquetage américain	Puissance	Domaine
Classe 1	Classe I	$P < 0,39 \text{ mW}$	Imprimantes laser et lecteurs DVD
Classe 2	Classe II	$0,39 \text{ mW} < P < 1 \text{ mW}$	Lecteurs de codes-barres et certains pointeurs lasers
Classe 3R	Classe IIIa	$1 \text{ mW} < P < 5 \text{ mW}$	Spectacles de lumière laser et Laser Thérapeutique de faible intensité (LLLT)
Classe 3B	Classe IIIb	$5 \text{ mW} < P < 500 \text{ mW}$	
Classe 4	Classe VI	$500 \text{ mW} < P$	Lasers de qualité médicale (chirurgie) Lasers industriels

Les classes 3 et 4 étant des Lasers thérapeutiques utilisés en médecine.

## Les Laser de haute intensité et les Laser de faible intensité

Le Laser de haute intensité émet des impulsions lumineuses d'une puissance de 30 à 100 watts (W), mais de très courte durée (200 nanosecondes). Cela permet une pénétration plus profonde dans les tissus sans produire de chaleur excessive ou de coagulation. Il est utilisé pour stimuler des points d'acupuncture. La haute intensité favorise la résonance dans les tissus tout en évitant les dommages (Petermann 2006).

Le Laser de faible intensité (LLLT) est utilisé pour le traitement local de divers tissus en médecine. Son faisceau peut être continu ou pulsé, et ses longueurs d'onde varient de l'infrarouge au domaine du visible (600-900 nm) permettant de pénétrer dans les tissus sans effet thermique. La puissance émise est comprise entre 30 et 200 mW. Le Laser de faible intensité est employé pour la cicatrisation et la stimulation de points d'acupuncture (Petermann 2006).

## Technologie

Le Laser utilisé pour l'étude est le LASERPEN®, sa technologie emploie des lasers à diodes compactes, qui lui permettent d'être suffisamment petit pour tenir dans la main de l'opérateur.

Les diodes laser sont constituées de couches semi-conductrices où les électrons migrent et produisent des photons dans la zone active. Ce processus aboutit à une émission laser à travers un miroir semi-perméable. Ce type de technologie présente un haut rendement énergétique (jusqu'à 55 % d'efficacité), contrairement aux lasers Néodyme-YAG (2-5 % d'efficacité) et aux lasers au CO<sub>2</sub> (5-10 %). Grâce à cette efficacité élevée, ils nécessitent moins de refroidissement, facilitant leur utilisation en appareils portables (Petermann 2006).

## Paramétrage

Les paramètres importants à connaître lors de l'utilisation d'un Laser thérapeutique sont les suivants (Litscher, Opitz 2012) :

- La densité de la puissance : mesurée en watts ou milliwatts par cm<sup>2</sup>, elle indique l'intensité du faisceau et influence la durée optimale du traitement.
- La densité énergétique : représente la dose en Joules par cm<sup>2</sup> appliquée aux tissus.
- La dose appropriée dépend de la longueur d'onde, de la densité de puissance, du type de tissu, et de la condition clinique du patient.
- La gamme de la densité énergétique qui varie de 0,001 à 10 J/cm<sup>2</sup> en fonction des indications et des tissus traités.
- La lumière continue ou pulsée : le mode est choisi (s'il peut l'être) selon les effets recherchés. Le mode pulsé peut interagir avec des phénomènes biologiques pour produire des effets spécifiques encore peu compris.
- Longueur d'onde
- Fréquence

L'émission de lumière par Laser à ondes continues est sous forme d'onde sinusoïdale. Cela permet une stimulation constante et efficace des points d'acupuncture. Le Laser à impulsion de faible intensité (LLLIT) est employé pour stimuler les points d'acupuncture et les tissus environnants.

La thérapie Laser, qu'elle émette un faisceau lumineux continue ou pulsé, se base sur les fréquences de Nogier (*Tableau IV*) (Petermann 2012).

Le Dr Nogier a développé ces fréquences en se basant sur le Réflexe auriculo-cardiaque (RAC), identifiant les longueurs d'onde et fréquences lumineuses les plus efficaces dans le spectre infrarouge. Ces fréquences créent des résonances spécifiques adaptées aux tissus et aux points d'acupuncture, optimisant les effets thérapeutiques (Petermann 2012).

Tableau IV : Les Fréquences de Nogier et leurs indications

Fréquences de Nogier	Hz	Indications
A	292	Plaies, inflammations, foyers d'irritabilité (corps et dents)
B	584	Tendinites, arthrites, fractures, points d'acupuncture
C	1168	Tendinites, arthrites, fractures, points d'acupuncture sauf aux extrémités
D	2336	Points d'acupuncture aux extrémités
E	4672	Affection des nerfs et de la moelle épinière
F	73	Troubles de l'articulation mandibulaire et du cerveau sous-cortical
G	146	Cortex cérébral et troubles mentaux

## Physiologie de la thérapie laser

Les recherches de F. A. Popp ont révélé que les biophotons<sup>24</sup> par « un rayonnement ultra-faible » ont un rôle dans la communication cellulaire. L'ADN présent dans le noyau cellulaire est considéré comme étant la source de ce rayonnement. Ces émissions s'étendent du spectre infrarouge jusqu'au spectre ultraviolet. Dans les cellules tumorales, la perte de cohérence de ce rayonnement est associée à un désordre croissant qui nuit à la communication cellulaire. Le traitement au laser peut rétablir cet ordre en améliorant la résonance (Petermann 2006).

P. Warnke a étudié l'effet du laser infrarouge, constatant que seulement 5 à 10 % de l'énergie laser est absorbée par la peau. Cette dernière se retrouve principalement dans les mitochondries grâce à un « pigment d'antenne » : le système flavoprotéine-métal-rédox. Cette absorption convertit l'énergie laser en énergie cellulaire, bénéfique pour les cellules affaiblies ou malades (Petermann 2006).

L'utilisation du laser favorise aussi la cicatrisation des plaies et la réparation des ligaments. En apportant une énergie accrue, cela permet d'éliminer les déchets cellulaires et de favoriser les processus de réparation au sein des tissus. E. Mester a démontré, dès 1969, que l'irradiation laser stimule la prolifération du collagène et l'activité cellulaire, accélérant ainsi la guérison et favorisant la diffusion de substances bioactives dans les zones non irradiées (Petermann 2006).

<sup>24</sup> Biophoton : c'est un photon d'origine biologique émis spontanément par tous les systèmes vivants. Il n'est pas issu d'une réaction enzymatique spécifique. Il s'agit d'une lumière d'intensité dite « ultra-faible ».

## Études menées sur le Laser Acupuncture (LA)

Le LLLT appliqué aux points d'acupuncture a démontré des effets positifs. Cette méthode a été testée pour traiter diverses affections, notamment l'arthrose post ménopausique (Wang, Wang, Liu 2022), la douleur musculosquelettique (Law et al. 2015) et postopératoire (Zeng et al. 2017), ou encore la dépression (Quah-Smith et al. 2010).

Notre intérêt se porte particulièrement sur les résultats obtenus concernant l'arthrose et la gestion de la douleur.

Dans l'étude de Q. Wang et al. de 2022 sur l'arthrose post ménopausique chez la souris, le LLLT utilisé en AL protège le cartilage articulaire en ralentissant sa dégradation et favorisant la réparation tissulaire. L'analyse biomécanique a démontré une amélioration des propriétés acoustiques et de la teneur en protéoglycanes du cartilage. Cette approche non invasive pourrait être une alternative non pharmacologique pour les patients souffrant d'arthrose (Wang, Wang, Liu 2022).

La méta-analyse de D. Law et al. en 2015 révèle que l'AL a un effet modéré à long terme sur la réduction de la douleur et l'amélioration des fonctions musculosquelettiques. Les effets analgésiques sont durables et cumulables avec le temps. Les résultats obtenus accroissent en significativité lors du suivi prolongé. Cela suggère l'importance d'un dosage optimal, avec des paramètres de laser bien définis pour maximiser les bénéfices thérapeutiques. Cette thérapie présente donc un intérêt particulier pour les douleurs chroniques ou persistantes (Law et al. 2015).

Enfin, l'étude de Y. Zeng et al. en 2017 sur le LLLT (chez l'humain) dans le contexte de la douleur postopératoire montre que cette thérapie atténue l'hypersensibilité mécanique. Elle produit des effets analgésiques en inhibant des marqueurs de douleurs spécifiques comme les *Mitogen-activated protein kinases* (MAPK)<sup>25</sup> et la synthèse de l'oxyde nitrique. L'intensité et la durée d'irradiation influencent fortement l'efficacité. L'avantage du LLLT est qu'il ne présente pas d'effets indésirables (comme l'inflammation ou les infections associées aux aiguilles). Ce point est particulièrement important pour les patients ayant une phobie des aiguilles ou des contre-indications aux traitements invasifs (Zeng et al. 2017).

Des comparaisons entre le LA et l'acupuncture traditionnelle aux aiguilles sèches ont été menées grâce à des équipements biomédicaux modernes. Ces études cherchent à comprendre et évaluer les effets spécifiques de la lumière laser sur les points d'acupuncture. Selon G. Litscher et al., cette technologie s'avère efficace pour cibler et traiter ces points, avec des effets mesurables et distincts de ceux des aiguilles sèches (Litscher, Opitz 2012).

Par ailleurs, l'étude de M. Yurtkuran et al. apporte des éléments supplémentaires, en montrant que l'acupuncture au laser réduit de façon significative le gonflement périarticulaire par rapport à un laser placebo. Ces résultats confirment le potentiel thérapeutique spécifique du LLLT pour des affections articulaires, démontrant une action anti-inflammatoire localisée et sans l'intervention physique d'une aiguille, ce qui

---

<sup>25</sup> Les voies de signalisation MAP kinase interviennent dans la régulation de la prolifération, de la différenciation et de la mort cellulaire.

peut être bénéfique pour les patients préférant les traitements non invasifs (Yurtkuran et al. 2007).

En somme, l'acupuncture au laser constitue une option thérapeutique prometteuse pour la gestion de la douleur, la réduction de l'inflammation et la régénération des tissus. Elle offre des alternatives non invasives comparables aux approches traditionnelles d'acupuncture.

### II.B.3.3 Autres méthodes existantes

Il existe également d'autres techniques de stimulation des points d'acupuncture (Xie et al. 2022).

#### **Acupression** (Ang et al. 2021)

L'acupression est une technique manuelle. Elle consiste à appliquer une pression avec les doigts, les mains ou des outils spécifiques sur les points d'acupuncture. Elle a pour but de libérer des tensions et rééquilibrer l'énergie sans nécessiter d'aiguilles, utile pour les personnes sensibles à ces dernières. Ses applications sont courantes pour la gestion du stress, la relaxation, et les douleurs légères.

#### **Aqua acupuncture** (Xie et al. 2022)

Cette méthode consiste à injecter des produits comme des solutions salines, des vitamines (cobalamine vit. B12 notamment), des analgésiques ou des extraits de plantes dans les points d'acupuncture. Elle a pour but de fournir une stimulation prolongée au point d'acupuncture. Elle est utilisée pour les mêmes affections que celles citées précédemment.

#### **Moxibustion** (Xie et al. 2022)

Pour cette technique on dispose de bâtons d'armoise séchée (*Artemisia vulgaris*) aussi appelée moxa (photo ci-contre *Figure 3*). Ces bâtonnets sont brûlés, leur combustion dégage de la chaleur qui est concentrée et donc plus précise pour stimuler les points d'acupuncture. Cela permet également d'accroître la circulation énergétique et soulager les douleurs et tensions. La moxa est indiquée pour les douleurs liées au froid, les troubles digestifs et pour revitaliser l'énergie (le Qi).



Figure 3 : Photo de bâton de moxa

Cependant des précautions sont à prendre. En effet la thérapie par moxibustion est contre-indiquée en cas d'hyperthermie, de fièvre, de condition inflammatoire ou en cas d'allergies, ou de gestation. Des zones sensibles comme les organes des sens et les muqueuses sont à éviter. Enfin il est à noter qu'elle est employée de manière indirecte, le patient n'est jamais en contact direct avec le bâtonnet.

### **Electro acupuncture** (Xie et al. 2022)

L'électro acupuncture consiste à appliquer une faible impulsion électrique aux aiguilles d'acupuncture insérées. Elle renforce la stimulation des points d'acupuncture, particulièrement utile pour les douleurs chroniques, l'inflammation et la stimulation musculaire. Elle a pour avantage d'intensifier l'effet des aiguilles et peut être ajustée en fréquence et en intensité pour différentes conditions. Elle est cependant contre-indiquée pour les patients fragiles, de faible constitution, atteints de maladies cardiaques, sujet à l'épilepsie ou aux convulsions et aux patients ayant des tumeurs.

### **Implants en or** (Guenego 2018; Minguell Martin, Ribot 2009)

Les implants en or sont de petites pièces ou billes d'or insérées sous la peau pour stimuler en continu certains points d'acupuncture. Ils peuvent être recommandés pour les affections suivantes : l'arthrite, les douleurs chroniques d'origine musculosquelettiques, les troubles dégénératifs articulaires et certaines maladies neurologiques. Cette pratique a cependant des inconvénients : des réactions inflammatoires peuvent avoir lieu aux points d'insertions et leur retrait est plus complexe en cas de complications.

### **Acupuncture auriculaire (Auriculothérapie)** (Petermann 2014)

L'acupuncture auriculaire cible les points d'acupuncture spécifiques de l'oreille. Elle a pour indication les affections systémiques et les douleurs à distance en stimulant des points réflexes de l'oreille. La médecine humaine a souvent recours à cette méthode pour les addictions, la gestion de la douleur et le stress.

### **Laser à ultra-sons** (en cours de développement)

Des ondes ultrasonores sont appliquées sur les points d'acupuncture pour stimuler la zone. C'est une alternative non invasive pour activer les points sans aiguilles, appliquée principalement dans les soins de réhabilitation et pour la douleur. Comme le Laser, elle s'avère utile pour les patients avec des contre-indications à l'aiguilletage.

## **Ondes électromagnétiques** (Kim et al. 2014)

Pour cette méthode, les champs électromagnétiques stimulent les points d'acupuncture. Elle vise à améliorer le flux énergétique sans l'intervention d'aiguilles, en utilisant les effets de la stimulation magnétique sur les tissus. Elle est mise à profit pour les douleurs et la rééducation physique, notamment en raison de ses effets anti-inflammatoires et circulatoires.

## **Hémo-acupuncture** (Xie et al. 2022)

C'est une technique spécifique de la MTC. Elle consiste à effectuer une petite incision ou piqûre sur des points d'acupuncture pour permettre un léger écoulement sanguin. Elle s'emploie pour des affections où l'énergie (le Qi) est bloquée ou stagnante, ou pour des cas d'excès de chaleur et d'inflammation, selon les principes de la MTC. Les domaines d'application de l'hémo-acupuncture incluent notamment : les douleurs aiguës et chroniques, les affections dermatologiques, les affections inflammatoires, et les problèmes de tension artérielle. L'hémo-acupuncture doit cependant être pratiquée avec précaution. Elle implique un écoulement sanguin, elle doit donc être réalisée par un praticien qualifié, en milieu stérilisé et pour des patients sans coagulopathie.

Enfin il existe également les **Ventouses** en médecine humaine mais la médecine vétérinaire n'y a pas recours. La présence de poils chez les animaux de compagnie empêche l'adhérence des ventouses.

## II.B.4 Les méridiens

### II.B.4.1 Généralités

En MTC le méridien est la voie par laquelle circule le Qi et le Sang. Il s'étend de l'extérieur du corps jusqu'aux organes situés à l'intérieur et régule leurs activités physiologiques. Il forme un réseau de communications et de connexions entre tous les tissus et organes, les reliant en un tout organique (Xie, Preast 2016).

En médecine occidentale, l'hypothèse principale est que les méridiens suivent plus ou moins les trajets principalement nerveux (Longhurst 2010) et parfois le réseau sanguin.

Cependant, les systèmes nerveux et circulatoires ne suffisent pas à expliquer complètement les méridiens (Zhang 2022). Ce sujet fait encore l'objet de recherches pour tenter d'expliquer les trajets anatomiques des méridiens.

### II.B.4.2 Localisation des Méridiens

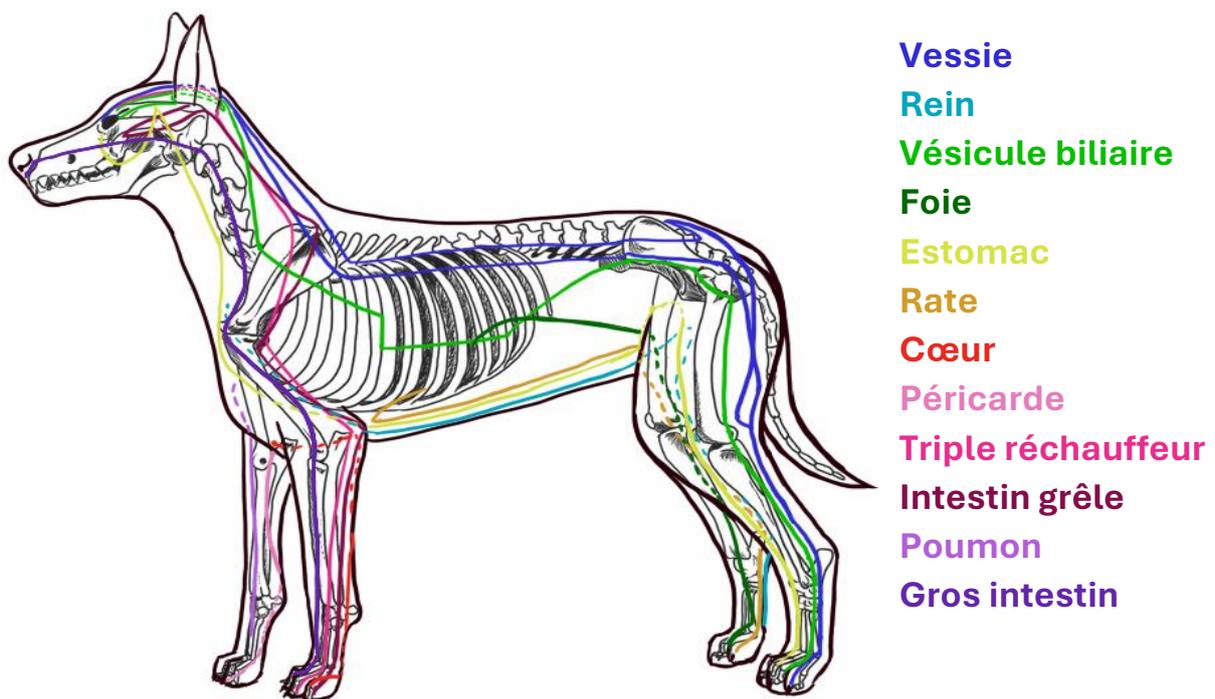


Figure 4 : Schéma représentant les trajets des méridiens, par F. Garciaz

Figure 4 inspirée des cartes du Chi Institute

Les méridiens **vaisseau gouverneur** (localisé le long de la colonne vertébrale dorsalement) et **vaisseau conception** (localisé le long de la ligne ventrale) ne sont pas représentés ici.

## II.B.5 Point d'acupuncture

Les points d'acupuncture sont localisés le long des méridiens et constituent la porte d'entrée permettant d'accéder à l'énergie (le Qi) de ces derniers. C'est par la stimulation des points d'acupuncture que le vétérinaire agit sur la circulation de l'énergie.

### Structure et Anatomie Générale d'un point d'acupuncture

À la palpation, un point d'acupuncture a pour caractéristique d'être en légère dépression. Anatomiquement, le point d'acupuncture est une zone où se trouvent à la fois des artérioles, des veinules, des vaisseaux lymphatiques et des nerfs à terminaisons libres. On peut aussi y trouver des mastocytes. L'acupoint a pour propriété d'être conducteur d'électricité et donc d'avoir une faible résistance au passage de celui-ci.

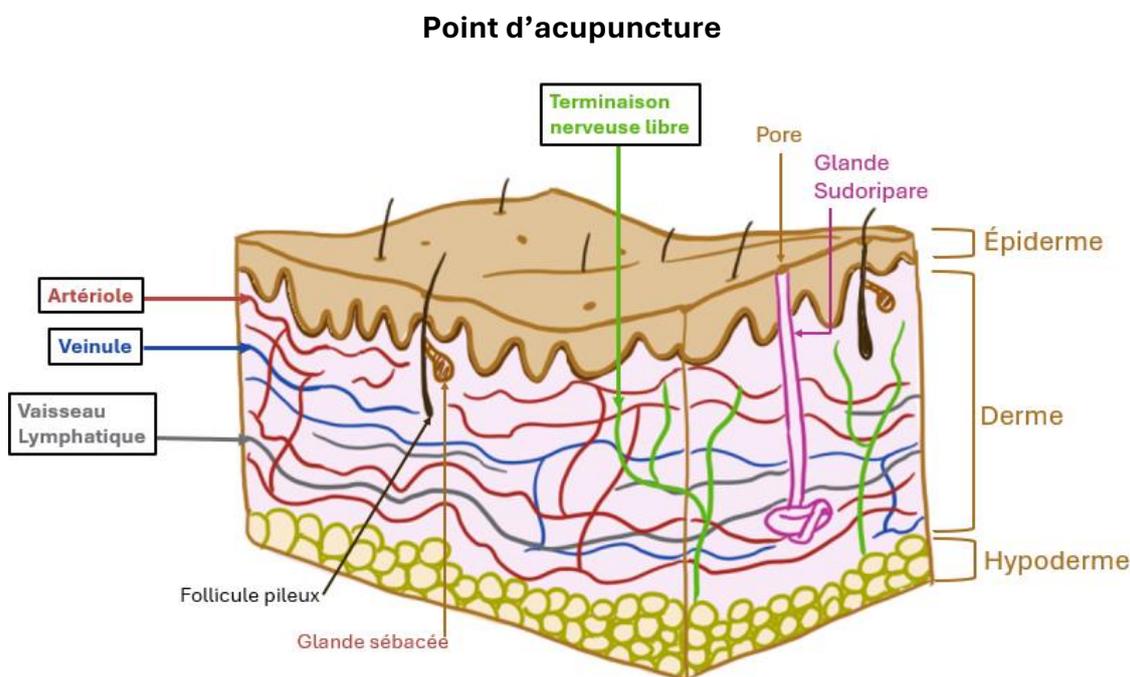


Figure 5 : Schéma structurel et anatomique d'un point d'acupuncture, par F. Garciaz

### Principe général du traitement de l'arthrose par acupuncture

L'acupuncture possède des propriétés anti-inflammatoires. L'inflammation jouant un rôle central dans l'arthrose, elle constitue une des principales sources de douleur arthrosique. En stimulant des points d'acupuncture précis, cette inflammation (locale ou systémique) peut être diminuée et l'acupuncture peut ainsi aider à soulager les symptômes de la maladie. De plus, l'acupuncture favorise la circulation des fluides corporels. Cette perfusion tissulaire contribue à diminuer les gonflements liés à l'arthrose et donc atténuer les restrictions de mouvement qui en découlent (F. Garciaz).

## II.C État de l'art fin 2024

### Traitement de l'Arthrose par l'Acupuncture

L'arthrose est une maladie douloureuse et invalidante qui représente le trouble musculosquelettique le plus courant (Prieto-Alhambra et al. 2014). Elle affecte la santé physique et mentale des patients, leur qualité de vie, ainsi que celle de leur entourage, avec des répercussions économiques et sociales (Qi et al. 2024). De manière similaire, cette maladie impacte aussi les animaux de compagnie et leurs propriétaires qui cherchent des solutions pour soulager leurs chiens (Belshaw, Dean, Asher 2020a) (Belshaw, Dean, Asher 2020b). En conséquence, les traitements indiqués pour l'arthrose suscitent une attention particulière croissante (Huang et al. 2023).

Comme nous l'avons vu (Partie I Arthrose : I.C.4.2 Acupuncture), l'OMS a reconnu la médecine traditionnelle comme traitement de la douleur chronique d'arthrose chez l'homme (OMS 2014).

### Les indications de l'acupuncture

La littérature met en exergue l'utilisation de l'acupuncture pour les douleurs et les inflammations chroniques. Elle est principalement utilisée pour les douleurs musculosquelettiques avec une surreprésentation de l'arthrose du genou (Berman et al. 1995; Baxter, Bleakley, McDonough 2008). L'acupuncture est aussi employée pour améliorer la fonction articulaire dans la mobilité de l'articulation touchée (Harja et al. 2022). Son efficacité semble augmentée lorsqu'elle est couplée à des exercices physiques (Chen et al. 2023). Enfin elle constituerait une alternative aux traitements invasifs. Elle permettrait d'éviter les injections intra-articulaires ou les traitements médicamenteux (Jun et al. 2022) et de prévenir d'éventuels effets secondaires.

### Efficacité clinique de l'acupuncture dans le traitement de l'arthrose

Comme nous venons de le voir, de nombreuses recherches portent sur l'arthrose du genou chez l'humain. Les études de T. Wang, J. Ye et al. semblent démontrer, en comparant l'acupuncture à l'acupuncture simulée<sup>26</sup> ou à l'effet placebo, une réduction significative de la douleur et une amélioration de la fonction articulaire (Ting-ting Wang et al. 2020; Ye et al. 2023). De plus, la durée de traitement influencerait l'efficacité de l'acupuncture, une intervention longue durée (2 mois) serait plus efficace (Yu et al. 2023). En outre, l'acupuncture combinée à d'autres thérapies, comme les injections d'acide hyaluronique (Zheng et al. 2020) ou la thérapie laser de faible intensité « *Low-level laser*

---

<sup>26</sup> L'acupuncture simulée (appelée *sham acupuncture* en anglais) est une méthode utilisée dans la recherche scientifique pour tester l'efficacité réelle de l'acupuncture. Elle consiste à simuler un traitement d'acupuncture sans stimuler réellement les points d'acupuncture. Différentes techniques sont réalisées : les aiguilles non pénétrantes, les aiguilles placées en dehors des points d'acupuncture, une simulation de la manipulation des aiguilles ou encore une simulation de l'activation des points d'acupuncture avec des appareils (Xie et al. 2023).

*therapy*» (LLLT) (Yetisir, Ozturk 2024), paraît améliorer les effets recherchés pour l'arthrose du genou.

Ensuite, quelques études soutiennent l'utilisation de l'acupuncture pour l'arthrose de la hanche chez l'humain (Park et al. 2023) et du coude chez le chien (Kapatkin et al. 2006), avec des résultats encourageants pour la réduction de la douleur. Cependant les preuves sont moins nombreuses que pour le genou. L'étude de T. Phetkarl et al., qui est en cours, mentionne le jarret (chez le cheval), mais les points d'acupuncture et les *trigger points*<sup>27</sup> sont utilisés pour le diagnostic de boiterie et non pas pour son traitement (Phetkarl et al. 2025). Concernant l'arthrose du carpe, ou de la main en général, peu d'études sont publiées. Une étude de cas menée sur une seule patiente a montré des résultats encourageants (Kyongha Cho, Yoonsik Kim, Sang-Hoon Yoon 2019).

## Mécanismes d'action biologiques de l'acupuncture dans l'arthrose

D'abord, l'acupuncture s'avère avoir un effet local en modulant des voies de communications moléculaires. Une méta-analyse de J. Ye et al. sur des modèles animaux (rats et lapins) suggère que l'acupuncture limiterait la dégradation de la matrice cartilagineuse, inhiberait la production de cytokines et réduirait la mort des chondrocytes via les voies MAPK<sup>28</sup> (Ye et al. 2023). Selon Y. Gao et al., l'acupuncture atténuerait également la douleur arthrosique, protégerait le cartilage en régulant l'autophagie et en inhibant l'apoptose des chondrocytes par les voies PI3K/Akt-mTOR<sup>29</sup> (Gao et al. 2024). Elle favoriserait également la préservation du cartilage articulaire en jouant un rôle dans la production de collagène II, essentielle à la santé des tissus articulaires (Mina Wang et al. 2020). D'autres études comparent l'acupuncture et la moxibustion (voir II.B.3.3 pour plus de précisions). La moxibustion par aiguilles chauffées, diminuerait la réponse inflammatoire par inhibition de NF-κB et COX-2 (Xin et al. 2023).

Ensuite, l'acupuncture semble avoir des effets systémiques. L'étude de L. M. Fry et al. détaille ces processus : modulation des signaux de la douleur sur le SNP, effets spinaux et segmentaires de l'acupuncture pour l'analgésie, effets sur le SNC de l'acupuncture pour l'analgésie, traitement des « Trigger Points » myofasciaux avec l'acupuncture (Fry et al. 2014). Également, dans l'étude de Q. Wang et al. menée sur des souris ménopausées<sup>30</sup>, la stimulation unilatérale par AL a affecté le tissu cartilagineux de manière bilatérale ce qui suggère une régulation systémique plutôt qu'un effet local (Wang, Wang, Liu 2022).

---

<sup>27</sup> *Trigger Point* ou «Point Gachette» est défini comme étant une zone d'hyperexcitabilité dans un tissu qui, lorsqu'on lui applique une pression, est localement sensible, et, en cas d'hyperexcitabilité suffisante, donne naissance à une douleur et une sensibilité référée, des dysfonctions motrices, et parfois à des phénomènes neurovégétatifs référés et des troubles proprioceptifs (Lutz 2004).

<sup>28</sup> Les voies de signalisation MAP kinase (MAPK) sont des cascades de protéines kinases qui relayent des signaux extracellulaires aux différentes cibles intracellulaires. Ces cibles sont situées dans la membrane plasmique, le cytoplasme, le cytosquelette ou le noyau (Rubinfeld, Seger 2005; Wortzel, Seger 2011).

<sup>29</sup> La voie de signalisation PI3K/AKT/mTOR favorise la survie, la croissance cellulaire et la progression du cycle cellulaire chez les cellules eucaryotes. Elle est particulièrement étudiée en oncologie.

<sup>30</sup> Lors de la ménopause, la diminution d'œstrogènes conduit à la dégénérescence du cartilage articulaire.

## **Des technologies de pointe pour évaluer et optimiser les interventions par acupuncture**

Le matériel d'imagerie est mis à contribution concernant l'acupuncture. L'élastographie<sup>31</sup> et l'échographie musculosquelettique permettent de suivre en temps réel les changements biomécaniques induits par les processus pathologiques. En localisant précisément les tissus atteints lors d'un traitement par acupuncture, il est possible de réduire la durée du traitement et de soulager la douleur (Wang et al. 2024). D'autres technologies comme, la thermographie infrarouge, améliorent également l'observation de la microcirculation autour des points d'acupuncture. La thermographie infrarouge s'est avérée être une méthode reproductible, sensible et quantifiable pour mesurer l'activité de la maladie. Elle augmente ainsi la précision pour identifier le tissu touché et permet l'ajustement du traitement (Um et al. 2005).

L'échographie musculosquelettique est récente et encore en développement. Une exploration approfondie est nécessaire pour combiner efficacement cette technologie avec la médecine traditionnelle chinoise et ainsi, pourquoi pas, standardiser l'acupuncture.

### **Conclusion**

Considérer l'acupuncture comme une alternative aux traitements classiques est une approche qui présente des limites. Il serait plus judicieux de l'intégrer comme une médecine complémentaire contribuant à une prise en charge multimodale de l'arthrose. De plus, les études présentent des difficultés à standardiser les traitements et les observations. Ces difficultés résident d'abord dans les fondements et principes de la médecine traditionnelle chinoise. En effet, l'acupuncture est une thérapie qui est censée s'adapter à chaque individu. Par exemple, deux patients, touchés par la même affection mais dont l'étiologie est différente seront traités avec deux plans thérapeutiques distincts en MTC tandis qu'ils suivraient le même traitement en médecine « conventionnelle ». Ensuite, les obstacles rencontrés par la recherche se trouvent également dans la variabilité des réponses au traitement. Chaque individu a sa sensibilité à la douleur, son seuil d'acceptabilité et sa propre réponse au traitement (Baker-Meuten et al. 2020).

Face aux nombreuses études, beaucoup évaluaient les réponses à l'acupuncture par des données qualitatives et finalement assez peu rendaient compte au moyen de données quantitatives. D'où notre volonté d'explorer les effets de l'acupuncture sur l'arthrose non seulement par des données qualitatives mais aussi et surtout par des données quantitatives cliniques et biomécaniques.

