

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2006 - Thèse n° 59

ETUDE DE LA LOCOMOTION DU CHIEN APRES RESECTION DE LA TETE ET DU COL DU FEMUR – UTILISATION D’UN TAPIS DE MARCHE DE TYPE GAITFour®

THESE

Présentée à l’UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 15 septembre 2006
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Estelle, Céline, Pascale BERGERAULT
Née le 03 avril 1983
à Saint-Benoist-la-Forêt (Indre-et-Loire)



DEPARTEMENT ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ENVL
Directeur : Stéphane MARTINOT

Mise à jour : 05/04/2006

| | PREX | PR 1 | PR 2 | MC | Contractuel, Associé, IPAC et ISPV | AERC | Chargés de consultations et d'enseignement |
|---|-------------|-------------------------|---------------------------------|---|--|------------|---|
| DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE | | | | | | | |
| Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale | Y. RICHARD | | A. KODJO | V. GUERIN-FAUBLEE D. GREZEL | | | |
| Pathologie Infectieuse | | | A. LACHERETZ M. ARTOIS | J. VIALARD | | | |
| Parasitologie et Maladies Parasitaires | MC. CHAUVE | G. BOURDOISEAU | | MP. CALLAIT CARDINAL L. ZENNER | | | |
| Qualité et Sécurité des Aliments | | G. CHANTEGRELET | P. DEMONT C. VERNODZY | A. GONTHIER S. COLARDELLE | | | |
| Législation et Jurisprudence | | | A. LACHERETZ | | | | |
| Bio-Mathématiques | | | | P. SABATIER ML. DELIGNETTE K. CHALVET-MONFRAY | | | |
| DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE | | | | | | | |
| Anatomie | | E. CHATELAIN | T. ROGER | S. SAWAYA | | | K. BENREDOUANE |
| Chirurgie et Anesthésiologie | | J.P. GENEVOIS | D. FAU E. VIGUIER D. REMY | | G. CHANOIT (MCC) S. JUNOT (MCC) K. PORTIER (MCC) C. DECOSNE-JUNOT (MCC) | C. CAROZZO | N. GAY C. POUZOT |
| Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie | | J.P. MAGNOL | C. FLEURY | T. MARCHAL | C. BOULOCHER (MCC) | | |
| Hématologie | | C. FOURNEL | | | D. WATRELOT-VIRIEUX (MCC) P. BELLI (MCA) D. PIN (MCA) | | L. POUDEUX |
| Médecine interne | | J.L. CADORE | | L. CHABANNE F. PONCE | M. HUGONNARD (MCC) | | I. BUBLOT C. ESCRIOU E. SEGARD |
| Imagerie Médicale | | | | | J. SONET (MCC) | | |
| DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES | | | | | | | |
| Zootéchnie, Ethologie et Economie Rurale | | M. FRANCK | | L. MOUNIER | | | |
| Nutrition et Alimentation | | | | D. GRANCHER L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON | | | |
| Biologie et Pathologie de Reproduction | F. BADINAND | | M. RACHAIL-BRETIN | S. BUFF P. GUERIN | A. C. LEFRANC | | |
| Pathologie Animaux de Production | P. BEZILLE | | T. ALOGNINOUBA | R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND | | | G. LESOBRE P. DEBARNOT D. LAURENT |
| DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES | | | | | | | |
| Physiologie/Thérapeutique | | | | J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN | | | |
| Biophysique/Biochimie | | E. BENOIT F. GARNIER | | | | | |
| Généétique et Biologie moléculaire | | G. KECK | F. GRAIN | V. LAMBERT | | | |
| Pharmacie/Oxicologie Législation du Médicament | | | P. JAUSSAUD P. BERNY | T. BURONFOSSE | | | |
| Langues | | | | | C. FARMER R. SULLIVAN | | |
| DEPARTEMENT HIPPIQUE | | | | | | | |
| Pathologie équine | | J.L. CADORE | | A. LEBLOND | | | |
| Clinique équine | | O. LEPAGE | | A. BENAMOU-SMITH | M. GLANGL | | E. MOREAU |
| Expertise nécropsique | | | C. FLEURY | | | | |

REMERCIEMENTS

A monsieur le professeur Roland ITTI,

De la faculté de médecine Claude-Bernard-Lyon1,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider notre jury de thèse,
Nos sincères remerciements.

A monsieur le professeur Eric VIGUIER,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Pour nous avoir proposé ce sujet et encadré ce travail,
Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance pour son aide, ses précieux conseils, sa patience, ainsi que de notre plus profond respect.

A monsieur le professeur Serge SAWAYA,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Qui a accepté avec enthousiasme de faire partie de notre jury,
Qu'il reçoive nos plus sincères remerciements.

Au docteur vétérinaire Thong LE QUANG,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,
Sans qui ce travail serait devenu un labeur sans fin,
Qu'il soit profondément remercié pour son aide précieuse, ses conseils, son immense patience, et qu'il soit assuré de notre plus grande reconnaissance.

Au docteur Benoît DENIZOT, pour son aide précieuse pour l'analyse des données,
A Chantal MASSE, pour sa patience et son aide pour que la soutenance de thèse ait lieu à cette date,

Merci.

A mes parents, pour tout leur amour et leur réconfort, leur patience, et pour m'avoir supportée moralement et financièrement durant toutes mes études, merci du fond du cœur ;

A mon père, pour m'avoir communiqué son amour des animaux ;

A ma mère, pour avoir relu et corrigé ce manuscrit ;

A mon frère, pour toute sa patience et notre complicité ;

A la mémoire de mes grands-parents paternels, qui me manquent beaucoup et que j'aurais aimé garder plus longtemps ;

A mes grands-parents maternels, pour tout leur amour et leur soutien,

A Julie, pour cette amitié de 11 ans, et qui m'a toujours soutenue dans la réalisation de notre rêve commun ;

A Sophie, pour tous les moments de joie, galère, travail studieux durant ce cursus vétérinaire, et à notre amitié ;

A Toilà, Skimo, Ophélie, Damien L., qui m'ont aidée, soutenue durant 4 ans dans les moments de joie comme dans les moments tristes et avec qui je partage une grande amitié. Merci de tout ce que vous m'avez apporté, je ne l'oublierai jamais ;

A Maëlle, Emeline, Lucie, Laure, Claire M., Claire I., Claire T., Chloé, Marion, Valérie, Bosome, Rémi, Cédric, Julie V., Pic, Romain, Gresco, Jérémy, Doeil toutes ces personnes formidables que j'ai rencontrées au cours de ces années passées au lycée du Parc et à l'ENVL ;

Au docteur vét. Jean-Philippe REBOUL qui a su me communiquer sa passion pour le métier de vétérinaire, et qui m'a fait partager son expérience durant tant de stages, qu'il en soit remercié ;

« tant que durera le jour je me rappellerai, et au plus profond de la nuit je me souviendrai ».

A Mistral et Nestor, 2 chiens formidables qui m'ont servi sans broncher de cobayes durant ces études, et qui m'ont toujours encouragée par leurs câlins et leur tendresse sans bornes ;

A mes inséparables, pour avoir fait râler toute ma famille, mes voisins, mes amis, mais qui auront mis de la gaîté (et du bruit !) dans ma vie.

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| LISTE DES FIGURES : | 10 |
| LISTE DES TABLEAUX : | 12 |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 14 |
| INTRODUCTION | 15 |
| CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE | 16 |
| <u>I. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA RESECTION DE LA TETE ET DU COL DU FEMUR.....</u> | <u>17</u> |
| A. <i>Etude anatomique de la hanche</i> | 17 |
| 1. Les os | 17 |
| 2. L'articulation coxo-fémorale | 18 |
| a. <i>les surfaces articulaires.....</i> | <i>18</i> |
| b. <i>Les moyens d'union.....</i> | <i>19</i> |
| c. <i>moyens de glissement</i> | <i>19</i> |
| 3. Les muscles..... | 19 |
| a. <i>Le muscle ilio-psoas</i> | <i>19</i> |
| b. <i>Les muscles fessiers.....</i> | <i>19</i> |
| c. <i>Les muscles pelviens profonds.....</i> | <i>22</i> |
| d. <i>Les muscles fémoraux.....</i> | <i>23</i> |
| 4. Vascularisation et innervation | 25 |
| a. <i>Vascularisation.....</i> | <i>25</i> |
| b. <i>Innervation.....</i> | <i>26</i> |
| B. <i>Etude biomécanique</i> | 28 |
| 1. Mouvements permis par l'articulation | 28 |
| 2. Approche mécanique de l'articulation coxo-fémorale. | 30 |
| C. <i>Principales indications de l'opération de résection de la tête et du col du fémur.....</i> | <i>33</i> |
| 1. <i>Maladie de Legg-Perthes-Calvé</i> | <i>33</i> |
| 2. <i>La dysplasie coxo-fémorale</i> | <i>36</i> |
| 3. <i>Les affections traumatiques de la hanche</i> | <i>43</i> |
| a. <i>luxation coxo-fémorale.....</i> | <i>43</i> |
| b. <i>fractures de la tête et du col du fémur.....</i> | <i>45</i> |
| c. <i>les fractures de l'acétabulum</i> | <i>46</i> |
| 4. <i>Arthrose coxo-fémorale</i> | <i>46</i> |
| D. <i>La technique opératoire</i> | 46 |
| 1. Description..... | 46 |
| a. <i>Voies d'abord.....</i> | <i>46</i> |
| b. <i>Section et retrait de la tête et du col du fémur</i> | <i>48</i> |
| c. <i>Sutures.....</i> | <i>48</i> |
| 2. Post-opératoire et résultats..... | 48 |
| a. <i>Soins post-opératoires et rééducation fonctionnelle.....</i> | <i>48</i> |
| b. <i>Résultats</i> | <i>50</i> |
| <u>II. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES TECHNIQUES D'ANALYSE DE LA MARCHE</u> | <u>55</u> |
| A. <i>Méthodes statiques</i> : | 55 |
| 1. Marquage au colorant des articulations : | 55 |
| 2. Mesure des forces s'exerçant sur les os et les tendons | 56 |
| B. <i>Méthodes dynamiques.....</i> | 56 |
| 1. l'EMG (Electromyographie) kinésiologique | 56 |
| 2. les études cinématiques | 57 |
| a. <i>L'observation directe :.....</i> | <i>57</i> |
| b. <i>La photographie :.....</i> | <i>57</i> |
| c. <i>La chronophotographie :.....</i> | <i>58</i> |

| | |
|---|-----------|
| d. La photographie partielle :..... | 58 |
| e. La cinématographie et la vidéographie :..... | 58 |
| f. La cinématique 2D/ 3D :..... | 59 |
| g. La goniométrie :..... | 59 |
| h. L'électrogoniométrie :..... | 59 |
| i. Le système opto-électronique Gaitway®..... | 60 |
| j. Le système GPS (Global Positionning System) :..... | 60 |
| 3. les études cinétiques | 60 |
| a. Les plateaux de force :..... | 61 |
| b. Les tapis de marche | 62 |
| C. Méthodes de mesure de l'énergie : | 62 |
| D. Utilisation des différents tapis de marche..... | 62 |
| 1. GaitMat® II | 63 |
| 2. GaitRite® | 63 |
| 3. Walkway® de Tekscan | 67 |
| E. Paramètres étudiés lors de la marche | 67 |
| CHAPITRE II : ETUDE CLINIQUE | 71 |
| <u>I- JUSTIFICATIF ET BUT DE L'ETUDE</u> | <u>72</u> |
| <u>II. MATERIEL ET METHODE</u> | <u>72</u> |
| A. Animaux..... | 72 |
| 1. Méthode de sélection des animaux | 72 |
| 2. Liste des animaux retenus pour l'étude..... | 72 |
| B. Système d'analyse..... | 73 |
| C. Méthodologie..... | 73 |
| <u>III. RESULTATS.....</u> | <u>75</u> |
| A. Paramètres intrinsèques à l'animal | 75 |
| 1- Race | 75 |
| 2. Age..... | 75 |
| 3. Poids..... | 76 |
| B. Résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour®..... | 76 |
| 1. Résultats pré-opératoires | 78 |
| 2. Résultats obtenus en période post-opératoire..... | 78 |
| a. Vitesse..... | 78 |
| b. Durée relative de l'appui..... | 79 |
| c. Pression maximale | 82 |
| d. Nombre de capteurs activés..... | 85 |
| <u>IV. DISCUSSION- COMPARAISON AVEC DES RESULTATS OBTENUS PAR</u> | <u>89</u> |
| <u>D'AUTRES METHODES</u> | <u>89</u> |
| A. Méthodologie..... | 89 |
| B. La race..... | 89 |
| C. L'âge des animaux | 90 |
| D. Poids des animaux | 90 |
| E. Affection..... | 90 |
| F. Résultats obtenus à partir du logiciel GAITFour®..... | 91 |
| 1. Etude des résultats préopératoires..... | 91 |
| 2. Etude des résultats post-opératoires | 92 |
| a. Ulysse | 92 |
| b. Jupiter..... | 93 |
| c. Lotus..... | 93 |
| d. Tarzan..... | 94 |
| e. Uba..... | 94 |
| f. Uxane..... | 95 |
| g. étude paramètre par paramètre..... | 95 |

| | |
|---|-----|
| <i>G- Conclusion-Comparaison des données obtenues dans l'étude aux données bibliographiques</i> | 97 |
| CONCLUSION..... | 99 |
| LISTE DES ANNEXES : | 107 |

LISTE DES FIGURES :

| | |
|--|----|
| <u>Fig.1</u> : Os coxal ----- | 17 |
| <u>Fig.2</u> : Extrémité proximale du fémur ----- | 18 |
| <u>Fig. 3</u> : vue après dissection de l'articulation scapulo-humérale ----- | 19 |
| <u>Fig. 4</u> : schéma des muscles fessiers (vue latérale)----- | 20 |
| <u>Fig. 5</u> : rôle des muscles fessiers ----- | 21 |
| <u>Fig. 6</u> : représentation schématique des muscles pelviens profonds du chien, et leur rôle ---- | 22 |
| <u>Fig.7</u> : muscles de la hanche ----- | 24 |
| <u>Fig.8</u> : vascularisation de la hanche gauche du chien, vue dorsale ----- | 25 |
| <u>Fig. 9</u> : système vasculaire intra-osseux du col et de la tête fémorale gauche ----- | 26 |
| <u>Fig. 10</u> : vue latérale schématique de la hanche montrant le trajet des différents nerfs ----- | 26 |
| <u>Fig. 11</u> : vue médiale schématique de la hanche montrant le trajet des différents nerfs ----- | 27 |
| <u>Fig.12</u> : Mouvements et principaux muscles mobilisateurs de la hanche ----- | 28 |
| <u>Fig. 13</u> : répartition des forces de réaction du sol dans l'espace ----- | 30 |
| <u>Fig. 14</u> : schéma résumant la pathologie de la maladie de LPC (théorie actuelle) ----- | 35 |
| <u>Fig. 15</u> : Schéma expliquant un ressaut d'Ortolani positif au niveau de l'articulation ----- | 38 |
| <u>Fig. 16</u> : position en hyperextension souhaitable pour une radiographie officielle de dysplasie coxo-fémorale ----- | 40 |
| <u>Fig.17</u> : mesure de l'angle de Norberg-Olsson ----- | 41 |
| <u>Fig 18</u> : Schéma de l'articulation de la hanche saine (A) avec alignement correct du grand trochanter, pointe de la hanche et de la fesse et lors de luxation crânio-dorsale coxo-fémorale (B) ----- | 43 |
| <u>Fig 19</u> : schéma des différents types radiographiques obtenus après RTCF ----- | 53 |
| <u>Fig. 20</u> : fusil photographique de Marey ----- | 57 |
| <u>Fig. 21</u> : exemples d'images obtenues par le procédé photographique ----- | 57 |
| <u>Fig. 22</u> : place des marqueurs sur un chien, et segments osseux ainsi définis ----- | 58 |
| <u>Fig. 23</u> : schéma d'un goniomètre manuel ----- | 59 |
| <u>Fig. 24</u> : schéma de fonctionnement du système Gaitway® chez le chien ----- | 60 |
| <u>Fig. 25</u> : Photographie et description d'un plateau de force ----- | 62 |
| <u>Fig. 26</u> : images de pas obtenues grâce au logiciel GAITMat® II ----- | 63 |
| <u>Fig.27</u> : schéma du système GAITRite® ----- | 64 |
| <u>Fig. 28</u> : capture d'écran obtenu avec le logiciel GAITRite® ----- | 64 |
| <u>Fig. 29 et 30</u> : photographies du tapis et de la boîte de transport ----- | 66 |
| <u>Fig. 31</u> : capture d'écran donné par le logiciel GAITFour® ----- | 66 |
| <u>Fig. 32</u> : utilisation du tapis Walkway® de Tekscan chez les animaux ----- | 67 |
| <u>Fig. 34</u> : schémas montrant les différentes phases du pas ----- | 67 |
| <u>Fig. 35</u> : décomposition des phases de la locomotion ----- | 68 |
| <u>Fig. 36</u> : schéma de la division de la phase d'appui d'un membre chez l'homme----- | 68 |
| <u>Fig. 37</u> : schéma récapitulant les différentes phase de la locomotion ----- | 69 |
| <u>Fig. 38</u> : schéma explicatif des différentes mesures prises sur une silhouette de chien ----- | 74 |
| <u>Fig. 39</u> : graphique représentant l'âge (exprimé en années) en fonction des différents animaux. ----- | 75 |
| <u>Fig. 40</u> : histogramme représentant le poids en fonction des animaux ----- | 76 |
| <u>Fig. 41</u> : évolution de la vitesse moyenne en fonction des animaux et du nombre de semaines post-opératoires ----- | 79 |
| <u>Fig. 42</u> : histogramme représentant l'évolution du ratio antérieurs/postérieurs en fonction des chiens et des semaines post-opératoires ----- | 80 |
| <u>Fig. 43</u> : histogramme représentant l'évolution de la symétrie gauche/droite en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal ----- | 81 |

| | |
|---|----|
| <u>Fig. 44</u> : histogramme représentant l'évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit en fonction de l'animal et du nombre de semaine post-opératoires ----- | 82 |
| <u>Fig. 45</u> : histogramme représentant le ratio antérieurs/postérieurs en fonction du nombre semaines post-opératoires pour chaque animal ----- | 83 |
| <u>Fig. 46</u> : histogramme représentant la symétrie gauche/droite en ce qui concerne la pression maximale en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal ----- | 84 |
| <u>Fig. 47</u> : histogramme représentant l'évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit (pression maximale) en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal ----- | 85 |
| <u>Fig. 48 et 48bis</u> : histogrammes représentant la pression maximale sur le membre opéré en fonction du nombre de semaines post-opératoires ----- | 86 |
| <u>Fig. 49</u> : histogramme représentant l'évolution du ratio antérieurs/postérieurs (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque chien --- | 87 |
| <u>Fig. 50</u> : histogramme représentant l'évolution de la symétrie gauche/droite (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal - | 88 |