---

<sup>31</sup> L'élastographie est une technique d'imagerie permettant de quantifier l'élasticité des tissus mous.



# **Partie 3 : Étude Expérimentale**

## III. Etude expérimentale

### III.A Objectif de l'étude

L'arthrose représente un enjeu majeur de santé pour le bien-être des animaux et la qualité de vie de leurs propriétaires. C'est un processus chronique irréversible dont la médication implique souvent des effets secondaires. Face aux limites des traitements dit « conventionnels », de nouvelles options thérapeutiques complémentaires sont à explorer, l'acupuncture en fait partie. Bien que cette technique soit reconnue par l'OMS pour traiter la douleur chronique en général chez l'homme, les études cliniques chez les animaux restent limitées et l'efficacité de l'acupuncture n'est pas encore pleinement démontrée. C'est pourquoi, de nouvelles stratégies sont recherchées notamment dans le cadre de cette étude. En effet, nos recherches sont portées sur d'autres thérapeutiques que sont l'acupuncture, le LASER acupuncture et le LASER à balayage.

Cette étude a pour objectif principal d'évaluer les effets de l'acupuncture sur des chiens atteints d'arthrose, en combinant des approches qualitatives et quantitatives. Bien que de nombreuses études aient exploré ce domaine, leur portée reste limitée en raison de faibles effectifs ou de l'absence de données quantitatives. Ce projet vise donc à enrichir les connaissances sur le sujet en se concentrant sur l'obtention de données biomécaniques objectives grâce à des outils validés comme le GAITRite®.

Lors de son élaboration, l'étude a été conçue pour comparer 3 groupes de chiens atteints d'arthrose de hanche : le premier traité par acupuncture aux aiguilles sèches (AAS), le second traité par acupuncture au Laser (AL), et le troisième traité au Laser à balayage (LB). Cette présente thèse a été menée conjointement avec la thèse d'Audrey Roudier. Il était prévu que nous comparions dans une première thèse l'AAS avec l'AL et dans la seconde thèse l'AL avec le LB, avec pour groupe commun celui traité à l'AL.

Or lors du recrutement, des difficultés ont été rencontrées. La localisation précise de l'arthrose coxo-fémorale étant trop restrictive, nous avons donc étendu le recrutement à d'autres zones touchées (coude, grasset et jarret). De plus, faute d'effectif, nous avons préféré, dans cette présente thèse, réaliser une étude de cas en observant les effets produits par l'AAS et l'AL.

Nous avons comme hypothèse principale : L'acupuncture a un effet clinique et biomécanique sur les chiens souffrant d'arthrose.

Nos hypothèses secondaires sont les suivantes : L'acupuncture diminue la douleur d'arthrose. L'acupuncture améliore la mobilité et la fonctionnalité articulaire.

## III.B Matériel et Méthode

Le protocole de l'étude a été agréé par le comité d'éthique de Vetagro Sup.

### III.B.1 Population de l'étude

La population d'étude est constituée de chiens souffrant d'arthrose avérée par radiographie. Les zones d'arthrose sont : la hanche, le grasset (genou), le jarret (talon) et le coude. Le recrutement a majoritairement été réalisé auprès du personnel de VetAgro Sup ainsi qu'en clientèle privée.

#### III.B.1.1 Critères d'inclusions

Les critères d'inclusions des chiens dans l'étude étaient les suivants :

- Chien ayant de l'arthrose avérée : clichés radiographiques à l'appui et montrant des signes cliniques
- Âgé de 18 mois à 10 ans
- Pesant entre 15 et 45 kg
- N'ayant pas de traitement en cours ou à prendre durant l'étude.

#### III.B.1.2 Critères d'exclusions

Les chiens ne répondant pas aux critères d'inclusion n'étaient pas admis dans cette étude. D'autres critères comme la survenue d'une maladie, la nécessité de prendre un traitement ou les perdus de vue ont été exclus au cours de l'étude.

### III.B.1.3 Chiens de l'étude et Infrastructures

Tableau V : Présentation des chiens de l'ensemble de l'étude, localisation de l'arthrose et groupe de traitement

Chien	Zone d'arthrose	Traitement	Etat d'inclusion
BROUSSAILLE	Grassets	/	Exclu
GONZO	Grassets	/	Exclu
GOUACHE	Hanches	Laser Balayage	Inclus
INNA	Grassets	Acupuncture	Inclus
ISULA	Hanches	Acupuncture	Inclus
JAZZIE	Grassets	Laser Pen	Inclus
JAZZIE	Grassets	Laser Balayage	Inclus
JESTER	Hanches	Laser Balayage	Inclus
LUCKY	Hanches Coudes	Laser Balayage	Inclus
LUNA	Hanches	Laser Balayage	Inclus
MERLIN	Hanches	Acupuncture	Inclus
MERLIN	Hanches	Laser Balayage	Inclus
NAIKA	Hanches	Laser Balayage	Inclus
O'KILA	Grassets Coudes	Acupuncture	Inclus
OXANE	Jarrets	Acupuncture	Inclus
ROCCO	Hanches	/	Exclu
SAM	Hanches	Laser Balayage	Inclus
SAM	Hanches	Laser Pen	Inclus
SOFTY	Hanches Grassets	Laser Balayage	Inclus

Trois chiens ont été exclus de l'étude pour des raisons médicales qui nécessitaient des traitements, dont un décédé. Ces exclusions n'avaient pas de rapport avec l'acupuncture car ils n'ont pas commencé le traitement. La présence en double de certains chiens indique qu'ils ont pu réaliser deux fois le protocole complet de l'étude.

L'étude s'est déroulée sur 3 ans, à Vetagro Sup, Campus vétérinaire de Lyon.

Nous disposons de deux salles, l'une pour les examens cliniques et l'autre pour les mesures biomécaniques sur le tapis GAITRite®.

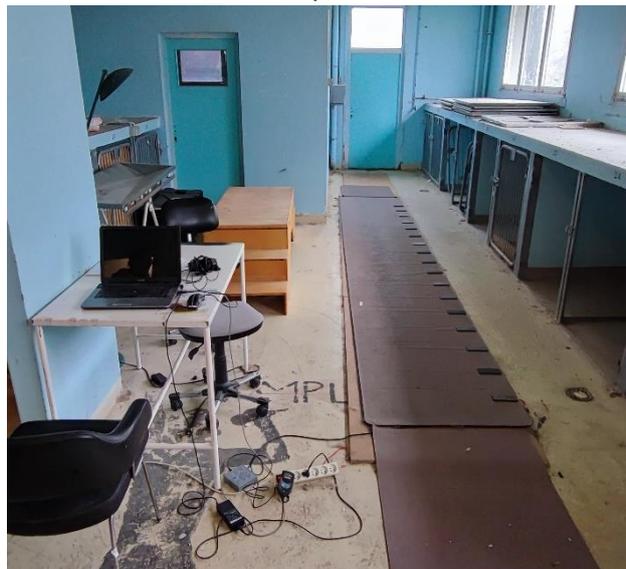


Figure 6 : Salle des mesures biomécaniques avec le tapis de pression GAITRite®

### III.B.2 Protocole expérimental

#### La Phase Témoin (TEM)

La phase témoin débute à J0 TEM, où un examen clinique et locomoteur sont réalisés, les mesures goniométriques prises et des passages sur le tapis GAITRite® effectués. Ces évaluations sont réitérées quinze jours plus tard (J15 TEM), puis trente jours plus tard (J30 TEM). Cette phase permet de saisir des données de référence lorsque l'animal n'a aucun traitement : elle constitue les données témoin de chaque chien.

#### La Phase Traitement (TTT)

Lors de la phase de traitement, un tirage au sort a lieu et les chiens se voient attribué un traitement parmi les 3 de l'étude (AAS, AL, LB). La phase de traitement comprend 6 séances réparties en 4 semaines : 2 séances par semaine pendant deux semaines puis 1 séance par semaine pendant deux semaines. Le premier jour (J0 TTT) est décomposé en deux parties : l'une avec acquisition de données sur le GAITRite® avant le traitement, notée (J0 Av TTT), et l'autre après traitement avec l'examen complet (GAITRite®, mesures goniométriques, examen locomoteur et évaluation par le propriétaire), notée (J0 Ap TTT).

#### Phase Post-Traitement (POSTTT)

Durant la phase de suivi, dite « post-traitement », les chiens ont continué d'être évalués jusqu'à 4 semaines après l'arrêt du traitement : quinze jours après l'arrêt du traitement (J15 POSTTT) et trente jours après (J30 POSTTT).

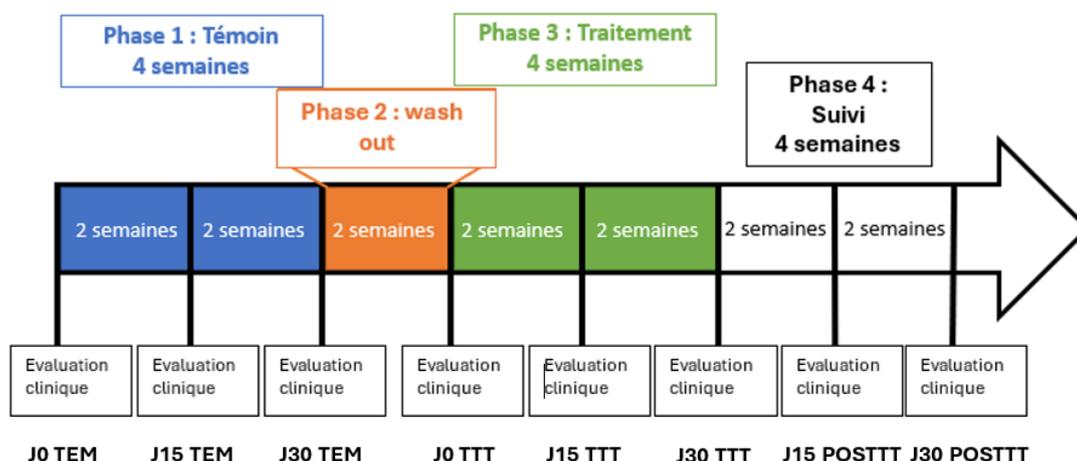


Figure 7 : Frise chronologique du protocole de l'étude

#### L'évaluation clinique comprend :

- L'examen clinique de l'animal et mesures goniométriques
- Des passages sur le tapis d'analyse de la marche GAITRite®
- Un examen orthopédique de l'animal
- Un questionnaire pour le propriétaire

### III.B.2.1 Données Quantitatives

#### III.B.2.1.a Mesures goniométriques

La variation de l'amplitude des mouvements de l'articulation touchée par l'arthrose est mesurée à l'aide d'un goniomètre (Figure 8). Les mesures sont réalisées sur un chien couché en décubitus latéral (Figure 10). L'angle de flexion maximale confortable et l'angle d'extension maximale confortable sont relevés. Afin d'être répétable, le goniomètre est positionné sur des repères anatomiques identifiables (Figure 9).

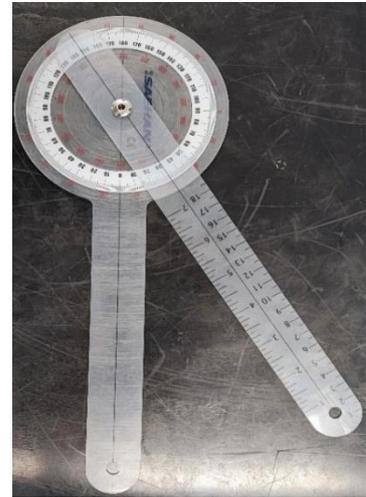


Figure 8 : Le goniomètre : appareil de mesure des angles articulaires

Photo F. Garciaz

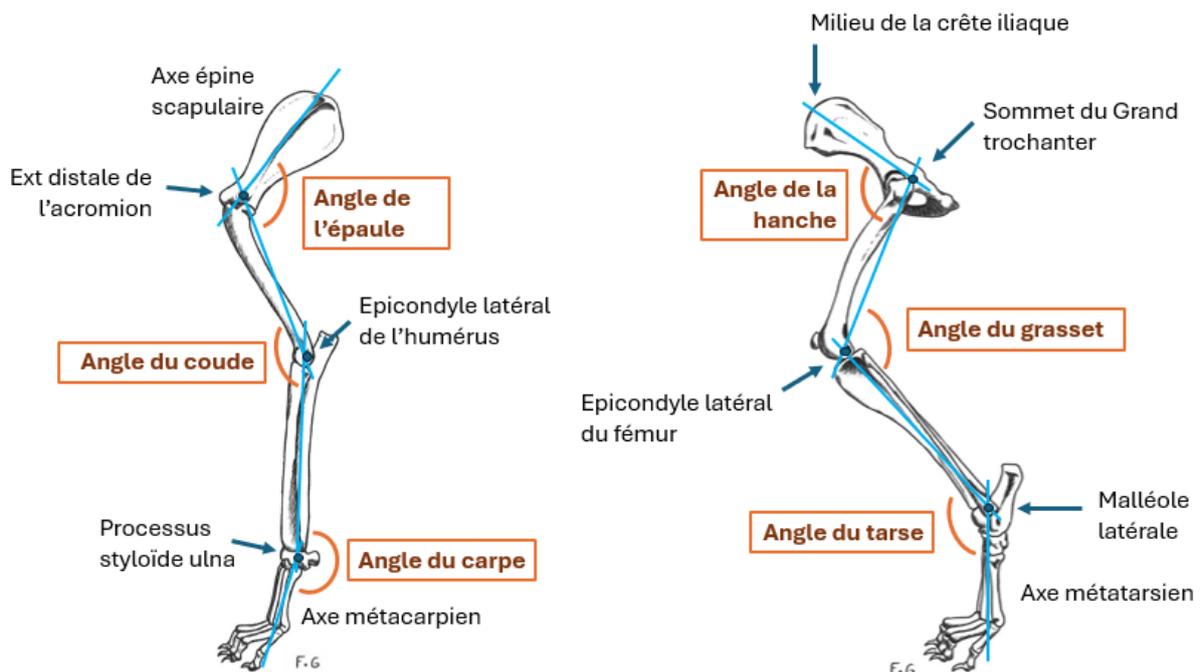


Figure 9 : Repères anatomiques pour les mesures goniométriques, par F. Garciaz inspiré des cours du Dr S. Sawaya – Vetagro Sup

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux articulations atteintes d'arthrose chez les chiens recrutés à savoir : coude, hanche, grasset et tarse.



*Figure 10 : Photo de prise de mesure de l'angle de la hanche avec le goniomètre*

Photo F. Garciaz

### III.B.2.1.b Évaluation biomécanique

Les effets de l'acupuncture sur des chiens souffrant d'arthrose sont évalués au moyen du système d'analyse de la marche GAITRite® (GAITRite, CIR Systems, Inc. Franklin New Jersey). Initialement conçu pour les études chez l'homme, ce dispositif a été adapté à la locomotion quadrupédique. Ce dispositif a fait l'objet de plusieurs études qui l'ont validé (LeQuang et al. 2010; 2007; Bilney, Morris, Webster 2003; Nelson et al. 2002) ainsi que de plusieurs thèses vétérinaires, à Vetagro Sup évaluant la récupération fonctionnelle après divers traitements (Carayol 2018; Saussac 2018).

La plateforme de marche GAITRite® se compose d'un tapis équipé de capteurs de pression et d'un logiciel d'analyse. Il permet d'enregistrer divers paramètres biomécaniques lors de la marche du chien, telles que les données spatio-temporelles et cinétiques. Ce tapis mesure 4,6 m de long, 0,8 m de large et 6 mm d'épaisseur, avec une zone active comprenant 16 128 capteurs répartis en 7 sections de 0,61 x 0,61 m. Chaque capteur, d'une surface de 1,27 cm<sup>2</sup>, est juxtaposé aux autres pour une couverture complète. À Vetagro Sup, la fréquence d'acquisition des données est de 80 Hz, enregistrant ainsi des mesures toutes les 0,12 secondes. L'ensemble des données est traité par le logiciel GAITFour®, compatible avec Windows® 98, 2000, XP, et Vista.

Ce matériel complète les analyses qualitatives et permet de suivre les patients en apportant des données biomécaniques concrètes. Le logiciel fournit les données suivantes :

- Paramètres spatiaux (ou linéaires) : Longueur de pas (Step length), longueur de foulée (Stride length), Engagement des postérieurs (Hind Reach)
- Paramètres temporeux : Vitesse (Velocity), vitesse de foulée (Stride Velocity), vitesse de foulée du cycle (Cycle Stride Velocity), durée de contact ou d'appui (Stance Time), le pourcentage de cette durée d'appui par rapport à la durée de la foulée (Stance % GC), temps de soutien (Swing Time), et le pourcentage de cette durée de soutien par rapport à la durée de la foulée (Swing % GC)
- Paramètres cinétiques : TPI% Indice de pression totale (Total Pressure Index) ainsi que d'autres mesures non prises en compte.

Seule une partie de ces paramètres est utilisée lors du traitement des résultats. Ces paramètres sont détaillés en suivant sous l'intitulé **Données biomécaniques** (page 72).



Figure 11 : Chien sur le tapis GAITRite® lors de l'étude

**Velocity: 103.4**  
**Reach (L/R): 18.7 / 16.8**

	Stance time (sec)	Stance %GC (%)	Total Pres. Index	# of Sensors	Stride Vel(cm/sec)	Step Length(cm)
Left Front	.41(0.03)	59.22(3.66)	24.2(3.13)	10.0(0.89)	105.1	34.29
Right Front	.44(0.02)	64.28(1.14)	24.8(3.19)	10.5(0.84)	104.8	36.32
Left Hind	.38(0.02)	55.82(1.53)	17.3(2.50)	7.8(1.33)	103.3	36.41
Right Hind	.40(0.02)	58.40(1.32)	17.8(3.13)	7.5(1.22)	101.5	35.18
Ratio Front/Hind	1.09	1.08	1.40	1.34		
Symmetry Left/Right	0.94	0.94	0.97	0.99		
Symmetry Left Front/Right Front	0.93	0.92	0.98	0.95		
Symmetry Left Hind/Right Hind	0.95	0.96	0.97	1.04		
Symmetry Left Front/Left Hind	1.08	1.06	1.40	1.28		
Symmetry Right Front/Right Hind	1.10	1.10	1.39	1.40		
Symmetry Left Front/Right Hind	1.03	1.01	1.36	1.33		
Symmetry Right Front/Left Hind	1.16	1.15	1.43	1.35		

Indicate a front load when comparing any front to hind or indicates left loading when comparing any left to a right

Indicate a hind load when comparing any front to hind or indicates right loading when comparing any left to a right

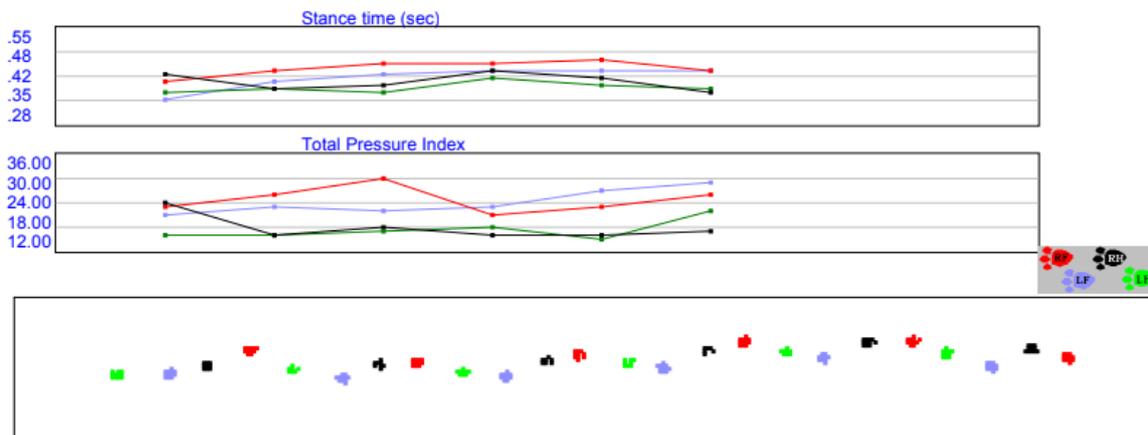


Figure 12 : Exemple de Données fournies par le logiciel GAITFour®

## Données biomécaniques

### 1. Paramètres spatiaux (ou linéaires) :

- **La longueur de pas** (*Step length*) :

La longueur de pas correspond à la distance entre le point de contact au sol de deux membres opposés (par exemple, entre la patte du membre thoracique droit et celle du membre thoracique gauche) durant la marche. Il mesure la distance parcourue par un pas, ce qui signifie qu'il y a un *step length* pour chaque membre.

- **La longueur de foulée** (*Stride length*) :

La longueur de foulée correspond à la distance entre deux posés consécutifs du même membre (par exemple, entre deux points de contacts successifs de l'antérieur gauche). Autrement dit, la *stride length* mesure la distance d'une foulée complète, incluant un mouvement complet des 4 membres.

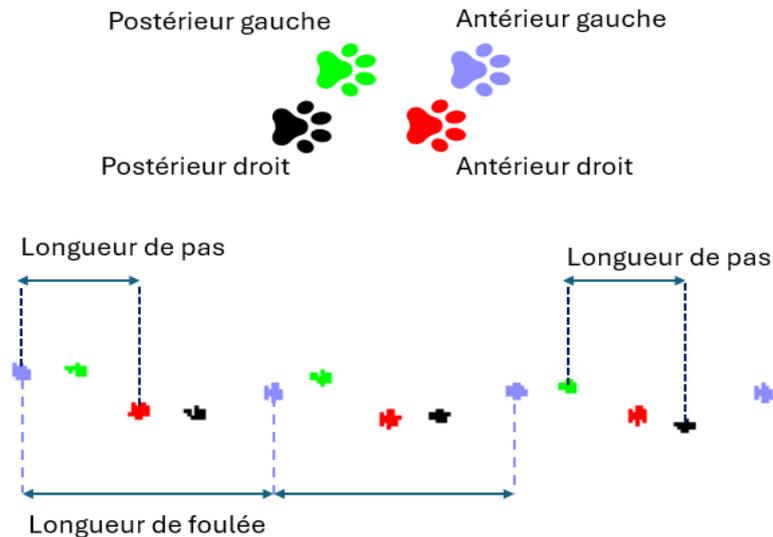


Figure 13 : Représentation schématique de la différence entre la longueur de pas et la longueur de foulée

La longueur d'un pas représente donc la moitié de la longueur d'une foulée. Ces deux mesures sont essentielles pour analyser la régularité et la symétrie de la démarche du chien. Ainsi, pour détecter des anomalies ou des changements dus à des problèmes locomoteurs, comme l'arthrose, on réalise le quotient  $\frac{\text{Longueur de pas}}{\text{Longueur de foulée}}$  qui doit être de 0,5 : valeur attendue chez un chien sain.

- **L'engagement des postérieurs** (*Hind Reach*) :

L'engagement des postérieurs désigne la distance à laquelle le membre pelvien du chien s'engage sous le corps lors de la marche. Il s'agit de la capacité des postérieurs à se rapprocher ou à dépasser l'empreinte des antérieurs lorsque le chien avance.

## 2. Paramètres temporeux :

- **Durée de foulée** (*Stride Time*) :  
La durée de foulée correspond au temps mis entre deux posés consécutifs du même membre. Autrement dit le temps mis pour réaliser une foulée.
- **Vitesse de foulée** (*Stride Velocity*) :  
Elle est calculée en fonction de la longueur de la foulée et du temps nécessaire pour effectuer cette foulée (durée de foulée). Elle exprime la vitesse par foulée, ce qui peut donner une idée de la rapidité du mouvement à chaque pas.
- **Vitesse de foulée du cycle** (*Cycle Stride Velocity*) :  
C'est la vitesse moyenne sur l'ensemble du cycle locomoteur, incluant toutes les foulées successives pendant un laps de temps donné. Cela permet d'obtenir une mesure plus globale de la vitesse lissée sur plusieurs foulées et incluant toutes les variations possibles dans la vitesse de chaque foulée individuelle.
- **Durée d'appui** (*Stance Time*) :  
La phase du cycle de locomotion comprend une première phase : l'appui. La durée d'appui correspond au temps de contact entre le posé des coussinets et le sol.
- **Durée de soutien** (*Swing Time*) :  
La seconde phase du cycle de locomotion est le soutien, pendant laquelle le membre est levé du sol et se déplace vers l'avant pour se préparer au prochain appui. La durée de soutien correspond au temps de cette phase.
- **Pourcentage de durée d'appui** (*Stance % GC*) :  
Il représente le pourcentage du cycle de locomotion pendant lequel un membre est en appui au sol.
- **Pourcentage de durée de soutien** (*Swing % GC*) :  
Il représente le pourcentage du cycle de locomotion pendant lequel un membre est en balancement (donc pas en contact avec le sol).

### 3. Paramètres cinétiques :

- **Pression maximale relative par capteur** (*Relative Peak pressure values per sensor, PVS*) :  
Cette mesure se concentre sur la pression maximale relative enregistrée par chaque capteur situé sous les pattes. Elle est utile pour analyser la répartition de la pression au sein de chaque patte et détecter des anomalies locales, comme une pression excessive sur une zone particulière de la patte.
- **L'index de Pression totale** (*Total Pressure Index TPI%*) :  
Cet index est une mesure globale qui représente la proportion de pression exercée par une patte par rapport à la somme de toutes les pressions exercées par les quatre pattes. Il est exprimé en pourcentage pour chaque patte, la somme des TPI% des quatre pattes est égale à 100 %. Chez un chien sain, par exemple, le TPI% est de 30% pour chaque antérieur et 20% pour chaque postérieur, la répartition des charges est de 60% sur l'avant main et de 40% sur l'arrière. Cette mesure est particulièrement utile pour évaluer la symétrie de la distribution du poids entre les pattes. Une répartition inégale des TPI% peut indiquer que le chien compense une patte douloureuse ou une faiblesse en exerçant plus de poids sur les autres pattes.
- **Le GLS®** (*GAIT4Dog Lameness Score*) :  
C'est un système de score en base 100 qui calcule la répartition des TPI% de chaque patte. Il se calcule comme suit :  
Pour chaque antérieur :  $\frac{TPI}{30} \times 100$   
Pour chaque postérieur :  $\frac{TPI}{20} \times 100$   
Donnant ainsi un chiffre que l'on compare à 100. 100 étant la répartition normale sur cette patte, au-dessus la patte compense, en dessous de cette valeur, cela indique un soulagement de cette patte et donc de la douleur lors de l'appui (Haas 2016).

**Des indices de symétrie** (*symmetry* ou *ratio*) (*Figure 12*) sont ensuite calculés par le logiciel en réalisant différents rapports : entre les deux membres thoraciques AG/AD<sup>32</sup>, entre les deux membres pelviens PG/PD, entre les bipèdes gauche et droit G/D et entre les antérieurs et postérieurs A/P. Ces ratios permettent une analyse plus fine des modifications de la répartition du poids du corps sur les 4 membres lors d'une démarche anormale ou une boiterie. Il reflète les compensations et décompensations des membres.

---

<sup>32</sup> A = Antérieur (Front) ; P = Postérieur (Hind) ; G = Gauche (Left), D = Droite (Right)

### III.B.2.2 Données Semi-Quantitatives et Qualitatives

Dans cette partie, l'étude fait l'usage de grilles. En fournissant une méthode fiable et reproductible pour évaluer la douleur, les grilles sont essentielles dans la recherche clinique. Elles permettent de comparer les résultats entre études et d'obtenir des données cohérentes.

#### III.B.2.2.a Grille d'évaluation orthopédique

La grille d'évaluation de la locomotion et de la douleur appréciées par le vétérinaire, présente en Annexe 1, a été conçue et validée par les travaux de thèse de C. Vitteaux et C. Carayol et plus anciennement ceux de L. Black et al. (Vitteaux 2022; Carayol 2018; Black et al. 2007).

La grille d'évaluation orthopédique permet d'attribuer un score et donc de rendre des données subjectives qualitatives, semi-quantitatives. Elle confère également la possibilité d'être répétable. La douleur étant une expérience subjective, les grilles permettent de la quantifier de manière standardisée. Elles réduisent les biais liés à l'interprétation personnelle du soignant et fournissent une base commune pour évaluer la douleur. Les grilles aident à suivre l'évolution de la douleur dans le temps : en utilisant des critères constants, il devient possible de comparer les niveaux de douleur entre différents moments ou contextes, avant et après un traitement, par exemple.

Cet outil sert de langage commun entre les propriétaires des patients et les vétérinaires, ainsi qu'entre les professionnels eux-mêmes, facilitant la communication et les décisions cliniques.

#### III.B.2.2.b Grille d'évaluation par le propriétaire

La Grille d'évaluation utilisée pour cette étape est présentée en Annexe 2, elle s'inspire de celle d'Helsinki : Helsinki Chronic Pain Index (HCPI) (Hielm-Björkman, Rita, Tulamo 2009; Collin 2022).

Le HCPI pour les chiens atteints d'arthrose a été décrit pour la première fois en 2003, puis validé en 2009 (Collin 2022). Cette grille est à destination des propriétaires et comporte 11 questions notées de zéro à quatre, réparties entre :

- Une échelle descriptive simple pour l'attitude, le comportement et la locomotion.
- Une échelle visuelle analogique pour la douleur et la locomotion.

La grille de notre étude possède quatre questions supplémentaires (questions 8, 11, 14 et 15) comparativement au HCPI. Elle est construite comme suit :

- Une échelle descriptive pour l'attitude (3 premières questions)
- Une échelle comportementale vis-à-vis des déplacements (questions 4 à 10 incluse)
- Une échelle locomotrice (questions 11 à 13 incluse)
- Une échelle visuelle analogique pour la douleur de la locomotion (questions 14 et 15 incluse)

Elle permet de rendre compte de l'appréciation subjective des propriétaires en apportant des informations qualitatives sur l'animal. De plus, elle permet aux propriétaires d'ajouter leurs observations, remarques ou commentaires, pour tout complément d'information qu'ils souhaitent faire parvenir. Ces informations sont précieuses dans le suivi individuel de chaque chien.

### III.B.2.3 Matériel de traitement

#### III.B.2.3.a Aiguilles d'acupuncture

Les aiguilles d'acupuncture sont stériles, à usage unique et se présentent sous blister.

**Marque :**  
Cloud & Dragon®

**Fournisseur :**  
DocSave®

**Taille des aiguilles :**  
Aiguille 0,25 x 40 mm  
Aiguille 0,20 x 25 mm  
Aiguille 0,13 x 24 mm

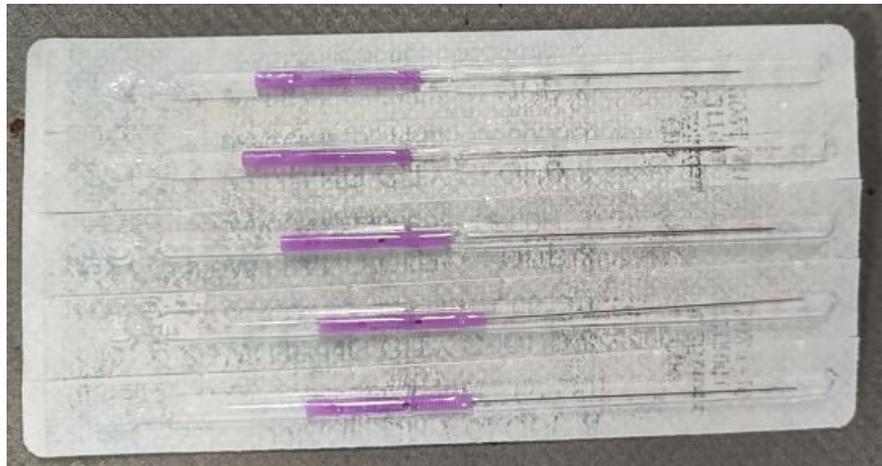


Figure 14 : Aiguilles d'acupuncture stériles, taille 0,25 x 40 mm, conditionnées sous blister

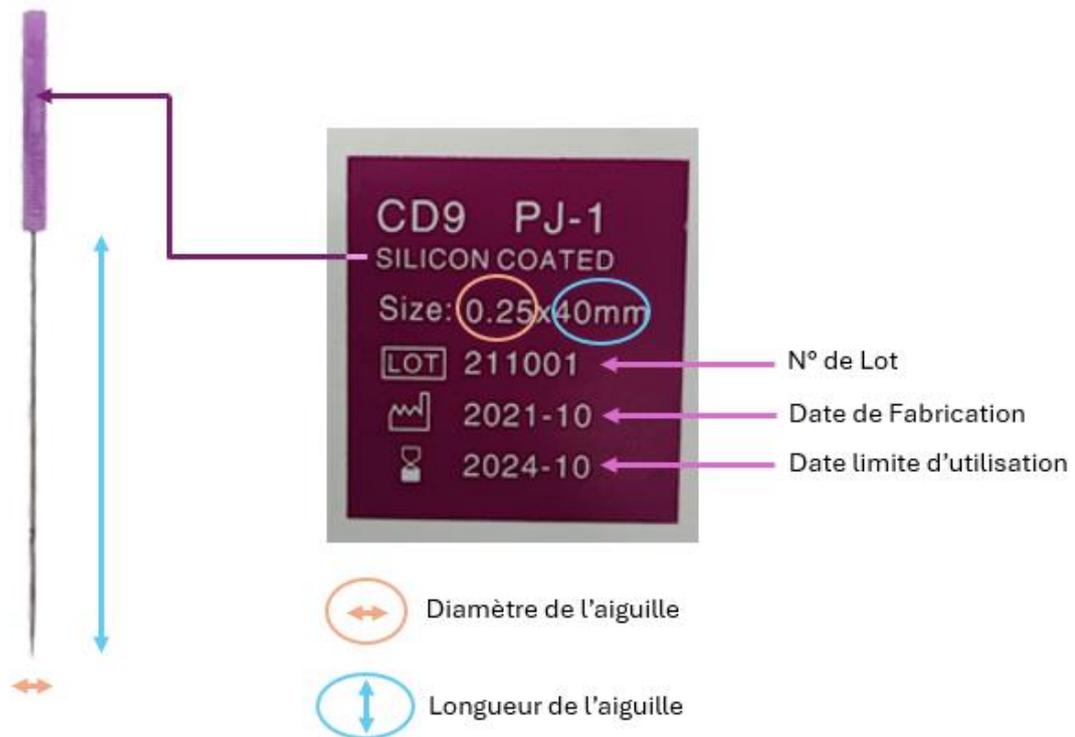


Figure 15 : Informations d'étiquetage des boîtes d'acupuncture

Les aiguilles ont été fournies gracieusement par la société Doc Save (Berlin, Allemagne).

### III.B.2.3.b Le LASER PEN®

Le LaserPen® (R-J Laser, Waldkirch, Allemagne) est un dispositif portatif qui émet un faisceau laser focal de faible intensité LLLT. La technologie de cet appareil a été décrite dans la section II.B.3.2 Acupuncture LASER Technologie LASER PEN® de la partie bibliographie. L'appareil a été mis à disposition pour l'étude par le Dr S. Sawaya (69290 Craponne).



Figure 16 : LASER PEN portatif utilisé dans cette étude pour la photo-stimulation des points d'acupuncture

Photo par F. Garciaz

#### Outil de l'étude : le LASER PEN®

Le Laser utilisé dans cette étude appartient à la classe 3B, c'est un LLLT à lumière pulsée de longueur d'onde 940 nm. Ses caractéristiques sont détaillées dans la Figure 17 suivante :

#### Laser pour photostimulation orthopédique LASERPEN®

##### CARACTÉRISTIQUES

Application	pour photostimulation orthopédique
Milieu amplificateur	diode
Ergonomie	portatif
Durée des impulsions	milliseconde, nanoseconde
Longueur d'onde	904 nm
Puissance moyenne	90 W

Figure 17 : Fiche technique du LASERPEN® utilisé dans l'étude, issue du site de vente Medical EXPO

(LASERPEN® - Laser pour photostimulation orthopédique by RJ-LASER - Reimers & Janssen | MedicalExpo 2024)

Pour pratiquer l'AL, la première étape essentielle consiste à identifier les points d'acupuncture et à sélectionner le type de laser adapté. Les lasers peuvent être appliqués sur toutes les zones du corps, sauf celles situées près des yeux. Un point peut généralement être traité pendant 15 à 60 secondes, en fonction de la profondeur requise pour ce point. Par exemple, les points profonds situés sur le thorax ou les membres nécessitent souvent plus de temps, tandis que les zones comme les oreilles et les pattes peuvent être traitées en moins de temps.

## **Considérations de sécurité**

Certains lasers, comme ceux de classe 3B, nécessitent des lunettes de sécurité pour le praticien et le patient. En effet leur puissance peut présenter des risques pour les yeux. En cas d'application sur une peau intacte, il est recommandé de placer la pointe du laser en contact direct avec la peau pour limiter la réflexion et la diffusion du faisceau. Enfin, il est déconseillé d'utiliser le laser sur des zones où la stimulation de la croissance cellulaire est indésirable (comme lors de processus tumoraux par exemple).

### III.B.2.4 Protocole Acupuncture Aiguilles sèches

#### Protocole Hanche :

- Aiguilles 0,25 x 40mm  
Vaisseau Gouverneur 2 bis (Bai-hui)  
Bilatéral :  
Vessie 23  
Vésicule Biliaire 29  
Vésicule Biliaire 30  
Vessie 54  
Estomac 31
- Aiguille 0,20 x 25mm  
Bilatéral :  
Vessie 60
- Aiguille 0,13 x 24mm  
Bilatéral :  
Foie 3

#### Protocole Grasset :

- Aiguilles 0,25 x 40mm  
Vaisseau Gouverneur 2 bis (Bai-hui)  
Bilatéral :  
Vessie 21  
Vessie 23
- Aiguille 0,20 x 25mm  
Bilatéral :  
Estomac 36  
Vésicule Biliaire 34  
Rate 6  
Rate 9  
Rein 6  
Vessie 60
- Aiguille 0,13 x 24mm  
Bilatéral :  
Foie 3

#### Protocole Jarret :

- Aiguilles 0,25 x 40mm  
Vaisseau Gouverneur 2 bis (Bai-hui)  
Bilatéral :  
Vessie 23
- Aiguille 0,20 x 25mm  
Bilatéral :  
Vessie 60 avec transfixion Rein 3  
Estomac 41  
Rein 6
- Aiguille 0,13 x 24mm  
Bilatéral :  
Foie 3

#### Protocole Coude :

- Aiguilles 0,25 x 40mm  
Vaisseau Gouverneur 2 bis (Bai-hui)  
Bilatéral :  
Vessie 21  
Vessie 23
- Aiguille 0,20 x 25mm  
Bilatéral :  
Vaisseau Gouverneur 14  
Poumon 5  
Gros intestin 10
- Aiguille 0,13 x 24mm  
Bilatéral :  
Péricarde 3  
Triple réchauffeur 3

Au cours du traitement, six séances d'acupuncture ont été réalisées sur une période de quatre semaines : deux séances par semaine pendant les deux premières semaines, puis une séance par semaine pendant les deux semaines suivantes.

### III.B.2.5 Protocole Acupuncture LASER PEN®

Pour le réglage du Laser Pen, nous avons utilisé la Fréquence de Nogier à 1168 Hz (Protocole C) indiquée dans les traitements de l'arthrite et des points d'acupuncture (Petermann 2012). Pour toute information complémentaire, voir la partie II.B.3.2 Acupuncture Laser de la bibliographie qui se réfère au Laser Pen®.

#### **Protocole Hanche :**

Fréquence de Nogier : C 1168 Hz

##### Points locaux :

Vaisseau Gouverneur 2 bis (Bai-hui)

Vessie 23

Vésicule Biliaire 29 (crânialement, Laser Pen en position oblique par rapport fémur)

Vésicule Biliaire 30 (caudalement, à la même hauteur)

Vessie 54

⇒ 16 Joules pendant 1 min

##### Points distaux :

Vessie 60

Foie 3

⇒ 4 Joules pendant 45 sec

#### **Protocole Grasset :**

Fréquence de Nogier : C 1168 Hz

##### Points locaux :

Vaisseau Gouverneur 2 bis (Bai-hui)

Vessie 21

Vessie 23

⇒ 8 Joules pendant 1 min

Estomac 36

Vésicule biliaire 34

Rate 6

Rate 9

Rein 6

⇒ 4 Joules pendant 45 sec

##### Points distaux :

Vessie 60

Foie 3

⇒ 4 Joules pendant 45 sec

Au cours du traitement, six séances d'acupuncture ont été réalisées sur une période de quatre semaines : deux séances par semaine pendant les deux premières semaines, puis une séance par semaine pendant les deux semaines suivantes.

### III.B.3 Analyses statistiques

Les analyses statistiques réalisées font appel aux tests de Wilcoxon, Kruskal Wallis et Spearman effectuées au moyen du logiciel R.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney est un test non paramétrique qui permet de tester l'hypothèse selon laquelle les distributions de chacun de deux groupes de données sont proches. Il est utilisé pour le score orthopédique entre les phases témoin et traitement.

Le test de Kruskal-Wallis est un test non paramétrique utilisé pour des échantillons multiples indépendants dont la distribution ne suit pas une loi normale, contrairement à l'analyse de l'ANOVA. Dans notre étude, il est employé pour analyser les données du GAITRite® et tester si une différence dans la tendance centrale des échantillons indépendants est présente.

Enfin le test de Spearman est un test de dépendance statistique non paramétrique entre deux variables. Il est réalisé afin d'étudier la corrélation entre les deux variables, sans que la distribution soit affine.

## Effets thérapeutiques des points d'acupuncture utilisés dans l'étude

Tableau VI : Indications des points d'acupuncture utilisés dans les protocoles de l'étude

Points généraux	Indications générales	Effets Locaux
Vaisseau Gouverneur 2 bis	Déficit de Yang, Douleur générale, Parésie ou paralysie membre pelvien	Douleur de l'articulation coxo-fémorale
Vessie 21	Faiblesse généralisée	
Vessie 23	Tonifie le Qi de Rein, Faiblesses membres pelviens	Arthrose coxo-fémorale
Vessie 60	Douleur générale	Douleur jarret
Foie 3	Douleur générale, Parésie ou paralysie membre pelvien	
Estomac 31	Arthrose	
Vaisseau gouverneur 14	Faiblesse et douleur généralisées	
<b>Points locaux Hanches</b>		
Vésicule biliaire 29	Parésie ou paralysie membre pelvien	Arthrose coxo-fémorale Douleur muscle glutéal
Vésicule biliaire 30	Parésie ou paralysie membre pelvien	Arthrose coxo-fémorale Douleur muscle glutéal
Vessie 54	Parésie ou paralysie membre pelvien Boiterie et atrophie musculaire des membres pelviens	Douleur et Arthrose coxo-fémorale
Vaisseau Gouverneur 2 bis	Déficit de Yang, Douleur générale, Parésie ou paralysie membre pelvien	Douleur de l'articulation coxo-fémorale
Vessie 23	Tonifie le Qi de Rein, Faiblesses membres pelviens	Arthrose coxo-fémorale
<b>Points locaux grassets</b>		
Estomac 36	Parésie ou paralysie membre pelvien	Douleur au genou, Gonflement du grasset
Vésicule biliaire 34	Faiblesses tendineuses et ligamentaires, Parésie ou paralysie ou boiterie membre pelvien, Douleur générale	
Rate 6	Tonifie le Sang, Parésie ou paralysie ou boiterie membre pelvien	
Rate 9	Draine l'humidité, l'œdème Douleur générale	Arthrose du grasset
<b>Points locaux jarrets</b>		
Estomac 41	Maladies Chroniques, Parésie ou paralysie membre pelvien	Douleur jarret
Rein 3		Douleur jarret
Rein 6		Douleur jarret
Vessie 60	Douleur générale	Douleur jarret
<b>Points locaux coudes</b>		
Poumon 5		Douleur coude
Gros Intestin 10	Déficit de Qi, Parésie ou paralysie ou boiterie membre thoracique	Douleur coude
Péricarde 3		Douleur coude
Triple Réchauffeur 3	Maladies chroniques, Parésie ou paralysie ou boiterie membre thoracique	

## Anatomie spécifique des points d'acupuncture utilisés dans l'étude

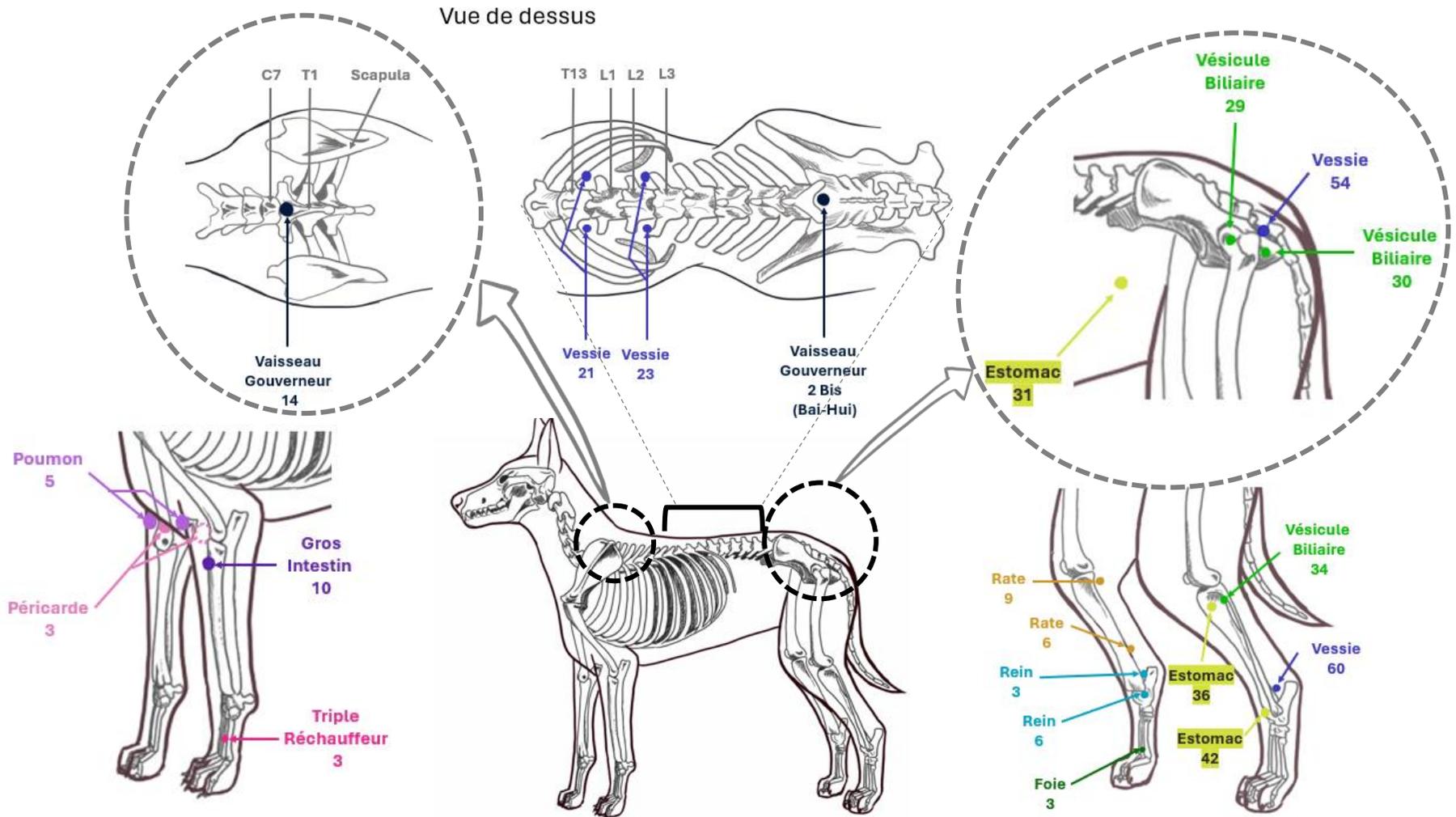


Figure 18 : Localisations anatomiques des points d'acupuncture utilisés dans cette étude, par F. Garciaz

(Xie, Preast 2016; 2007)

### III.C Résultats

Sur les 7 chiens de cette étude, les chiens Merlin, Isula et Oxane (tous les trois du groupe AAS) ont une absence de données pour des raisons d'indisponibilité de leur propriétaire respectif.

#### III.C.1 Évaluation Clinique des chiens

##### III.C.1.1 Évolution du score clinique orthopédique global

Pour chaque chien, un examen clinique orthopédique est réalisé par le vétérinaire. Un système de score est attribué à chaque membre selon les observations de cet examen, la feuille d'évaluation est présentée en Annexe 1. Ce système de score a été adapté par le Dr S. Sawaya pour les besoins des études cliniques au service de physiothérapie. Le score fonctionnel global est issu de l'addition des scores fonctionnels des 4 membres. La grille d'interprétation globale est présentée dans le *Tableau VII*. Les évolutions des scores de l'examen orthopédique sont présentées dans le *Tableau VIII*.

*Tableau VII : Échelle d'interprétation du score fonctionnel global*

	0	1-24	25-48	49-72	72-96	96-120
<b>Score fonctionnel global</b>	Aucun signe clinique	Inconfort et / ou gêne fonctionnelle Discret	Inconfort et / ou gêne fonctionnelle Léger	Inconfort et / ou gêne fonctionnelle Modéré	Inconfort et / ou gêne fonctionnelle Sévère	Inconfort et / ou gêne fonctionnelle Très sévère
<b>Récupération fonctionnelle</b>	<b>Totale</b>	<b>Très bonne</b>	<b>Bonne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mauvaise</b>	<b>Très mauvaise</b>

*Tableau VIII : Évolution du score clinique global chez les chiens traités à l'AAS et l'AL*

<b>AAS</b>	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>INNA</b>	12	15	13	12	7	6	11	10
<b>MERLIN</b>	26	28		17	14	9	8	5
<b>OKILA</b>	39	50	59	44	32	31	38	35
<b>OXANE</b>	25	35	18	10	12	5	8	
<b>ISULA</b>	21			21	14	13	10	12
<b>AL</b>								
<b>JAZZIE</b>	25	26	27	26	16	15	13	19
<b>SAM</b>	18	21	17	19	10	8	14	19
Moyenne	24	29	27	21	15	12	15	17
Écart type	8	12	19	11	8	9	11	10

L'ensemble du groupe traité par acupuncture montre une amélioration significative (test de Wilcoxon,  $p = 0,00029$ ) du score global fonctionnel qui est diminué de 48 % entre la période témoin et la période de traitement.

De plus, cette amélioration est également significative (test de Wilcoxon,  $p = 0,0075$ ) entre la période témoin et la période post-traitement. L'acupuncture semble non seulement avoir des effets directs sur la récupération fonctionnelle mais également une durée dans le temps jusqu'à 30 jours après l'arrêt du traitement.

En résumé concernant les résultats du score clinique orthopédique :

- L'amélioration clinique est significative entre la période témoin et les périodes de traitement et post-traitement, de l'ordre de 40% pour les chiens traités par acupuncture.
- Quel que soit la méthode d'acupuncture (AAS ou AL), une récupération fonctionnelle est présente et perdure jusqu'à 30 jours après l'arrêt du traitement.

### III.C.1.2 Résultats des mesures goniométriques

Les angles articulaires des articulations touchées par l'arthrose ont été mesurés par goniométrie. L'évaluation mécanique porte sur l'amplitude articulaire au cours du temps (Angle en Extension – Angle en Flexion). L'ensemble des résultats des mesures goniométriques est montré en Annexe 3.

L'évolution des mesures d'amplitudes articulaires réalisées par goniométrie est présentée dans le *Tableau IX* et les *Figures 19 à 25* ci-après.

*Tableau IX : Évolution de l'amplitude articulaire des articulations touchées par l'arthrose pour des chiens traités par AAS et AL, mesures goniométriques*

<b>AAS</b>	<b>Articulation mesurée</b>	<b>J0 TEM</b>	<b>J15 TEM</b>	<b>J30 TEM</b>	<b>J0 TTT</b>	<b>J15 TTT</b>	<b>J30 TTT</b>	<b>J15 POSTTT</b>	<b>J30 POSTTT</b>
<b>INNA</b>	Grasset G	139	139	145	138	148	135	152	138
	Grasset D	120	120	124	132	154	133	125	144
<b>MERLIN</b>	Hanche G	132	148		149	135	155	145	139
	Hanche D	131	124		126	137	140	146	142
<b>OKILA</b>	Grasset G	106,5	112	122	108	124	108	125	106
	Grasset D	120	126	113	114	135	109	141	100
	Coude G	62	109	83	92	105	74	93	90
	Coude D	73	90	80	75	66	73	63	91
<b>OXANE</b>	Jarret G	115	121	108	148	145	145	160	
	Jarret D	115	106	87	159	152	148	162	
<b>ISULA</b>	Hanche G	110			111	114	106	113	95
	Hanche D	105			104	97	114	85	87
<b>AL</b>									
<b>JAZZIE</b>	Grasset G	129	125	121	131	132	118	121	117,5
	Grasset D	120	114	128	123	112	114	129	117
<b>SAM</b>	Hanche G	109	118	141	127	140	135	135	128
	Hanche D	133	123	115	114	138	138	128	130

Ces données sont générales et les chiens sont difficilement comparables entre eux du fait de la variété des articulations touchées. En revanche, nous pouvons regarder individuellement chaque chien, en comparant les amplitudes articulaires d'une même articulation à droite et à gauche en fonction de la période Témoin, Traitement ou Post Traitement.

## Groupe AAS

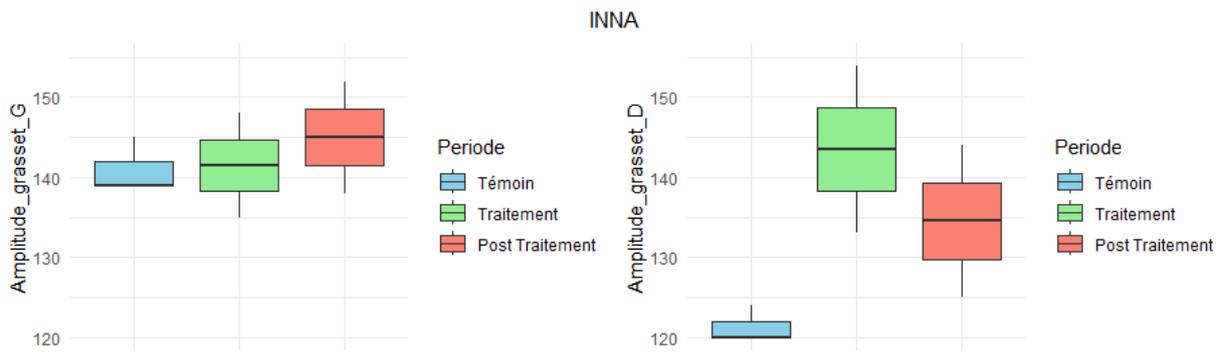


Figure 19 : Amplitudes articulaires des grassetts de INNA durant les différentes phases de l'étude

On constate une augmentation de l'amplitude articulaire du grasset droit entre la période témoin et la période de traitement, due à une réduction de la restriction mécanique en flexion (voir données brutes Annexe 3). Pour le genou gauche, cette différence d'amplitude est moins marquée car les restrictions initiales étaient moins prononcées.

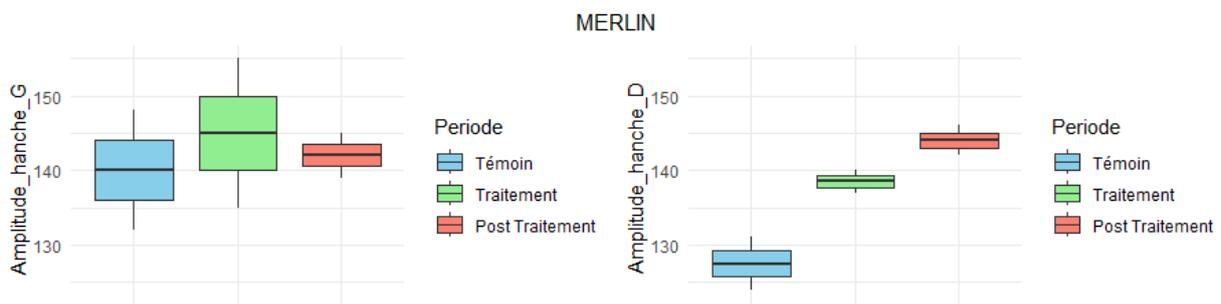


Figure 20 : Amplitudes articulaires des hanches de MERLIN durant les différentes phases de l'étude

Chez Merlin, on observe une légère augmentation de l'amplitude articulaire de la hanche gauche et une augmentation marquée de la hanche droite. Aucune restriction en flexion n'était présente de chaque côté (voir données brutes Annexe 3), c'est en extension qu'une progression est visible, particulièrement la hanche droite, ce qui explique cette différence.

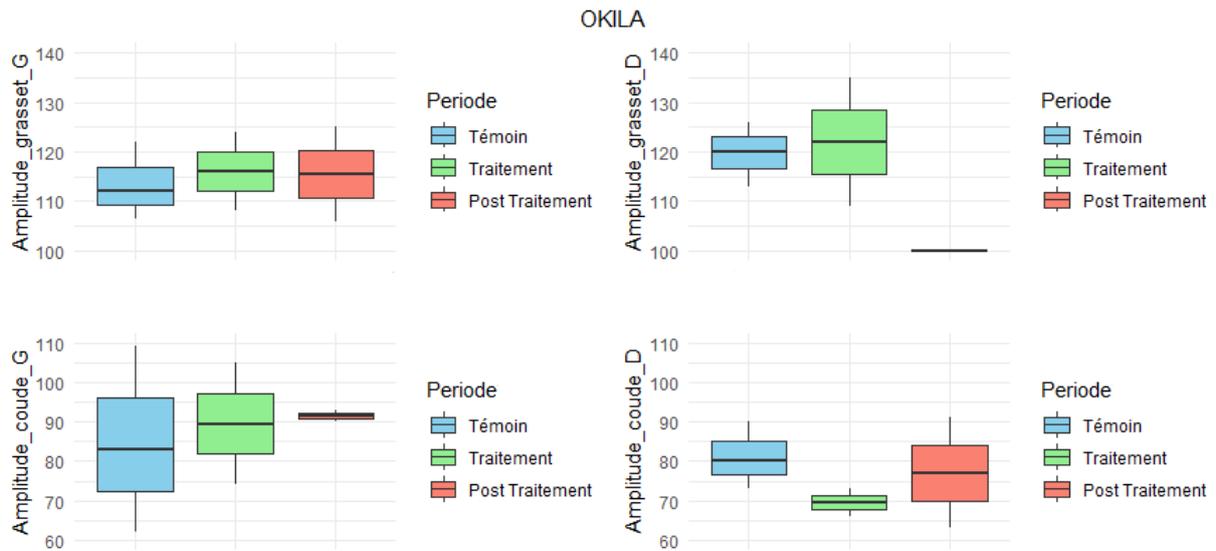


Figure 21 : Amplitudes articulaires des coudes et des grassets de OKILA durant les différentes phases de l'étude

En ce qui concerne Okila, on ne constate pas de gain d'amplitude marqué entre la période témoin et la période traitement, que ce soit pour les grassets ou les coudes. On remarque cependant une diminution d'amplitude du grasset droit en Post Traitement, cela s'explique par la valeur angulaire à J30 Post traitement qui de 100° contre 140° 15 jours avant (à J15 Post Traitement).

De plus, Okila présente une arthrose sévère des coudes qui empêche la flexion totale des coudes, d'où des restrictions purement mécaniques sur lesquelles nous ne pouvons pas influencer.

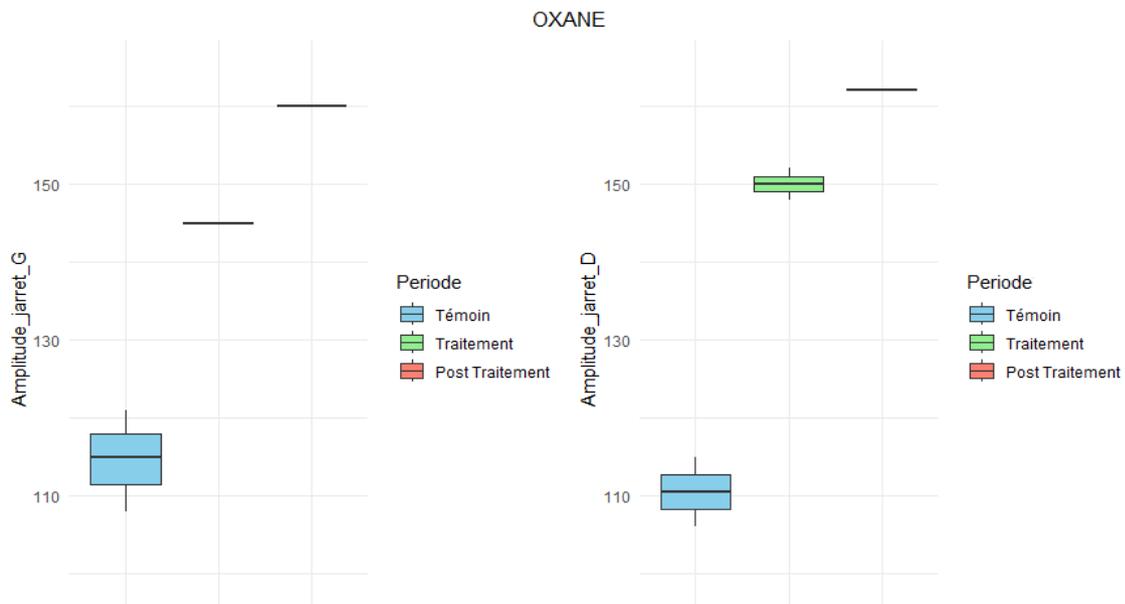


Figure 22 : Amplitudes articulaires des jarrets de OXANE durant les différentes phases de l'étude

Oxane est la chienne pour laquelle les plus grandes amplitudes ont été mesurées : jusqu'à 75° de différence d'amplitude entre la période témoin et la période post-traitement pour le jarret droit et 52° pour le gauche. D'une part, c'est la seule chienne de l'étude à avoir une atteinte des jarrets, la comparaison avec d'autres chiens de l'étude n'est donc pas envisagée. D'autre part, Oxane a gagné aussi bien en flexion où elle est passée de 54° à J30 TEM à 20° à J30 TTT (soit presque 63% pour les deux jarrets), qu'en extension, où elle est passée de 141° à 180° soit 22% de plus pour le jarret droit notamment.

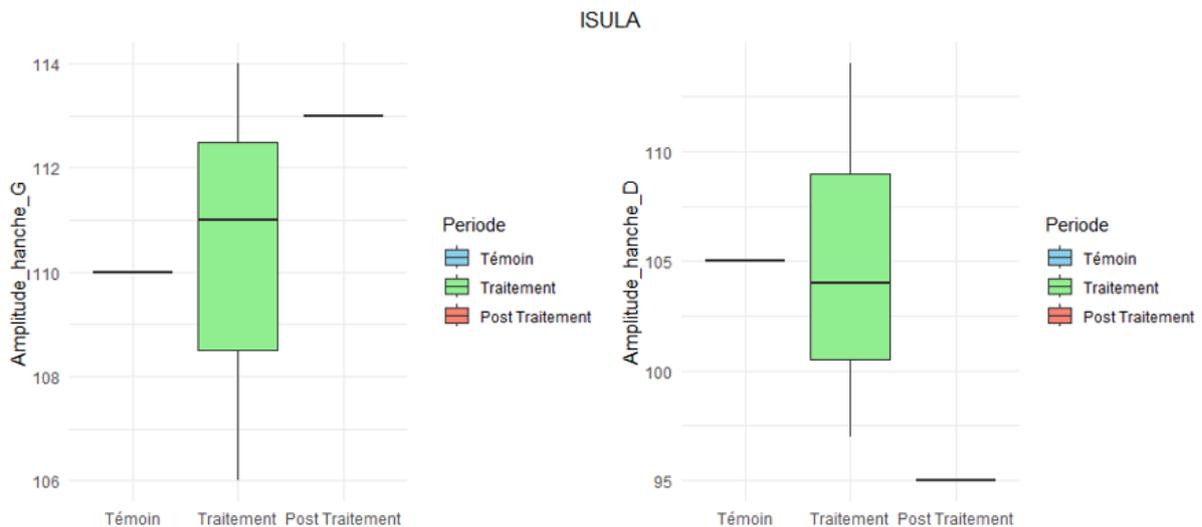


Figure 23 : Amplitudes articulaires des hanches de ISULA durant les différentes phases de l'étude

Isula a légèrement récupéré de l'amplitude durant cette étude pour la hanche gauche principalement. En effet, elle a gagné 5° en extension entre le début et la fin de la période de traitement. En flexion, elle a également eu un gain de 13° surtout visible durant la phase post traitement d'où une amplitude en augmentation sur cette période. Pour sa hanche droite, elle a gagné 10° en extension entre le début et la fin de la phase de traitement ; en flexion elle a eu une amélioration de 5°. Isula fait partie des chiens qui se raidissent lors de la mesure avec le goniomètre, ce qui pourrait expliquer la diminution d'amplitude durant la phase post traitement.