LISTE DES TABLEAUX:

| | |
|---|----|
| <u>Tabl. 1</u> : muscles innervés par les différents nerfs de la région de la hanche ----- | 27 |
| <u>Tabl. 2</u> : valeurs des forces musculaires s'exerçant sur l'articulation coxo-fémorale, exprimées en pourcentage du poids du corps, obtenues après optimisation selon l'un ou l'autre des critères ----- | 32 |
| <u>Tabl. 3</u> : valeurs de la force de réaction articulaire coxo-fémorale selon les trois axes du repère, exprimées en pourcentage du poids corporel lors de l'appui ----- | 32 |
| <u>Tabl. 4</u> : les différents stades de dysplasie, avec la valeur de l'angle de Norberg-Olsson et les anomalies radiographiques associés ----- | 41 |
| <u>Tabl. 5</u> : Plan idéal de traitement physiothérapique après RTCF ----- | 50 |
| <u>Tabl. 6</u> : tableau récapitulatif des animaux étudiés avec leur race, pathologie et date d'opération ----- | 72 |
| <u>Tabl. 7</u> : Tableau récapitulatif des mesures prises sur l'animal ----- | 74 |
| <u>Tabl. 8</u> : répartition du nombre d'animaux par race ----- | 75 |
| <u>Tabl. 9</u> : Répartition des chiens de l'étude en fonction de l'âge (exprimé en années) ----- | 75 |
| <u>Tabl. 10</u> : récapitulatif des tests par chien et par date d'obtention post-RTCF ----- | 77 |
| <u>Tabl. 11</u> : résultats obtenus en période pré-opératoire pour les chiens du groupe 1 ----- | 78 |
| <u>Tabl. 12</u> : vitesse moyenne (exprimée en cm/s) pour les différents chiens en période post-opératoire ----- | 78 |
| <u>Tabl. 13</u> : évolution de la durée relative de l'appui sur le membre opéré ----- | 79 |
| <u>Tabl. 14</u> : évolution de la durée relative de l'appui sur le membre postérieur controlatéral ----- | 80 |
| <u>Tabl. 15</u> : évolution du ratio antérieurs/postérieurs en fonction des animaux et du nombre de semaines post-opératoires ----- | 80 |
| <u>Tabl. 16</u> : évolution de la symétrie gauche/droite en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal. ----- | 81 |
| <u>Tabl. 17</u> : évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit en fonction de l'animal et du nombre de semaine post-opératoires ----- | 81 |
| <u>Tabl. 18</u> : évolution de la pression maximale sur le membre opéré en fonction des animaux et du nombre de semaines post-opératoires ----- | 82 |
| <u>Tabl. 19</u> : ratio pression maximale sur le membre opéré/ poids pour chaque animal en fonction du nombre de semaines post-opératoires ----- | 82 |
| <u>Tabl. 20</u> : évolution du ratio antérieurs/postérieurs en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal ----- | 83 |
| <u>Tabl. 21</u> : évaluation de la symétrie gauche/droite (pression maximale) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal ----- | 83 |
| <u>Tabl. 22</u> : évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit (pression maximale) en fonction du nombre de semaines psot-opératoires et de l'animal ----- | 84 |
| <u>Tabl. 23</u> : évolution du nombre de capteurs activés par le membre opéré de chaque chien en fonction du nombre de semaines post-opératoires ----- | 85 |
| <u>Tabl. 24</u> : évolution du ratio membres antérieurs/postérieurs en fonction de l'animal et du nombre de semaines post-opératoires ----- | 86 |
| <u>Tabl. 25</u> : évolution de la symétrie gauche/droite (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal ----- | 87 |
| <u>Tabl. 26</u> : évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal ----- | 88 |
| <u>Tabl. 27</u> : récapitulatif simplifié des intervalles de paramètres de référence obtenus grâce au système d'analyse de la marche GAITFour® pour des chiens sains de grande taille ----- | 91 |

Tabl. 28 : tableau montrant l'évolution des paramètres de la marche de Tarzan au cours des semaines post-opératoires, et les valeurs usuelles -----94

LISTE DES ABREVIATIONS

- ✓ Ant. : antérieur(e).
- ✓ D. : droit(e).
- ✓ D. E. A. : Diplôme d'Etudes Approfondies.
- ✓ EMG : électromyographie.
- ✓ ENVL : Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.
- ✓ G. : gauche.
- ✓ GR : Golden Retriever.
- ✓ L.P.C. : Legg-Perthes-Calvé.
- ✓ M.: muscle.
- ✓ Max. : maximal (e).
- ✓ Mm.: muscles.
- ✓ OCD : ostéochondrose dissécante.
- ✓ O.F.A. : Orthopedic Foundation for Animals.
- ✓ PD : postérieur droit.
- ✓ PG : postérieur gauche.
- ✓ Pré-op : pré-opératoire.
- ✓ Post. : postérieur(e).
- ✓ Post-op. : post-opératoire.
- ✓ RTCF : résection de la tête et du col du fémur.
- ✓ Sem. : semaines.

INTRODUCTION

Chez tous les quadrupèdes, la marche met en jeu le système musculo-squelettique, dont les articulations, et plus particulièrement la hanche (ou articulation coxo-fémorale). Les affections de celle-ci ont de graves répercussions sur la locomotion de l'animal, qui sont parfois visibles à l'œil nu. On peut alors observer des signes de douleur : plaintes, dysorexie, manque d'entrain, et essentiellement des boiteries.

Chez le chien les affections de la hanche sont particulièrement invalidantes.

En 1958 SPREULL introduit en médecine vétérinaire une méthode de traitement de ces affections coxo-fémorales : la résection de la tête et du col du fémur. Elle eut alors un succès immédiat et durable. Malheureusement nous ne connaissons pas la répercussion et la compensation sur les autres membres après cette intervention.

Notre étude a pour but d'évaluer l'évolution de la locomotion chez le chien après une résection de la tête et du col du fémur à l'aide d'un système d'étude de la marche de type GAITFour®. Il permet de mesurer les différents appuis pendant une séquence de la marche.

Dans la première partie, nous étudierons la résection de la tête et du col du fémur : l'aspect anatomique de la hanche, puis les indications d'une telle opération, son déroulement et enfin ses résultats histologiques et radiographique. Puis seront détaillées les différents moyens d'étude de la marche et surtout les tapis de marche.

Dans une deuxième partie, nous rendrons compte de notre étude : le but, le matériel d'étude, la méthode utilisée, les résultats obtenus et une discussion s'appuyant sur les données bibliographiques actuelles.

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA RESECTION DE LA TÊTE ET DU COL DU FÉMUR

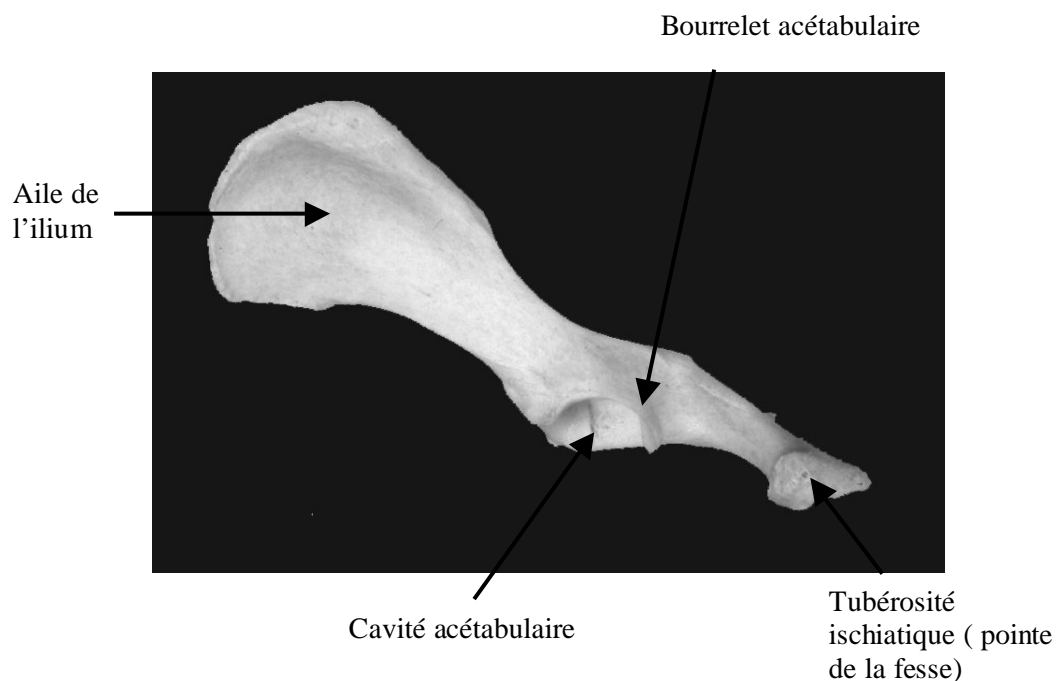
A. Etude anatomique de la hanche

La hanche est une articulation synoviale de type sphéroïde qui unit le fémur à l'os coxal. Nous étudierons successivement les os, l'articulation en elle-même, et enfin les muscles.

I. Les os

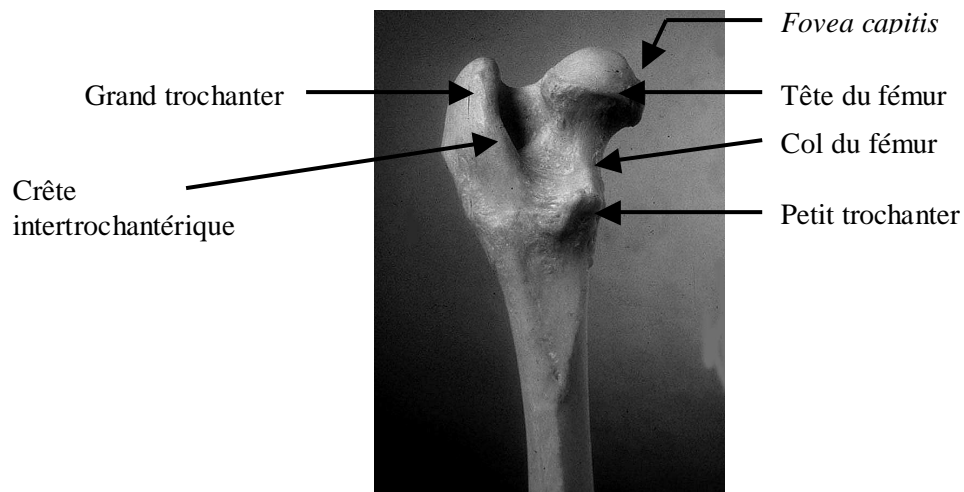
Les os participant à la formation de l'articulation coxo-fémorale sont au nombre de deux : le coxal portant l'acétabulum et le fémur.

Fig.1 : Os coxal (11)



(crédit photographique : Serge SAWAYA)

Fig.2 : Extrémité proximale du fémur (11)

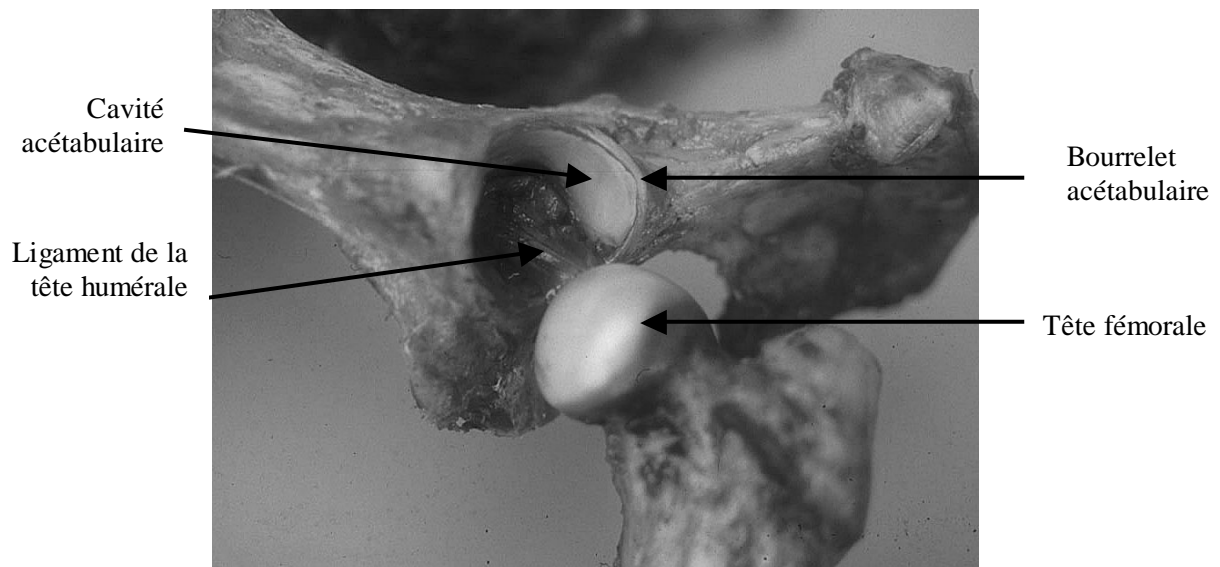


(crédit photographique : Serge SAWAYA)

2. L'articulation coxo-fémorale

(2), (49)

Fig. 3 : vue après dissection de l'articulation coxo-fémorale



(crédit photographique : Serge SAWAYA)

a. les surfaces articulaires

Elles sont représentées par la cavité acétabulaire pour l'os coxal et la tête fémorale.

La cavité acétabulaire ou acétabulum a une forme de sphère creuse dont les parois forment la surface semi-lunaire, et le fond la fosse d'insertion ligamentaire. Il est important de noter que cet acétabulum est normalement profond et large.

La surface semi-lunaire est la surface de contact avec la tête du fémur.

Sur le bord, formant un anneau fibro-cartilagineux complet, se trouve le bourrelet acétabulaire. En regard de l'incisure acétabulaire, il constitue un pont fibreux, ce qui délimite un petit orifice. Ce dernier, qui est rempli de tissu conjonctivo-adipeux, permet le passage de petits rameaux vasculaires et nerveux destinés à la membrane synoviale et à la tête du fémur. Chez l'être humain, l'épaisseur de ce bourrelet acétabulaire est très importante et s'il n'est pas assez épais, il peut provoquer la maladie dite « du bourrelet acétabulaire ».