## Groupe AL

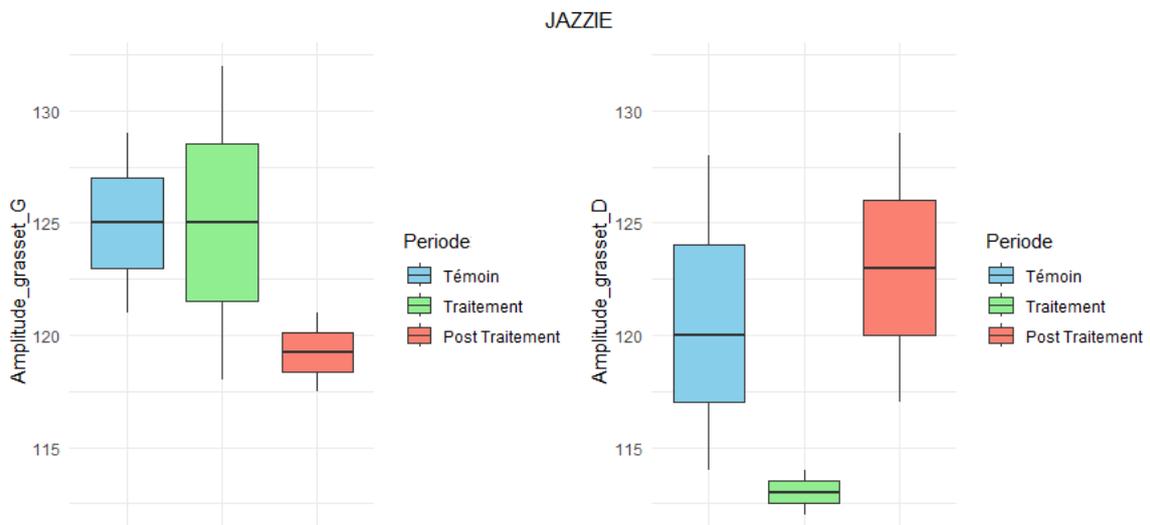


Figure 24 : Amplitudes articulaires des grassettes de JAZZIE durant les différentes phases de l'étude

On observe pour Jazzie qu'il n'y a pas de différence d'amplitude articulaire entre les périodes témoin et traitement. La diminution d'amplitude pour le grasset droit s'explique par les résistances à la flexion lors de cette période : Jazzie se montrait stressée en se contractant lors des manipulations pour la mesure goniométrique. Cette diminution d'amplitude est difficilement imputable à l'acupuncture puisque les mesures sont réalisées avant la séance et on remarque un léger gain d'amplitude après l'arrêt du traitement.

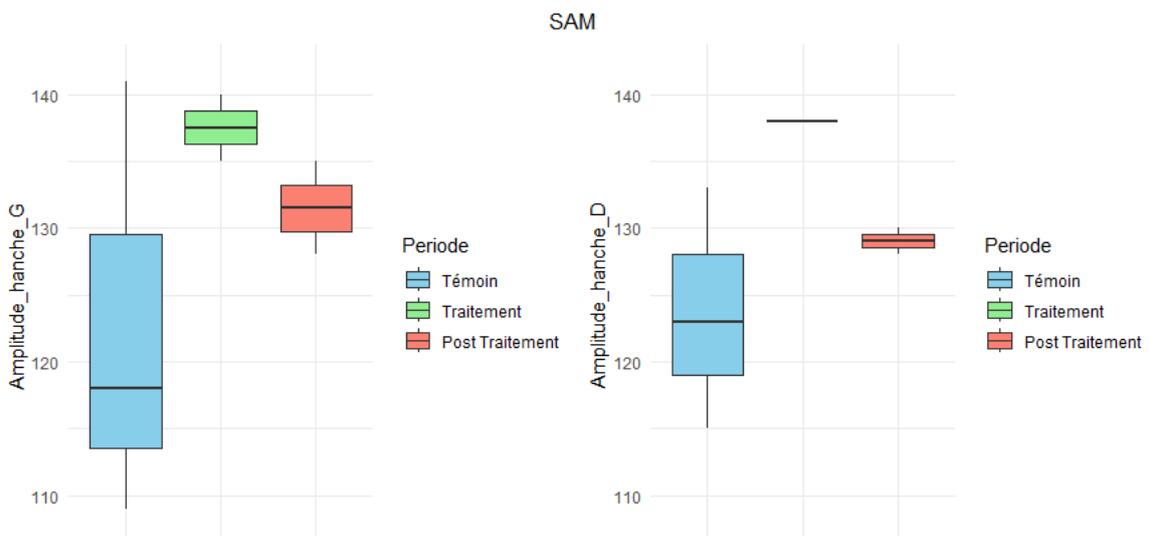


Figure 25 : Amplitudes articulaires des hanches de SAM durant les différentes phases de l'étude

On observe un léger gain d'amplitude pour les hanches de Sam, respectivement 31° et 23° pour les hanches gauche et droite. Ces valeurs s'expliquent par un angle de flexion diminué et un angle d'extension augmenté au cours de la phase de traitement.

En résumé concernant les résultats des mesures goniométriques :

- Les articulations étant sous contraintes mécaniques articulaires de type ostéophytes, ne récupèrent pas en amplitude.
- Les articulations subissant des restrictions tissulaires peuvent récupérer en amplitude articulaire.
- Il n'y a pas de mise en évidence d'une récupération plus en flexion qu'en extension, chaque chien réagit différemment.
- Globalement, on constate pour 6 chiens sur 7 une augmentation d'amplitude pour les articulations touchées par l'arthrose, avec des effets plus ou moins durables après l'arrêt du traitement en fonction du chien.

### III.C.2 Résultats Biomécaniques avec le système GAITRite®

#### III.C.2.1 Observations générales des données biomécaniques du groupe traité par acupuncture

Au vu du grand nombre d'informations fournies, un système de points a été réalisé en choisissant les données qui regroupent le maximum d'informations (*Tableau X*).

Le nombre total de points est calculé en sommant les points attribués à chacun des paramètres cinétiques, spatiaux et temporels (détaillés individuellement en Annexe 4). Plus les asymétries ou les écarts par rapport aux valeurs normales sont importants, plus le score augmente.

Les paramètres cinétiques sont représentés par les symétries de l'index de force%. La force regroupe les pressions maximales relatives multipliées par la surface des capteurs.

Les paramètres spatiaux incluent la longueur de pas, l'engagement des postérieurs et le quotient Longueur de pas / Longueur de foulée.

Les paramètres temporels comprennent le pourcentage d'appui durant la foulée (valeurs mesurées et calculées) et le pourcentage de soutien durant la foulée.

Tableau X : Observations du groupe traité grâce à un système de points mis en place pour le GAITRite®

AAS	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 Av TTT	J0 Ap TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
INNA	11	2	11	5	4	4	5	6	6
MERLIN	4	8		7	3	2	4	14	4
OKILA	16	15	15	17	6	15	12	8	11
OXANE	13		10	11	9	9	8	14	
ISULA	12			9	11	11	13	28	11
AL									
JAZZIE	24	14	37	20	13	16	4	24	13
SAM	17	9	15	19	16	16	11	15	23
Moyenne	13,9	9,6	17,6	12,6	8,9	10,4	8,1	15,6	11,3
Ecart type	6,1	5,2	11,1	6,1	4,8	5,7	3,9	8	6,7
Moyenne Phase	13,4				9,1			13,5	
ET Phase	7,1				4,8			7,4	

La moyenne de ce système de points diminue de 32% entre les phases témoin et de traitement puis réaugmente à la valeur initiale pour la phase post traitement. Cette diminution du score reflète un rapprochement des paramètres biomécaniques observés chez le patient par rapport à ceux d'un chien sain. Une amélioration est donc présente pour l'ensemble du groupe traité par acupuncture lors du traitement.

D'autre part, l'augmentation qui a lieu en phase post traitement nous conforte dans l'idée que le traitement a bien des effets biomécaniques et que lorsqu'il est arrêté, la durée de ses effets s'estompe avec le temps.

Après avoir observé une diminution du score sur l'ensemble du groupe traité par acupuncture, nous avons décidé de regarder plus précisément quels paramètres biomécaniques particuliers étaient influencés.

### III.C.2.2 Paramètres Biomécaniques influencés par l'Acupuncture - Comparaison avec le Groupe Témoin

L'objectif ici est d'observer lesquelles de ces données étaient les plus modifiées et surtout comment. Nous avons comparé le groupe traité par acupuncture (AAS et AL) en période de traitement avec l'ensemble des chiens de l'étude (AAS, AL et LB) en phase témoin.

#### Paramètres cinétiques

Les ratios les plus modifiés sont : la **répartition des pressions latérales** et la **répartition des forces antéro-postérieures**.

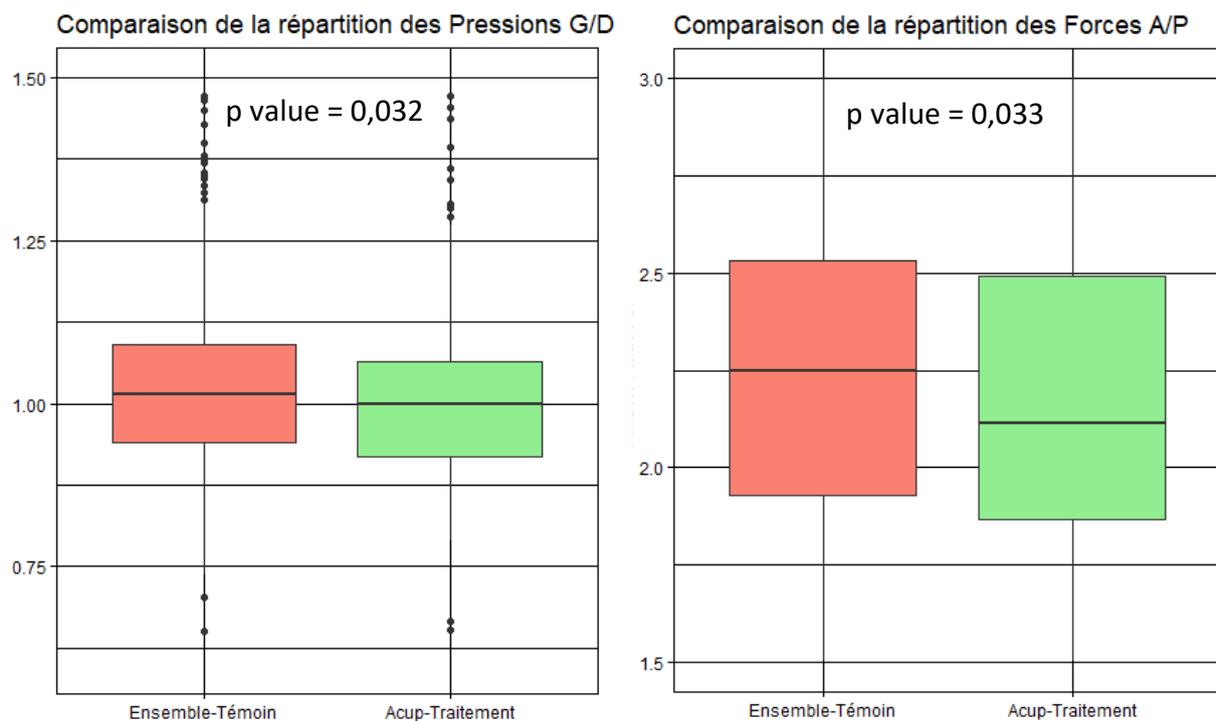


Figure 26 : Paramètres cinétiques les plus modifiés par l'Acupuncture

**Les répartitions des pressions latérales** sont le résultat du quotient :  $(AG + PG) / (AD + PD)$ . Idéalement, ce quotient doit être égal à 1 puisque chez un patient sain, la répartition des pressions est équitable entre les 2 antérieurs et entre les 2 postérieurs.

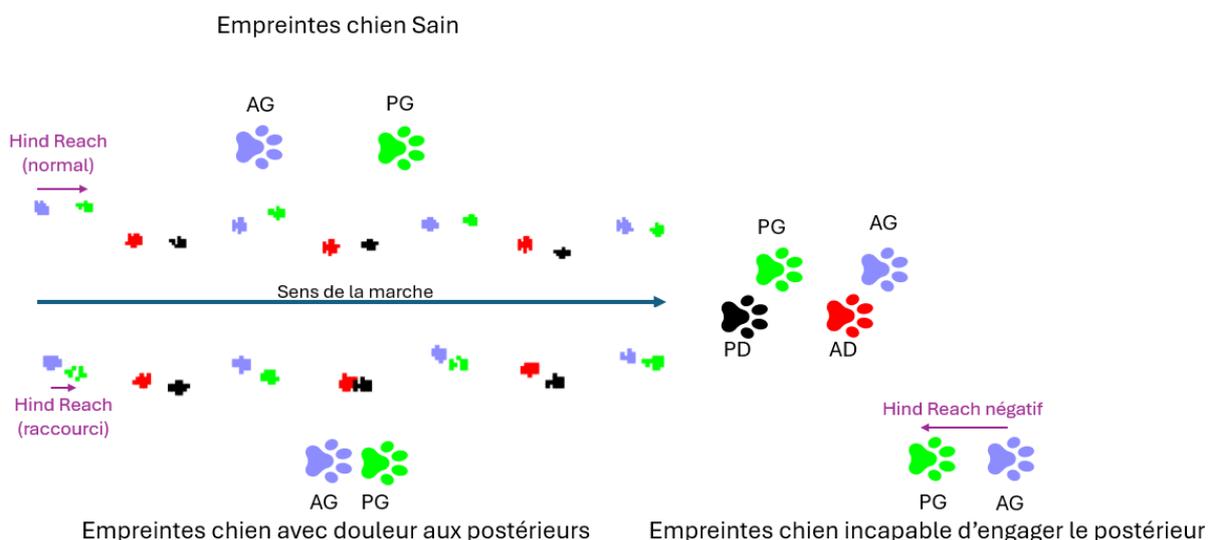
On observe dans la *Figure 26* (graphique de gauche) la différence entre les deux groupes. La médiane du groupe Témoin est de 1,01 et la médiane du groupe Acup-Traitement est de 1,0, ce qui veut dire que l'on s'est rapproché de la valeur usuelle. Cette diminution se traduit par une amélioration significative de 1% (Test de Kruskal Wallis p-value = 0,032).

**Les répartitions de forces antéro-postérieures** sont le résultat du quotient :  $(AG + AD) / (PG + PD)$ . La force étant calculée en multipliant la pression exercée par la surface des capteurs, et la répartition antéro-postérieure étant inégale chez le chien (60% sur l'avant et 40% sur l'arrière), un facteur multiplicateur est donc présent. L'index de force est donc comparé à  $1,95 \pm 0,05$ .

On observe dans la *Figure 26* (graphique de droite) la différence entre les deux groupes. La médiane du groupe Témoin est de 2,28 et la médiane du groupe Acu-Traitement est de 2,13, ce qui veut dire que là encore nous nous sommes rapprochés de la valeur usuelle. Lorsque les chiens souffrent d'arthrose postérieure, ils ont tendance à reporter leur poids vers l'avant pour soulager les articulations douloureuses. La plupart des chiens de l'étude, tous confondus, présentaient principalement de l'arthrose sur les postérieurs. Lors du traitement par acupuncture, ce report vers l'avant a diminué de 6,7% et ce de manière significative (Test de Kruskal Wallis p-value = 0,033).

### Paramètres spatiaux

Nous avons ensuite observé **l'engagement des postérieurs** (*hind reach*), c'est la distance entre la position maximale atteinte par la patte postérieure et la position de la patte antérieure sur la même moitié du corps (par exemple, la patte arrière gauche par rapport à la patte avant gauche). Un *hind reach* négatif signifie que les pattes postérieures ne s'avancent pas suffisamment pour atteindre la position des pattes antérieures, mais restent derrière ou en retrait par rapport à elles. Cela indique que le chien n'est pas capable d'avancer correctement ses membres postérieurs sous son corps (*Figure 27*).



*Figure 27 : Schéma explicatif de l'engagement des postérieurs (Hind Reach)*

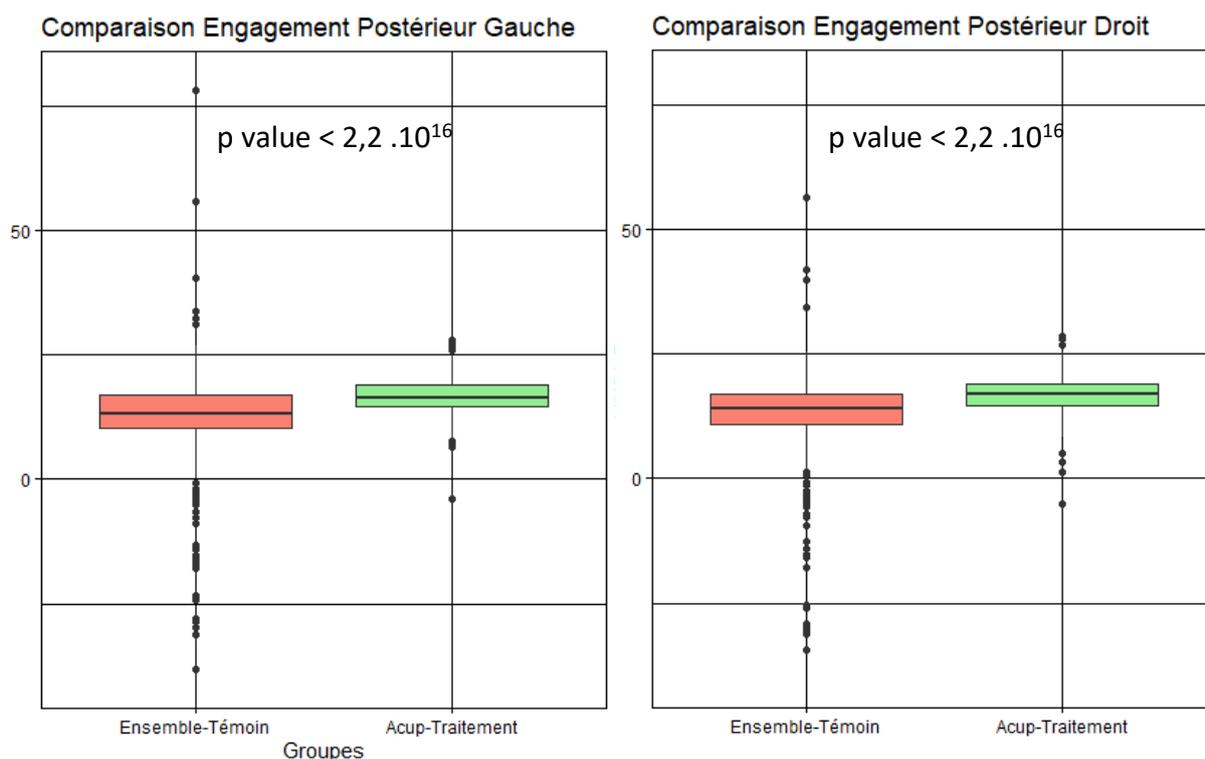


Figure 28 : Comparaison de l'engagement des postérieurs (PG graphique de gauche et PD graphique de droite)

Pour le groupe témoin, la médiane de **l'engagement du postérieur gauche** et du postérieur droit est respectivement de 13,3 cm et 14,0 cm. En comparaison, chez les chiens traités par acupuncture, ces valeurs atteignent 16,5 cm et 17,1 cm. Cela représente un engagement supérieur de 24 % pour le postérieur gauche et de 22 % pour le droit, avec une différence statistiquement significative pour les deux membres (test de Kruskal-Wallis,  $p$ -value  $< 0,05$ ).

La suite de nos observations nous a conduits au **rapport Longueur de pas / Longueur de foulée** (*Step length / Stride length*) pour chaque axe : antéro-postérieur (AP), latéral gauche – latéral droit (G/D), antérieur gauche – antérieur droit (AGAD), postérieur gauche – postérieur droit (PGPD) et Diagonal gauche – Diagonal droit (DiagGD). Ce sont des mesures relatives qui indiquent quelle part de la foulée totale est occupée par le pas selon l'axe étudié. Idéalement, pour une démarche symétrique, cette proportion devrait être proche de 1. Les données sont reportées dans le *Tableau XI*.

Tableau XI : Tableau de comparaison Groupe Traité par Acupuncture et Groupe Témoin selon les axes des Rapports Longueur de Pas / Longueur de Foulée

Longueur Pas / Foulée	Valeur médiane TEM	Valeur médiane TTT Acup	Variation	p-value	Interprétation
<b>Axe AP</b>	1,00	1,00	→ 0%	0,018	Présence d'une différence non visible sur les médianes
<b>Axe GD</b>	1,01	0,993	↓ - 2%	7,6.10 <sup>-4</sup>	Diminution significative
<b>Axe AGAD</b>	1,00	0,988	↓ - 1,2%	0,013	Diminution significative
<b>Axe PGPD</b>	1,01	0,991	↓ - 2 %	8,5.10 <sup>-4</sup>	Diminution significative
<b>Axe DiagGD</b>	0,994	0,998	↑ + 0,4 %	0,15	Augmentation Non significative

D'après le *Tableau XI*, de petites variations des médianes sont observées mais les données statistiques indiquent la présence d'une différence significative. En cherchant plus loin, cette différence réside dans la répartition des données présentées *Figure 29*.

Les chiens traités par acupuncture présentent un ratio **Longueur de Pas / Longueur de Foulée** davantage centré autour de 1, ce qui correspond à la valeur de référence pour une locomotion équilibrée. Un ratio proche de 1 indique une contribution symétrique des membres à la démarche, traduisant une réduction des asymétries locomotrices souvent associées à des douleurs, des raideurs articulaires ou des compensations dues à une gêne. Grâce à ses effets (antalgiques notamment), l'acupuncture semble avoir réduit ces inconforts, permettant aux chiens de retrouver une démarche naturelle plus symétrique et homogène. À l'inverse, les chiens témoins, non traités par acupuncture, conservent des asymétries probablement liées à des douleurs non gérées ou des compensations persistantes, exacerbées par des habitudes locomotrices développées pour minimiser l'inconfort, comme une surutilisation, une amplitude réduite d'un côté (ou un allongement compensatoire du membre controlatéral).

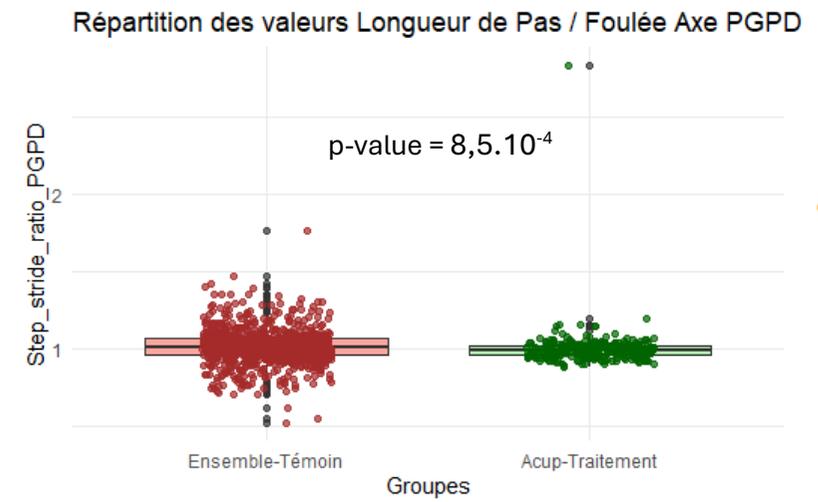
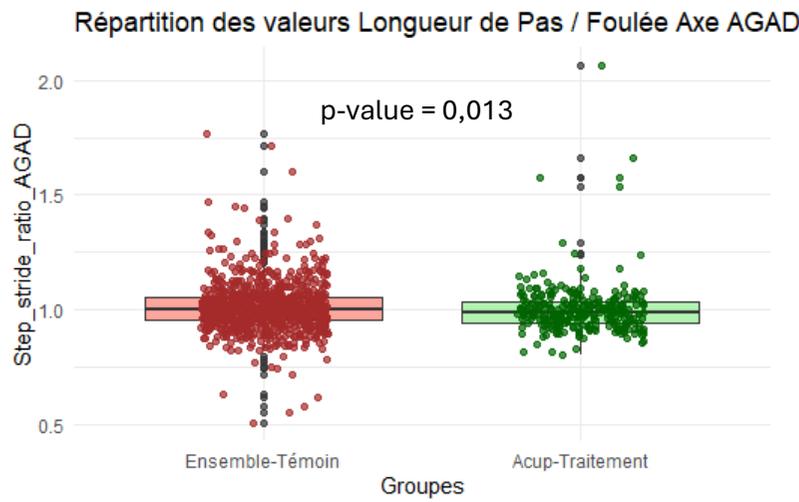
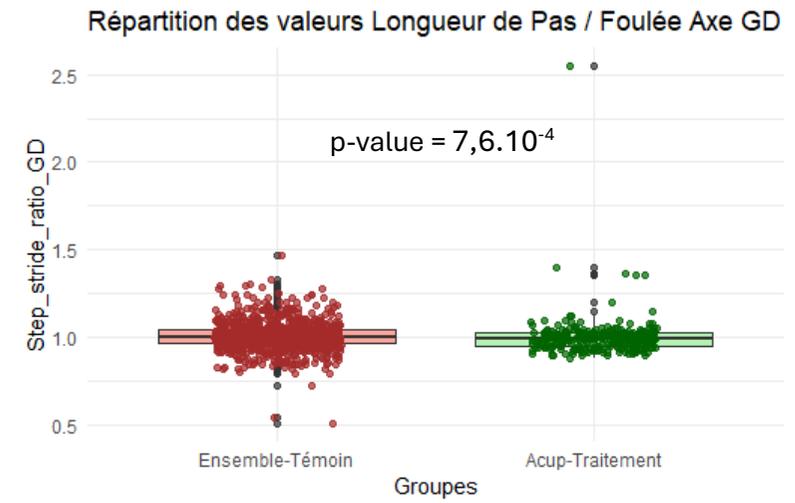
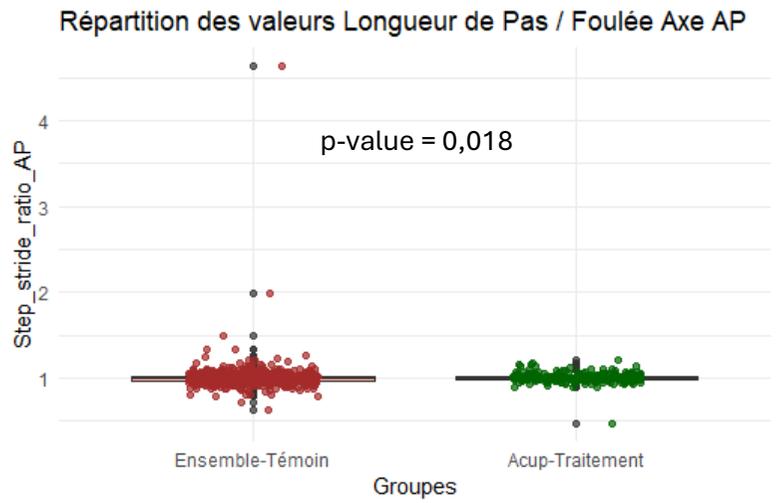


Figure 29 : Graphiques de répartition des rapports Longueur de Pas / Longueur de foulée selon les différents axes étudiés

## Paramètres temporels

Nous allons maintenant nous intéresser aux données temporelles. Nous étudions ici le pourcentage d'appui, soit la durée relative de la phase d'appui par rapport à la durée de l'ensemble du cycle de foulée. Les données sont présentées dans le *Tableau XIII*.

*Tableau XII : Comparaison Groupe Traité par Acupuncture avec le Groupe Témoin selon la répartition des pourcentages du temps d'appui*

% Appui	Valeur médiane TEM	Valeur médiane TTT Acup	Variation	p-value	Interprétation
<b>Axe AP</b>	1,08	1,09	↑ + 0,9 %	1,2.10 <sup>-5</sup>	Augmentation significative
<b>Axe GD</b>	1,01	1,02	↑ + 1 %	0,05	Augmentation non significative
<b>Axe AGAD</b>	1,01	1,00	↓ - 1 %	0,005	Diminution significative
<b>Axe PGPD</b>	1,01	1,03	↑ + 2 %	7,4.10 <sup>-5</sup>	Augmentation significative
<b>Axe DiagGD</b>	1,00	0,984	↓ - 1,6 %	1,01.10 <sup>-6</sup>	Diminution significative

Les données montrent une augmentation des pourcentages du temps d'appui pour les rapports antéro-postérieur et postérieur gauche / postérieur droit. Cela indique que : soit le temps alloué à l'appui augmente sur les antérieurs, soit il est diminué sur les postérieurs (ou les deux). Ce même raisonnement est applicable au pourcentage de durée d'appui des postérieurs : soit l'appui sur le postérieur gauche augmente, soit celui du postérieur droit diminue (ou les deux).

On observe également une diminution des pourcentages du temps d'appui pour les rapports antérieur gauche – antérieur droit et diagonal gauche – diagonal droit. Ce qui donne là aussi plusieurs possibilités : soit le pourcentage diminue antérieur gauche, soit il augmente antérieur droit (ou les deux). Et enfin, pour les diagonaux, soit la proportion du temps passé en appui sur le diagonal gauche est diminué, soit le droit est augmenté (ou les deux).

Pour essayer de comprendre, nous sommes allés voir de plus près les données qui composent le pourcentage du temps d'appui. Ce dernier est calculé selon le rapport de la durée d'appui sur la durée de la foulée multiplié par 100 (pour avoir le pourcentage). Les durées de foulée varient très peu (de l'ordre de 0,05 sec), ce sont donc les durées de temps d'appui qui modulent ces différences.

En observant de plus près chaque patte, les durées d'appui diminuent toutes significativement pour les 4 membres. (Test de Kruskal Wallis  $p \approx 1,06.10^{-15}$ ).

Ces observations paraissent étranges compte tenu du raisonnement. En effet, si l'acupuncture diminue la douleur d'arthrose, le temps d'appui du membre devrait augmenter : ce qui n'est pas le cas. Cela est probablement dû à de grandes disparités dans les vitesses de foulées et de possibles biais d'échantillonnages. Nous en parlons dans la partie III.D Discussion.

Remarque : le pourcentage du temps de soutien (ou balancement) étant complémentaire de celui de l'appui, il évolue à l'opposé de ce dernier. Quand le pourcentage du temps d'appui augmente, celui du soutien diminue et réciproquement.

### III.C.2.3 Variabilité individuelle des paramètres biomécaniques

Suites à nos observations, nous avons constaté une grande variabilité individuelle dans les paramètres influencés par l'acupuncture. Par choix, nous avons souhaité étudier l'évolution du GLS entre la phase témoin et le traitement. Nous avons pris les exemples de Oxane, Okila et Sam pour couvrir un maximum d'articulation avec une représentation du traitement par AAS avec Oxane et Okila et par AL avec Sam.

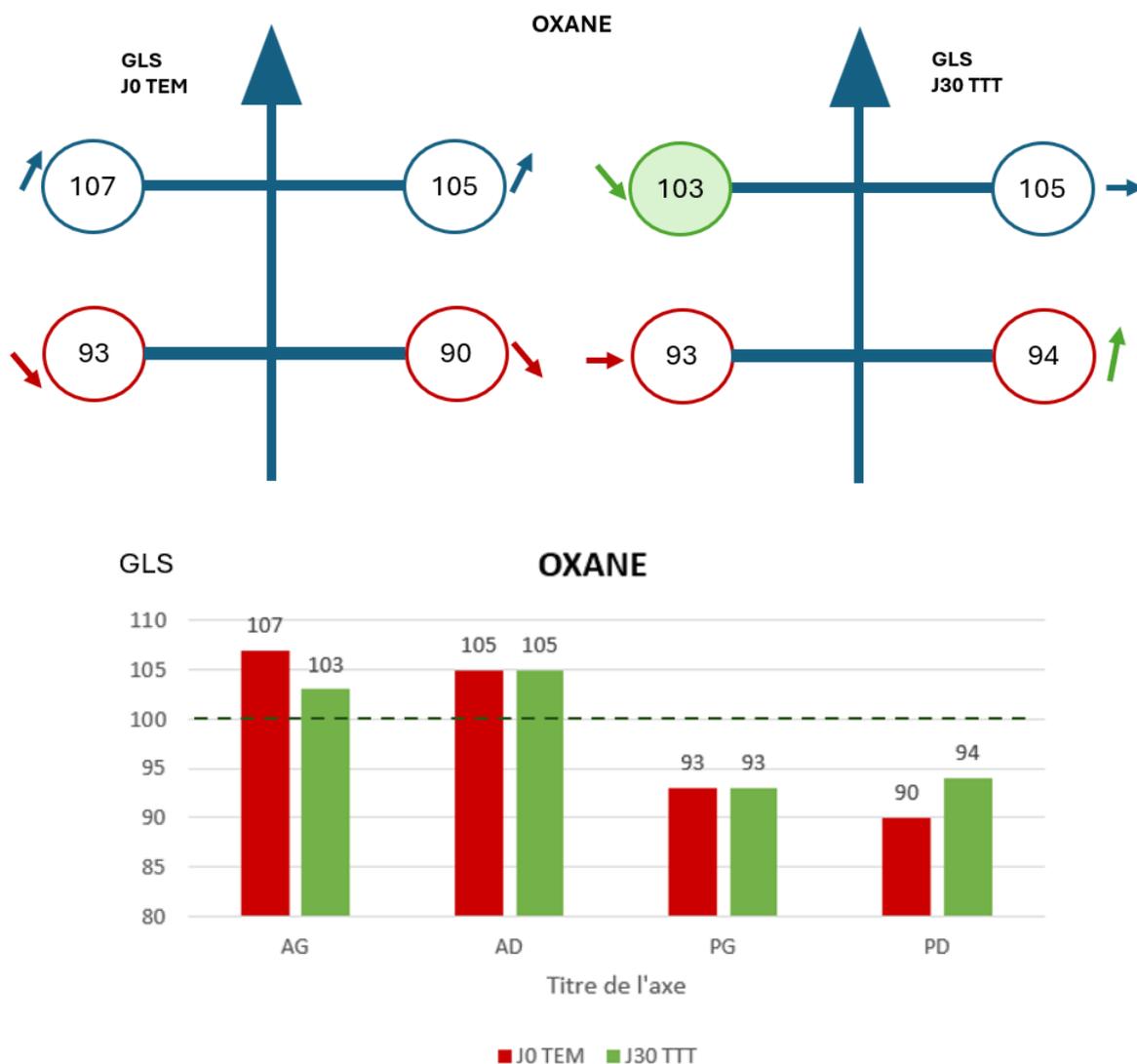


Figure 30 : Comparaison du GLS d'OXANE entre le premier jour de la phase Témoin (J0 TEM) et le dernier jour de la phase de Traitement (J30 TTT)

On observe d'après la Figure 30 que Oxane répartit d'avantage son poids sur les antérieurs pour soulager ses postérieurs (arthrose des jarrets) lors de la période témoin. En fin de traitement, la compensation qui avait lieu sur l'antérieur gauche a diminué et le postérieur droit qui était soulagé est davantage sollicité. Ces nuances restent discrètes à l'œil nu d'où ces mesures, d'autant que l'arthrose étant chronique, on ne peut pas s'attendre à une résolution complète.

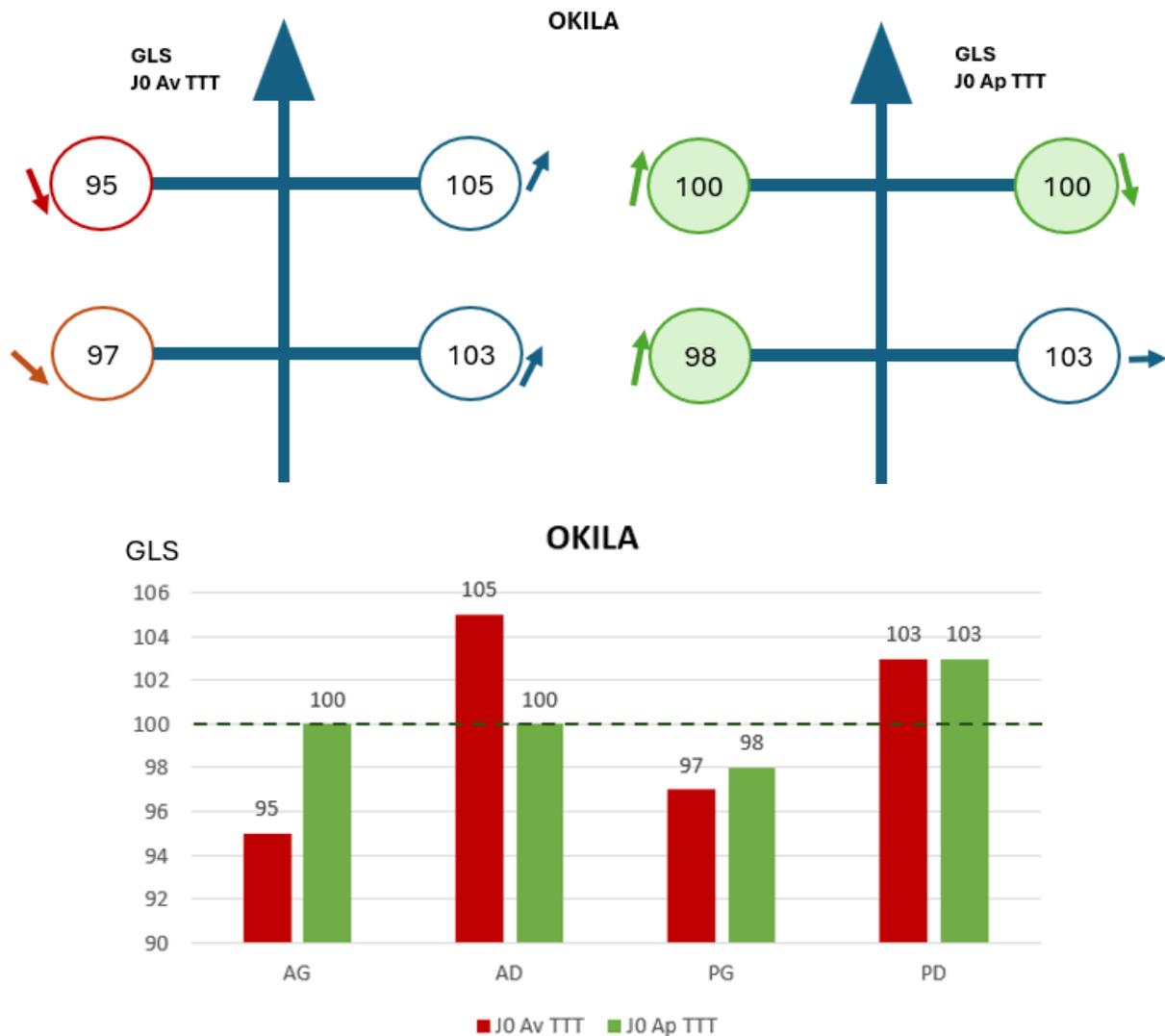


Figure 31 : Comparaison du GLS d'OKILA le premier jour de traitement entre le moment avant la séance d'Acupuncture (J0 Av TTT) et après la première séance d'Acupuncture (Ap TTT)

Le GLS de Okila s'est nettement amélioré juste après la première séance de traitement. Pour rappel, le GLS a pour valeur de référence 100, au-dessus l'animal compense sur le membre, en dessous il le soulage. Okila semble compenser sur le latéral droit avant le traitement. La différence s'est principalement produite sur les antérieurs avec une forte compensation AD et soulagement AG qui sont revenus dans la norme après le premier traitement. Un léger mieux est aussi notable PG. Okila est un cas à part car elle présente à la fois de l'arthrose des coudes et des grassetts ce qui rend son évaluation plus complexe puisque les effets compensatoires varient et sont difficilement prévisibles.

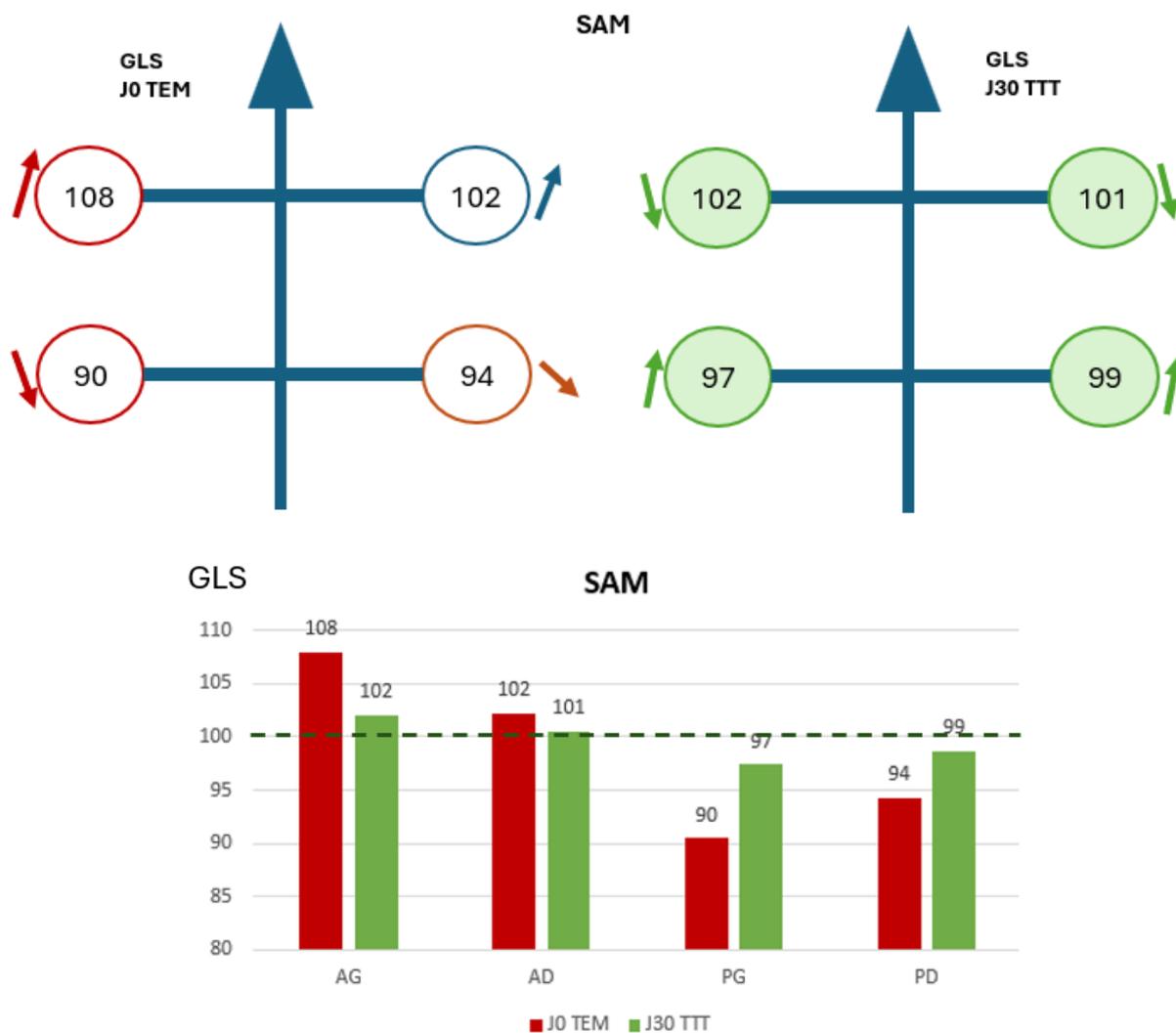


Figure 32 : Comparaison du GLS de SAM entre le premier jour Témoin (J0 TEM) et le dernier jour de Traitement (J30 TTT)

Pour Sam, une homogénéisation dans la répartition du poids est notée. En effet, tous les effets compensatoires, notamment sur les antérieurs et le soulagement des postérieurs se voient rééquilibrés en fin de période de traitement. À noter également que Sam a perdu du poids entre la phase témoin et le traitement (sur conseil du vétérinaire). Le surpoids exacerbe les effets de l'arthrose en surchargeant anormalement les contraintes sur les articulations.

Pour les autres chiens de l'étude un rééquilibrage est noté avec une meilleure répartition sur les 4 membres, cependant beaucoup de variabilités individuelles sont présentes. Au vu du faible effectif il n'est pas aisé d'en ressortir une tendance générale bien précise.

Concernant les résultats des mesures biomécaniques par le système GAITRite® :

- Les résultats biomécaniques globaux mesurés du groupe tendent à se rapprocher de ceux d'un chien sain. Une amélioration de ces paramètres est notée lors du traitement.
- Les paramètres biomécaniques les plus influencés lors de nos observations sont : les pressions et forces de répartitions pour les paramètres cinétiques, l'engagement des postérieurs et le rapport longueur de pas / longueur de foulée pour les paramètres spatiaux et enfin le pourcentage de temps d'appui (et par extension le soutien) pour les paramètres cinétiques.
- La variabilité individuelle est également à prendre en compte pour chaque chien et montre qu'une meilleure répartition des charges est présente. Le chien arthrosique présente une correction de son équilibre.

### III.C.3 Évaluation par les propriétaires

Les fiches d'évaluations à destination des propriétaires (Annexe 2) ont été complétées par ceux-ci à chaque examen clinique de leur animal au cours de l'étude.

L'addition des notes attribuées à chaque question fait l'objet d'un score total. Le *Tableau XIV* indique la grille de lecture de ce dernier. Le *Tableau XV* présente le score obtenu pour chaque chien à chaque examen réalisé durant l'expérience.

Une synthèse des commentaires les plus pertinents inscrits en remarque par les propriétaires vient compléter cette évaluation.

Tableau XIII : Interprétation du score d'évaluation par les propriétaires

Score propriétaire	0	1-15	16-30	31-45	46-60
Interprétation	Aucune douleur clinique	Douleur Discrète à Légère	Douleur Légère à Modérée	Douleur Modéré à Sévère	Douleur Sévère à Très sévère

Tableau XIV : Score propriétaire évaluant la douleur au cours de l'étude

AAS	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>INNA</b>	7	6	8	9	8	10	10	11
<b>MERLIN</b>	13	17		15	9	5	10	3
<b>OKILA</b>	24	28	26	31	20	26	29	28
<b>OXANE</b>	8	8	10	7	4	4	4	
<b>ISULA</b>	23			23	11	5	6	6
<b>AL</b>								
<b>JAZZIE</b>	19	19	23	23	19	17	19	19
<b>SAM</b>	18	21	21	21	21	23	25	31
Moyenne	16	17	18	18	13	13	15	18
Ecart type	7	8	8	9	7	9	10	12

Les avis des propriétaires du groupe sont partagés. Ceux d'Inna et Jazzie n'ont observé aucun changement, tandis que pour Sam, son état est resté stable pendant les phases témoin et traitement, mais une dégradation a été notée après l'arrêt du traitement. En revanche, pour Merlin, Okila, Oxane et Isula le score a diminué, indiquant une amélioration de la douleur constatée par les propriétaires.

Pour Merlin, Okila, Oxane et Isula, une diminution jusqu'à 50% de ce score est constatée, soit une bonne amélioration de l'appréciation de la douleur chez ces chiens.

L'effectif étant petit et les données peu nombreuses pour cette variable qualitative qu'est le score propriétaire, l'analyse statistique n'est pas exploitable dans le cas présent.

Des informations complémentaires à chaque phase ont été renseignées par certains propriétaires. Une sélection pertinente de ces remarques est présentée dans le Tableau XVI.

Tableau XV : Commentaires des propriétaires lors de l'évaluation de la douleur

Nom	Phase Témoin	Phase Traitement	Phase Post-Traitement
<b>MERLIN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Boiterie antérieur droit d'apparition aiguë sans trauma apparent.</li> <li>- Boiterie intermittente postérieur gauche, avec absence d'appui à froid.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration de son état : disparition de la boiterie 15 jours après le début du traitement.</li> <li>- Diminution de la fréquence des épisodes de raideur (même par temps humide, condition qui aggravait ses douleurs).</li> <li>- Retour à un niveau d'activité normal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apparition d'une boiterie juste après la dernière séance à la suite d'une séance jeux un peu trop intense avec des congénères.</li> <li>- S'en est suivi 4 à 5 jours de suppression intermittente du membre postérieur droit.</li> </ul>
<b>OKILA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté à maintenir la position assise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De nouveau alerte pour jouer avec ses congénères.</li> <li>- Plus de facilités pour passer de la position debout à assise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 jours après l'arrêt du traitement : difficultés à se mouvoir et à monter dans la voiture.</li> <li>- Diminution de l'envie de partir en balade</li> <li>- Position statique debout devenue inconfortable</li> </ul>
<b>OXANE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés à soulever son arrière-train.</li> <li>- Craquement des tarsi lorsqu'elle se gratte.</li> <li>- Fatigabilité exacerbée en période de chaleur</li> <li>- Apparition de boiteries et raideurs lors d'activités intenses</li> </ul>		
<b>ISULA</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Au bout de 15 jours de traitement, la chienne a plus de facilités à monter dans le coffre de la voiture.</li> <li>- Moins de « bunny hopping »<sup>33</sup> dans les escaliers.</li> <li>- Plus en forme et cherche à jouer avec ses congénères.</li> <li>- Joue à nouveau avec ses congénères « course-poursuite » alors qu'elle avait arrêté.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continue à monter dans la voiture.</li> </ul>
<b>JAZZIE</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 jours après l'arrêt du traitement, un épisode digestif a eu lieu.</li> </ul>

<sup>33</sup> Bunny hopping : lorsque le chien bouge ses deux postérieurs en même temps lorsqu'il se déplace, il donne l'impression de sautiller comme un lapin, d'où le nom. Ce phénomène est souvent observé chez des chiens qui ont de l'arthrose, des dysplasies ou qui sont touchés par une maladie génétique affectant la myéline.

<b>SAM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés à se lever après une longue période de repos (couché).</li> <li>- Promenades plus courtes depuis l'apparition de ses douleurs.</li> </ul>		-
------------	--	--	---

Nous avons également voulu savoir si les observations des propriétaires étaient corrélées à celles du vétérinaire qui évaluait la locomotion (grille de score orthopédique).

A l'aide d'une analyse statistique de corrélation de Spearman, nous pouvons dire que le vétérinaire évaluateur et les propriétaires semblent en accord à 60,3% (Test Spearman, p-value =  $1,58 \cdot 10^{-8}$ ) (Figure 33).

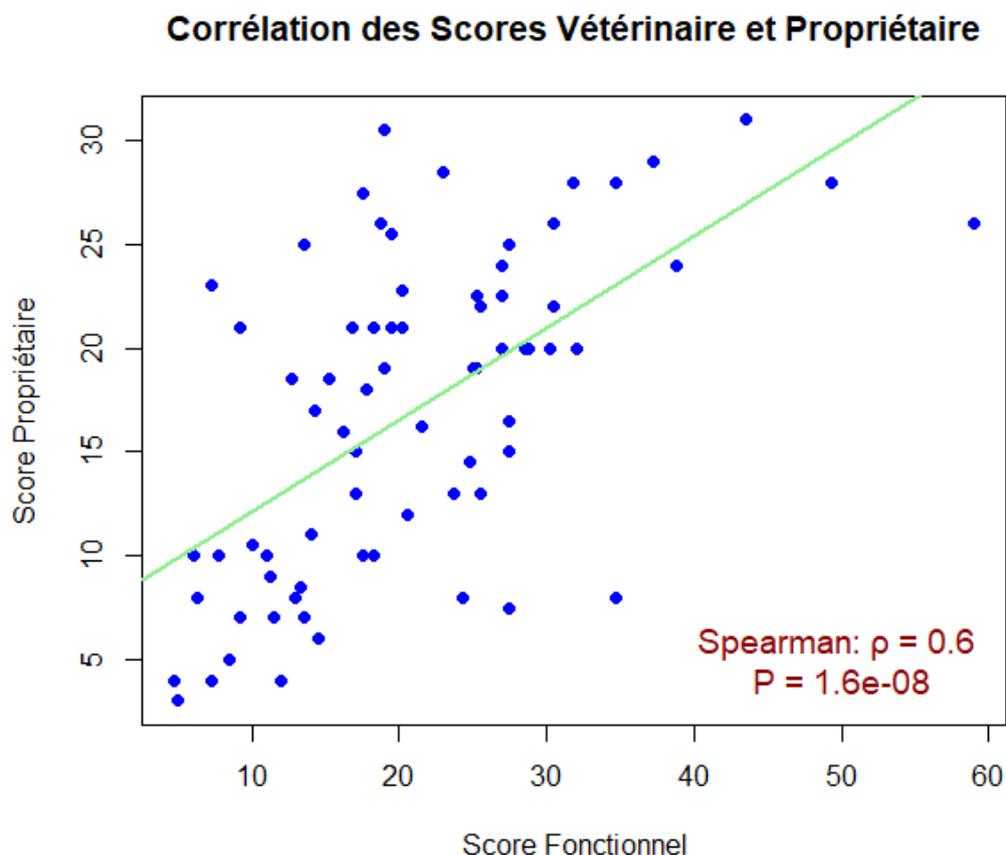


Figure 33 : Corrélation entre l'évaluation du vétérinaire et celui des propriétaires

Pour résumer les observations des résultats de l'évaluation par les propriétaires :

- Une amélioration de plus de 50% est observée pour 4 des 7 chiens de l'étude.

## III.D Discussion

L'objectif de cette thèse est d'évaluer les effets de l'acupuncture sur des chiens souffrant d'arthrose, en combinant des approches qualitatives et quantitatives. Les données quantitatives par mesures biomécaniques sont l'un des points essentiels de ce travail. Ces données ont été mesurées à l'aide du tapis de pression GAITRite® et de son logiciel GAITFour®. Nos résultats ont montré que l'acupuncture a bien des effets cliniques et biomécaniques sur les chiens souffrant d'arthrose.

### III.D.1 Recrutement et échantillonnage des chiens de l'étude

L'effectif des groupes testé (7) et témoin (13) sont faibles. Les chiens inclus dans cette étude sont des chiens présentant de l'arthrose confirmée par radiographie appartenant au personnel ou étudiants de Vetagro Sup ainsi qu'à la clientèle privée proche géographiquement de l'école. La disponibilité des propriétaires pour suivre le protocole, à savoir : présence toutes les 2 semaines pendant 3 mois dont 6 séances de traitement sur 4 semaines, constituait l'un des facteurs limitants pour le recrutement des chiens.

Un effectif plus important de chiens aurait été idéal, car il aurait renforcé la puissance des tests statistiques et permis de mieux valider certains résultats. Cela aurait également aidé à confirmer certaines tendances ou différences apparentes entre les groupes, qui, bien qu'évidentes, ne sont pas statistiquement significatives dans l'état actuel des données.

De plus, le groupe était hétérogène en format (hauteur et masse) et en localisation d'arthrose. En effet, nous avons des races de chiens bien différentes ne serait-ce que pour l'échantillon de chiens traités en acupuncture : Border Collie, Beauceron, Berger Australien, Labrador et Golden Retriever. Les chiens observés pesaient entre 15,8 et 44,7 kg. L'hétérogénéité des formats de chien pourrait expliquer les différences importantes d'écart-types pour certaines mesures biomécaniques notamment (Pression maximale, Force exercée, Longueur des pas et des foulées, ...) et pourrait influencer le degré de significativité de certains tests statistiques, en particulier sur de faibles échantillons.

Sur les sept chiens ayant reçu le traitement par acupuncture (AAS et AL), il n'y avait pas moins de quatre localisations d'arthrose différentes (coudes, hanches, grassetts, jarrets). L'idéal aurait été de pouvoir bénéficier de plus d'homogénéité dans la population de chien, en ne recrutant par exemple que des chiens atteints d'arthrose de hanche. Mais les limites évoquées précédemment dans la réalisation de ce travail ne nous permettaient pas d'envisager ce type de recrutement. De plus le tirage au sort réalisé pour déterminer la constitution des groupes, acupuncture aux aiguilles et acupuncture au Laser a inégalement répartie les chiens au vu du faible effectif.

Des difficultés ont également été rencontrées lors de l'attribution des groupes car le LASER PEN® était en panne et donc indisponible durant 2 mois, ce qui a grandement diminué les possibilités de traitement avec celui-ci.

## III.D.2 Résultats obtenus

### III.D.2.1 Examen orthopédique par le vétérinaire

L'arthrose provoque des anomalies de la marche chez les chiens, car la douleur incite à compenser en déchargeant les membres affectés et en surchargeant les membres sains. L'évaluation visuelle reste essentielle pour le diagnostic, mais elle est subjective et dépendante de l'expertise du vétérinaire. Une variabilité inter-observateur est notée, notamment lorsque l'anomalie est subtile ou bilatérale (Park et al. 2024). De plus, des études montrent une faible corrélation entre le système de notation subjective de la marche et l'analyse de la démarche par plaque de force chez les chiens boiteux (Evans, Horstman, Conzemius 2005; Quinn et al. 2007). Les tapis de pression, tels que le GAITRite® par exemple, offrent un complément plus précis au diagnostic, détectant des boiteries légères ou complexes souvent imperceptibles à l'œil nu. Ce type de technologie constitue un outil prometteur pour standardiser et objectiver les observations, particulièrement dans les cas où la symétrie apparente masque des anomalies.

Dans cette étude expérimentale, un biais d'observation est possible en raison du fait que le vétérinaire chargé d'évaluer les chiens n'était pas en aveugle. Cela signifie qu'il avait connaissance des conditions expérimentales, ce qui pourrait influencer, même de manière involontaire, l'interprétation des observations. Ce point souligne l'importance de concevoir des protocoles permettant de minimiser ces biais à l'avenir, tout en reconnaissant que les données recueillies apportent des informations précieuses dans le contexte de cette recherche.

### III.D.2.2 Mesures goniométriques

Les mesures ont été prises grâce à des repères anatomiques, des reliefs osseux précis comme recommandés par G. Jaegger et al. dans leur article sur la mesure par goniométrie (Jaegger, Marcellin-Little, Levine 2002).

L'évaluation goniométrique, généralement fiable, a présenté certaines difficultés avec certains de nos chiens particulièrement stressés et contractés. Ces animaux montraient des améliorations nettes lors des tests "à vide", mais se crispaient dès qu'ils percevaient le contact du goniomètre, ce qui a pu influencer les mesures. De plus, lorsque les valeurs initiales (à J0 ou en condition témoin) atteignent leurs limites maximales, comme c'est le cas pour certains angles en goniométrie (Jaegger, Marcellin-Little, Levine 2002) ou pour des ratios biomécaniques proches de 1 (entre 0,95 et 1,05 étant normaux), les marges d'amélioration détectables par ces méthodes peuvent être réduites. Ce phénomène est particulièrement notable dans les cas de boiteries ou de signes cliniques très légers. S'ajoutent à cela de possibles erreurs de mesure liées à l'incertitude intrinsèque du goniomètre et à la lecture de cette mesure.

### III.D.2.3 Mesures biomécaniques à l'aide du GAITRite®

L'analyse biomécanique de la marche avec le système GAITRite® a montré plusieurs résultats et paramètres qui ont varié au cours de l'étude.

L'une des difficultés principales de ce travail était d'une part d'observer les paramètres de chaque chien d'autre part de trouver lesquels étaient les plus influencés par l'acupuncture. Un travail important de traitement de données et d'analyses statistiques a été réalisé à l'aide des logiciels Excel® et R Studio®. Les paramètres ont été étudiés chien par chien tout au long de l'étude depuis la phase témoin jusqu'à la phase post traitement. Par la suite une recherche des paramètres globaux a été menée sur cet échantillon en le comparant à la phase témoin de tous les chiens de l'étude.

De plus, au premier jour du traitement (J0 TTT), ce dernier a été divisé en deux avec une partie avant traitement (J0 Av TTT), et une partie après traitement (J0 Ap TTT). Il est possible d'observer une perturbation temporaire des valeurs biomécaniques comme les répartitions des charges, immédiatement après une séance d'acupuncture. Ces modifications, parfois perçues comme un déséquilibre ou une aggravation apparente, rappellent les réactions post-manipulations ostéopathiques. Elles résultent de changements dans les équilibres et répartitions des appuis, pouvant entraîner un inconfort transitoire durant les 24 à 48 heures suivant la séance, avant un retour à des paramètres possiblement améliorés.

Chez les chiens dysplasiques présentant une boiterie bilatérale des hanches, le tapis de pression peut parfois donner des valeurs moyennes de pression maximale "normales", masquant les boiteries en raison de l'alternance d'appuis plus marqués à gauche (PG) ou à droite (PD). Dans ces cas, il est recommandé de recalculer un indice global de symétrie. Cet indice pourrait être basé sur le rapport entre la plus grande (ou la plus petite) pression maximale observée et les autres valeurs, afin de mieux suivre l'évolution des asymétries d'un jour à l'autre.

En outre, nous avons constaté des variations inattendues concernant les temps d'appui. Bien que l'acupuncture soit supposée réduire la douleur liée à l'arthrose, ce qui devrait normalement augmenter le temps d'appui des membres, ce résultat n'a pas toujours été observé. Cela pourrait s'expliquer par des disparités importantes dans les vitesses de foulées entre les sujets. Deux groupes distincts en termes de vitesse semblent se dégager, ce qui pourrait influencer les résultats : une diminution de la vitesse entraînerait une réduction proportionnelle du temps d'appui. De plus, le faible effectif de l'échantillon pourrait introduire un biais supplémentaire. Les données relatives à la vitesse du cycle (*Cycle stride velocity*) sont illustrées dans le graphique correspondant Annexe 5.

Lors du traitement, les longueurs de pas diminuent pour les membres postérieurs (PG et PD) et le ratio PG/PD tend à se rapprocher de 1, indiquant une meilleure symétrie. Il ne faut pas confondre engagement du postérieur qui témoigne de l'avancée du membre avec la longueur du pas qui est la distance entre deux membres controlatéraux. En cas de boiterie, le chien adapte sa démarche pour minimiser les asymétries évidentes. L'allongement du pas du membre controlatéral permet de "lisser" la démarche, rendant la boiterie moins visible et facilitant le mouvement global. L'allongement du pas du

membre controlatéral compense également la perte de propulsion causée par la douleur ou la faiblesse du membre affecté, assurant une locomotion plus fonctionnelle. Par exemple, une douleur au postérieur gauche peut amener le chien à allonger le pas du postérieur droit pour compenser la perte d'amplitude. Ces mécanismes adaptatifs reflètent la capacité des chiens à ajuster leur démarche en réponse à une gêne, tout en préservant un certain équilibre locomoteur. Lors du traitement, ces mécanismes se sont gommés et l'interprétation du ratio PG/PD se rapprochant de 1, nous conforte dans l'idée que l'équilibre se rétablit.

### III.D.2.4 Évaluation des chiens par les propriétaires

A l'aide de ce questionnaire, nous avons pu enrichir nos connaissances sur le suivi des patients. Même si ce questionnaire présente des biais d'observation car chaque propriétaire est différent et a une sensibilité et une appréciation différente et que des biais d'interprétations de ces questionnaires sont possibles ; nos résultats sont tout de même positifs pour 4 de nos 7 chiens traités par acupuncture.

En plus de la sensibilité de chacun vis-à-vis de la douleur, la localisation de l'arthrose, le degré de sévérité de la boiterie et la douleur qui en découle sont autant de facteurs influençant cette évaluation. Lorsque la boiterie et la douleur sont faibles, la marge d'amélioration est plus faible et donc moins visible pour les propriétaires.

De surcroît, de nombreuses variabilités entre les chiens sont présentes notamment leur environnement, leur anamnèse et leurs commémoratifs. Par exemple, pour Merlin, sa propriétaire lui donnait du meloxicam avant la période témoin, ce qui pouvait fausser les résultats. Okila venait d'arrêter le Librela® en début de phase témoin. D'où une nécessité de phase témoin sans traitement pour que les résultats ne soient influencés que par le traitement lors de l'étude.