La tête du fémur est une sphère pleine, qui répond donc à la cavité de l'acétabulum. Elle est portée par un col qui est très bien différencié. A son sommet se trouve une fossette d'insertion ligamentaire en dépression, la *fovea capitis*.

b. Les moyens d'union

Ils sont au nombre de deux :

- **la capsule articulaire** : elle s'attache à la face externe du bourrelet acétabulaire et sur le col du fémur. Elle forme donc un vaste et solide manchon engainant le bourrelet et la tête fémorale.

- **Le ligament de la tête fémorale** : court et très fort, il joint la *fovea capitis* à la fosse d'insertion acétabulaire. Il limite l'abduction exagérée du membre, et en s'enroulant sur lui-même en flexion et en extension, il s'oppose à la subluxation de la tête fémorale en hyperflexion et en hyperextension.

c. moyens de glissement

Il s'agit de la synoviale coxo-fémorale, qui est vaste et profonde.

3. Les muscles

(3), (49)

a. Le muscle ilio-psoas

Il est formé par l'union du muscle iliaque et de la terminaison du muscle grand psoas.(3) Il s'insère sur le fémur et permet la flexion de la hanche et donc l'embranchée du terrain par les membres pelviens.

b. Les muscles fessiers

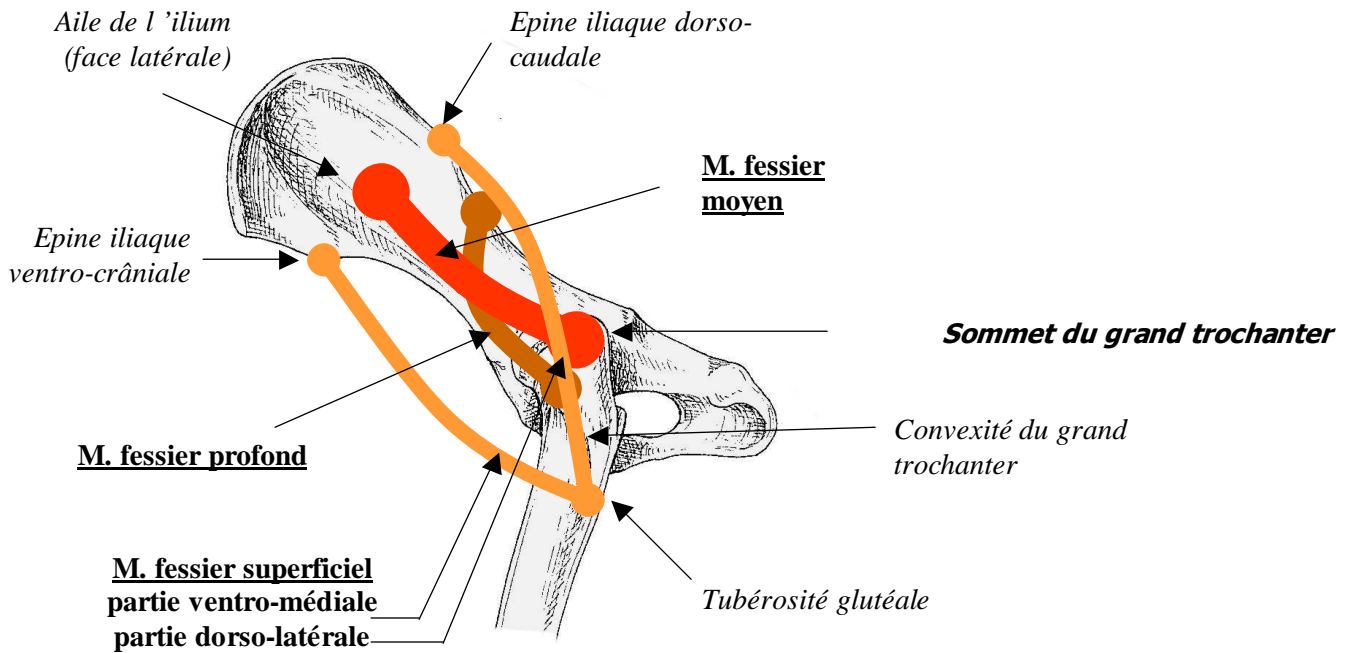
On en dénombre trois chez le chien :

✓ ***Le muscle fessier superficiel*** : il est mince et plat avec une partie charnue et une autre aponévrotique, et divisé en deux parties : une partie crâniale s'attachant sur la tubérosité glutéale et sur l'épine iliaque ventro-crâniale, et une partie « dorso-médiale » ayant ses attaches sur la tubérosité glutéale et sur l'épine iliaque dorso-caudale (elle recouvre donc le grand trochanter).

✓ ***Le muscle fessier moyen*** : c'est le plus développé et le plus puissant. Il s'attache sur la crête iliaque et la face glutéale de l'aile de l'ilium pour se terminer par un fort tendon sur le sommet du grand trochanter. Dans l'espèce canine, il recouvre le fessier profond.

✓ *Le muscle fessier profond* : il recouvre la partie crâniale de la capsule articulaire coxo-fémorale. Il est formé d'une partie charnue s'insérant en éventail le long du col de l'ilium jusqu'à l'épine sciatique et se terminant par un tendon sur la convexité du grand trochanter.

Fig. 4 : schéma des muscles fessiers (vue latérale) (50)



Ces muscles ont un rôle dans la stabilisation et la mobilisation de l'articulation coxo-fémorale. Leur principal rôle se situe dans le plan sagittal : ils permettent l'extension de la hanche. Dans les plans frontal et horizontal, ils prennent une part importante respectivement dans l'abduction et la rotation interne de la hanche.

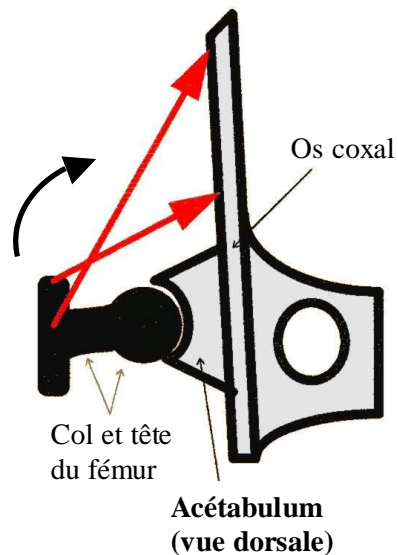
Le muscle fessier moyen intervient plus particulièrement dans l'extension de la hanche et le fessier superficiel (bande caudale) dans l'abduction.

Fig. 5 : rôle des muscles fessiers (50)



1- Dans le plan sagittal : ce sont des **extenseurs de la cuisse** (maintien de l'angle de la hanche en statique).
Fessier moyen ++

2- Dans le plan frontal : ils sont **abducteurs de la cuisse** : **Fessier profond ++** et fessier superficiel (bande dorso-latérale)



3- Dans le plan horizontal : ils sont **rotateurs internes de la cuisse** : **Fessier profond ++** et bande crâniale du fessier superficiel

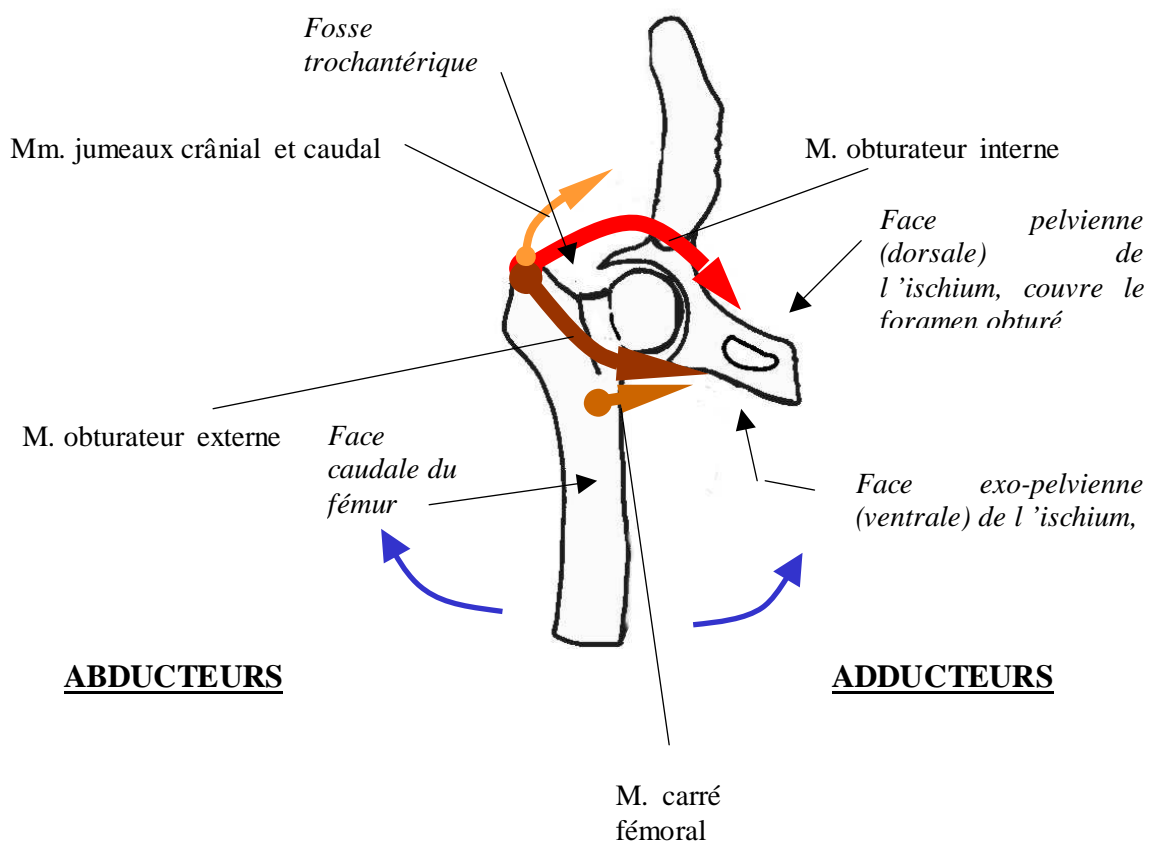
Lors de la chirurgie il est important de ne pas les léser, car sinon ils s'atrophient très rapidement et, du fait de leur rôle important dans la locomotion, les animaux mettent plus de temps pour récupérer en période post-chirurgicale.

c. Les muscles pelviens profonds

Ils sont essentiels pour la stabilité de l'articulation coxo-fémorale. En effet, ils sont riches en terminaisons proprioceptives, et assurent donc les réajustements posturaux permanents de la hanche tant en position statique qu'en mouvement.

Les muscles s'attachant dorsalement à l'articulation, c'est-à-dire l'obturateur interne et les muscles jumeaux du bassin (le muscle piriforme ayant un rôle accessoire des fessiers), sont abducteurs. Les muscles s'attachant ventralement, c'est-à-dire l'obturateur externe et le carré fémoral, sont plutôt des adducteurs. Tous ces muscles ont un rôle en commun : ce sont des rotateurs externes du fémur par rapport au coxal.

Fig. 6 : représentation schématique des muscles pelviens profonds du chien, et leur rôle (50)



d. Les muscles fémoraux

Ces muscles agissent soit sur le genou, soit sur la hanche, soit sur les deux. Nous ne citerons que ceux ayant une action sur la hanche.

✓ ***Muscle tenseur du fascia lata*** : lors de phase de soutien, il agit en synergie avec le muscle ilio-psoas dans la protraction du membre pelvien, en permettant la flexion de la hanche, ce qui tire la cuisse crânialement.

✓ ***Le muscle droit de la cuisse*** : il prend origine au niveau du corps de l'ilium, juste en avant de l'acétabulum grâce à un tendon, et se termine sur la patella. En synergie avec le muscle ilio-psoas, et le tenseur du fascia lata, il permet la flexion coxo-fémorale lors de la première moitié de la phase de soutien.

L'association des muscles tenseur du fascia lata, ilio-psoas et droit de la cuisse permet la protraction du membre et l'engagement des membre pelviens sous le ventre, donc en avant.

✓ ***Les muscles fémoraux médiaux : sartorius, gracile et pectiné***

Ces muscles permettent surtout l'adduction du membre pelvien. Intervenant essentiellement lors de la phase d'appui du membre, ils permettent de poser le pied sous le corps de l'animal.

✓ ***Les muscles fémoraux caudaux (biceps fémoral, semi-tendineux et semi-membraneux)*** : ce sont des extenseurs de la hanche lors de la phase d'appui (action synergique avec les fessiers). Les faisceaux les plus crâniaux du biceps fémoral, et la bande crâniale du semi-membraneux permettent, avec le fessier moyen, une rétraction du membre pelvien.

Ils interviennent également dans les mouvements rotatoires et latéraux de l'articulation coxo-fémorale.

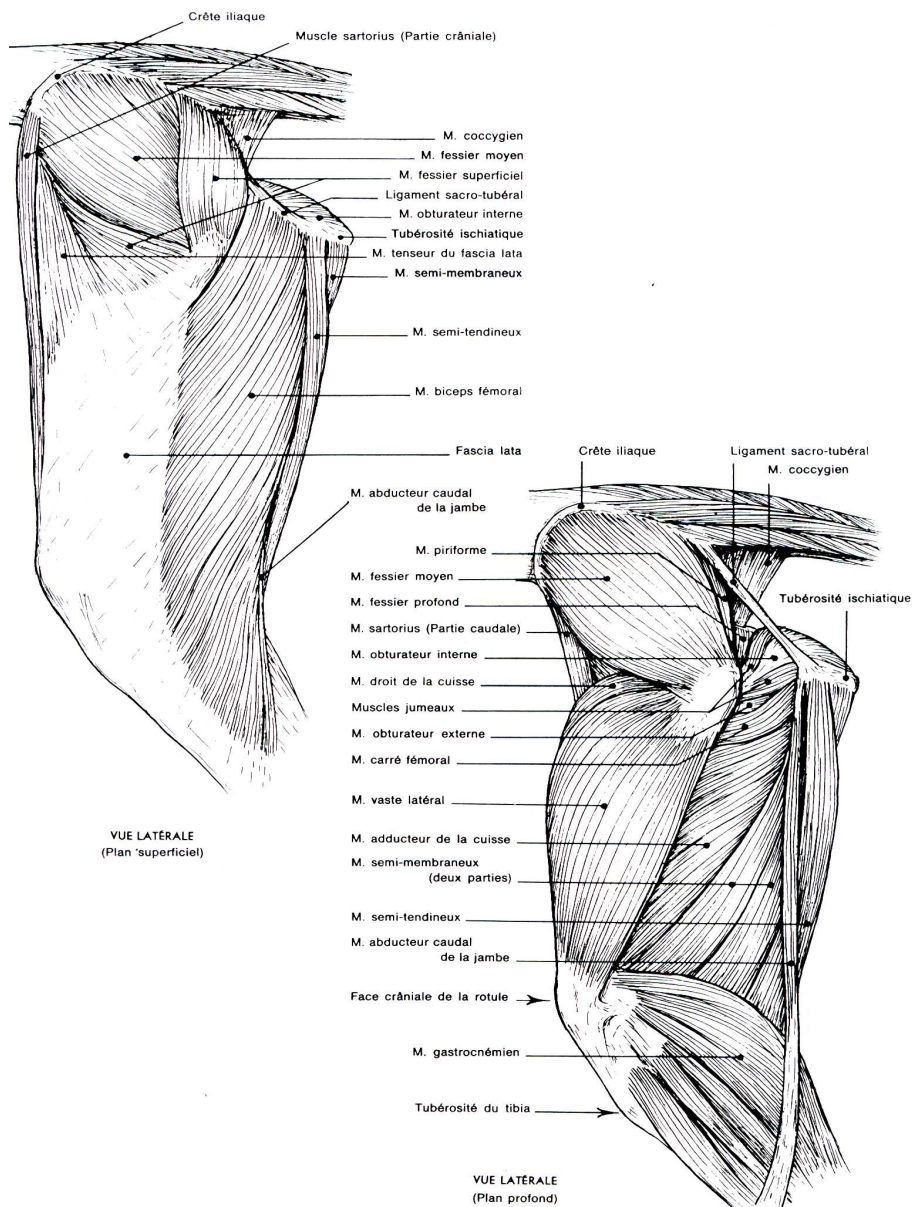
Ces muscles, en association avec le muscle fessier moyen permettent l'extension de la hanche, et la rétraction du membre pelvien lors de la phase d'appui.