Par ailleurs, certaines difficultés ont été rencontrées lorsque les propriétaires, constatant une amélioration de l'état de leur chien, ne suivaient pas toujours strictement les consignes de contrôle de l'activité. Par exemple, des chiens qui jouaient peu ou plus avec leurs congénères reprenaient leurs habitudes, mais les propriétaires ne limitaient pas toujours ces activités, les laissant s'engager dans des jeux de "course poursuite". Bien que le jeu soit essentiel pour le bien-être du chien, il est idéal d'encadrer ces moments en posant des limites, notamment lorsque le jeu devient trop intense et éreintant sur le plan physique. D'où la nécessité d'adapter l'effort et de maîtriser les jeux.

D'autre part, l'étude étant menée sur trois mois, les chiens peuvent tomber malade comme c'était le cas pour Jazzie et Isula qui, au cours de l'étude, ont présenté des épisodes digestifs (non imputables au traitement).

### III.D.2.5 Comparaison des résultats avec la recherche

Nos recherches ont mis en évidence une abondance de données sur l'arthrose humaine traitée par acupuncture, mais très peu concernent le chien. De plus, la majorité des analyses de résultats dans ce domaine repose sur des tests qualitatifs ou semi-quantitatifs.

Les principales similitudes entre notre étude et la littérature incluent une réduction de **la douleur** (Li et al. 2019; Ting-ting Wang et al. 2020; Jia et al. 2020; Ang et al. 2021; Jun et al. 2022; Chen et al. 2021; 2023; 2024), une **diminution des raideurs** (Jia et al. 2020; Ang et al. 2021), une **amélioration de la fonctionnalité mécanique** (Li et al. 2019; Jia et al. 2020; Ting-ting Wang et al. 2020; Ang et al. 2021; Jun et al. 2022) et **une meilleure qualité de vie** (Jia et al. 2020; Ang et al. 2021; Jun et al. 2022).

Parmi les rares études biomécaniques sur les chiens souffrant d'arthrose, celle de M. Granström et al. se distingue. Elle utilise des caméras haute vitesse et une plaque de force piézoélectrique pour analyser la démarche des chiens atteints d'arthrose, en les comparant à un groupe témoin sain. Bien que cette étude offre des informations pertinentes, elle reste difficilement comparable à notre travail, en raison des différences technologiques dans les outils de mesure biomécanique (Granström et al. 2024).

Notre étude se positionne comme pionnière dans l'évaluation des effets de l'acupuncture sur l'arthrose canine, grâce à l'analyse biomécanique réalisée avec le système de tapis de pression GAITRite®. Cependant, comme dans d'autres travaux, nous faisons face à des effectifs limités et à une grande variabilité des réponses aux traitements (Baker-Meuten et al. 2020).

### III.D.3 Protocole

Dans notre étude, nous avons suivi des protocoles bien précis afin de réaliser le même traitement pour tous les chiens (souffrant d'une arthrose de même localisation), comme le veut l'usage de l'expérimentation scientifique. Or l'acupuncture est connue pour, justement, s'adapter au patient et moduler le traitement en fonction de l'examen clinique de médecine chinoise le jour du traitement. Ce qui n'était pas le cas ici. De plus la réponse de chaque individu est variable en fonction de son tempérament, de son âge et de la chronicité du processus d'arthrose. L'état de santé d'un chien jeune, étant vif dont l'arthrose est débutante aura tendance à s'améliorer plus rapidement qu'un chien âgé, calme dont l'arthrose est chronique.

### III.D.4 Conclusion

Ce travail nous a permis de mettre en évidence que l'acupuncture joue un rôle dans l'aspect clinique et biomécanique des chiens arthrosiques. Même si notre effectif était petit, nous pouvons dire que cette thérapie permet de réduire la douleur d'arthrose constatée par le vétérinaire et les propriétaires. Les données quantitatives biomécaniques apportées par les mesures goniométriques et le tapis de pression nous confortent également dans cette idée. De plus, nous pouvons ajouter que ce traitement a permis au patient de gagner en amplitude articulaire ainsi qu'en fonctionnalité de l'articulation. La répartition des pressions et des forces de pression a également retrouvé un équilibre proche de ceux d'un chien sain lorsque les chiens de l'étude étaient traités. Pour ce qui est de la durabilité de ses effets, il est très variable et chien dépendant. D'autres études sont nécessaires pour répondre aux questions en suspens et continuer d'alimenter nos connaissances sur les effets de l'acupuncture.

### III.E Perspectives de travail : Amélioration du protocole

Le protocole suivi constitue une base solide, tant en termes de durée d'observation que de succession des phases et des mesures. Toutefois, il serait idéal d'augmenter la taille de l'échantillon afin d'obtenir davantage de données et d'enrichir les analyses. La sélection de chiens atteints d'arthrose confirmée par radiographie doit être maintenue, tout en ciblant une zone spécifique d'arthrose. Cela permettrait de mieux comparer les résultats entre les chiens, bien que nous ayons rencontré des difficultés de recrutement sur ce critère.

Lors de la sélection, il serait pertinent de privilégier, dans la mesure du possible, des chiens qui ne sont pas encore sous traitement pour l'arthrose. Cela éviterait d'interrompre des traitements en cours, ce qui pourrait compromettre l'état de santé des chiens déjà stabilisés.

La mise en place d'un protocole en double aveugle renforcerait la robustesse de l'étude en éliminant le biais d'observation. En effet, une partie de nos évaluations repose sur les observations du vétérinaire et des propriétaires, qui connaissent à la fois le traitement administré et les phases de l'étude, ce qui peut influencer les résultats.

Enfin, intégrer un groupe placebo serait méthodologiquement recommandé, mais pose un dilemme éthique compte tenu de la souffrance liée à l'arthrose. Une solution pragmatique, que nous avons adoptée, consiste à utiliser comme groupe témoin la période précédant le traitement pour chaque chien, afin de limiter les risques pour leur bien-être tout en permettant des comparaisons.



# Conclusion

L'arthrose représente actuellement un des problèmes de santé majeurs pour le bien-être des animaux et la qualité de vie de leurs propriétaires. La complexité multifactorielle de la douleur provoquée par l'arthrose souligne l'importance d'une approche multimodale. Les limites rencontrées par les traitements dits « conventionnels » nous poussent à envisager de nouvelles pistes de traitements complémentaires comme l'acupuncture. L'acupuncture a été reconnue par l'OMS dans le traitement de la douleur chronique, notamment liée à l'arthrose chez l'homme, mais, chez l'animal, les études cliniques restent encore rares et les preuves définitives de son efficacité font encore défaut. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'effet d'un protocole de traitement par acupuncture chez des chiens souffrant d'arthrose notamment par des mesures quantitatives, via des données biomécaniques.

Les 13 chiens qui ont complété cet essai clinique ont constitué d'abord le groupe témoin. Par la suite, ils ont été assignés aléatoirement dans un des 3 groupes de traitement suivants : acupuncture traditionnelle à l'aiguille, acupuncture au LASER, LASER thérapeutique par balayage. Les chiens ont été évalués toutes les deux semaines durant chacune des phases témoin, de traitement et post-traitement. Dans tous les cas, le protocole de traitement consistait en 6 séances réparties sur 4 semaines. L'évaluation a été réalisée au moyen de scores cliniques, par goniométrie, par analyse de la marche au moyen du système GAITRITE®, ainsi que par un questionnaire d'évaluation par les propriétaires (Grille de Helsinki complétée).

Ce mémoire concerne la partie de l'étude et les observations réalisées chez les groupes traités par acupuncture (à l'aiguille et au laser).

Les résultats ont montré des améliorations notables chez les chiens traités comparativement au groupe témoin. Les scores orthopédiques (boiterie, mobilité, douleur) et l'évaluation par les propriétaires s'accordent significativement sur une réduction de la douleur pour plus de 85% des chiens traités. Les mesures goniométriques montrent chez 6 des 7 chiens traités un gain d'amplitude notable, allant de 5° à 50° selon l'articulation traitée. Une amélioration significative dans la répartition des pressions est observée, notamment concernant le report des charges entre les membres thoraciques et pelviens (p-value = 0,013) d'une part, ainsi que dans la longueur de la foulée (p-value < 0,05 pour les membres postérieurs) chez la majorité des chiens traités d'autre part.

Cette étude préliminaire nous a permis de mettre en évidence des effets positifs quantifiables du traitement des points d'acupuncture chez des chiens souffrant d'arthrose.

Toutefois, compte tenu de la taille limitée et de l'hétérogénéité de l'échantillon, ces résultats sont à interpréter avec prudence et doivent être validés par une étude sur un nombre plus grand de chiens en tenant compte des améliorations proposées, notamment concernant le ciblage des articulations affectées par l'arthrose pour avoir un groupe homogène.

Enfin, ce travail contribue à un projet de recherche plus vaste. Il propose un réajustement du protocole et une analyse reproductible, offrant une base pour de futures recherches qui pourront affiner et enrichir les connaissances sur les effets de l'acupuncture dans le cadre du traitement de l'arthrose chez le chien.



# Bibliographie

- ALVES, J. C., SANTOS, A., JORGE, P., LAVRADOR, C. et CARREIRA, L. Miguel, 2020. Clinical and diagnostic imaging findings in police working dogs referred for hip osteoarthritis. *BMC veterinary research*. 7 novembre 2020. Vol. 16, n° 1, pp. 425. DOI 10.1186/s12917-020-02647-2.
- ALVES, J., OWEN, M., SCHNABL-FEICHTER, E. et MASON, D., 2023. Associations Between Pre-Operative Clinical Data, Radiographic Osteoarthritis And Interleukin-6 In Dogs With Naturally Occurring Cranial Cruciate Ligament Disease. *Osteoarthritis and Cartilage*. 1 mars 2023. Vol. 31, pp. S94-S95. DOI 10.1016/j.joca.2023.01.039.
- ANG, Lin, SONG, Eunhye, LEE, Hyewon et LEE, Myeongsoo, 2021. Acupressure for Managing Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *APPLIED SCIENCES-BASEL*. mai 2021. Vol. 11, n° 10, pp. 4457. DOI 10.3390/app11104457.
- ARAGON, Carlos L., HOFMEISTER, Erik H. et BUDSBERG, Steven C., 2007. Systematic review of clinical trials of treatments for osteoarthritis in dogs. [en ligne]. 15 février 2007. [Consulté le 9 novembre 2024]. DOI 10.2460/javma.230.4.514.
- BAKER-MEUTEN, Alice, WENDLAND, Theresa, SHAMIR, Shelly K., HESS, Ann M. et DUERR, Felix Michael, 2020. Evaluation of acupuncture for the treatment of pain associated with naturally-occurring osteoarthritis in dogs: a prospective, randomized, placebo-controlled, blinded clinical trial. *BMC veterinary research*. 25 septembre 2020. Vol. 16, n° 1, pp. 357. DOI 10.1186/s12917-020-02567-1.
- BAXTER, David G., BLEAKLEY, Chris et MCDONOUGH, Suzanne, 2008. Clinical effectiveness of Laser Acupuncture : A systematic Review. DOI 10.1016/S2005-2901(09)60026-1. 2008. pp. 65–82.
- BELSHAW, Zoe, DEAN, Rachel et ASHER, Lucy, 2020a. Could it be osteoarthritis? How dog owners and veterinary surgeons describe identifying canine osteoarthritis in a general practice setting. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 décembre 2020. Vol. 185, pp. 105198. DOI 10.1016/j.prevetmed.2020.105198.
- BELSHAW, Zoe, DEAN, Rachel et ASHER, Lucy, 2020b. Slower, shorter, sadder: a qualitative study exploring how dog walks change when the canine participant develops osteoarthritis. *BMC Veterinary Research*. 10 mars 2020. Vol. 16, n° 1, pp. 85. DOI 10.1186/s12917-020-02293-8.
- BERMAN, Brian M., LAO, Lixing, GREENE, Madalene, ANDERSON, Robert W., WONG, Richard H., LANGENBERG, Patricia et HOCHBERG, Marc C., 1995. Efficacy of traditional Chinese acupuncture in the treatment of symptomatic knee osteoarthritis: a pilot study. *Osteoarthritis and Cartilage*. 1 juin 1995. Vol. 3, n° 2, pp. 139-142. DOI 10.1016/S1063-4584(05)80046-9.
- BILNEY, Belinda, MORRIS, Meg et WEBSTER, Kate, 2003. Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait & Posture*. 1 février 2003. Vol. 17, n° 1, pp. 68-74. DOI 10.1016/S0966-6362(02)00053-X.
- BLACK, Linda, GAYNOR, James, GAHRING, Dean, ADAMS, Cheryl, ARON, Dennis, HARMAN, Susan, GINGERICH, Daniel et HARMAN, Robert, 2007. Effect of adipose-derived mesenchymal stem and regenerative cells on lameness in dogs with chronic osteoarthritis of the coxofemoral

joints: A randomized, double-blinded, multicenter, controlled trial. *Veterinary therapeutics : research in applied veterinary medicine*. 1 février 2007. Vol. 8, pp. 272-84.

CARAYOL, Charlène, 2018. *Evaluation clinique et biomécanique de l'impact d'un protocole de rééducation posturale au moyen de la plateforme dynamique Imoove-vet en physiothérapie chez le chien*. [en ligne], [https://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th\_sout/dl.php?file=2018lyon088.pdf], [Consulté le 3 décembre 2024], Thèse de doctorat vétérinaire, Vetagro Sup, 173 pages.

CARRIG, C. B., 1997. Diagnostic imaging of osteoarthritis. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*. juillet 1997. Vol. 27, n° 4, pp. 777-814. DOI 10.1016/s0195-5616(97)50080-5.

CEA, 2020. Les omiques. *CEA/Institut des sciences du vivant Frédéric Joliot* [en ligne]. 22 septembre 2020. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.cea.fr/drf/joliot/Pages/Institut/Enjeux/Methodo-Techno/omiques.aspx>

CHEN, He, SHI, Hangyu, GAO, Shuai, FANG, Jiufei, YI, Jiamin, WU, Wenhui, LIU, Xinkun et LIU, Zhishun, 2024. Durable Effects of Acupuncture for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *CURRENT PAIN AND HEADACHE REPORTS*. juillet 2024. Vol. 28, n° 7, pp. 709-722. DOI 10.1007/s11916-024-01242-6.

CHEN, Jia, GUO, Hong, PAN, Juanhong, LI, Hongpeng, WANG, Yongshen, LIU, Zhixiang, XIE, Yulong et JIN, Song, 2023. Efficacy of acupuncture combined with active exercise training in improving pain and function of knee osteoarthritis individuals: a systematic review and meta-analysis. *JOURNAL OF ORTHOPAEDIC SURGERY AND RESEARCH*. 2 décembre 2023. Vol. 18, n° 1, pp. 921. DOI 10.1186/s13018-023-04403-2.

CHEN, Jixin, LIU, Aifeng, ZHOU, Qinxin, YU, Weijie, GUO, Tianci, JIA, Yizhen, YANG, Kun, NIU, Puyu et FENG, Huichuan, 2021. Acupuncture for the Treatment of Knee Osteoarthritis: An Overview of Systematic Reviews. *INTERNATIONAL JOURNAL OF GENERAL MEDICINE*. 2021. Vol. 14, pp. 8481-8494. DOI 10.2147/IJGM.S342435.

COLLIN, Floriane, 2022. *Grille d'évaluation de la douleur chronique chez le chien : mise en place et évaluation*. [en ligne], [https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03975904v1], [Consulté le 3 décembre 2024], Thèse de doctorat vétérinaire, ENVA, 139 pages

CORRAL, Maria J., MOYAERT, Hilde, FERNANDES, Tiago, ESCALADA, Monica, KIRA S TENA, Jezaniah, WALTERS, Rodney R. et STEGEMANN, Michael R., 2021. A prospective, randomized, blinded, placebo-controlled multisite clinical study of bedinvetmab, a canine monoclonal antibody targeting nerve growth factor, in dogs with osteoarthritis. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 1 novembre 2021. Vol. 48, n° 6, pp. 943-955. DOI 10.1016/j.vaa.2021.08.001.

COUTTS, Bianca, 2023. *Osteopathic intervention in the management of canine osteoarthritis*. London College of Animal Osteopathy. [en ligne], [https://cdn.prod.website-files.com/5f01c33a262af67feacd6a9b/64f5ed6893c1fcd9b5cd30d6\_Thesis%20final%20Bianca%20Coutts.pdf], [Consulté le 3 décembre 2024], Postgraduate Diploma in Animal Osteopathy (PGDip AO), London College of Animal Osteopathy, 40 pages.

CVPM, Sandy Walsh, RVT, 2021. Multimodal Pain Management for Canine Osteoarthritis. *Today's Veterinary Practice* [en ligne]. 16 août 2021. [Consulté le 23 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://todaysveterinarypractice.com/pain\\_management/multimodal-pain-management-for-canine-osteoarthritis/](https://todaysveterinarypractice.com/pain_management/multimodal-pain-management-for-canine-osteoarthritis/)

DE BAKKER, E., BROECKX, B., DEMEYERE, K., STROOBANTS, V., VAN RYSSSEN, B. et MEYER, E., 2021. Detection of osteoarthritis in dogs by metabolic, pro-inflammatory and degenerative synovial fluid biomarkers and traditional radiographic screening: A pilot study. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 1 juillet 2021. Vol. 237, pp. 110252. DOI 10.1016/j.vetimm.2021.110252.

DE JAEGER, C. et CHERIN, P., 2011. L'arthrose : une nouvelle maladie inflammatoire ? Actualités fondamentales et thérapeutiques. *Médecine & Longévité*. 1 septembre 2011. Vol. 3, n° 3, pp. 116-136. DOI 10.1016/j.mlong.2011.04.001.

DUBOIS, Alain, 2018. *LA DOULEUR (Tong) en Médecine traditionnelle Chinoise (MTC)* [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : [www.institut-yangming.com](http://www.institut-yangming.com)

DUNNING, James, BUTTS, Raymond, MOURAD, Firas, YOUNG, Ian, FLANNAGAN, Sean et PERREAULT, Thomas, 2014. Dry needling: a literature review with implications for clinical practice guidelines. *Physical Therapy Reviews*. août 2014. Vol. 19, n° 4, pp. 252. DOI 10.1179/108331913X13844245102034.

ENOMOTO, Masataka, CASTRO, Nicholas de, HASH, Jonathan, THOMSON, Andrea, NAKANISHI-HESTER, Aoi, PERRY, Erin, AKER, Savannah, HAUPT, Emily, OPPERMAN, Logan, ROE, Simon, COLE, Tracey, THOMPSON, Nichola Archer, INNES, J. F. et LASCELLES, B. Duncan X., 2024. Prevalence of radiographic appendicular osteoarthritis and associated clinical signs in young dogs. *Scientific Reports*. 3 février 2024. Vol. 14, pp. 2827. DOI 10.1038/s41598-024-52324-9.

EVANS, R., HORSTMAN, C. et CONZEMIUS, M., 2005. Accuracy and optimization of force platform gait analysis in labradors with cranial cruciate disease evaluated at a walking gait. *VETERINARY SURGERY*. octobre 2005. Vol. 34, n° 5, pp. 445-449. DOI 10.1111/j.1532-950X.2005.00067.x.

FARRELL, Mike, ADAMS, Rob et VON PFEIL, Dirsko J. F., 2024. Re: Laboratory safety evaluation of bedinvetmab, a canine anti-nerve growth factor monoclonal antibody, in dogs. *The Veterinary Journal*. 1 juin 2024. Vol. 305, pp. 106104. DOI 10.1016/j.tvjl.2024.106104.

FDA, 2023. Freedom of information summary, original new animal drug application Librela (bedinvetmab injection). NADA 141-562. mai 2023. <https://animaldrugsatfda.fda.gov/adafda/app/search/public/document/downloadFoi/13959> pp. 24

Fondation pour la Recherche Médicale (FRM), Tout savoir sur l'arthrose, 2023. [en ligne]. [Consulté le 8 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.frm.org/fr/maladies/recherches-autres-maladies/arthrose/tout-savoir-sur-arthrose>

FOX, Steven M., 2017. *Multimodal Management of Canine Osteoarthritis - second edition*. Taylor et Francis Group. New York, USA. ISBN 978-1-4987-4935-0. 168 pages

FREULON A-L, 2007, Les thérapies manuelles chez le chien. Evaluation clinique et biomécanique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, ENVL - Université Claude Bernard Lyon-, N°67, 124 pages

FRY, Lindsey M., NEARY, Susan M., SHARROCK, Joseph et RYCHEL, Jessica K., 2014. Acupuncture for analgesia in veterinary medicine. *Topics in Companion Animal Medicine*. juin 2014. Vol. 29, n° 2, pp. 35-42. DOI 10.1053/j.tcam.2014.03.001.

GAITRite | CIR Systems, Inc. Franklin New Jersey World Leader in Temporospatial Gait Analysis | United States, [2020]. *gaitrite* [en ligne]. [Consulté le 4 décembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.gaitrite.com>

GAO, Yang, WANG, Qingbo, LI, Songwei, SHI, Xiaojing, DAI, Shan, YU, Jingjing, ZHAO, Qingpan, WANG, Yang et ZHOU, Youlong, 2024. Mechanism of acupoint penetration acupuncture therapy regulating chondrocyte autophagy via the PI3K/Akt-mTOR pathway in KOA rats. *Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*. 1 juillet 2024. Vol. 11, n° 3, pp. 363-375. DOI 10.1016/j.jtcms.2024.04.002.

GRANSTRÖM, Miriam, ROEPSTORFF, Lars, PETERSSON, Kjerstin, LJUNGVALL, Ingrid, DIMOPOULOU, Maria, PECK, Charlie et BERGSTRÖM, Annika, 2024. Evaluation of forelimb gait variation overground at a walk in sound and lame dogs using a combination of diagnostic techniques. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 20 juin 2024. Vol. 66. DOI 10.1186/s13028-024-00746-w.

Groupe des coxibs | VetCompendium, 2024. [en ligne]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.vetcompendium.be/fr/node/3559>

GUENEGO, Laurent, 2018. Traitement local de la douleur arthrosique par implantation péri-articulaire de micro-pelottes de fils d'or : une alternative aux traitements classiques : la technique GOLDTreat®. [https://weu-az-web-fr-cdneq.azureedge.net/mediacontainer/medialibraries/cliniqueduvernet/documents/fic-goldtreat-des-hanches-avril-2022.pdf?\\_gl=1\\*101nxsk\\*\\_gcl\\_au\\*MjA4MDU5Nzc1Mi4xNzMzMjQwNjU2\\*\\_ga\\*MjM2OTQ3MTAxLjE3MzMyNDI2NTc.\\*\\_ga\\_ZGY25TNMVK\\*MTczMzI0MDY1Ni4xLjEuMTczMzI0MDgyNS4zNS4wLjA](https://weu-az-web-fr-cdneq.azureedge.net/mediacontainer/medialibraries/cliniqueduvernet/documents/fic-goldtreat-des-hanches-avril-2022.pdf?_gl=1*101nxsk*_gcl_au*MjA4MDU5Nzc1Mi4xNzMzMjQwNjU2*_ga*MjM2OTQ3MTAxLjE3MzMyNDI2NTc.*_ga_ZGY25TNMVK*MTczMzI0MDY1Ni4xLjEuMTczMzI0MDgyNS4zNS4wLjA). 2018. pp. 10.

HAAS, Doug, 2016. *GAIT4Dog and Lameness Detection* [en ligne]. août 2016. Disponible à l'adresse : <https://vet4all.com.tr/wp-content/uploads/2023/05/040-GAIT4Dog-and-Lameness-Detection.pdf>

HALL, John E. et GUYTON, Arthur C., 2011. *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 12th ed. Philadelphia, Pa : Saunders/Elsevier. ISBN 978-1-4160-4574-8. 1120 pages

HARJA, Krisma Perdana, ROOSHEROE, Arya Govinda, SIMADIBRATA, Christina L. et HELIANTHI, Dwi Rachma, 2022. The Role of Acupuncture in Reducing Pain Scale Scoring in Geriatric Patients with Acute Pain: A Literature Review. *MEDICAL ACUPUNCTURE*. 1 avril 2022. Vol. 34, n° 2, pp. 107-114. DOI 10.1089/acu.2021.0066.

HARRISON, Tara et CHURGIN, Sarah, 2022. Acupuncture and Traditional Chinese Veterinary Medicine in Zoological and Exotic Animal Medicine: A Review and Introduction of Methods. *Veterinary Sciences*. 9 février 2022. Vol. 9, pp. 74. DOI 10.3390/vetsci9020074.

HAYASHI, Daichi, ROEMER, Frank W. et GUERMAZI, Ali, 2024. Osteoarthritis year in review 2024: Imaging. *Osteoarthritis and Cartilage* [en ligne]. 25 octobre 2024. [Consulté le 9 novembre 2024]. DOI 10.1016/j.joca.2024.10.009.

HIJELM-BJÖRKMANN, Anna K., RITA, Hannu et TULAMO, Riitta-Mari, 2009. Psychometric testing of the Helsinki chronic pain index by completion of a questionnaire in Finnish by owners of dogs with chronic signs of pain caused by osteoarthritis. [en ligne]. 1 juin 2009. [Consulté le 11 novembre 2024]. DOI 10.2460/ajvr.70.6.727.

HOPTON, A. K., CURNOE, S., KANAAN, M. et MACPHERSON, H., 2012. Acupuncture in practice: mapping the providers, the patients and the settings in a national cross-sectional survey. *BMJ Open*. 1 janvier 2012. Vol. 2, n° 1, pp. e000456. DOI 10.1136/bmjopen-2011-000456.

HU, Yusheng et LIU, Zhongjie, 2020. Historical Facts of Acupuncture and Traditional Chinese Veterinary Medicine—A Letter to the Editor Re: Magalhães-Sant’Ana, M. *Animals* 2019, 9, 168. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*. 15 juillet 2020. Vol. 10, n° 7, pp. 1196. DOI 10.3390/ani10071196.

HUANG, Chiung-Hui, YEH, Mei-Ling, CHEN, Fang-Pey et WU, Daphne, 2022. Low-level laser acupuncture reduces postoperative pain and morphine consumption in older patients with total knee arthroplasty: A randomized placebo-controlled trial. *Journal of Integrative Medicine*. juillet 2022. Vol. 20, n° 4, pp. 321-328. DOI 10.1016/j.joim.2022.04.002.

HUANG, Liuyang, XU, Guixing, SUN, Mingsheng, YANG, Chunyan, LUO, Qin, TIAN, Hao, ZHOU, Zhuo, LIU, Yilin, HUANG, Fengyuan, LIANG, Fanrong et WANG, Ziwen, 2023. Recent trends in acupuncture for chronic pain: A bibliometric analysis and review of the literature. *Complementary Therapies in Medicine*. 1 mars 2023. Vol. 72, pp. 102915. DOI 10.1016/j.ctim.2023.102915.

IMPELLIZERI, J. A., TETRICK, M. A. et MUIR, P., 2000. Effect of weight reduction on clinical signs of lameness in dogs with hip osteoarthritis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 avril 2000. Vol. 216, n° 7, pp. 1089-1091. DOI 10.2460/javma.2000.216.1089.

JAEGGER, Gayle, MARCELLIN-LITTLE, Denis J. et LEVINE, David, 2002. Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. *American Journal of Veterinary Research*. juillet 2002. Vol. 63, n° 7, pp. 979-986. DOI 10.2460/ajvr.2002.63.979.

JIA, Pengli, LIU, Jiali, LI, Ling, LUO, Yanan, LI, Ying, ZHAO, Ling, LIANG, Fanrong, LIU, Zhibin, ZOU, Kang, TANG, Li et SUN, Xin, 2020. Acupuncture for knee osteoarthritis with sensitized acupoints: results from a pilot, feasibility randomized controlled trial. *PILOT AND FEASIBILITY STUDIES*. 2020. Vol. 6, n° 1, pp. 144. DOI 10.1186/s40814-020-00687-x.

JIA, SIXIE, 賈思懿, TAO, ZONGYI, 陶宗儀 et TAO, TING, 陶珽, 1646. *Qi Min Yao Shu, 齊民要術* [en ligne]. s. n. Chine. ISBN Record ID 990067413880203941. Disponible à l'adresse : <https://curiosity.lib.harvard.edu/chinese-rare-books/catalog/49-990067413880203941>. 190 pages

JUN, Ji Hee, CHOI, Tae-Young, ROBINSON, Nicola, PARK, Ji-Yeun, JUN, Eun-Young, KIM, Kyeong Han, LEE, Hye Won, LEE, Myeong Soo et PARK, Sunju, 2022. Warm needle acupuncture for osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Phytomedicine*. 1 novembre 2022. Vol. 106, pp. 154388. DOI 10.1016/j.phymed.2022.154388.

KAPATKIN, Amy S., TOMASIC, Michael, BEECH, Jill, MEADOWS, Cheyney, BOSTON, Raymond C., MAYHEW, Philipp D., POWERS, Michelle Y. et SMITH, Gail K., 2006. Effects of electrostimulated acupuncture on ground reaction forces and pain scores in dogs with chronic elbow joint arthritis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 mai 2006. Vol. 228, n° 9, pp. 1350-1354. DOI 10.2460/javma.228.9.1350.

KEALY, R. D., LAWLER, D. F., BALLAM, J. M., LUST, G., BIERY, D. N., SMITH, G. K. et MANTZ, S. L., 2000. Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 décembre 2000. Vol. 217, n° 11, pp. 1678-1680. DOI 10.2460/javma.2000.217.1678.

KEALY, R. D., LAWLER, D. F., BALLAM, J. M., LUST, G., SMITH, G. K., BIERY, D. N. et OLSSON, S. E., 1997. Five-year longitudinal study on limited food consumption and development of osteoarthritis in coxofemoral joints of dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 janvier 1997. Vol. 210, n° 2, pp. 222-225.

KIM, Soo-Byeong, LEE, Na-Ra, PARK, Sun-Woo, AHN, Soon-Jae, HEO, Hyun, KIM, Young-Ho et LEE, Yong-Heum, 2014. Electromagnetic acupuncture to enhance the effects of manual acupuncture on recovery from muscle fatigue of the quadriceps. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. octobre 2014. Vol. 7, n° 5, pp. 250-257. DOI 10.1016/j.jams.2014.01.005.

KRAUTMANN, M., WALTERS, R., COLE, P., TENA, J., BERGERON, L. M., MESSAMORE, J., MWANGI, D., RAI, S., DOMINOWSKI, P., SAAD, K., ZHU, Y., GUILLOT, M. et CHOUINARD, L., 2021. Laboratory safety evaluation of bedinvetmab, a canine anti-nerve growth factor monoclonal antibody, in dogs. *The Veterinary Journal*. 1 octobre 2021. Vol. 276, pp. 105733. DOI 10.1016/j.tvjl.2021.105733.

KYONGHA CHO, YOONSIK KIM, et SANG-HOON YOON, 2019. The effect of miniscalpel acupuncture and splint treatment for joint deformity of hand osteoarthritis: a case report. *Integrative Medicine Research*. 1 juin 2019. Vol. 8, n° 2, pp. 120-122. DOI 10.1016/j.imr.2019.04.004.

LA DÉPÊCHE VÉTÉRINAIRE, TECHNIQUE N°189, 2018. Révolution thérapeutique. *La Dépêche Vétérinaire* [en ligne]. 10 avril 2018. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.depecheveterinaire.com/revolution-therapeutique\\_67A0568A3B6CA96A.html](https://www.depecheveterinaire.com/revolution-therapeutique_67A0568A3B6CA96A.html)

LASCELLES, B. D. X., GAYNOR, J. S., SMITH, E. S., ROE, S. C., MARCELLIN-LITTLE, D. J., DAVIDSON, G., BOLAND, E. et CARR, J., 2008. Amantadine in a multimodal analgesic regimen for alleviation of refractory osteoarthritis pain in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2008. Vol. 22, n° 1, pp. 53-59. DOI 10.1111/j.1939-1676.2007.0014.x.

LASERPEN® - Laser pour photostimulation orthopédique by RJ-LASER - Reimers & Janssen | MedicalExpo, 2024. [en ligne]. [Consulté le 21 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.medicalexpo.fr/prod/rj-laser-reimers-janssen/product-69861-475498.html>

LAW, Dina, MCDONOUGH, Suzanne, BLEAKLEY, Chris, BAXTER, David G. et TUMILTY, Steve, 2015. Laser Acupuncture for Treating Musculoskeletal Pain: A Systematic Review with Meta-analysis. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 1 février 2015. Vol. 8, n° 1, pp. 2-16. DOI 10.1016/j.jams.2014.06.015.