✓ ***Les muscles adducteurs de la cuisse*** : ils sont au nombre de deux chez le chien : le court et le grand adducteur de la cuisse.

Chez le chien existe également un ***muscle articulaire de la hanche***. C'est une très petite bande charnue qui est plaquée contre la partie crâniale de la capsule articulaire. Son rôle est principalement d'augmenter et de renforcer la tonicité de la capsule articulaire.

En tout 22 muscles agissent directement ou indirectement sur la hanche.

Fig.7 : muscles de la hanche (4)



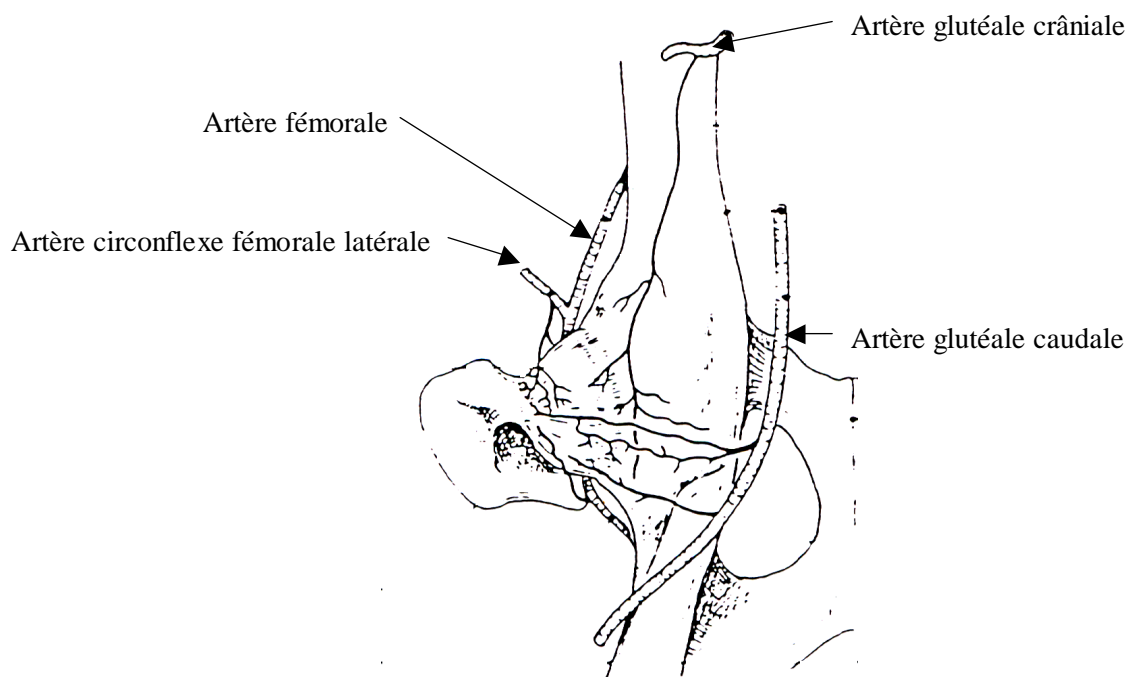
4. Vascularisation et innervation

a. Vascularisation

(6), (8), (46)

Les artères qui irriguent la région coxo-fémorale sont issues principalement des artères glutéales (crânielles et caudales), ainsi que des artères circonflexes fémorales latérale et médiale. L'artère ilio-lombaire émet également quelques rameaux.

Fig .8: vascularisation de la hanche gauche du chien, vue dorsale. (6)



L'irrigation de la tête et du col du fémur est réalisée grâce à deux réseaux : un extra-osseux et un intra-osseux.

Le réseau extra-osseux est composé :

a. d'un *anneau vasculaire extra-capsulaire*, lui-même issu des branches anastomotiques des artères circonflexes latérale et médiale, ainsi que des artères glutéales crâniale et caudale, et de l'artère obturatrice. Il se place autour de l'insertion de la capsule articulaire sur le fémur.

b. Les *artères ascendantes du col* : elles réalisent la jonction entre l'anneau vasculaire extra-capsulaire et l'anneau intra-capsulaire. Après avoir traversé la membrane articulaire, elles remontent le long du col fémoral entre l'os et la membrane synoviale, pour se jeter dans :

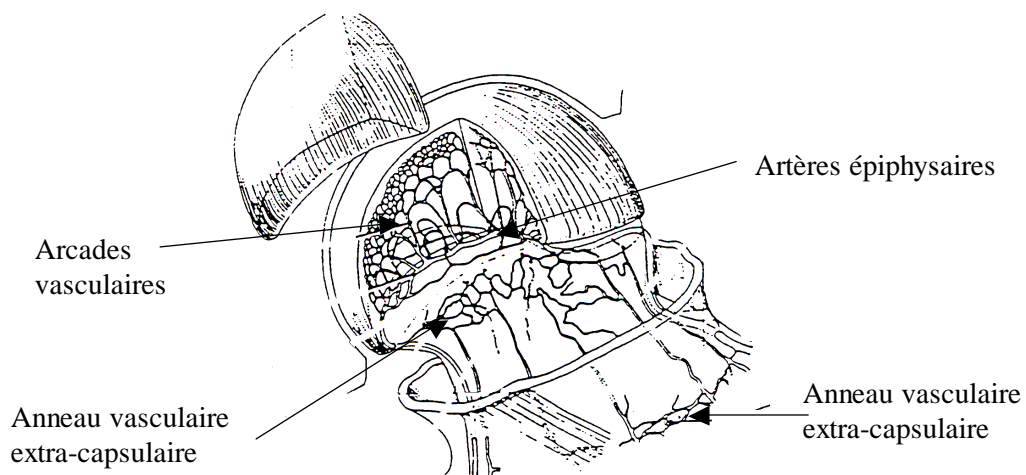
c. L'*anneau vasculaire intra-capsulaire* : il se situe aux marges du cartilage articulaire, et est souvent incomplet caudalement.

d. Les *artères capsulaires* : elles sont issues des artères circonflexes, et de l'artère glutéale caudale.

Pour ce qui est du réseau intra-osseux la tête du fémur, la métaphyse proximale, le col du fémur et le grand trochanter sont irrigués de façon classique, c'est-à-dire par des artères rentrant par un trou nourricier. L'épiphyse proximale est irriguée quant à elle par des arcades artérielles provenant de l'anneau vasculaire intra-capsulaire.

L'acétabulum est irrigué par la principale artère nourricière de l'ilium qui est issue de l'artère ilio-lombaire. Le bord acétabulaire bénéficie secondairement de fines anastomoses des artères circonflexes fémorales et glutéales.

Fig. 9: système vasculaire intra-osseux du col et de la tête fémoraux gauche (8)



b. Innervation

(8), (46)

L'innervation de la région de la hanche est assurée par quatre nerfs principaux : les nerfs fémoral, obturateur, sciatique, et glutéaux.

Fig. 10: vue latérale schématique de la hanche montrant le trajet des différents nerfs (8)

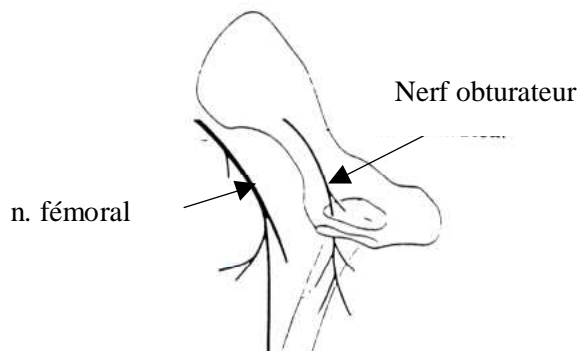
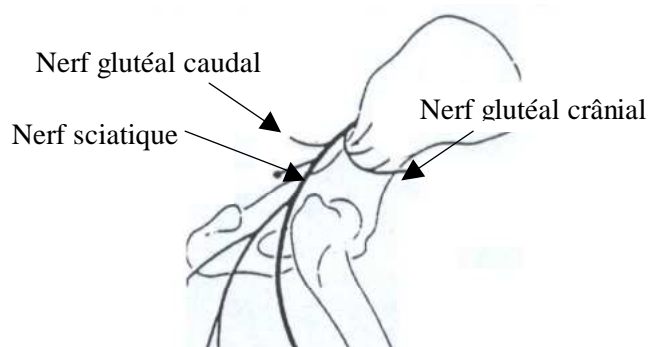


Fig. 11 : vue médiale schématique de la hanche montrant le trajet des différents nerfs (8)



Tabl. 1 : muscles innervés par les différents nerfs de la région de la hanche (8)

| <i>Nom du nerf</i> | <i>Muscles innervés</i> |
|--------------------|---|
| n. glutéal crânial | Fessiers moyen et profond Tenseur du fascia lata |
| n. glutéal caudal | Fessier superficiel |
| n. sciatique | Jumeaux Obturateur interne Biceps fémoral Semi-membraneux Semi-tendineux |
| n. fémoral | Ilio-psoas Quadriceps fémoral |
| n. saphène | Sartorius (partie crâniale et caudale) |
| n. obturateur | Obturateur externe Grand adducteur Pectiné Adducteurs long et court Gracile |

Le nerf sciatique : il est issu des racines nerveuses de L5 à S2. Après son émergence de la grande échancrure sciatique il chemine entre les muscles fessiers moyen et profond, puis contourne l'articulation de la hanche. Au niveau de cette dernière il émet des rameaux sensitifs pour la partie caudale de la capsule articulaire. Il donnera ensuite naissance à des rameaux qui innervent les muscles obturateur interne, jumeaux, carré fémoral puis ischio-tibiaux.

Il a une position très proche de l'articulation coxo-fémorale : il est très important lors de toute chirurgie sur cette articulation de bien faire attention à ce nerf, sinon on aura des lésions, ce qui entraînera des anomalies fonctionnelles importantes (le nerf sciatique est responsable de la flexion de la cuisse, du pied et des orteils).

B. Etude biomécanique

I. Mouvements permis par l'articulation

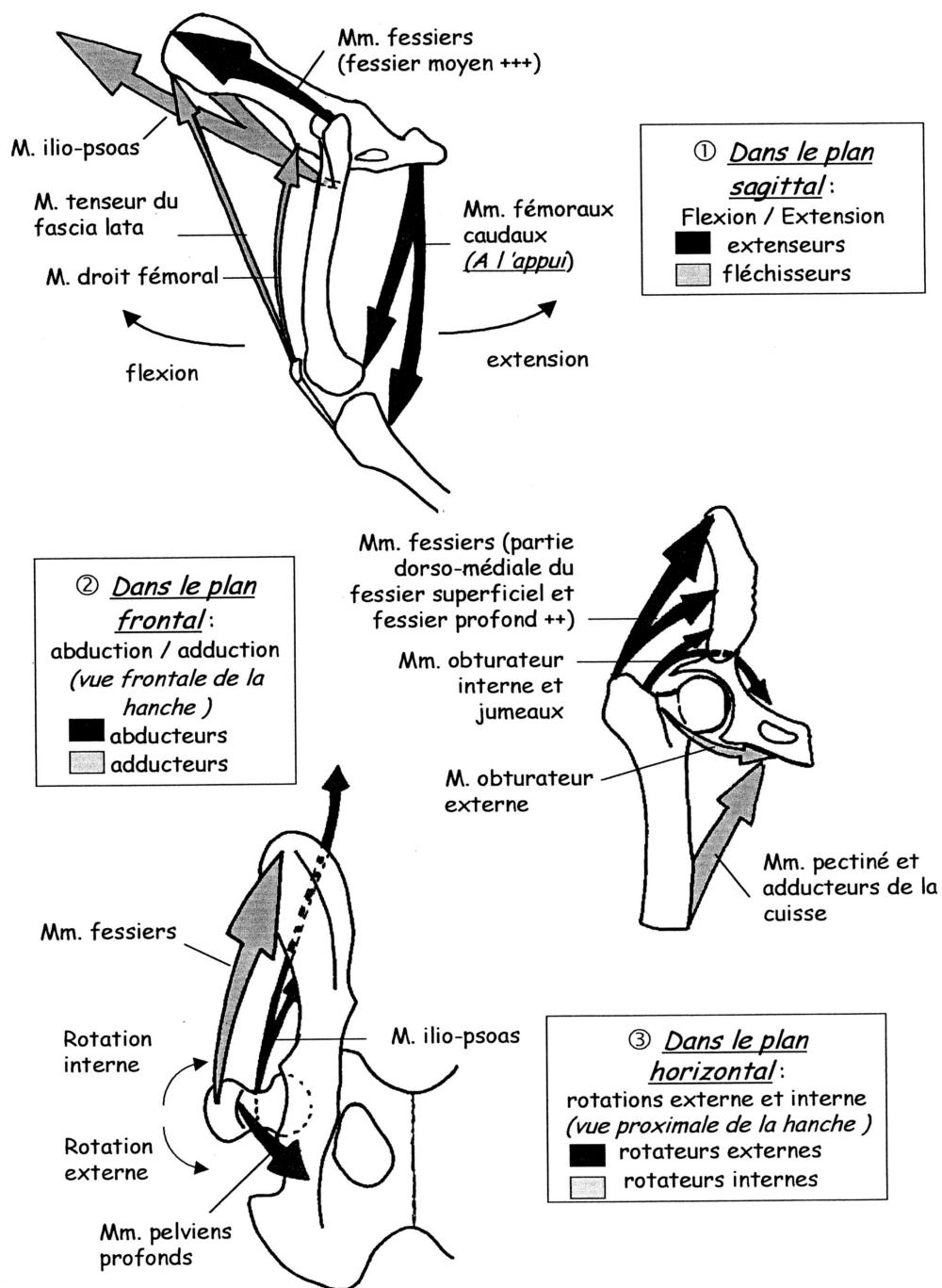
(42), (47), (48), (49)

L'articulation étant sphéroïde les mouvements permis sont :

- dans le plan sagittal : la flexion (l'extrémité distale du fémur est déportée en direction crânio-dorsale et un peu en dehors) et l'extension (les mouvements sont inversés par rapport à précédemment) ;
- dans le plan frontal : l'abduction (le rayon osseux s'éloigne du plan médian de l'articulation) et l'adduction (le rayon osseux se rapproche du plan médian de l'articulation),
- dans le plan horizontal : la rotation externe ou interne du fémur autour de son axe.

L'association de tous ces mouvements est la circumduction, qui est relativement limitée chez les quadrupèdes, et donc chez le chien.

Fig.12: Mouvements et principaux muscles mobilisateurs de la hanche (47)



L'angle coxo-fémoral varie entre 100 et 107° avec une valeur moyenne de 105° (41). En position de référence ventro-dorsale pour la radiographie des hanches, la partie distale du fémur est portée crânialement et latéralement. On ne peut pas qualifier cette position de flexion ni d'abduction car c'est la position à partir de laquelle on définit ces mouvements. Par ailleurs, R. METADIER (43) a constaté que dans cette position, la partie distale du membre pelvien, à partir du genou, se trouve dans un plan vertical qui forme avec le plan médian un

angle à sommet crânial. Sa mesure varie d'un chien à l'autre de 0 à 8° avec une moyenne de 6°. Les phalanges ne se trouvent pas dans ce plan.

L'auteur a également déterminé, à partir de radiographie et d'un modèle mathématique, l'angle d'inclinaison que forme le fémur avec la verticale sur une projection crânio-dorsale. Il l'a appelé l'angle de déviation latérale du fémur. Les valeurs oscillent entre 7 et 11°, la moyenne étant de 9° (10° pour RISER (56)).

Un autre angle est important à mesurer : l'angle cervico-diaphysaire. Il est formé par l'axe du col fémoral et celui de la diaphyse fémorale. Il est normalement de 135°, un angle plus grand traduisant un état de coxa valga, et un angle inférieur un coxa vara.

L'articulation coxo-fémorale est organisée de façon à transmettre les poussées du membre pelvien à la ceinture pelvienne, qui est elle-même solidement réunie à la colonne vertébrale. Cette articulation sera à l'équilibre fonctionnel lorsque les forces s'exerçant sur elle se neutraliseront, tant en direction qu'en valeur absolue (première loi de Newton).(54)

2. Approche mécanique de l'articulation coxo-fémorale.

(21), (41), (52)

On peut définir des forces extrinsèques et intrinsèques s'exerçant sur l'articulation de la hanche:

- **forces extrinsèques** : ce sont le poids (au sens physique du terme) du corps, la force et son moment de réaction de l'articulation sacro-pelvienne, et la réaction du sol.

Le poids est une force de direction verticale, orientée vers le sol. Sa valeur est proportionnelle à la masse du corps, et elle est répartie sur les quatre membres de l'animal.

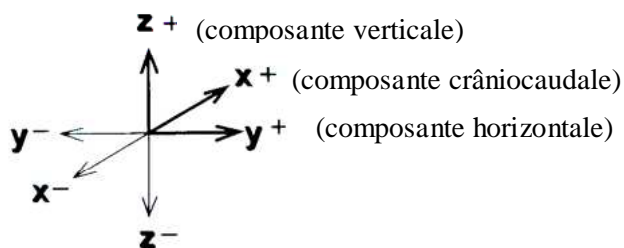
Les réactions du sol sont quant à elles transmises par le squelette du membre pelvien jusqu'à l'articulation coxo-fémorale (forces ascendantes). Elles résultent du positionnement de la patte du chien sur le sol lors de la locomotion, et représentent, en valeur absolue, la sommation des forces du tronc et du membre transmises par le membre au sol (en terme de vecteur les forces de réaction du sol sont l'inverse des forces de l'ensemble membre+tronc). Ces forces mesurent donc la fonction du membre, mais ne sont absolument pas spécifiques de la fonction d'une articulation particulière.(21)

Il existe trois forces de réaction du sol, et leur direction est verticale (F_z), crâniocaudale (F_y), et médiolatérale (F_x). Le maximum de la valeur des forces verticale et crâniocaudale est évalué comme une mesure objective de la fonction du membre, ces forces étant assimilées aux impulsions verticales et crâniocaudales lors de la phase d'appui.

La force verticale mesure plus directement le poids porté par le membre, et a la plus grande valeur absolue par rapport aux autres forces. Elle est diminuée par rapport à sa valeur normale quand une boiterie est présente.

La composante crâniocaudale est utilisée pour quantifier les forces du membre jouant un rôle dans la progression de l'animal. Son signe, négatif ou positif, définit les phases de freinage et de propulsion. Pour les membres postérieurs, 35% de la phase d'appui est utilisé pour le freinage, et 65% pour la propulsion. La boiterie, si elle est modérée à sévère, peut causer une réduction de l'amplitude de cette force.

Fig. 13 : répartition des forces de réaction du sol dans l'espace (21)



Il est intéressant de noter que les pics de la composante verticale de ces forces et de l'impulsion sont inversement proportionnels à la taille de l'animal, c'est-à-dire que les chiens de grande taille ont des forces maximales moins importantes, en pourcentage du poids du corps, que les chiens de petite taille. Par contre la durée de la phase d'appui augmente avec la taille de l'animal. (21)

L'influence de la taille, de la morphologie et de l'activité physique de l'animal sur la locomotion est incomplètement décrite, mais on sait qu'elle est non négligeable. C'est pourquoi il faut toujours réaliser les études de la locomotion canine avec des groupes homogènes du point de vue de la morphologie et de l'activité physique.

D'autres paramètres ont une influence sur la valeur de ces forces de réaction : le manipulateur (la personne tenant la laisse du chien), le nombre d'essais, et des variations inhérentes à l'animal.

Ces forces, seules, ont sur l'articulation une action fléchissante, et dans une moindre mesure abductrice.

- **forces intrinsèques** : elles s'opposent directement à la flexion et à l'abduction pour équilibrer le système. Ce sont des forces d'origine musculaire et articulaire (hanche et genou principalement).

De nombreux auteurs depuis les années 1970 se sont appliqués à décrire de façon physique et mécanique la hanche du chien (l'intérêt pour cet animal étant son utilisation comme modèle pour la description de la hanche humaine). Il est très difficile de déterminer les forces s'exerçant in vivo sur une articulation pendant la marche alors qu'elle est en mouvement permanent. Par ailleurs il est également impossible, à l'heure actuelle, de savoir avec précision quels muscles ont une action à chaque temps de la marche, et donc de donner une expression de la force qu'ils exercent tant au point de vue vecteur qu'au point de vue valeur.

ARNOCZKY et TORZILLI (1) ont proposé en 1981 un modèle en deux dimensions, ne décrivant qu'incomplètement les forces s'exerçant sur la hanche.

SHAHAR et BANKS-SILLS (53), dans une étude publiée en 2002 ont essayé de décrire les forces musculaires s'exerçant sur l'articulation coxo-fémorale pendant la phase d'appui dans un repère à trois dimensions, ayant son origine au centre du genou, et ses trois axes dirigés vers le côté latéral pour l'axe des x, crânialement pour l'axe des y et dorsalement pour celui des z. Ils ont choisi l'instant précis où le membre prend appui sur le sol, car c'est le moment où le système formé par le membre postérieur et le pelvis est à l'équilibre, et que la composante verticale de la force de réaction du sol est maximale.

Après modélisation physique, réalisation d'équations, et résolution par la méthode d'optimisation (elle consiste à sélectionner, à l'aide d'un programme informatique, une solution parmi plusieurs satisfaisant aux contraintes de l'équilibre ; cette solution doit satisfaire certains critères physiologiques maximisant ou minimisant une fonction objective) avec deux critères d'exclusion, c'est-à-dire la minimisation de la somme des forces musculaires (critère (1)), et la minimisation des pressions maximales des muscles (critère (2)), on obtient le tableau suivant :

Tabl. 2: valeurs des forces musculaires s'exerçant sur l'articulation coxo-fémorale, exprimées en pourcentage du poids du corps, obtenues après optimisation selon l'un ou l'autre des critères. (53)

| Muscle | Valeur de la force musculaire (% poids corporel) obtenue avec le critère (1) | Valeur de la force musculaire (% poids corporel) obtenue avec le critère (2) |
|---|--|--|
| m. glutéal (fessier) superficiel | 0.87 | 0 |
| m. glutéal (fessier) moyen | 17.66 | 0 |
| m. glutéal (fessier) profond | 0 | 16.30 |
| m. piriforme | 3.59 | 0 |
| m. tenseur du fascia lata (partie crâniale) | 3.82 | 0 |
| m. tenseur du fascia lata (partie caudale) | 1.76 | 0 |
| m. sartorius crânial | 0 | 0 |
| m. sartorius caudal | 0.97 | 0 |
| m. droit fémoral | 15.28 | 3.2 |
| m. biceps fémoral | 23.54 | 29.09 |
| m. crural caudal | 0 | 0 |
| m. semi-membraneux | 9.08 | 0 |
| m. semi-tendineux | 0 | 0 |
| m. gracile | 0 | 0 |
| m. long adducteur | 0 | 0 |
| m. obturateur interne | 0.32 | 0 |
| m. obturateur externe | 2.14 | 0 |
| m. jumeaux | 1.54 | 0 |
| m. quadriceps fémoral | 2.23 | 0 |
| m. de l'articulation coxo-fémorale | 0.14 | 0 |
| m. iliopsoas | 0.67 | 0 |

On constate que, selon le critère d'optimisation retenu, on obtient des valeurs très différentes, voire une annulation de la valeur de la force.

Tabl. 3: valeurs de la force de réaction articulaire coxo-fémorale selon les trois axes du repère, exprimées en pourcentage du poids corporel lors de l'appui. (D'après SHAHAR (53))

| Force de réaction articulaire coxo-fémorale (F) | Valeur de la force obtenue avec le critère (1) (% poids corporel) | Valeur de la force obtenue avec le critère (2) (% poids corporel) |
|---|---|---|
| F _x | - 18.65 | - 12.65 |
| F _y | - 5.33 | 0 |
| F _z | 101.99 | 72.35 |

Ce tableau prouve que pendant la phase d'appui au sol l'articulation de la hanche exerce une force de réaction sur le pelvis dirigée dorsalement, caudalement et médialement. Selon différentes études cette force a une valeur comprise entre 50 et 165% du poids corporel, ce qui est très important, et supérieure aux autres articulations du membre pelvien. La hanche a donc un rôle majeur dans le soutien de ce membre, et on comprend donc aisément que tout dysfonctionnement de celle-ci aura des répercussions locomotrices majeures. Les auteurs précisent que ce modèle n'a pas encore été validé par une expérimentation, grâce essentiellement à l'EMG, mais que très probablement il sera vérifié, et que les valeurs obtenues, qui ne sont actuellement que des approximations, seront affinées.

C. Principales indications de l'opération de résection de la tête et du col du fémur.

Les indications de la RTCF font suite à certaines indications qui sont multiples : (8), (13), (14), (15), (63)

- maladie de Legg-Perthes-Calvé, ou nécrose aseptique de la tête fémorale,
- dysplasie coxo-fémorale, encore appelée dysplasie de la hanche,
- luxation coxo-fémorale,
- fractures de la tête fémorale, du col et (ou) du condyle ; fractures de l'acétabulum,
- arthrose ou arthrite.

Ces indications peuvent être absolues ou relatives. Dans ce dernier cas il faut tenir compte également de la compétence du chirurgien et du matériel qu'il a à sa disposition, de la motivation du propriétaire du chien et de ses possibilités financières, et enfin de certaines caractéristiques du chien, à savoir : sa taille, son embonpoint, son tempérament, son état de santé, et l'existence éventuelle d'autres problèmes orthopédiques.

1. Maladie de Legg-Perthes-Calvé

(28), (30), (36), (38)

Elle est également appelée « nécrose aseptique de la tête et du col du fémur », cette dernière appellation se rapportant au phénomène anatomo-pathologique causal ((30), (37)). Elle est surtout connue en médecine humaine, où elle atteint essentiellement les jeunes enfants de sexe mâle. En médecine vétérinaire, elle est reconnue chez le chien, le chat et les bovins (36) .

La maladie se caractérise par une nécrose avasculaire et non inflammatoire affectant l'épiphyse proximale, c'est-à-dire la tête et une partie du col fémoral, chez le chien en croissance.

L'atteinte est souvent unilatérale ; elle n'est bilatérale que dans 12 à 20% des cas.(28)

Son étiologie exacte est mal connue. Elle est sous l'influence de facteurs favorisants et d'autres déterminants.

- facteurs favorisants :

a. La race et le format : les chiens les plus atteints sont ceux de petit format, dont le poids à l'âge adulte est inférieur à 10 kg, et spécialement les races miniatures. Le caniche nain ou toy, les Barbets, Pinsher et Schnauzer, divers terriers de petite taille (West Highland

White Terrier, Cairn, Fox, Lakeland, Yorkshire), Spitz nain, Chihuahua, Pékinois, Cocker Spaniel sont les races les plus fréquemment décrites comme sensibles.

b. Le sexe : aucune prédisposition sexuelle n'a été décrite chez le chien, contrairement à ce qui se passe chez l'homme où ce sont les garçons les plus touchés par cette maladie.

c. L'âge : les symptômes apparaissent à l'âge de quatre à onze mois, avec un maximum vers six-sept mois.

d. L'hérédité : le caractère héréditaire de la maladie paraît probable.(homozygotie à gène autosomique récessif)

- facteurs déclenchants : Il existe plusieurs théories quant à l'origine de la maladie. Il est à noter que toutes ces explications sont plurifactorielles, accordant au terrain et au milieu une place plus ou moins grande.

a. Théorie hormonale : un taux élevé et précoce d'hormones sexuelles provoquerait un épaissement des travées osseuses de l'os spongieux épiphyso-métaphysaire responsable, par divers mécanismes (coalescence des travées, rétrécissement des espaces médullaires, microfractures), d'une ischémie de l'épiphyse et parfois de la métaphyse.

Il existe certains arguments qui vont à l'encontre de cette théorie : la crise pubertaire des races naines ne se produit pas avant l'âge de quatre mois, or des cas de maladie de LPC ont été diagnostiqués à l'âge de deux mois. De plus, certains histologistes pensent que l'augmentation des travées osseuses serait plutôt due à la cicatrisation d'une nécrose antérieure et ne constituerait pas la lésion initiale.

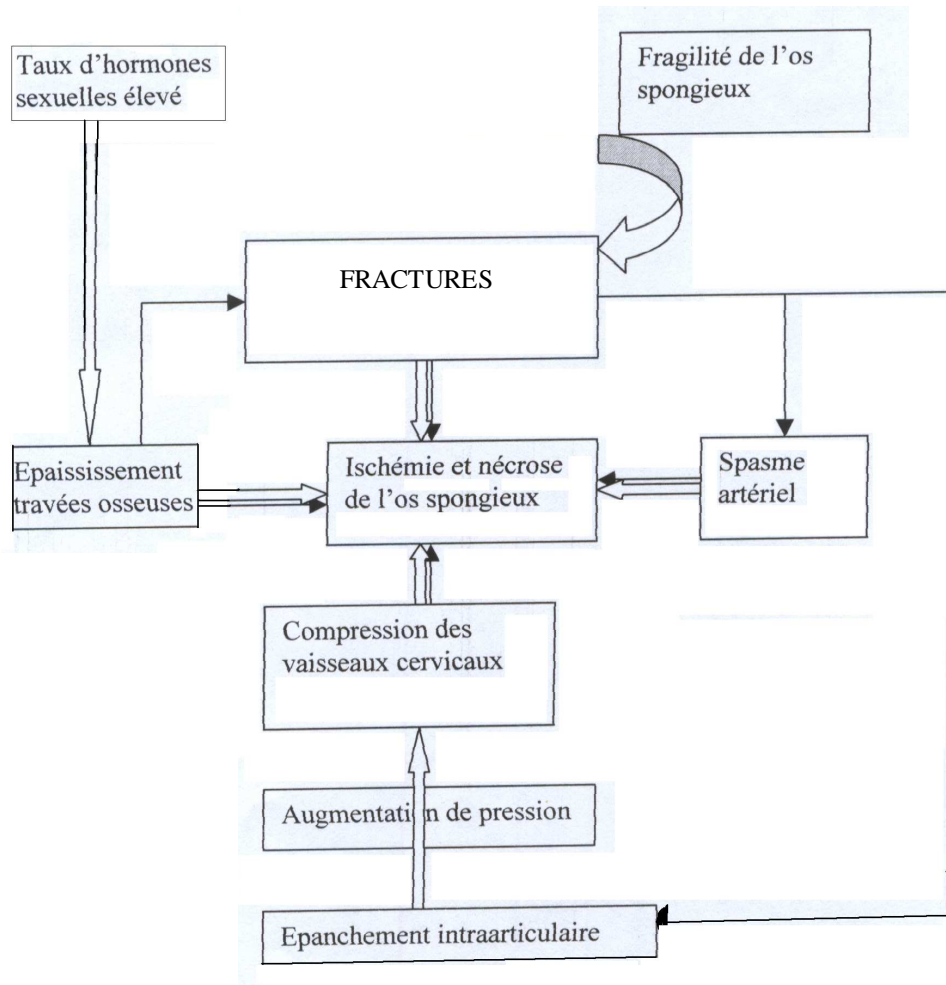
b. Théorie d'Harrison-Burwell : selon ces chercheurs, une fragilité constitutionnelle de l'os spongieux permettrait, à l'occasion de traumatismes d'intensité variable, siégeant préférentiellement dans les zones épiphysaires où la pression supportée est maximale, la création de fractures de fatigue épiphysaires, à l'origine d'une ischémie plus ou moins étendue de l'épiphyse et de la métaphyse.

c. Théorie vasculaire : Dans ce modèle l'évolution de la maladie se fait selon cinq phases distinctes : ischémie, nécrose osseuse du noyau épiphysaire, revascularisation de l'épiphyse, phase de réparation et enfin phase de séquelles. Un accident veineux ou artériel, provoquant un arrêt de la vascularisation au niveau des artères épiphysaires aboutirait à la nécrose osseuse du noyau épiphysaire. Ceci provoque une varisation de l'os (nécrose du cartilage de conjugaison) et un épaissement du noyau. La revascularisation de l'épiphyse, ayant lieu de la périphérie vers le noyau centro-épiphysaire, met en jeu un double phénomène : la résorption de l'os avasculaire et mortifié d'une part, et d'autre part le dépôt d'os néoformé, immature et donc fragile. Ceci se poursuit durant la phase de réparation, où on a un cercle vicieux formation d'os spongieux/ microfractures sous-chondrales, douloureuse. Ceci aboutit à la fragilisation de l'os qui devient de plus en plus hétérogène.

Les séquelles observées sont une déformation de la tête fémorale, une fibrose capsulaire, un col fémoral plus court et plus épais, et une varisation du membre. Ultérieurement on peut avoir une déformation secondaire du cotyle due à l'affection de la tête et du col.

C'est la théorie la plus couramment admise à l'heure actuelle.

Fig. 14: schéma résumant la pathologie de la maladie de LPC (théorie actuelle).