LEQUANG, T., MAITRE, P., COLIN, A., ROGER, T. et VIGUIER, E., 2010. Gait Analysis for Sound Dogs at a Walk by Using a Pressure Walkway. In : VAN TOI, Vo et KHOA, Truong Quang Dang (éd.), *The Third International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam*. Berlin, Heidelberg : Springer. 2010. pp. 62-66. ISBN 978-3-642-12020-6.

LEQUANG, Thong, MAITRE, Pierre, ROGER, Thierry et VIGUIER, Eric, 2007. The GAITrite® system for evaluation of the spatial and temporal parameters of normal dogs at a walk. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. 1 janvier 2007. Vol. 10, pp. 109-110. DOI 10.1080/10255840701479248.

LI, Juan, LI, Yu-Xi, LUO, Liao-Jun, YE, Jing, ZHONG, Dong-Ling, XIAO, Qi-Wei, ZHENG, Hui, GENG, Chun-Mei, JIN, Rong-Jiang et LIANG, Fan-Rong, 2019. The effectiveness and safety of acupuncture for knee osteoarthritis An overview of systematic reviews. *MEDICINE*. juillet 2019. Vol. 98, n° 28, pp. e16301. DOI 10.1097/MD.00000000000016301.

LIMEHOUSE, John B, 1992. Bi syndrome, IVAS Course Texts. [en ligne], [<https://www.ivas.org/wp-content/uploads/2013/04/Nov-2012.pdf>], [Consulté le 3 décembre 2024]. 70 pages

LITSCHER, Gerhard et OPITZ, Gerhard, 2012. Technical Parameters for Laser Acupuncture to Elicit Peripheral and Central Effects: State-of-the-Art and Short Guidelines Based on Results from the Medical University of Graz, the German Academy of Acupuncture, and the Scientific Literature. *Hindawi Publishing Corporation*. 2012. pp. 5. DOI 10.1155/2012/697096.

LONGHURST, John C., 2010. Defining Meridians: A Modern Basis of Understanding. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 1 juin 2010. Vol. 3, n° 2, pp. 67-74. DOI 10.1016/S2005-2901(10)60014-3.

LUTZ, Emmanuelle, 2004. *Points Moteurs, Points de Tension, Trigger Points, Points d'Acupuncture : Relations, Intérêts en diagnostic et thérapeutique chez le Cheval*. 289 pages

MACPHERSON, H., VERTOSICK, E. A., FOSTER, N. E., LEWITH, G., LINDE, K., SHERMAN, K. J., WITT, C. M. et VICKERS, A. J., 2017. The persistence of the effects of acupuncture after a course of treatment: a meta-analysis of patients with chronic pain. *PAIN*. mai 2017. Vol. 158, n° 5, pp. 784-793. DOI 10.1097/j.pain.0000000000000747.

MEDINA, Carolina, JUREK, Christine, LOGIUDICE, Rosemary J., ZINK, Chris et VAN DYKE, Janet B., 2018. The role of Acupuncture and Manipulative Therapy in Canine Rehabilitation. In : *Canine Sports Medicine and Rehabilitation, Second Edition*. John Wiley&Sons, Inc. pp. 608. ISBN 978-1-119-38038-2.

MEULENBELT, I., BIJKERK, C., DE WILDT, S. C. M., MIEDEMA, H. S., VALKENBURG, H. A., BREEDVELD, F. C., POLS, H. a. P., TE KOPPELE, J. M., SLOOS, V. F. G., HOFMAN, A., SLAGBOOM, P. E. et VAN DUIJN, C. M., 1997. Investigation of the association of the CRTM and CRTL1 genes with radiographically evident osteoarthritis in subjects from the rotterdam study. *Arthritis & Rheumatism*. 1997. Vol. 40, n° 10, pp. 1760-1765. DOI 10.1002/art.1780401006.

MILLE, Monika Anna, MCCLEMENT, Jamie et LAUER, Susanne, 2022. Physiotherapeutic Strategies and Their Current Evidence for Canine Osteoarthritis. *Veterinary Sciences*. 21 décembre 2022. Vol. 10, n° 1, pp. 2. DOI 10.3390/vetsci10010002.

MILLIS, Darryl, 2021. Multimodal Pain Management for Canine Osteoarthritis. [en ligne]. 2021. Disponible à l'adresse : <file:///C:/Users/flori/Zotero/storage/J5FE3IF3/multimodal-pain-management-for-canine-osteoarthritis.html>

MINGUELL MARTIN, Francese et RIBOT, Xavier, 2009. Utilisation des implants d'or chez les carnivores domestiques. . 2009. Vol. 93, n° 1, pp. 25-32.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA PRÉVENTION, 2015. *L'acupuncture*. mars 2015.

MOLINIER, Frédéric, 2003. *Traité d'Acupuncture Vétérinaire*. Phu Xuan. Paris, France. ISBN 2-915039-01-01. 842 pages

MOREAU, M., TRONCY, É., GAUVIN, D. et LUSSIER, B., 2010. 033 Effects of feeding a high omega-3 fatty acid diet on the pain-related disability in dogs with naturally occurring osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 1 octobre 2010. Vol. 18, pp. S23. DOI 10.1016/S1063-4584(10)60060-X.

MORGAN.CAHOUE@CAPDOULEUR.FR, 2019. Physiopathologie de la douleur chronique par Bernard CALVINO. *CAPDouleur* [en ligne]. 18 avril 2019. [Consulté le 17 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.capdouleur.fr/physiopathologie-de-la-douleur-chronique-par-bernard-calvino/>

NELSON, Arthur J., ZWICK, Dalia, BRODY, Susan, DORAN, Christine, PULVER, Lori, ROOZ, Gitty, SADOWNICK, Marla, NELSON, Roger et ROTHMAN, Jeffrey, 2002. The validity of the GaitRite and the Functional Ambulation Performance scoring system in the analysis of Parkinson gait. *NeuroRehabilitation*. 2002. Vol. 17, n° 3, pp. 255-262.

NIELSEN, Arya, DUSEK, Jeffery A., TAYLOR-SWANSON, Lisa et TICK, Heather, 2022. Acupuncture Therapy as an Evidence-Based Nonpharmacologic Strategy for Comprehensive Acute Pain Care: The Academic Consortium Pain Task Force White Paper Update. *Pain Medicine: The Official Journal of the American Academy of Pain Medicine*. 17 juin 2022. Vol. 23, n° 9, pp. 1582. DOI 10.1093/pm/pnac056.

OMS, 2014. *Soixante-septième assemblée mondiale de la santé*. Genève.

OMS, 2023. Arthrose, *Organisation mondiale de la santé* [en ligne]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/osteoarthritis>

PARK, Clair, SAWYERE, Dominique, PANCOTTO, Theresa, LANZ, Otto et WERRE, Stephen, 2024. Characterization of spatiotemporal and kinetic gait variables in dogs with hindlimb ataxia and bilateral hindlimb lameness. *BMC Veterinary Research*. 11 septembre 2024. Vol. 20, pp. 405. DOI 10.1186/s12917-024-04265-8.

PARK, Hyun Suk, JEONG, Hye In, SUNG, Soo-Hyun et KIM, Kyeong Han, 2023. Acupuncture Treatment for Hip Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *HEALTHCARE*. 1 juin 2023. Vol. 11, n° 11, pp. 1624. DOI 10.3390/healthcare11111624.

PETERMANN, Uwe, 2006. Basics in Laser therapy and Laser acupuncture. 32nd International Congress on Veterinary Acupuncture, [en ligne], [<https://akupunkturtierarzt.de/wp-content/uploads/06-Boston-Basics-in-Laseracupuncture-Web.pdf>], [Consulté le 3 décembre 2024] ; pp.83-92

PETERMANN, Uwe, 2012. The Components of the Pulse Controlled Laser Acupuncture. In : *AJTCVM Vol 7, No.1, February 2012*, DOI:10.59565/001c.117452 ; pp.57-67

PETERMANN, Uwe, 2014. Modern laser acupuncture and acupuncture of the ear and body for the management of pain and inflammation in the horse. [en ligne], [<https://akupunkturtierarzt.de/wp-content/uploads/Laseracupuncture-Pain-and-Inflammation-Management-Horse-Web.pdf>], [Consulté le 3 décembre 2024] *ThePainManager*, 2014, Vol. 6. pp16-22

PHETKARL, Tanakorn, KIDTIWONG, Angkana, ISAWIRODOM, Ashannut, WATCHARARAT, Kritsana, LAMPANG, Kannika Na, KHUMSAP, Siriporn et RUNGSRI, Porrakote, 2025. Diagnosis of hindlimb lameness using acupuncture points in sport horses: <https://doi.org/10.12982/VIS.2025.041>. *Veterinary Integrative Sciences*. 2025. Vol. 23, n° 2, pp. 1-15.

Pratique de l'acupuncture, 2022. *www.elsevier.com* [en ligne]. [Consulté le 4 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/pratique-de-lacupuncture>

PRIETO-ALHAMBRA, Daniel, JUDGE, Andrew, JAVAID, M. Kassim, COOPER, Cyrus, DIEZ-PEREZ, Adolfo et ARDEN, Nigel K., 2014. Incidence and risk factors for clinically diagnosed knee, hip and hand osteoarthritis: influences of age, gender and osteoarthritis affecting other joints. *Annals of the Rheumatic Diseases*. septembre 2014. Vol. 73, n° 9, pp. 1659-1664. DOI 10.1136/annrheumdis-2013-203355.

PYE, C., BRUNIGES, N., PEFTERS, M. et COMERFORD, E., 2022. Advances in the pharmaceutical treatment options for canine osteoarthritis. *The Journal of Small Animal Practice*. 14 mars 2022. Vol. 63, n° 10, pp. 721. DOI 10.1111/jsap.13495.

QI, Biao, WANG, Zeyu, CAO, Ying et ZHAO, Haishen, 2024. Study on the treatment of osteoarthritis by acupuncture combined with traditional Chinese medicine based on pathophysiological mechanism: A review. *MEDICINE*. 5 avril 2024. Vol. 103, n° 14, pp. e37483. DOI 10.1097/MD.0000000000037483.

QUAH-SMITH, Im, SACHDEV, Perminder S., WEN, Wei, CHEN, Xiaohua et WILLIAMS, Mark A., 2010. The Brain Effects of Laser Acupuncture in Healthy Individuals: An fMRI Investigation. *Cuban Neuroscience Center*. septembre 2010. Vol. 5. pp.1-5.

QUINN, Margaret M., KEULER, Nicholas S., LU, Yan, FARIA, Maria L. E., MUIR, Peter et MARKEL, Mark D., 2007. Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. *VETERINARY SURGERY*. juin 2007. Vol. 36, n° 4, pp. 360-367. DOI 10.1111/j.1532-950X.2007.00276.x.

Révolution de la physiopathologie des douleurs chroniques, 2018. *La Dépêche Vétérinaire* [en ligne]. [Consulté le 17 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.depecheveterinaire.com/revolution-de-la-physiopathologie-des-douleurs-chroniques\\_679E5488396AA768.html](https://www.depecheveterinaire.com/revolution-de-la-physiopathologie-des-douleurs-chroniques_679E5488396AA768.html)

ROITNER, Moritz, KLEVER, Julius, REESE, Sven et MEYER-LINDENBERG, Andrea, 2024. Prevalence of osteoarthritis in the shoulder, elbow, hip and stifle joints of dogs older than 8 years. *The Veterinary Journal*. 1 juin 2024. Vol. 305, pp. 106132. DOI 10.1016/j.tvjl.2024.106132.

RUBINFELD, Hadara et SEGER, Rony, 2005. The ERK cascade. *Molecular Biotechnology*. 1 octobre 2005. Vol. 31, n° 2, pp. 151-174. DOI 10.1385/MB:31:2:151.

SAUSSAC, Angélique, 2018. *Impact d'un protocole d'exercice au moyen de la plateforme motorisée imoove-vet chez des chiens pratiquant l'agility*. [en ligne], [[https://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th\\_sout/dl.php?file=2018lyon045.pdf](https://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2018lyon045.pdf)], [Consulté le 3 décembre 2024], Thèse de doctorat vétérinaire. Vetagro Sup. 175 pages

SCHOEN, Allen M., 2001. *Veterinary Acupuncture Ancient Art to Modern Medicine - second edition*. Mosby, Inc. Missouri, USA. ISBN 978-0-323-00945-4. 628 pages

SHARMA, Leena, KAPOOR, Dipali et ISSA, Sakeba, 2006. Epidemiology of osteoarthritis: an update. *Current Opinion in Rheumatology*. mars 2006. Vol. 18, n° 2, pp. 147-156. DOI 10.1097/01.bor.0000209426.84775.f8.

Symptômes, signes et diagnostic de l'arthrose, 2021. [en ligne]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://arthrite.ca/a-propos-de-l-arthrite/les-types-d-arthrite-de-a-a-z/types/arthrose/symptomes-et-diagnostic-de-l-arthrose>

THOMPSON, Kimberly, 2012. *Laser Acupuncture in Your Practice: What you Need to Know*. décembre 2012. pp.1-4.

UM, Se-Wook, KIM, Min-Su, LIM, Ji-Hey, KIM, Sun-Young, SEO, Kang-Moon et NAM, Tchi-Chou, 2005. Thermographic evaluation for the efficacy of acupuncture on induced chronic arthritis in the dog. *The Journal of Veterinary Medical Science*. décembre 2005. Vol. 67, n° 12, pp. 1283-1284. DOI 10.1292/jvms.67.1283.

UNVERZAGT, Casey, BERGLUND, Kathy et THOMAS, J. J., 2015. Dry needling for myofascial trigger point pain : a clinical commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*. juin 2015. Vol. 10, n° 3, pp. 402.

VICKERS, Andrew J., VERTOSICK, Emily A., LEWITH, George, MACPHERSON, Hugh, FOSTER, Nadine E., SHERMAN, Karen J., IRNICH, Dominik, WITT, Claudia M. et LINDE, Klaus, 2018. Acupuncture for Chronic Pain: Update of an Individual Patient Data Meta-Analysis. *JOURNAL OF PAIN*. mai 2018. Vol. 19, n° 5, pp. 455-474. DOI 10.1016/j.jpain.2017.11.005.

VITTEAUX, Constance, 2022. *Conception et validation d'une grille d'évaluation de la douleur chronique d'origine arthrosique chez le chien*. [en ligne], [[https://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th\\_sout/dl.php?file=2022lyon040.pdf](https://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2022lyon040.pdf)], [Consulté le 3 décembre 2024] Thèse de doctorat vétérinaire. Vetagro Sup. 94 pages

WANG, Dingyue, YU, Yana, WANG, Yiyuan et ZHANG, Zhen, 2024. Musculoskeletal ultrasound to evaluate the efficacy of acupuncture: a review. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 22 mars 2024. Vol. 44, n° 3, pp. 629. DOI 10.19852/j.cnki.jtcm.20240322.001.

WANG, Mina, LIU, Lu, ZHANG, Claire Shuiqing, LIAO, Zehuan, JING, Xianghong, FISHERS, Marc, ZHAO, Luopeng, XU, Xiaobai et LI, Bin, 2020. Mechanism of Traditional Chinese Medicine in Treating Knee Osteoarthritis. *JOURNAL OF PAIN RESEARCH*. 2020. Vol. 13, pp. 1421-1429. DOI 10.2147/JPR.S247827.

WANG, Qing, WANG, Yinong et LIU, Zhiwei, 2022. Alleviation of cartilage degeneration by laser acupuncture: An ultrasound biomicroscopic study of early postmenopausal osteoarthritis in rats. *Medicine in Novel Technology and Devices*. 1 décembre 2022. Vol. 16, pp. 100185. DOI 10.1016/j.medntd.2022.100185.

WANG, Ting-ting, LIU, Yang, NING, Zhi-yuan et QI, Rui, 2020. Efficacy and safety of acupuncture for the treatment of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 1 juin 2020. Vol. 18, n° 3, pp. 180-190. DOI 10.1007/s11726-020-1177-9.

WONG LIT WAN, Dawn, WANG, Yanyi, JONES, Lester et ZHENG, Zhen, 2023. Conditioned pain modulation and analgesia of local acupuncture for chronic musculoskeletal pain: An exploratory study. *Brain Behavior and Immunity Integrative*. 1 décembre 2023. Vol. 4, pp. 100028. DOI 10.1016/j.bbii.2023.100028.

WORTZEL, Inbal et SEGER, Rony, 2011. The ERK Cascade: Distinct Functions within Various Subcellular Organelles. *Genes & Cancer*. 1 mars 2011. Vol. 2, n° 3, pp. 195-209. DOI 10.1177/1947601911407328.

WRIGHT, A., AMODIE, D. M., CERNICCHIARO, N., LASCELLES, B. D. X., PAVLOCK, A. M., ROBERTS, C. et BARTRAM, D. J., 2022. Identification of canine osteoarthritis using an owner-

reported questionnaire and treatment monitoring using functional mobility tests. *The Journal of Small Animal Practice*. août 2022. Vol. 63, n° 8, pp. 609-618. DOI 10.1111/jsap.13500.

XIE, Huisheng, ATRIA, Stacie, BARTHOLOMEW, Michael, LANGLOIS, John et HARVEZ, Vickie, 2022. TCVM, Mix Practice Small and Large animals, Session 2, CVA French Course. 2022. 400 pages

XIE, Huisheng et PREAST, Vanessa, 2007. *Xie's Veterinary Acupuncture*. Blackwell Publishing. Iowa, USA. ISBN 978-0-8138-1247-2. 360 pages

XIE, Huisheng et PREAST, Vanessa, 2016. *Traditional Chinese Veterinary Medicine Fundamental Principles - 2nd Edition*. Chi Institute Press. Florida, USA. ISBN 978-1-934786-41-3.

XIE, Yixuan, LIU, Xiaoyu, LIU, Tinglan, SUN, Chiyun, XIN, Zeyin, HU, Yuzhi, WANG, Yue, ZHANG, Cheng et YAN, Shiyan, 2023. Descriptions of sham acupuncture in randomised controlled trials: a critical review of the literature. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 30 mai 2023. Vol. 23, pp. 173. DOI 10.1186/s12906-023-04007-7.

XIN, Siyuan, LIU, Jinying, YANG, Zhixin et LI, Chunhua, 2023. Comparative effectiveness of moxibustion and acupuncture for the management of osteoarthritis knee: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 1 juillet 2023. Vol. 9, n° 7, pp. e17805. DOI 10.1016/j.heliyon.2023.e17805.

XU, Fei, JIAO, Kai-qiong, WANG, Lin-peng et ZHANG, Fan, 2024. Acupuncture for chronic nonspecific low back pain in middle-aged and older patients: A randomized controlled trial: 针刺治疗中老年慢性非特异性下腰痛:一项随机对照临床试验. *World Journal of Acupuncture - Moxibustion* [en ligne]. 19 septembre 2024. [Consulté le 10 novembre 2024]. DOI 10.1016/j.wjam.2024.09.007.

YANG, Edward S., LI, Pei-Wen, NILIUS, Bernd et LI, Geng, 2011. Ancient Chinese medicine and mechanistic evidence of acupuncture physiology. *Pflugers Archiv*. 2011. Vol. 462, n° 5, pp. 645-653. DOI 10.1007/s00424-011-1017-3.

YASEEN, Kinanah, 2024. Arthrose - Troubles musculosquelettiques et du tissu conjonctif. *Édition professionnelle du Manuel MSD* [en ligne]. avril 2024. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-musculosquelettiques-et-du-tissu-conjonctif/troubles-articulaires/arthrose>

YE, Jiang-nan, SU, Cheng-guo, JIANG, Yu-qing, ZHOU, Yan, SUN, Wen-xi, ZHENG, Xiao-xia, MIAO, Jin-tao, LI, Xiang-yue et ZHU, Jun, 2023. Effects of acupuncture on cartilage p38MAPK and mitochondrial pathways in animal model of knee osteoarthritis: A systematic evaluation and meta-analysis. *FRONTIERS IN NEUROSCIENCE*. 11 janvier 2023. Vol. 16, pp. 1098311. DOI 10.3389/fnins.2022.1098311.

YETISIR, Aysegul et OZTURK, Gulsah Yasa, 2024. Effects of low-level laser therapy on acupuncture points on knee pain and function in knee osteoarthritis. *REVISTA DA ASSOCIACAO MEDICA BRASILEIRA*. 2024. Vol. 70, n° 1, pp. e20230264. DOI 10.1590/1806-9282.20230264.

YU REN - BENYUAN, 喻仁-本元 et YU JIE - BENHENG, 喻傑-本亨, 1608. *Yuan Heng Liao Ma Ji*. s. n. Chine. 518 pages

YU, Ying, KANG, Si-bo, TU, Jian-feng, WANG, Xue-zhou, WANG, Li-qiong, LIU, Cun-zhi et SHI, Guang-xia, 2023. Effect of acupuncture duration in patients with knee osteoarthritis: A secondary analysis of a multi-center randomized controlled trial 治疗时长对针刺治疗膝骨关节炎疗效的影响:一项多中心随机对照试验的二次分析. *World Journal of Acupuncture - Moxibustion* [en ligne]. 12 octobre 2023. [Consulté le 5 novembre 2024]. DOI 10.1016/j.wjam.2023.10.001. pp.1-13

YURTKURAN, M., ALP, A., KONUR, S., OZÇAKIR, S. et BINGOL, U., 2007. Laser acupuncture in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized controlled study. *Photomedicine and Laser Surgery*. février 2007. Vol. 25, n° 1, pp. 14-20. DOI 10.1089/pho.2006.1093.

ZENG, Yen-Jing, LIN, Yu-Hsiang, WANG, You-Cheng, CHANG, Ju-Hsin, WU, Jih-Huah, HSU, Sheng-Feng, TSAI, Shih-Ying, LIN, Ching-Huang et WEN, Yeong-Ray, 2017. Laser acupuncture-induced analgesic effect and molecular alterations in an incision pain model: a comparison with electroacupuncture-induced effects. . octobre 2017. pp. 10. DOI 10.1007/s10103-017-2367-7.

ZHANG, En-qin, 2010. Bi Syndrome (Arthralgia Syndrome). *Journal of traditional Chinese medicine = Chung i tsa chih ying wen pan / sponsored by All-China Association of Traditional Chinese Medicine, Academy of Traditional Chinese Medicine*. 1 juin 2010. Vol. 30, pp. 145-52. DOI 10.1016/S0254-6272(10)60032-5.

ZHANG, Teresa, 2022. Les méridiens rendus visibles... – Etude Harvard | ECAP de Nantes - Ecole de Kinésiologie Internationale. [en ligne]. novembre 2022. [Consulté le 19 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecapnantes.fr/les-meridiens-rendus-visibles-etude-harvard/>

ZHENG, Yang, DUAN, Xiangdong, QI, Shangfeng, HU, Haibo, WANG, Mengran, REN, Conglin, XU, Haipeng et QUAN, Renfu, 2020. Acupuncture Therapy plus Hyaluronic Acid Injection for Knee Osteoarthritis: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *EVIDENCE-BASED COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE MEDICINE*. 13 janvier 2020. Vol. 2020, pp. 4034105. DOI 10.1155/2020/4034105.

# Annexes

Annexe 1 : Grille d'évaluation clinique à remplir par le vétérinaire

## Scores d'évaluation clinique

Nom de l'animal:

Nom du propriétaire :

Date :

Evaluation clinique à :

Diagnostic :

### ① Score de boiterie

Légende:

0	Aucune boiterie
1	Boiterie discrète (à peine perceptible, intermittente / plutôt irrégularités, raideurs)
2	Boiterie évidente, légère,
3	Boiterie modérée, très nette
4	Boiterie sévère, avec possible suppression intermittente d'appui
5	Suppression totale d'appui au sol

	AG	PG	AD	PD
Pas				
Trot				

### ② Score statique (report de charge)

(Report de poids : sur membre en appui / sur membre boiteux) - (Test appui monopodal : TAM)

	AG	PG	AD	PD
0	Aucune différence avec le membre sain			
1	Report de poids très léger - (TAM > 20 sec sur membre boiteux)			
2	Report de poids léger - (TAM >10 sec)			
3	Report de poids modéré - (TAM entre 5-10 sec)			
4	Report de poids important / rapide - (TAM < 5 sec)			
5	Ne pose pas son membre - (TAM : Ne supporte pas du tout)			

### ③ Test assis/debout

0	Aucune difficulté	
1	- S'assoit facilement, mais position légèrement anormale (membre légèrement sur le côté) - <b>Gêne discrète au lever – pousse moins avec un membre</b>	
2	- S'assoit plus ou moins facilement, sans aide - position assise nettement asymétrique – - <b>Légère difficulté au lever (Levée sans aide mais pousse peu, ou utilise peu un membre au lever)</b>	
3	S'assoit avec difficulté modérée, parfois aide nécessaire - <b>Difficulté évidente modérée au lever ou Pousse très peu avec un membre au lever</b>	
4	- S'assoit très difficilement, nécessite souvent de l'aide – - <b>Difficulté importante au lever – Ne peut se lever seul - nécessite aide</b>	
5	Ne parvient pas du tout à réaliser le mouvement, aide nécessaire à 100%	

## Scores d'évaluation clinique

### ④ Score de mobilité (tests articulaires) (préciser articulation)

		AG	PG	AD	PD
0	Aucune restriction				
1	Amplitude maximale possible mais légères restriction / Résistance en fin d'amplitude				
2	Restriction d'amplitude faible ( $5^\circ < A < 10^\circ$ )				
3	Restriction d'amplitude modérée ( $10^\circ < A < 20^\circ$ )				
4	Restriction d'amplitude sévère ( $A > 20^\circ$ )				
5	Aucune mobilité possible				

(Voir mesures goniométriques)

### ⑤ Score de douleur (examen palpatoire/tests articulaires)

0	Aucune douleur visible/ Aucun signe d'inconfort	
1	Discrète/très légère douleur / Petits signes d'inconfort (Regard, arrêt respiration ou halètement...)	
2	Légère douleur (Inconfort évident, tourne la tête, légère résistance au test, changement d'attitude...)	
3	Douleur modérée (Cherche à se soustraire – Résistance au test – gémit /couine...)	
4	Douleur sévère (Retrait brusque, forte résistance au test – vocalises - signes agressivité...)	
5	Très sévère - Impossible d'examiner l'animal	

Total score fonctionnel	
-------------------------	--

### Mesures goniométriques

	Flexion maxi	Extension maxi		Flexion maxi	Extension maxi
Hanche droite			Hanche gauche		
Grasset droit			Grasset Gauche		
Jarret droit			Jarret Gauche		
Epaule droite			Epaule gauche		
Coude droit			Coude gauche		
Carpe droit			Carpe gauche		

⇒ *Observations / remarques*



Annexe 2 : Grille d'évaluation par le propriétaire



Questionnaire d'évaluation par le propriétaire

Nom du propriétaire	
Nom du chien	Date :
Questionnaire de suivi à :	

Entourez la description de la douleur et/ou de la fonction qui représente le mieux le comportement de votre chien.

1) Évaluez l'attitude générale et/ou l'humeur de votre chien	Très alerte 0	Alerte 1	Ni alerte ni indifférent 2	Indifférent, désintéressé 3	Très indifférent, léthargique 4
2) Évaluez la motivation ou l'envie de votre chien de participer à un jeu et d'interagir.	Très motivé 0	Motivé 1	Réticent 2	Très réticent 3	Ne joue plus du tout et n'interagit plus 4
3) Évaluez la fréquence de ses vocalises, ou de signes d'inconfort (gémissements, plaintes, aboiements, léchage inhabituels)	Jamais 0	Très rarement 1	Parfois 2	Souvent 3	Très souvent 4
4) Évaluez la motivation et l'ardeur de votre chien à marcher (au pas)	Très motivé 0	Motivé 1	Réticent 2	Très réticent 3	Ne veut pas marcher du tout 4
5) Évaluez sa motivation son ardeur à trotter ou trottiner	Très motivé 0	Motivé 1	Réticent 2	Très réticent 3	Ne trotte plus 4
6) Évaluez son aptitude et/ou sa motivation à courir	Très motivé 0	Motivé 1	Réticent 2	Très réticent 3	Ne court plus 4
7) Évaluez son aptitude/sa volonté à sauter (dans la voiture, sur le canapé, lit etc.)	Très motivé 0	Motivé 1	Réticent 2	Très réticent 3	Ne saute plus 4
8) Évaluez son aptitude ou motivation à monter et/ou descendre des escaliers ou des marches	Très motivé/capable 0	Motivé/Capable 1	Réticent 2	Très réticent 3	Ne monte plus ni ne descend les marches 4

Nom du propriétaire		Nom du chien				
9) Évaluez sa facilité à se coucher	Très facile 0	Facile 1	Intermédiaire (ni complètement facile, ni de difficulté majeure) 2	Difficile 3	Très difficile (peut nécessiter une aide) 4	
10) Évaluez sa capacité à se relever à partir de la position couchée	Très facile 0	Facile 1	Intermédiaire (ni complètement facile, ni de difficulté majeure) 2	Difficile 3	Très difficile (peut nécessiter une aide) 4	
11) Votre chien est-il capable de vous suivre en promenade ? (Traîne en arrière, s'arrête ou s'assoit/se couche souvent, s'essouffle...)	Sans aucun problème ou difficulté 0	Correctement 1	Montre quelques difficultés 2	Très difficilement 3	Pas du tout/ne veut pas sortir/ou veut rentrer 4	
12) Évaluez sa mobilité pendant et/ou juste après un exercice ou une promenade (fatigue, pattes qui traînent, griffes qui raclent le sol, s'affale pour se coucher, boite...)	Très à l'aise 0	A l'aise 1	Intermédiaire (ni vraiment à l'aise, ni de difficultés majeures) 2	Montre inconfort, gênes, et difficultés nets 3	Montre de grosses difficultés 4	
13) Évaluez sa capacité à bouger/sa mobilité après une longue période de repos (après être resté longtemps couché, le matin au réveil...)	Très à l'aise 0	A l'aise 1	Intermédiaire (ni complètement facile, ni de difficulté majeure) 2	Montre inconfort, gênes, et difficultés nettes 3	Montre de grosses difficultés 4	
14) Évaluez la boiterie de votre chien au cours des 7 à 10 jours précédents	Aucune boiterie 0	Discrète /raideurs 1	Moyenne (Légère mais nette) 2	Importante (très nette) 3	Très sévère (phases où ne peut pas marcher, suppression d'appui) 4	
15) Votre chien vous a semblé souffrir au cours des 7 à 10 jours précédents ?	Pas du tout 0	légèrement 1	moyennement 2	Beaucoup 3	Enormément 4	
☞ Autres observations, remarques, commentaires ?						

Annexe 3 : Résultats goniométriques

INNA	Grasset droit			Grasset gauche		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	50,00	170,00	120,00	31,00	170,00	139,00
J15 TEM	43,00	163,00	120,00	21,00	160,00	139,00
J30 TEM	45,00	169,00	124,00	21,00	166,00	145,00
J0 TTT	38,00	170,00	132,00	32,00	170,00	138,00
J15 TTT	24,00	178,00	154,00	28,00	176,00	148,00
J30 TTT	29,00	162,00	133,00	33,00	168,00	135,00
J15 POSTTT	35,00	160,00	125,00	25,00	177,00	152,00
J30 POSTTT	31,00	175,00	144,00	25,00	163,00	138,00

ISULA	Hanche droite			Hanche gauche		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	30,00	135,00	105,00	35,00	145,00	110,00
J15 TEM						
J30 TEM						
J0 TTT	30,00	134,00	104,00	35,00	146,00	111,00
J15 TTT	30,00	127,00	97,00	36,00	150,00	114,00
J30 TTT	30,00	144,00	114,00	29,00	135,00	106,00
J15 POSTTT	25,00	110,00	85,00	22,00	135,00	113,00
J30 POSTTT	35,00	122,00	87,00	30,00	125,00	95,00

<b>JAZZIE</b>	<b>Grasset droit</b>			<b>Grasset gauche</b>		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	54,00	174,00	120,00	48,00	177,00	129,00
J15 TEM	52,00	166,00	114,00	41,00	166,00	125,00
J30 TEM	48,00	176,00	128,00	44,00	165,00	121,00
J0 TTT	45,00	168,00	123,00	42,00	173,00	131,00
J15 TTT	58,00	170,00	112,00	41,00	173,00	132,00
J30 TTT	50,00	164,00	114,00	45,00	163,00	118,00
J15 POSTTT	42,00	171,00	129,00	47,00	168,00	121,00
J30 POSTTT	51,00	168,00	117,00	47,50	165,00	117,50

<b>MERLIN</b>	<b>Hanche droite</b>			<b>Hanche gauche</b>		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	20,00	151,00	131,00	20,00	152,00	132,00
J15 TEM	20,00	144,00	124,00	20,00	168,00	148,00
J30 TEM						
J0 TTT	20,00	146,00	126,00	20,00	169,00	149,00
J15 TTT	20,00	157,00	137,00	20,00	155,00	135,00
J30 TTT	20,00	160,00	140,00	20,00	175,00	155,00
J15 POSTTT	20,00	166,00	146,00	20,00	165,00	145,00
J30 POSTTT	25,00	167,00	142,00	21,00	160,00	139,00

OKILA	Coude droit			Coude gauche		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	105,00	178,00	73,00	94,00	156,00	62,00
J15 TEM	85,00	175,00	90,00	71,00	180,00	109,00
J30 TEM	80,00	160,00	80,00	87,00	170,00	83,00
J0 TTT	95,00	170,00	75,00	80,00	172,00	92,00
J15 TTT	91,00	157,00	66,00	75,00	180,00	105,00
J30 TTT	95,00	168,00	73,00	99,00	173,00	74,00
J15 POSTTT	100,00	163,00	63,00	82,00	175,00	93,00
J30 POSTTT	90,00	181,00	91,00	85,00	175,00	90,00
OKILA	Grasset droit			Grasset gauche		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	40,00	160,00	120,00	58,50	165,00	106,50
J15 TEM	33,00	159,00	126,00	33,00	145,00	112,00
J30 TEM	34,00	147,00	113,00	35,00	157,00	122,00
J0 TTT	34,00	148,00	114,00	40,00	148,00	108,00
J15 TTT	35,00	170,00	135,00	40,00	164,00	124,00
J30 TTT	45,00	154,00	109,00	48,00	156,00	108,00
J15 POSTTT	29,00	170,00	141,00	35,00	160,00	125,00
J30 POSTTT	40,00	140,00	100,00	50,00	156,00	106,00

<b>OXANE</b>	<b>Jarret droit</b>			<b>Jarret gauche</b>		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	38	153	115,00	50	165	115,00
J15 TEM	43	149	106,00	43	164	121,00
J30 TEM	54	141	87,00	49	157	108,00
J0 TTT	25	184	159,00	24	172	148,00
J15 TTT	25	177	152,00	26	171	145,00
J30 TTT	20	168	148,00	20	165	145,00
J15 POSTTT	18	180	162,00	20	180	160,00
J30 POSTTT						

<b>SAM</b>	<b>Hanche droite</b>			<b>Hanche gauche</b>		
	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale	flexion maxi	extension maxi	Amplitude globale
J0 TEM	27,00	160,00	133,00	40,00	149,00	109,00
J15 TEM	35,00	158,00	123,00	38,00	156,00	118,00
J30 TEM	32,00	147,00	115,00	35,00	176,00	141,00
J0 TTT	50,00	164,00	114,00	41,00	168,00	127,00
J15 TTT	25,00	163,00	138,00	30,00	170,00	140,00
J30 TTT	31,00	169,00	138,00	32,00	167,00	135,00
J15 POSTTT	30,00	158,00	128,00	35,00	170,00	135,00
J30 POSTTT	35,00	165,00	130,00	40,00	168,00	128,00

## Annexe 4 : Résultats individuels du Score GAITRite®

INNA	Score GAITRite®								
Paramètres cinétiques	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	4,0	0	4	3	2	0	2	2	0
G/D	1,0	0	0	0	1	1	1	0	1
AG/AD	0,0	0	2	0	0	1	1	1	1
PG/PD	3,0	1	2	1	1	2	0	2	1
Diag G / Diag D	1,0	0	2	0	0	0	0	1	0
<b>Total cinétique</b>	<b>9,0</b>	<b>1,0</b>	<b>10,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>6,0</b>	<b>3,0</b>
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	1	1	1	1	0	0	1	0	2
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total spatial</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total temporel</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Score Total</b>	<b>11,0</b>	<b>2,0</b>	<b>11,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>

ISULA	Score GAITRite®								
Paramètres cinétiques	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	6,0			7	7	7	9	5	6
G/D	1,0			0	0	1	0	2	0
AG/AD	0,0			0	0	1	0	0	0
PG/PD	2,0			0	1	1	1	5	0
Diag G / Diag D	0,0			0	0	0	0	2	0
Total cinétique	9,0			7,0	8,0	10,0	10,0	14,0	6,0
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	1			0	0	0	1	2	1
PG/PD	1			0	0	0	0	1	0
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	1			1	0	0	1	7	2
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0			0	0	0	0	1	2
PG/PD	0			0	0	0	0	1	0
Total spatial	3			1	0	0	2	12	5
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0			0	0	0	0	0	0
PG/PD	0			0	0	0	0	0	0
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0			0	0	0	0	0	0
PG/PD	0			0	1	0	0	0	0
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	0			1	1	1	1	1	0
PG/PD	0			0	1	0	0	1	0
Total temporel	0			1	3	1	1	2	0
<b>Score Total</b>	12,0			9,0	11,0	11,0	13,0	28,0	11,0

JAZZIE	Score GAITRite®								
Paramètres cinétiques	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	3	4	2	1	1	2	2	0	1
G/D	3	0	2	1	2	3	0	5	1
AG/AD	1	0	0	0	2	5	1	6	2
PG/PD	8	0	4	6	1	2	0	4	2
Diag G / Diag D	1	0	0	2	1	4	1	2	2
Total cinétique	16,0	4,0	8,0	10,0	7,0	16,0	4,0	17,0	8,0
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	0	1	5	1	0	0	0	0	0
PG/PD	2	2	6	2	1	0	0	2	1
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	5	1	2	2	1	0	0	2	2
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0	1	3	2	0	0	0	0	0
PG/PD	1	2	9	1	1	0	0	2	1
Total spatial	8	7	25	8	3	0	0	6	4
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0	0	1	0	1	0	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0	0	1	1	1	0	0	0	0
PG/PD	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	0	1	2	1	1	0	0	1	0
PG/PD	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total temporel	0	3	4	2	3	0	0	1	1
<b>Score Total</b>	24,0	14,0	37,0	20,0	13,0	16,0	4,0	24,0	13,0

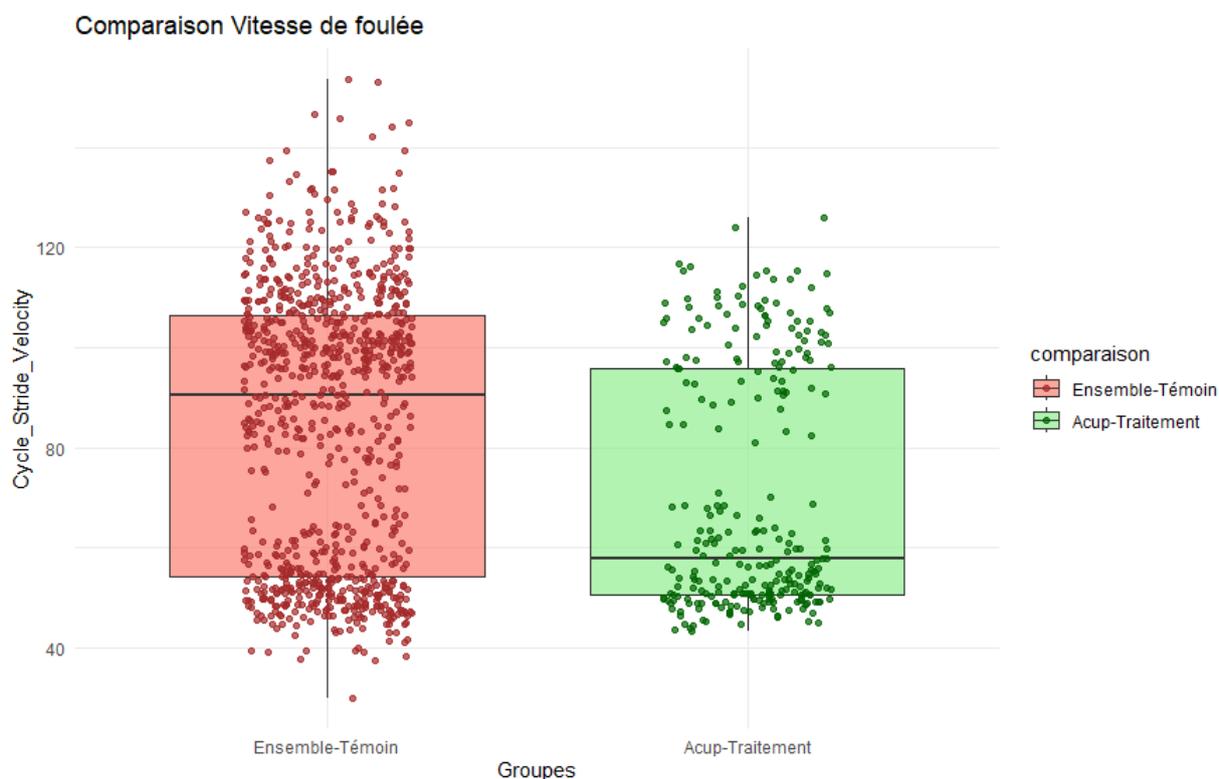
MERLIN	Score GAITRite®								
Paramètres cinétiques	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	0,0	2		1	3	2	4	1	3
G/D	1,0	1		1	0	0	0	3	0
AG/AD	0,0	1		0	0	0	0	3	1
PG/PD	1,0	0		0	0	0	0	0	0
Diag G / Diag D	0,0	1		0	0	0	0	0	0
Total cinétique	2,0	5,0		2,0	3,0	2,0	4,0	7,0	4,0
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	0	0		0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0		0	0	0	0	0	0
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	2	1		1	0	0	0	1	0
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0	0		0	0	0	0	6	0
PG/PD	0	0		1	0	0	0	0	0
Total spatial	2	1		2	0	0	0	7	0
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0	0		0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0		1	0	0	0	0	0
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0	1		1	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0		0	0	0	0	0	0
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	0	1		1	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0		0	0	0	0	0	0
Total temporel	0	2		3	0	0	0	0	0
<b>Score Total</b>	4,0	8,0		7,0	3,0	2,0	4,0	14,0	4,0

OKILA	Score GAITRite®								
Paramètres cinétiques	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	4,0	1	2	2	1	0	1	1	2
G/D	0,0	1	2	2	0	2	1	1	1
AG/AD	1,0	1	2	2	0	2	0	1	0
PG/PD	0,0	3	2	1	0	3	2	1	3
Diag G / Diag D	1,0	0	0	1	0	0	0	0	0
Total cinétique	6,0	6,0	8,0	8,0	1,0	7,0	4,0	4,0	6,0
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	0	1	0	1	0	1	0	0	0
PG/PD	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	1	2	0	0	0	0	2	0	1
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0	1	0	1	0	0	0	1	0
PG/PD	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Total spatial	3	4	0	4	0	1	3	1	1
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	1	1	2	2	2	2	1	1	1
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	2	1	2	1	1	2	2	1	1
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	1	1	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	3	2	3	2	2	3	2	1	2
Total temporel	7	5	7	5	5	7	5	3	4
<b>Score Total</b>	16,0	15,0	15,0	17,0	6,0	15,0	12,0	8,0	11,0

OXANE	Score GAITRite®								
Paramètres cinétiques	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	6		5	7	6	6	4	5	
G/D	1		0	0	0	1	0	0	
AG/AD	0		0	0	0	0	0	0	
PG/PD	1		0	1	1	2	0	2	
Diag G / Diag D	0		0	0	0	0	0	0	
Total cinétique	8		5	8	7	9	4	7	
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	0		1	0	0	0	0	0	
PG/PD	0		0	0	0	0	0	1	
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	2		1	3	1	0	0	1	
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0		1	0	1	0	0	0	
PG/PD	0		0	0	0	0	1	1	
Total spatial	2		3	3	2	0	1	3	
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0		0	0	0	0	0	0	
PG/PD	1		0	0	0	0	1	1	
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0		0	0	0	0	0	0	
PG/PD	1		0	0	0	0	1	1	
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	0		1	0	0	0	0	1	
PG/PD	1		1	0	0	0	1	1	
Total temporel	3		2	0	0	0	3	4	
<b>Score Total</b>	13		10	11	9	9	8	14	

<b>SAM</b>	<b>Score GAITRite®</b>								
<b>Paramètres cinétiques</b>	J0 TEM	J15 TEM	J30 TEM	J0 AV TTT	J0 AP TTT	J15 TTT	J30 TTT	J15 POSTTT	J30 POSTTT
<b>Force index %</b>									
A/P	6	1	3	3	2	4	2	2	2
G/D	0,0	1	0	2	0	0	0	2	2
AG/AD	1,0	1	0	3	1	0	0	2	4
PG/PD	1,0	1	2	1	2	0	0	1	1
Diag G / Diag D	1,0	0	2	1	2	0	0	1	3
Total cinétique	9,0	4,0	7,0	10,0	7,0	4,0	2,0	8,0	12,0
<b>Paramètres spatiaux</b>									
<b>Step Length</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	1	0	1
PG/PD	2	1	2	2	2	3	2	2	3
<b>Hind Reach</b>									
PG/PD	4	2	4	5	5	5	3	3	3
<b>Step / Stride Length</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	1	0	1
PG/PD	2	1	2	2	2	3	2	2	3
Total spatial	8	4	8	9	9	11	9	7	11
<b>Paramètres temporels</b>									
<b>Stance % GC</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Appui</b>									
AG/AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Soutien</b>									
AG/AD	0	1	0	0	0	1	0	0	0
PG/PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total temporel	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<b>Score Total</b>	17,0	9,0	15,0	19,0	16,0	16,0	11,0	15,0	23,0

## Annexe 5 : Résultats des vitesses de foulées par groupe



## Annexe 6 : Résultats des scores totaux d'évaluation par le vétérinaire et par le propriétaire

ID_Chien	Date	Total score vétérinaire	Total score propriétaire
INNA	J0_TEM	11,5	7
INNA	J15_TEM	14,5	6
INNA	J30_TEM	13	8
INNA	J0_TTT	11,25	9
INNA	J15_TTT	6,25	8
INNA	J30_TTT	6	10
INNA	J15_POSTTT	11	10
INNA	J30_POSTTT	10	10,5
JAZZIE	J0_TEM	25	19
JAZZIE	J15_TEM	25,25	19
JAZZIE	J30_TEM	27	22,5
JAZZIE	J0_TTT	25,25	22,5
JAZZIE	J15_TTT	15,25	18,5
JAZZIE	J30_TTT	14,25	17
JAZZIE	J15_POSTTT	12,75	18,5
JAZZIE	J30_POSTTT	19	19
MERLIN	J0_TEM	25,5	13
MERLIN	J15_TEM	27,5	16,5
MERLIN	J0_TTT	17	15

MERLIN	J15_TTT	13,25	8,5
MERLIN	J30_TTT	8,5	5
MERLIN	J15_POSTTT	7,75	10
MERLIN	J30_POSTTT	5	3
OKILA	J0_TEM	38,75	24
OKILA	J15_TEM	49,25	28
OKILA	J30_TEM	59	26
OKILA	J0_TTT	43,5	31
OKILA	J15_TTT	32	20
OKILA	J30_TTT	30,5	26
OKILA	J15_POSTTT	37,25	29
OKILA	J30_POSTTT	34,75	28
OXANE	J0_TEM	24,25	8
OXANE	J15_TEM	34,75	8
OXANE	J30_TEM	17,5	10
OXANE	J0_TTT	9,25	7
OXANE	J15_TTT	12	4
OXANE	J30_TTT	4,75	4
OXANE	J15_POSTTT	7,25	4
SAM	J0_TEM	17,75	18
SAM	J15_TEM	20,25	21
SAM	J30_TEM	16,75	21
SAM	J0_TTT	18,25	21
SAM	J15_TTT	9,25	21
SAM	J30_TTT	7,25	23
SAM	J15_POSTTT	13,5	25
SAM	J30_POSTTT	19	30,5
ISULA	J0_TEM	20,25	22,75
ISULA	J0_TTT	20,25	22,75
ISULA	J15_TTT	14	11
ISULA	J30_TTT	12,25	5
ISULA	J15_POSTTT	9,5	6
ISULA	J30_POSTTT	12	6
GOUACHE	J0_TEM	17	13
GOUACHE	J15_TEM	23,75	13
GOUACHE	J30_TEM	27,5	15
GOUACHE	J0_TTT	23	28,5
JESTER	J0_TEM	28,75	20
JESTER	J15_TEM	27	20
JESTER	J30_TEM	30,25	20
JESTER	J0_TTT	28,5	20
LUCKY	J0_TEM	27,5	7,5
LUCKY	J15_TEM	24,75	14,5
LUCKY	J30_TEM	21,5	16,25
LUNA	J0_TEM	30,5	22
LUNA	J15_TEM	30,5	22

LUNA	J30_TEM	25,5	22
NAIKA	J0_TEM	18,25	10
NAIKA	J15_TEM	16,25	16
NAIKA	J30_TEM	13,5	7
NAIKA	J0_TTT	20,5	12
SAM2	J0_TEM	17,5	27,5
SAM2	J15_TEM	18,75	26
SAM2	J30_TEM	19,5	25,5
SOFTY	J0_TEM	31,75	28
SOFTY	J15_TEM	27	24
SOFTY	J30_TEM	27,5	25
SOFTY	J0_TTT	19,5	21

Annexe 7 : Résultats Bruts obtenus à l'aide du logiciel GAITFour® - Exemple de Merlin pour un passage sur le tapis GAITRite®

Row seq. = LF, RF, LH, RH	Mean (SD)	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Cycle 4	Cycle 5	Cycle 6
Stance time (sec)	.41(0.03)	0.41	0.42	0.39	0.38	0.41	0.46
	.41(0.03)	0.41	0.42	0.38	0.38	0.39	0.45
	.39(0.04)	0.38	0.36	0.35	0.38	0.4	0.45
	.37(0.04)	0.39	0.35	0.34	0.31	0.41	0.4
Stance %GC (%)	60.58(1.55)	61.2	62.5	61	58.4	59.8	0
	60.42(0.48)	60.5	61	59.7	60.6	60.3	0
	55.88(1.15)	56.2	56.6	55.3	54.2	57.1	0
	54.00(3.72)	57.3	53.8	54	48	56.9	0
Stride Time (sec)	.66(0.02)	0.67	0.67	0.64	0.64	0.68	0
	.66(0.02)	0.68	0.68	0.64	0.63	0.65	0
	.66(0.03)	0.67	0.63	0.63	0.69	0.7	0
	.66(0.04)	0.68	0.65	0.63	0.64	0.72	0
Stride Length (cm)	72.31(0.77)	71.53	72.4	73.07	73.04	71.49	0
	71.95(1.32)	70.03	71.86	72.46	73.67	71.74	0
	71.03(2.65)	71.3	72.4	73.66	71.13	66.64	0
	71.34(2.62)	71.22	72.46	72.42	73.7	66.92	0
Total Pressure Index	26.5(3.67)	25	29	29	23	31	22
	25.8(1.83)	25	25	27	23	28	27
	15.5(1.05)	16	15	16	14	15	17
	15.5(1.38)	15	15	18	16	15	14
Number of Sensors	10.7(1.37)	9	11	11	10	13	10
	10.0(0.00)	10	10	10	10	10	10
	7.0(1.26)	6	6	8	6	7	9
	7.0(0.89)	8	6	8	7	6	7
Cycle Stride Velocity	108.5(5.62)	105.2	109.9	114.8	112.1	100.7	
Hind Reach Left (cm)	17.9(2.31)	19.1	19.1	19.7	17.8	14	
Hind Reach Right (cm)	18.2(1.69)	18.4	19.1	19.1	19.1	15.2	
Summary							
	Stance time (s)	Stance %GC (%)	Total Pres. Ind.	# of Sensors	Stride Vel(cm/s)	Step Length(cm)	
Left Front	.41(0.03)	60.58(1.55)	26.5(3.67)	10.7(1.37)	108.7	33.87	
Right Front	.41(0.03)	60.42(0.48)	25.8(1.83)	10.0(0.00)	106.6	37.72	
Left Hind	.39(0.04)	55.88(1.15)	15.5(1.05)	7.0(1.26)	109.2	33.97	
Right Hind	.37(0.04)	54.00(3.72)	15.5(1.38)	7.0(0.89)	107.9	36.96	
Ratio Front/Hind	1.08	1.1	1.69	1.48			
Symmetry Left/Right	1.03	1.02	1.02	1.04			
Symmetry Left Front/Right Front	1	1	1.03	1.07			
Symmetry Left Hind/Right Hind	1.05	1.03	1	1			
Symmetry Left Front/Left Hind	1.05	1.08	1.71	1.53			
Symmetry Right Front/Right Hind	1.11	1.12	1.66	1.43			
Symmetry Left Front/Right Hind	1.11	1.12	1.71	1.53			
Symmetry Right Front/Left Hind	1.05	1.08	1.66	1.43			

# ENV Lyon

8776

Tested on: 09/12/2022 11:54:28

<b>MERLIN</b>	
Owner:	

Age	Gender	Left (H/F)	LEG	Right (H/F)	Shoulder	Hip
3	M	47.5	52.5	46.5	52.5	13.5 19

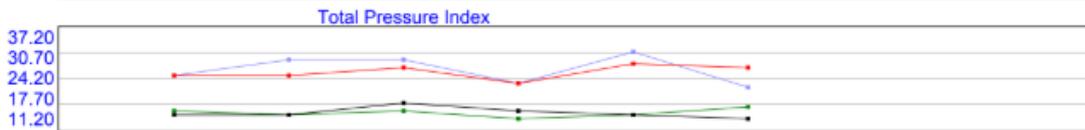
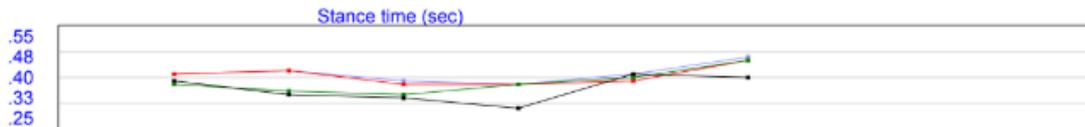
Velocity: 109.2 \*\*

Reach (L/R): 17.9 / 18.2

	Stance time (sec)	Stance %GC (%)	Total Pres. Index	# of Sensors	Stride Vel(cm/sec)	Step Length(cm)
Left Front	.41(0.03)	60.58(1.55)	26.5(3.67)	10.7(1.37)	108.7	33.87
Right Front	.41(0.03)	60.42(0.48)	25.8(1.83)	10.0(0.00)	106.6	37.72
Left Hind	.39(0.04)	55.88(1.15)	15.5(1.05)	7.0(1.26)	109.2	33.97
Right Hind	.37(0.04)	54.00(3.72)	15.5(1.38)	7.0(0.89)	107.9	36.96
Ratio Front/Hind	1.08	1.10	1.69	1.48		
Symmetry Left/Right	1.03	1.02	1.02	1.04		
Symmetry Left Front/Right Front	1.00	1.00	1.03	1.07		
Symmetry Left Hind/Right Hind	1.05	1.03	1.00	1.00		
Symmetry Left Front/Left Hind	1.05	1.08	1.71	1.53		
Symmetry Right Front/Right Hind	1.11	1.12	1.66	1.43		
Symmetry Left Front/Right Hind	1.11	1.12	1.71	1.53		
Symmetry Right Front/Left Hind	1.05	1.08	1.66	1.43		

Indicate a front load when comparing any front to hind or indicates left loading when comparing any left to a right

Indicate a hind load when comparing any front to hind or indicates right loading when comparing any left to a right





## ESSAYEZ L'ACUPUNCTURE OU LA THERAPIE LASER

### NOUS PROPOSONS DES SOINS

- Protocole personnalisé et adapté au chien
- Suivi régulier
- Sans effets secondaires

### POUR RENTRER DANS L'ETUDE

- Votre chien souffre d'arthrose
- Il a entre 1,5 ans et 10 ans
- Il pèse entre 15 et 45 kg

Soins gratuits (sous condition du suivi du protocole de l'étude jusqu'à la fin)

Intéressé ? consultez le protocole en scanant le QR code

NOUS CONTACTER

FLORIE GARCIAZ

AUDREY ROUDIER



SCAN ME

## Annexe 9 : Lettre d'information à destination des propriétaires

### LETTRÉ D'INFORMATION AUX PROPRIÉTAIRES DE CHIENS POUR PARTICIPATION À UNE ÉTUDE CLINIQUE

Madame, Monsieur,

Nous vous proposons de participer à une étude clinique évaluant l'intérêt de l'acupuncture et de la thérapie LASER dans la prise en charge du chien souffrant d'arthrose.

Vous pourrez prendre le temps de lire cette lettre qui récapitule tout ce qu'implique cette étude, de réfléchir à votre participation et de poser aux responsables de l'étude toutes les questions que vous jugez nécessaires.

#### ➤ DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

Une consultation initiale avec un examen orthopédique complet sera réalisée de façon à évaluer la douleur et les déficits fonctionnels de votre chien et adapter le protocole thérapeutique.

Phase 1 : dite « témoin » (4 semaines) durant laquelle votre chien sera sous traitement médicamenteux si nécessaire (ou poursuivra le sien).

Phase 2 : dite de « wash-up » (2 semaines) durant laquelle tout traitement préalable sera interrompu de façon à s'assurer que toutes les substances ont été éliminées par votre chien.

Phase 3 : dite de « traitement » (4 semaines) durant laquelle votre chien intégrera, après tirage au sort, un des trois groupes de l'étude (Acupuncture, Laser ou Laser sur points d'acupuncture) avec une fréquence de rendez-vous adaptée à chaque animal.

Des évaluations cliniques et biomécaniques, notamment au moyen du tapis d'analyse de la marche GaiteRite®, seront réalisées avant, au milieu et à la fin de la phase témoin d'une part et de la phase traitement d'autre part, ainsi qu'à 2 semaines puis à 1 mois après la dernière séance de traitement.

Il vous sera également demandé de compléter un petit questionnaire qui nous permettra d'avoir votre propre perception de l'évolution de la douleur et de l'activité de votre chien avant puis après traitement.

#### ➤ BÉNÉFICES ET RISQUES POTENTIELS

Votre chien bénéficiera d'une prise en charge de la douleur et de l'inflammation chroniques au moyen d'un protocole thérapeutique adapté et avec un suivi régulier pendant toute la durée de l'étude. Des conseils et recommandations vous seront également prodigués pour les soins après la fin de l'étude.

Les données actuelles et l'expérience clinique concernant l'acupuncture et le Laser permettent de prévoir une réduction de la douleur et des boiteries avec une amélioration notable du confort de vie de votre compagnon. Ces thérapeutiques ont l'avantage de ne présenter quasiment aucun d'effet indésirable.

#### ➤ FRAIS MÉDICAUX

Examens et bilans complets, évaluations fonctionnelles et séances de traitements par un spécialiste, tout le long de la durée de l'étude, seront gratuits pour les propriétaires (nous demandons juste en retour de bien respecter les dates des évaluations et les consignes de suivis).

Les seuls frais occasionnés pourraient concerner le coût d'un éventuel traitement médicamenteux au cours de la phase témoin, et des frais d'examen radiographique si aucun cliché prouvant la présence d'arthrose n'avait été réalisé auparavant.

#### ➤ CONFIDENTIALITÉ

L'équipe s'engage à respecter la confidentialité des données jusqu'à publication des résultats.

Si vous avez des questions pendant votre participation à cette étude, merci de contacter par mail : Florie Garciaz [florie.garciaz@vetagro-sup.fr](mailto:florie.garciaz@vetagro-sup.fr) ; Audrey Roudier [audrey.roudier@vetagro-sup.fr](mailto:audrey.roudier@vetagro-sup.fr)

Nous vous remercions d'avoir pris le temps de lire cette lettre d'information. Si vous êtes d'accord pour participer à cette recherche, nous vous invitons à signer le formulaire de consentement.

## Annexe 10 : Consentement éclairé à destination des propriétaires



Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Institut d'enseignement supérieur et de recherche  
en alimentation, santé animale, sciences agronomiques et de l'environnement

### **Formulaire de consentement pour l'utilisation d'animaux de propriétaires privés en Recherche**

**Titre de l'Etude : Etude comparative, clinique et biomécanique, évaluant l'intérêt de l'acupuncture et du laser dans la prise en charge de l'arthrose chez le chien**

**Responsable de l'Etude : Dr S. Sawaya**

**Unité : UR : ICE -- Physiothérapie-Rééducation- Ostéopathie -- UP Anatomie Comparée**

**Contact : Dr S. Sawaya**

Benoit Gillet

Audrey Roudier – étudiante vétérinaire

Florie Garciaz – étudiante vétérinaire

La participation à cette étude est volontaire. Vous pouvez à tout moment décider de retirer votre animal de l'étude en contactant une des personnes indiquées ci-dessus. Votre décision de participer ou non à l'étude n'affectera pas vos relations présentes ou futures avec VetAgro Sup ou les autres organismes impliqués.

Veuillez noter que la gratuité d'une grande partie de cette étude (consultations, mesures et séances de traitements) se fait sous réserve de votre implication et du respect des dates d'évaluation ainsi que des consignes de suivis.

En signant ce document, je consens à participer à cette étude. J'accepte de suivre les procédures se rapportant à l'étude qui m'ont été décrites. J'assure avoir pris connaissance de toutes les informations présentes sur la lettre d'information qui m'a été remise. Il a été répondu à toutes les questions que j'ai posées.

Nom et Signature du Propriétaire <sup>1</sup> \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Nom et Signature du Responsable de l'Etude <sup>1</sup> \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

En cas de problèmes ou de questions, n'hésitez pas à contacter une des personnes travaillant sur cette étude.

<sup>1</sup> faire précéder la signature de la mention manuscrite "lu et approuvé"



# EVALUATION CLINIQUE ET BIOMECANIQUE DE L'ACUPUNCTURE CHEZ LE CHIEN SOUFFRANT D'ARTHROSE ETUDE PRELIMINAIRE

Auteur

---

GARCIAZ Florie

Résumé

---

Cette thèse étudie les effets cliniques et biomécaniques de l'acupuncture chez le chien souffrant d'arthrose.

Les deux premières parties de ce travail réalisent une synthèse bibliographique. La première met à jour les connaissances actuelles sur l'arthrose chez le chien, la seconde présente les principes généraux de l'acupuncture et son intérêt dans le traitement de l'arthrose.

La troisième partie est consacrée à l'étude expérimentale qui consiste à évaluer les effets de l'acupuncture sur des chiens atteints d'arthrose en combinant des approches qualitatives et quantitatives. Deux techniques de traitement que sont l'acupuncture aux aiguilles sèches et l'acupuncture Laser sont réalisées. L'évaluation de l'efficacité de ces méthodes se base sur des scores cliniques, des mesures goniométriques, et une analyse biomécanique de la marche au moyen du système GaitRite®. L'avis des propriétaires a également été pris en considération grâce à un questionnaire de Helsinki modifié. Les résultats montrent pour la majorité des chiens traités, des améliorations quantifiables, notables ou significatives, comparativement au groupe témoin. Une diminution du score de douleur, une augmentation des amplitudes articulaires et une meilleure répartition du poids sur les quatre membres ont été constatées. Ces observations varient d'un chien à l'autre et restent individu dépendant.

Cette étude s'inscrit dans un projet plus grand qui vise à enrichir les connaissances sur les effets de l'acupuncture chez des chiens arthrosiques notamment au moyen de données quantitatives. Au vu du faible effectif dont nous disposons, il serait intéressant de poursuivre ce type d'étude en augmentant la taille de l'effectif afin de confirmer nos résultats.

Mots-clés

---

Arthrose, Acupuncture, Laser, Chien, GAITRite®,Biomécanique, Goniométrie

Jury

---

Président du jury : Pr **SERVIEN Elvire**

Directeur de thèse : Dr **SAWAYA Serge**

2ème assesseur : Dr **GILLET Benoit**