Il faut noter que la maladie est asymptomatique jusqu'à la phase de réparation, moment à partir duquel on note une boiterie. Celle-ci est le plus souvent insidieuse, c'est-à-dire qu'il y a alternance de phases de rémission et de boiterie, avec à chaque fois aggravation de la douleur et des symptômes. Cette boiterie qui, au départ, est intermittente devient assez rapidement permanente. Elle est en général unilatérale.

La douleur est parfois spontanée, mais, dans la majorité des cas, elle se manifeste lors du saut ou de la marche, quand elle est provoquée (63). Du fait de la douleur, le comportement du chien se modifie, avec en général apparition de crainte et d'agressivité.

A l'examen clinique, lors de la première consultation qui a généralement lieu après toute la phase asymptomatique, on note une boiterie très nette, avec suppression d'appui totale, et amyotrophie des muscles fessiers du côté atteint du fait de la non-utilisation du membre.

A la palpation de la région coxo-fémorale, on peut noter que le trochanter est plus saillant, ce qui est du à l'amyotrophie et la varisation du membre.

Il est important de savoir que le membre atteint est raccourci par rapport au membre sain à cause de la varisation (jusqu'à 2 cm en fin d'évolution).

La mobilisation de l'articulation est douloureuse, surtout en abduction et en extension. Parfois on peut même sentir des crépitations.

Selon FAYOLLE (28), les symptômes lors de l'examen orthopédique, du plus fréquent au moins fréquent, sont : une vive douleur à la mobilisation de la hanche, l'amyotrophie des muscles fessiers, le raccourcissement du membre lésé et l'ankylose articulaire.

Le diagnostic passe ensuite par une radiographie de la région coxo-fémorale. Elle est réalisée avec les membres en extension, comme lors de radiographie officielle de dépistage de dysplasie coxo-fémorale. On peut alors observer (40) :

- Des foyers de radio-transparence au sein de la tête fémorale, et éventuellement du col. Ils correspondent aux zones de lyse osseuse ; on parle d'aspect « mangé aux mites ».
- Des modifications du contour de la tête : aplatissement, varisation et plus tardivement une fragmentation.
- Une ostéophytose en région caudo-acétabulaire. En cas d'évolution lente, il y aura une déformation tardive du cotyle.
- Présence d'îlots de densité normale répartis de façon anarchique : ce sont les zones de réparation osseuse.

Aucun pronostic vital n'est mis en jeu dans cette pathologie. La seule gravité est fonctionnelle et locomotrice car l'animal ne peut plus marcher correctement du fait de la varisation, du raccourcissement du membre et de la douleur.

Le seul traitement qui donne de bons résultats est la RTCF. La récupération est rapide et de bonne qualité. Elle est améliorée par la mise en place d'une physiothérapie adaptée. La pose d'une prothèse totale de hanche est également envisageable avec de bons résultats(28). Cependant, comme ce sont des chiens de petite race qui sont atteints, les prothèses doivent être de taille adaptée, donc petites ; elles sont également difficiles à se procurer. On peut noter que l'hormonothérapie est le traitement de choix au début de l'affection, mais ne peut être utilisé, le plus souvent, lors de la consultation car on est à un stade avancé de la pathologie. (63)

2. La dysplasie coxo-fémorale (6), (8), (16), (17), (31), (37), (44), (a)

La dysplasie de la hanche (ou coxo-fémorale) se définit comme une affection héréditaire caractérisée par l'incongruence articulaire (insuffisance ou défaut de coaptation des surfaces articulaires) accompagnée généralement d'anomalies de conformation des pièces osseuses auxquelles peut s'ajouter une coxarthrose. Elle est généralement accompagnée par une boiterie, mais ce n'est pas systématique, et peut être uni- ou bilatérale.

L'articulation coxo-fémorale présente une croissance défectueuse, ce qui aboutit à une mauvaise coaptation de la tête fémorale dans l'acétabulum, entraînant une subluxation voire une luxation complète.

Toutes les races sont touchées par cette affection mais de façon inégale. Ainsi ce sont les races lourdes et charpentées, comme les races Saint-Bernard et Bullmastiff (taux de dysplasie supérieur à 40%), et les races moyennes, comme le Berger Allemand, les Retrievers, qui sont les plus sévèrement touchées. L'OFA estime que l'incidence de la dysplasie coxofémorale chez les Bouviers bernois, Rottweiler, Golden retriever, Berger Allemand, Saint-Bernard et Terre-Neuve (races populaires actuellement) est de 20 à 50%. A l'inverse, les chiens de petite taille et les lévriers ne sont quasiment pas touchés, avec un taux de dysplasie inférieur à 10% dans ces races.

La dysplasie est une maladie héréditaire, à mode de transmission complexe. Son héritabilité est de 0,2 à 0,6. Actuellement tous les auteurs s'accordent à dire qu'elle est due à plusieurs gènes différents (modèle polygénique) dont l'expression est modulée par des facteurs externes. On a donc : phénotype = génotype + facteurs environnementaux. Cela permet d'expliquer que des individus sains puissent naître de parents atteints, et inversement.

Les facteurs environnementaux sont:

- **Le sexe** : aucune influence n'est notée, contrairement à ce qui se passe dans l'espèce humaine où les filles sont plus atteintes que les garçons ;
- **L'âge** : aucun rôle déterminant ou favorisant ;
- **La race** : la dysplasie coxo-fémorale atteint de façon privilégiée les races de moyen et grand formats.
- **Le taux de croissance** : il existe une corrélation directe entre le poids à 60 jours et l'état dysplasique ;
- **L'alimentation** : une alimentation hautement énergétique entre 1 et 6 mois augmente la fréquence de la dysplasie. Par ailleurs, un chiot qui mange trop est fréquemment en surpoids, ce qui est néfaste pour l'articulation de la hanche jeune.
- **L'exercice, les facteurs mécaniques** : les avis sont partagés quant à ce facteur. Il semblerait que chez les grandes races une activité trop importante sur une articulation encore jeune, et donc malléable, soit néfaste.
- **L'environnement sanitaire**.

Il est important de savoir qu'un chiot naît avec des hanches normales (contrairement à ce qui se passe chez l'homme), et ce n'est qu'après, sous l'influence de tous les facteurs cités précédemment qu'il devient dysplasique.

Dès le bas âge apparaît une laxité articulaire (présence d'un étirement capsulaire et ligamentaire coxo-fémoral). C'est le début d'une cascade d'évènements qui aboutissent à la dégénérescence de l'articulation. Cependant on a observé des chiens avec une laxité articulaire importante dans leur jeune âge mais qui ne développent jamais d'arthrose, et, au contraire, des chiens qui, ayant une moindre laxité coxo-fémorale, évoluent vers une dégénérescence coxo-fémorale. On peut expliquer ces observations par l'hypothèse selon laquelle il existe deux types de laxité : une laxité passive, et une laxité dynamique ou fonctionnelle. Généralement, plus la laxité coxo-fémorale est importante, plus les chances que les hanches se développent anormalement sont grandes, et inversement.

Le cartilage articulaire qui subit des changements pathologiques et irréversibles perd ses capacités d'absorption des chocs. Le processus d'arthrose est alors enclenché. Le remodelage progressif de la tête fémorale, de l'acétabulum et de la capsule articulaire entraîne une diminution voire une élimination de tout signe évident de laxité articulaire, et parallèlement, on note une restriction graduelle de l'amplitude de mouvement de l'articulation coxo-fémorale.

Par ailleurs, on note une distension et un épaissement de la capsule articulaire chez ces jeunes chiens dysplasiques, avec une augmentation de volume de la synovie, et une coloration de celle-ci par du sang. L'épaississement ne cessera d'augmenter avec les années. Comme dit précédemment, le ligament rond subit une élongation. Il est parfois effiloché ou ramolli, et dans certains cas, rares, il est rompu. Au niveau du fémur, en un an, apparaît un aplatissement longitudinal de la tête du fémur dont la ligne épiphysaire se renfle parfois. Une année plus tard, les altérations de la cavité cotyloïde sont marquantes, avec un cartilage érodé, une

cupule étranglée et aplatie. De façon concomitante, la tête du fémur subit une distorsion croissante. On peut observer quelques zones de nécrose aseptique où l'os fait place à du cartilage, et le col se raccourcit fréquemment du fait du ramollissement provoqué par la nécrose aseptique et le poids supporté qui reste le même qu'avant. Une arthrose s'installe.

Il n'existe aucun signe clinique pathognomonique de la dysplasie, car ces symptômes peuvent varier d'un individu à l'autre, varier dans le temps sur le même individu. Un chien dysplasique peut également n'avoir jamais de symptômes. D'autre part les signes radiographiques ne reflètent pas nécessairement les lésions cliniques et inversement.

Selon l'âge de l'animal les signes cliniques sont différents :

- **Chez le chien en croissance (avant un an)**

Dans ce cas, les signes sont principalement liés à l'étirement capsulaire, à celui des muscles adducteurs de la hanche, et aux microfractures de l'acétabulum. A la fin de la croissance, la douleur peut diminuer ou même complètement disparaître.

Ainsi, le chien peut manifester une diminution de sa tolérance à l'effort, une réticence à marcher, courir, sauter, monter les escaliers. Il peut boiter d'un ou de ses deux membres pelviens, et court en « saut de lapin » (propulsion simultanée des deux membres postérieurs).

- **Chez le chien adulte**

Les symptômes sont plutôt liés à l'inconfort chronique consécutif à l'arthrose et à la diminution de l'amplitude des mouvements (résultat du remodelage articulaire et capsulaire). Ces signes sont permanents (constants ou intermittents) : difficulté à se lever, raideur ou boiterie à froid, diminution de l'activité physique, hésitation pour monter un escalier ou sauter, boiterie d'un ou des deux membres pelviens.

Le diagnostic se fait grâce aux informations obtenues par l'anamnèse, l'examen de la démarche, l'examen orthopédique, des tests plus spécifiques comme le ressaut d'Ortolani ou de Barden et les radiographies.

L'examen de la démarche de l'animal permet de mettre en évidence des foulées de faible amplitude, avec des postérieurs convergents et rapprochés. Le chien hésite à trotter et, quand il court, il a une démarche en « saut de lapin ». Pour contrecarrer cet inconfort de déplacement, certains chiens marchent de façon chaloupée (balancement du train arrière avec rotation et abduction des membres pelviens), avec des foulées postérieures de faible amplitude, une hyperextension des tarses et report du poids sur les membres thoraciques.

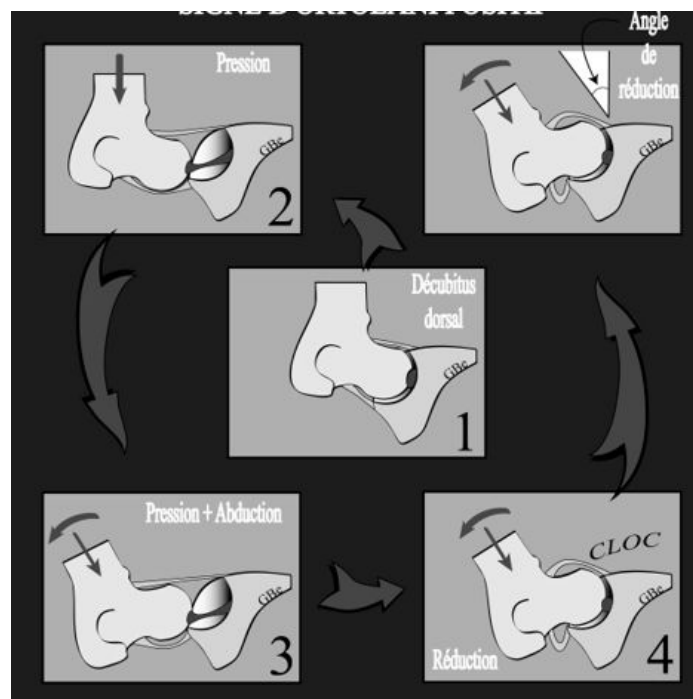
Vu du dessus, l'animal a une conformation morphologique particulière : il a des « épaules d'haltérophile » et un arrière-train sous-développé. Ceci est plus ou moins sensible selon le degré d'atteinte.

Lors de l'examen orthopédique, on peut observer une amyotrophie de la cuisse, qui est corrélée à la chronicité de l'atteinte, une douleur à la manipulation de la hanche atteinte. L'extension et la rotation/abduction externe de la hanche sont surtout douloureuses.

Chez les jeunes chiens, on cherche surtout les signes de laxité articulaire. Pour cela, on peut mettre les mains sur les hanches de l'animal, et si on ressent un claquement lors de la marche, cela prouve une laxité anormale de l'articulation.

Ressaut d'Ortolani : cette manipulation se fait de préférence sous anesthésie générale. Elle consiste à mettre en évidence la subluxation de la tête fémorale en portant le fémur en abduction. On place l'animal en décubitus latéral, on met une main sur le genou et l'autre sur la colonne vertébrale à hauteur des hanches. Le fémur étant placé perpendiculairement à l'axe de la colonne on applique une pression dans l'axe du fémur tout en le portant en abduction. Le test est positif si on perçoit un bruit transmis provenant de l'articulation de la hanche, ainsi qu'un déplacement latéral de la tête du fémur par rapport au cotyle. Ceci correspond au retour de la tête fémorale au fond de l'acétabulum après subluxation. En effet lorsqu'il y a étirement capsulaire et ligamentaire coxofémoral, il y a subluxation dorsale de la tête fémorale suite à la pression appliquée dans l'axe du fémur vers l'acétabulum : un test d'Ortolani positif signe donc la présence d'une laxité passive.

Fig. 15 : Schéma expliquant un ressaut d'Ortolani positif au niveau de l'articulation (a)

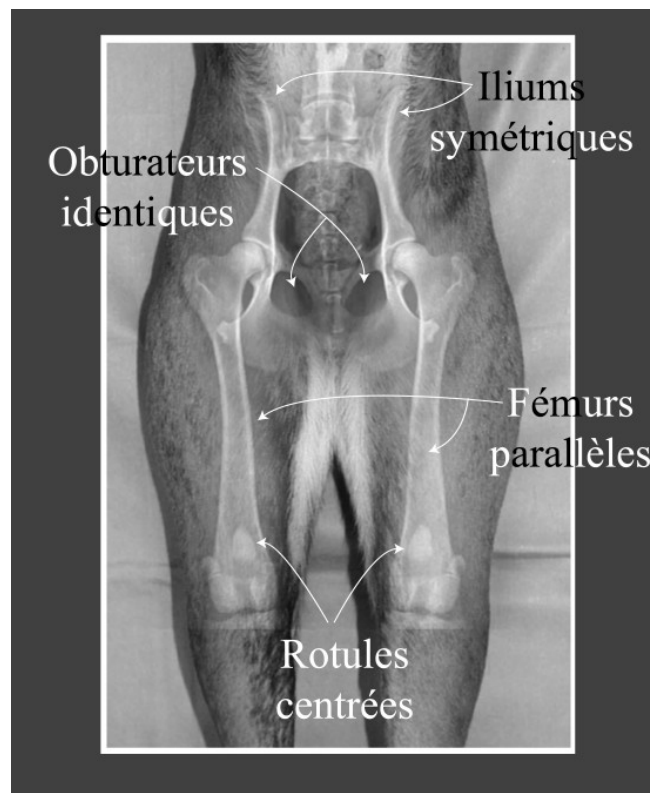


Le diagnostic radiographique est une étape très importante du diagnostic. C'est en effet le seul moyen de déterminer la présence de dysplasie, ou d'en confirmer la suspicion, en montrant l'aspect anatomo-pathologique de l'articulation coxo-fémorale. Par ailleurs c'est le seul et unique critère autorisé dans le système de dépistage systématique entrepris par les clubs de race, avec classement des chiens en cinq catégories de A (chien apparemment sain) à E (chien atteint très sévèrement). Ce dépistage s'effectue entre l'âge de 12 et 18 mois. Il permet une sélection des reproducteurs et donc une baisse de l'incidence de la dysplasie coxo-fémorale au sein des races.

L'animal étant anesthésié afin qu'il soit immobile, les radiographies des hanches sont prises selon deux incidences :

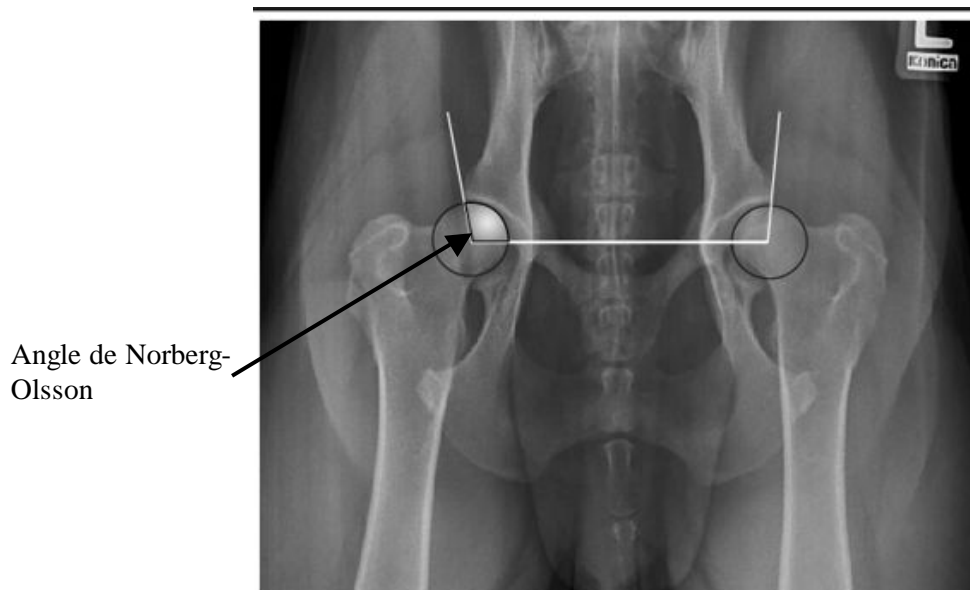
- en hyperextension : le chien est en décubitus dorsal avec les membres en hyperextension, parallèles et légèrement tournés en dedans afin que les deux rotules soient au zénith,
- et en hyperflexion : on fléchit alors les deux membres pelviens du chien en les ramenant vers l'extérieur. Le bord postérieur de la cavité cotyloïde est alors plus facilement observable.

Fig. 16 : position en hyperextension souhaitable pour une radiographie officielle de dysplasie coxo-fémorale (a)



Pour interpréter les clichés, on fait appel à la coxométrie, ou mesure des bassins et des fémurs. Etant donné les différentes tailles et races au sein de l'espèce canine, les mesures linéaires sont à proscrire. On mesure donc les angles, et pour cela plusieurs méthodes existent. La méthode de Norberg-Olsson a été retenue car c'est elle qui s'est révélée la plus pratique et la plus utile. Pour tracer l'angle, on joint d'une part les centres des deux têtes fémorales, et d'autre part, on joint chaque centre à l'extrémité antérieure la plus externe du sourcil cotyloïdien.

Fig.17: mesure de l'angle de Norberg-Olsson (a)



Tabl.4 : les différents stades de dysplasie, avec la valeur de l'angle de Norberg-Olsson et les anomalies radiographiques associés. (6)

| Classe | interprétation | Angle de Norbeg-Olsson | Anomalies radiographiques |
|--------|------------------------------------|---------------------------|--|
| A | Indemne de dysplasie | Supérieur à 105° | Aucune |
| B | Stade intermédiaire | Compris entre 100 et 105° | Espace articulaire régulier et étroit |
| C | Stade I, dysplasie légère | Entre 100 et 105° | Espace irrégulier, élargi Incongruence articulaire, cavité peu profonde, angle crânio-acétabulaire légèrement ouvert. Présence éventuelle d'ostéophytes acétabulaires |
| D | Stade II, dysplasie moyenne | Entre 90 et 100° | Acétabulum nettement évasé, tête fémorale irrégulière, col épais et raccourci |
| E | Stades III et IV, dysplasie sévère | Inférieur à 90° | Acétabulum aplati ou comblé, col très épaissi, lésions arthrosiques (ostéophytes) Stade III : subluxation accusée, tête fémorale triangulaire Stade IV : luxation, tête fémorale aplatie |

Le diagnostic différentiel se fait entre les affections traumatiques ou non traumatiques de l'articulation coxo-fémorale :

- affections traumatiques : luxation, fractures parcellaires et intra-articulaires, décollement épiphysaire, ostéolyse de la tête fémorale, complication infectieuse d'arthrites traumatiques.
- affections non traumatiques : épiphysiolyse, maladie de Legg-Perthes-Calvé, arthrose primitive.

Il existe plusieurs options thérapeutiques. Le choix d'une méthode plutôt qu'une autre doit se faire de façon individuelle en tenant compte de l'animal (âge, poids, exercice, état sanitaire,...) et du propriétaire (motivation, temps, argent,...).

Le traitement non-chirurgical est divisé en trois axes principaux :

- traitement médical : On peut donner des anti-inflammatoires type anti-inflammatoires non-stéroïdiens. On les utilise plutôt en crise aiguë d'arthrose, ou en cas de douleur chronique.

Les chondroprotecteurs sont beaucoup utilisés. Ce sont des suppléments nutritifs à propriétés anti-inflammatoires (diminution de la synovite) et chondroprotectrices (diminution de la dégradation du cartilage). Leur effet est maximal s'ils sont utilisés dès le départ de la maladie. Les corticostéroïdes sont très controversés pour le moment. Il faut éviter de les utiliser.

- traitement hygiénique : il a pour but de maintenir la masse musculaire et éviter au maximum la formation d'arthrose. Pour cela il faut faire marcher régulièrement le chien, lui donner une alimentation adaptée (il existe actuellement des croquettes ayant une action ciblée sur la protection du cartilage), et éviter que le chien ne soit en surpoids.
- Physiothérapie.

Le traitement peut être chirurgical. Dans ce cas, plusieurs techniques sont utilisables :

✓ **Techniques de prévention de l'arthrose :**

- triple ostéotomie du bassin (TOB): cette technique vise à réorienter l'acétabulum pour qu'il recouvre de façon beaucoup plus complète la tête du fémur. L'augmentation de la couverture acétabulaire sur la tête du fémur limite ainsi les risques de luxation et améliore la stabilité articulaire. Classiquement, cette technique est utilisée sur les chiens encore en croissance (avant l'âge de un an) et dont la dysplasie est à un stade très précoce car le succès de cette technique est diminué s'il y a présence d'arthrose.

- Symphysiodèse pelvienne : elle consiste à brûler le cartilage de croissance de la symphyse pelvienne. Ainsi il n'y a plus de croissance de cette partie mais il y en a une du reste du bassin, ce qui permet un recouvrement de la tête fémorale par l'acétabulum. Comme pour la TOB, le candidat à cette opération est un chien qui n'a pas fini sa croissance (avant l'âge de 16 semaines) et qui ne présente pas d'arthrose.

✓ **Techniques curatives quand l'arthrose est installée :**

- Prothèse totale de hanche : son prix étant élevé et sa technique difficile, cette opération est encore peu répandue en France. C'est pourtant la technique de choix pour rétablir une fonction physiologique non-douloureuse de l'articulation coxo-fémorale. On l'utilise chez des chiens qui présentent des signes de dysplasie sévère ne répondant pas au traitement médical, en excellente santé par ailleurs et sans infection chronique (risque de complications catastrophiques).

- *La RTCF* : c'est la technique qui reste la plus employée actuellement en cas de dysplasie des hanches. On l'utilise chez des chiens peu lourds (poids inférieur à 25 kg), quand tous les autres traitements n'ont pas donné de résultats. C'est une opération de sauvegarde. Il se forme après l'opération une pseudo-articulation fibreuse, et ce sont les muscles en s'hypertrophiant qui permettent son fonctionnement.

- *Ostéotomie de varisation et de retroversion* : elle a pour but de recentrer la tête fémorale dans l'acétabulum. On effectue la première lorsque l'angle cervico-céphalo-diaphysaire est trop ouvert, et la seconde lorsqu'il existe une hyperantéversion de la tête fémorale (17).

La technique chirurgicale consiste à effectuer une ostectomie cunéiforme en zone médiale du fémur, avec un angle ouvert vers le côté médial afin d'obtenir la varisation. Actuellement on préfère réaliser l'ostectomie juste sous le grand trochanter. La retroversion est obtenue par ostéotomie perpendiculaire au grand axe du fémur.

L'ostéosynthèse est effectuée à l'aide d'une plaque vissée à compression dynamique.

Le résultat de ces ostéotomies est variable. De plus une étude a démontré leur absence d'efficacité pour arrêter l'évolution du phénomène arthrosique.

3. Les affections traumatiques de la hanche

Le plus souvent la RTCF n'est choisie qu'en deuxième intention pour le traitement de ces pathologies, c'est-à-dire lors d'impossibilité de réparation chirurgicale, ou après échec ou complication d'une première opération chirurgicale. On l'emploie également après négligence trop longue des propriétaires, ce qui rend la technique opératoire de premier choix impossible.

a. luxation coxo-fémorale

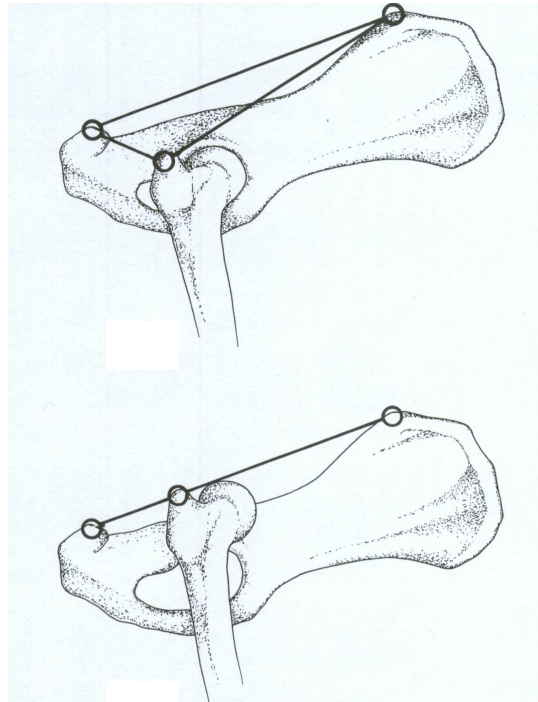
(24), (10)

La luxation est « le déplacement permanent de deux surfaces articulaires qui ont perdu plus ou moins complètement les rapports qu'elles affectent normalement l'une à l'autre ». Dans le cadre de l'articulation de la hanche, les deux surfaces articulaires sont la cavité acétabulaire pour le bassin et la tête fémorale pour le fémur. Sur les radiographies on peut observer que la tête du fémur est sortie de la cavité acétabulaire.

Elle est fréquente puisqu'elle constitue environ 90% des cas de luxation (24).

Dans la littérature (10), on estime que dans 60 à 85% des cas, cette luxation résulte d'un accident de la voie publique : elle est donc traumatique. Elle se produit quand une rotation externe du fémur continue à s'exercer après que le col fémoral soit appliqué contre la partie caudale de la lèvre acétabulaire. Le fémur agit alors comme un bras de levier, et la tête fémorale est forcée latéralement. Le ligament rond, la partie crâniale de la capsule articulaire, et le muscle fessier profond sont rompus, et la contraction des muscles fessiers (superficiel, moyen) déplace la tête fémorale crânialement à l'acétabulum. 90% de ces luxations sont antéro-supérieures. (63)

Fig 18 : Schéma de l'articulation de la hanche saine (A) avec alignement correct du grand trochanter, pointe de la hanche et de la fesse et lors de luxation crânio-dorsale coxo-fémorale (B). (24)



Sur la figure (A) on peut voir que les saillies osseuses, facilement palpables à travers la peau, forment un triangle, alors qu'elles sont alignées lors de luxation coxo-fémorale crânio-dorsale. C'est un élément important à apprécier lors de l'examen clinique de diagnostic de luxation de la hanche.

Il existe également des cas de luxation coxo-fémorale spontanés. Ce sont tous des animaux obèses, de grand format, sans signe de dysplasie coxo-fémorale ni commémoratifs de traumatismes. Aucune évolution dégénérative de l'articulation n'est observée chez les animaux, et leurs acétabula sont de taille et de profondeur normales.

Lors de luxation coxofémorale crâniodorsale, le diagnostic est réalisé de 2 manières :

- *clinique* : on a une boiterie d'apparition brutale, et on peut mettre en évidence une rotation externe du membre touché avec une diminution d'amplitude du mouvement. Par ailleurs, le membre concerné montre un raccourcissement lors de la mise en extension des deux membres postérieurs. A la palpation, on peut sentir le déplacement proximal du grand trochanter, ce qui provoque un alignement des trois points ischium-trochanter-ilium.

- *Radiologique* : il faut obligatoirement réaliser des radiographies selon deux incidences : ventro-dorsale et latéro-latérale.

Les objectifs du traitement chirurgical de la luxation coxo-fémorale sont :

- la réduction de la luxation, et son maintien (en évitant les récives et en stabilisant l'articulation),
- la restauration d'une fonction articulaire physiologique à long terme.

Le choix du traitement et son pronostic sont corrélés à l'importance des lésions articulaires (fracture parcellaire de la tête fémorale, lésions cartilagineuses) et des tissus mous (capsule articulaire, ligament rond, muscles fessiers) qui sont obligatoirement associées. Il faut prendre en compte ces deux critères pour évaluer le résultat de l'opération. En effet, une réduction correcte de la luxation mais qui induit une récupération fonctionnelle de mauvaise qualité est un mauvais résultat, et peut obliger le chirurgien à pratiquer une RTCF secondairement.

La RTCF est donc envisagée, dans le cadre du traitement de la luxation coxo-fémorale :

- en première intention si la luxation est associée à une fracture de la tête ou du cotyle, ou à une dysplasie des hanches ;
- en deuxième intention lors d'échec des méthodes de contention de l'articulation (réduction manuelle, technique de prothèse de l'articulation,...), ou lorsque l'acétabulum est trop plat ou comblé. On peut également la mettre en œuvre lors de fracture du bord dorsal de l'acétabulum, de modifications arthrosiques,.....

b. fractures de la tête et du col du fémur

(23)

90% de ces fractures concernent des animaux jeunes durant leur première année de vie (la majorité des cas sont présentés à la consultation entre 4 et 6 mois d'âge). Elles sont dues en général à un accident de la voie publique.

Les symptômes ressemblent à ceux de la luxation (cf ci-dessus) : boiterie, raccourcissement du membre atteint, remontée du grand trochanter. Par contre le raccourcissement est moins prononcé et la douleur est moins forte que dans le cas précédent. (63)

La mobilisation de l'articulation coxo-fémorale peut mettre en évidence des crépitations osseuses.

La confirmation du diagnostic se fait grâce à une radiographie des hanches de face et de profil.

Deux techniques de fixation sont classiquement employées pour traiter ces fractures :

- la fixation par une vis de compression conjointement avec une broche de Kirschner,
- trois broches de Kirschner divergentes. Cette méthode est utilisée en particulier pour les séparations ou les fractures de l'épiphyse de la tête fémorale.

La RTCF est indiquée lors de fracture de la tête fémorale ou lors de destruction du cartilage articulaire, lorsqu'un petit fragment osseux est avulsé. Elle peut être également utilisée lors de fracture du col quand les méthodes de fixation sont impossibles ou trop difficiles, ce qui est notamment le cas chez les chiens de petite taille et les chats, ou dans le cas de fractures anciennes et multiples. Selon B. WENGER-DE VITO (63), on peut l'envisager également lorsque le ou les fragment(s) cervical (cervicaux) ne sont plus irrigués. En ce qui concerne les fractures de la tête épiphysaire, on réalise une RTCF car la vascularisation est tellement lésée qu'un traitement conservateur serait trop compliqué à mettre en place.

Selon H. R. DENNY (23), la RTCF est la meilleure option thérapeutique des fractures intracapsulaires non traitées. En effet, celles-ci provoquent invariablement une non-union de la fracture avec ostéolyse de la tête fémorale, créant une douleur sévère de la hanche et une

forte boiterie du chien. Pour cet auteur, la RTCF est le deuxième meilleur choix thérapeutique, après la méthode de fixation par broches de Kirschner : lorsqu'elle est effectuée rapidement, elle permet une récupération rapide.

c. les fractures de l'acétabulum

On doit envisager la RTCF lorsque la réduction de la fracture est trop difficile pour permettre une bonne récupération fonctionnelle.

4. Arthrose coxo-fémorale

Elle est le plus généralement secondaire à une autre pathologie de l'articulation, telle que la nécrose aseptique de la hanche, la dysplasie, la fracture et la luxation coxo-fémorale (63).

Elle est caractérisée par l'altération des surfaces articulaires et de l'épiphyse osseuse sous-jacente, et l'apparition de néoformations osseuses et cartilagineuses péri-articulaires : ce sont les ostéophytes.

Cette arthrose coxo-fémorale provoque une boiterie du membre pelvien atteint, d'abord peu importante, puis qui augmente d'intensité au cours du temps. L'impotence totale du membre est observée dans les phases finales. Elle est due à la douleur extrême et à l'ankylose de l'articulation.

Sur les radiographies du bassin on note la présence d'un pincement articulaire, d'une ostéocondensation sous-chondrale succédant à la disparition du cartilage articulaire et d'ostéophytes (40).

Le traitement est médical et hygiénique dans les formes débutantes. On peut donner des anti-inflammatoires et des antalgiques. Dans les formes sévères, le traitement est obligatoirement chirurgical, par pose d'une prothèse de hanche ou RTCF.

D. La technique opératoire

I. Description

a. Voies d'abord

Ce premier temps de l'opération proprement dite permet d'accéder de façon satisfaisante à l'articulation, tout en préservant les muscles, l'innervation et la vascularisation. Deux méthodes sont utilisées à l'ENVL (8), (63):

↪ voie crânio-latérale, ou antérieure

Le chirurgien se place ventralement à l'animal.

La première incisure, celle de la peau, se fait sur la face latérale du membre, le long de l'axe grand-trochanter-patella. Elle commence un à deux centimètres au-dessus du grand trochanter, et se termine à la moitié ou au tiers proximal (différences selon les auteurs) du fémur. Les tissus sous-cutané et conjonctif sont ensuite dilacérés. On procède également à l'hémostase de tous les petits vaisseaux qui pourraient saigner.

On atteint le fascia lata, qui est ponctionné et coupé aux ciseaux le long du bord antérieur du biceps fémoral. Ce muscle est ensuite récliné et maintenu caudalement, la portion crâniale du fascia crânialement.

Pour atteindre l'articulation, on sectionne l'insertion caudo-ventrale du muscle fessier superficiel qui est ramené vers l'avant de l'animal. Puis une dissection mousse est nécessaire, en direction du col et de la tête fémorale, dans un triangle délimité par les muscles fessiers (dorso-caudalement), le muscle vaste latéral (ventro-caudalement) et le muscle droit de la cuisse (crânialement). Au centre, le chirurgien a directement accès au grand trochanter et sur la partie crânio-latérale de la capsule. Il faut surtout faire attention à ne pas léser le nerf sciatique qui longe caudalement le col fémoral, ainsi que les artères et veines circonflexes.

Pour avoir un champ opératoire plus vaste, on peut réaliser la ténotomie partielle du tendon du muscle fessier moyen ou profond, ou même celui du muscle vaste latéral (peu recommandé).

L'incision de la capsule articulaire se fait parallèlement à l'interligne articulaire, ventro-dorsalement. Il faut ensuite sectionner le ligament rond de la tête fémorale à l'aide de ciseaux, et luxer la hanche pour effectuer l'ostéotomie.

Cette voie d'abord, en respectant les entités musculaires, crée très peu de lésions, ce qui est un avantage non négligeable. Toute la musculature dorsale à l'articulation est préservée, ce qui améliore la récupération post-opératoire. Les vaisseaux et les nerfs sont également respectés.

Par contre, on peut regretter que le champ opératoire soit assez limité, notamment chez les chiens de grand format et chez les animaux obèses.

C'est la voie la plus fréquemment utilisée. (8), (63)

✎ voie médiale, ou ventrale

Pour réaliser cette technique, il faut placer le chien en décubitus dorsal, les membres postérieurs en abduction forcée, et les grassets fléchis.

L'incision cutanée est centrée sur le muscle pectiné, jusqu'au tiers supérieur du fémur (soit sur toute sa longueur). Puis on dissèque le muscle pectiné afin de l'isoler. En effet crânialement se trouvent les vaisseaux fémoraux et caudalement les muscles adducteurs. Le muscle pectiné est sectionné transversalement en son milieu et il est récliné. Les muscles iliopsoas et adducteurs de la cuisse sont à leur tour disséqués et réclinés.

L'incision de la capsule articulaire se fait alors dans sa portion antéro-médiale.

Cette voie d'abord a l'avantage de causer un traumatisme musculaire peu important (8). Par ailleurs l'intégralité de la musculature dorsale et crânio-latérale de la hanche est conservée ainsi que la portion dorsale de la capsule articulaire. Le nerf sciatique n'est pas exposé aux traumatismes, et cette position de l'animal permet une intervention bilatérale (peu réalisée en pratique). Chez les chiens de grande taille, cette voie d'abord permet une très bonne exposition de la tête fémorale et du ligament rond. (63)

Par contre de nombreuses structures vasculaires et nerveuses essentielles ont une localisation proche du site opératoire, ce qui rend cet abord dangereux. De plus, la hanche est plus difficile à aborder afin de réaliser une ostéotomie.

Pour les auteurs SPREULL (54) et ORMROD (45), la voie d'abord est à choisir en fonction de la masse musculaire plus ou moins importante de l'animal opéré. En effet si on se trouve devant un animal qui n'a pas une musculature trop importante ou qui est légèrement

amyotrophié on utilisera la voie dite crânio-latérale, alors que si l'animal est très lourdement musclé, on préférera la voie médiale.

b. Section et retrait de la tête et du col du fémur

Après section du ligament de la tête fémorale, le col du fémur est sectionné à la scie oscillante ; il peut l'être aussi à l'ostéotome ou à la scie-fil.
Le trait de coupe doit être le plus net et plan possible, et doit aller de la base du grand trochanter au sommet du petit trochanter tout en les conservant.

On utilise une pince pour retirer la tête du fémur du site chirurgical.

c. Sutures

Après retrait de la tête fémorale, les plans anatomiques sont refermés un par un. Dans le cas d'un abord dorsal, la suture de la capsule articulaire n'est pas indispensable. Les plans musculaires sont suturés avec des fils à résorption lente (irrésorbable dans le cas du muscle fessier profond, si on a coupé son tendon). En ce qui concerne l'abord ventral, la suture de la capsule se fait à l'aide d'un fil irrésorbable. Le muscle pectiné est reconstruit, plan par plan, avec des points simples réalisés avec du fil non résorbable.

Dans tous les cas un surjet sous-cutané est réalisé, et la peau est refermée avec un fil non résorbable (surjet ou points simples).

2. Post-opératoire et résultats

a. Soins post-opératoires et rééducation fonctionnelle

↪ les soins post-opératoires

1. Lors de chirurgie aseptique, la prescription d'antibiotiques est inutile.
 2. Pendant les premières vingt-quatre heures, un traitement antalgique à base de morphiniques est mis en place, pris en relais par le Métacam® pendant quatre à cinq jours.
 3. Un pansement local est collé.
- L'animal peut être rendu le jour même à son propriétaire.

Les complications sont rares : infection de la zone opérée, saignements, escarres, paralysie du nerf sciatique s'il a été lésé pendant l'opération.

↪ Rééducation fonctionnelle

(8), (50)

Il est essentiel d'entreprendre la rééducation fonctionnelle le plus tôt possible. Le Dr SAWAYA préconise de commencer la physiothérapie dans les premières heures post-opératoires, afin de diminuer la douleur, l'œdème et prévenir les adhérences. Pour cela on applique du froid sur le site opératoire, et on réalise des petites mobilisations à amplitude contrôlée deux à trois fois par jours lors des 2-3 premiers jours post-chirurgicaux. Il est exceptionnel que ce soit réalisé en pratique à l'heure actuelle.

En pratique, on commence par des mobilisations passives du membre opéré. Cela peut être réalisé par le propriétaire, qui masse la région dorso-lombaire et la cuisse de son chien. A

l'ENVL, le Dr SAWAYA lève les restrictions de mobilité dues aux contractures compensatoires et réflexes sur l'ensemble du corps par des techniques de thérapie manuelle, c'est-à-dire ostéopathie, massages, techniques myotensives. Souvent, les muscles ilio-psoas, fémoraux caudaux sont contractés. On masse également l'articulation lombo-sacrée, l'articulation L4-L5, le membre opposé, ainsi que la nuque, les épaules et le garrot. Cela permet de décontracter le chien, et souvent le chien qui est en suppression d'appui recommence à poser sa patte.

Puis on peut réaliser des mouvements passifs de toutes les articulations du membre pelvien, pendant plus de dix minutes deux fois par jour. En même temps, on peut lutter contre la douleur, qui est toujours importante en région crâniale de la hanche pendant un mois post-opératoire, et aider à la récupération d'une meilleure mobilité en appliquant de la chaleur (ou des ultrasons qui ont une action plus profonde). Puis on réalisera des massages très doux et des mouvements passifs des articulations.

Si la douleur est trop importante et qu'il existe un grand défaut de mise en charge on peut utiliser l'acupuncture (points en tonification et d'autres en dispersion d'énergie).

Dès que la douleur est réduite et que le chien se prête mieux à la mobilisation en extension avec un gain d'amplitude, le Dr SAWAYA traite l'animal par électrostimulation avec des courants trophiques et de réveil moteur. Sont également rajoutés aux mouvements passifs des articulations en flexion/extension des mouvements en abduction/adduction, rotation, circumduction. Le patient effectue également des exercices de mise en charge (intensité modérée) et proprioceptif ; il marche aussi au pas sur un tapis roulant.

Lorsque la douleur a bien diminué, on arrête les ultrasons, et on continue l'électromyostimulation des muscles fessiers, quadriceps, plus ou moins des fémoraux caudaux ; le travail de renforcement et de stabilité active est entrepris. On augmente en intensité les exercices de mise en charge et la marche sur le tapis.

Quand l'autre hanche est aussi dysplasique avec arthrose sévère, on la soigne dès que l'animal accepte le décubitus sur le côté opposé.

Tout ceci prend entre deux et trois semaines.

Le chien est également invité à marcher, le plus tôt possible après l'opération. On le promènera en laisse, au pas, dix à quinze minutes dans les premiers temps, puis on augmentera progressivement la durée.

Tout ceci a pour but de développer la musculature dorsale de la hanche qui contribuera à l'amélioration de la fonction de la néoarticulation.

Tabl. 5 : Plan idéal de traitement physiothérapique après RTCF (9)

| Jours post-opératoires | Troubles à traiter | But à atteindre | Technique utilisée | Technique optionnelle |
|-------------------------------|--|---|--|---|
| J+1 à J+3 | Douleur | Contrôler la douleur | Stimulation Electrique Transcutanée des Nerfs (SETN) | massages |
| | Œdème post-chirurgical | Réduire l'œdème | cryothérapie | |
| | Diminution de l'amplitude des mouvements | Maintenir la fonction articulaire et minimiser la fibrose | Exercices de mobilisation passive de l'articulation | |
| J+4 à J+14 | Douleur | Contrôler la douleur | SETN | |
| | Diminution de l'amplitude des mouvements | Améliorer la fonction articulaire | Exercices passifs | Thermothérapie Cryothérapie |
| | Boiterie | Augmenter l'activité du membre | Exercices actifs | |
| | Contraction musculaire exagérée | Relâcher les muscles | massage | |
| | Présence ou risque d'atrophie | Prévenir ou réduire l'atrophie | Exercices actifs | |
| J+15 à J+30 | Douleur | Contrôler la douleur | SETN | |
| | Diminution de l'amplitude des mouvements | Améliorer la fonction articulaire | Exercices passifs et actifs | Thérapeutique ultrasonore, thermothérapie, cryothérapie |
| | Boiterie | Améliorer l'activité du membre | Exercices actifs | aquathérapie |
| | Contraction musculaire exagérée | Relâcher les muscles | Massage | |
| | Atrophie musculaire | Réduire l'atrophie | Exercices actifs | Stimulation électrique neuromusculaire |
| J+ 31 à J+56 | Diminution de l'amplitude des mouvements | Améliorer la fonction articulaire | Exercices passifs et actifs | Thérapeutique ultrasonore, thermothérapie, cryothérapie |
| | Boiterie | Améliorer l'activité du membre | Programme d'exercices | Stimulation électrique neuromusculaire |
| | Contraction musculaire exagérée | Relâcher les muscles | Massage | |
| | Atrophie musculaire | Fortifier les muscles | Exercices actifs | aquathérapie |
| J+ 56 à 84 | Diminution de l'amplitude des mouvements | Améliorer la fonction articulaire | Exercices passifs et actifs | |
| | Atrophie musculaire | Fortifier les muscles | Exercices actifs | aquathérapie |

b. Résultats

Dès le début d'utilisation de cette opération, de nombreux auteurs se sont intéressés aux résultats histologiques, radiographiques et biomécaniques.

≈ résultats histologiques

En 1963, REX pense que, après ostectomie, la tête et le col du fémur sont remplacée par un lambeau musculaire (8), alors que BRADNEY en 1967 explique le phénomène par un déplacement dorsal du grand trochanter. SPEULL évoque, le premier, la théorie de la formation d'une pseudoarticulation ou pseudoarthrose. L'articulation qui n'existe plus au sens strict, est maintenue par le tonus des masses musculaires environnantes, représentées essentiellement par les muscles fessiers, et par un processus de fibrose autour du grand trochanter. Il semble que les tissus mous de cette néoarticulation soient encore innervés, ce qui expliquerait qu'une douleur persiste après opération.

DUFF et CAMPBELL ont réalisé un suivi histologique de la formation de cette néoarticulation chez des ovins.

A partir de la deuxième semaine post-opératoire, l'espace entre l'acétabulum et la partie proximale du fémur est comblé par du tissu fibreux dense. On peut remarquer que l'orientation des fibres de collagène se fait parallèlement à la surface de coupe. D'autres fibres collagéniques permettent par leur surface d'insertion de limiter le déplacement dorsal de la partie proximale du fémur par rapport à l'acétabulum. Ce dernier subit également de profonds réarrangements. Dès le quinzième jour post-chirurgical, il y a disparition progressive du cartilage, et apparition de tissu fibreux et granuleux. Quatre mois et demi plus tard, un remplacement osseux dense prend la place du tissu sous-chondral.

Par ailleurs, vers trois semaines, la formation d'ostéophytes sur les marges de l'acétabulum devient visible. Un mois plus tard, la néoarticulation présente, au sommet de ces formations ostéophytiques, le développement de cartilage (le dernier présent en région acétabulaire).

En ce qui concerne le fémur lui-même, il y a augmentation de la densité osseuse sous la surface de coupe qui est due à la présence de morceaux de trabécules osseux dans les espaces inter-trabéculaires. Ils sont remplacés progressivement par la multiplication d'ostéophytes péri-corticaux.

Vers 2-3 semaines, une résorption osseuse par les ostéoclastes a lieu, entraînant une concavité de la surface de coupe. Puis il y a un recouvrement d'une couche d'os issue de la corticale médiale du fémur proximal, principalement sur la face ventrale. Ce processus, qui commence à 2-3 mois, n'est pas terminé 3 mois plus tard. Parallèlement, l'extrémité du fémur subit une diminution de densité osseuse qui serait corrélée, d'après les auteurs de l'étude, à une diminution des stimuli mécaniques et du débit vasculaire, ce qui engendre une moindre activité ostéoblastique.

La région du petit trochanter est également le site d'ostéophytose. En effet, au bout de 2 mois post-opératoires, une intense vascularisation se développe. Une hypothèse expliquant ce phénomène propose qu'il serait la conséquence des tensions importantes s'exerçant sur les attaches fibreuses de la néoarticulation, ou celle des frottements de l'extrémité proximale du fémur contre le cotyle. Les ostéophytes sont recouverts progressivement de cartilage, comme pour les cartilages péri-acétabulaires.

≈ résultats radiographiques

Les études sont peu nombreuses à ce sujet. D'après BLANCHOT (8), il existe huit types d'images radiographiques de base, classés de A à H.

On peut remarquer que le type C est le même que le A avec une rotation de l'extrémité proximale du fémur, et que le type B est en fait le type A auquel est rajouté un petit corps radio-opaque en regard du petit trochanter.

- **type A** : il correspond à 60% des images radiographiques obtenues chez les chiens de plus de 20 kg, et plus de 50% des images totales. La plupart des chiens bénéficient d'une bonne fonction du membre opéré malgré une diminution d'amplitude du mouvement.

- **type B** : il est également plus fréquent chez les chiens de grande race. Il est noté qu'une amyotrophie du membre est associée (moindre utilisation), ainsi qu'une boiterie. Selon les auteurs, le corps radio-opaque serait la conséquence d'une ostéophytose de l'insertion du muscle ilio-psoas sur le petit trochanter.

- **type C** : il est plus représenté chez les petites races, et est associé à une prévalence plus forte de raccourcissement du membre, d'inclinaison du bassin et d'atrophie musculaire.

- **type D** : comme dans le type C, on note une fréquence plus importante de raccourcissement du membre pelvien, d'inclinaison du bassin et d'atrophie musculaire, souvent associés à une flexion du genou et une moindre utilisation du membre.

- **type E** : n'est pas associé à de bons résultats.

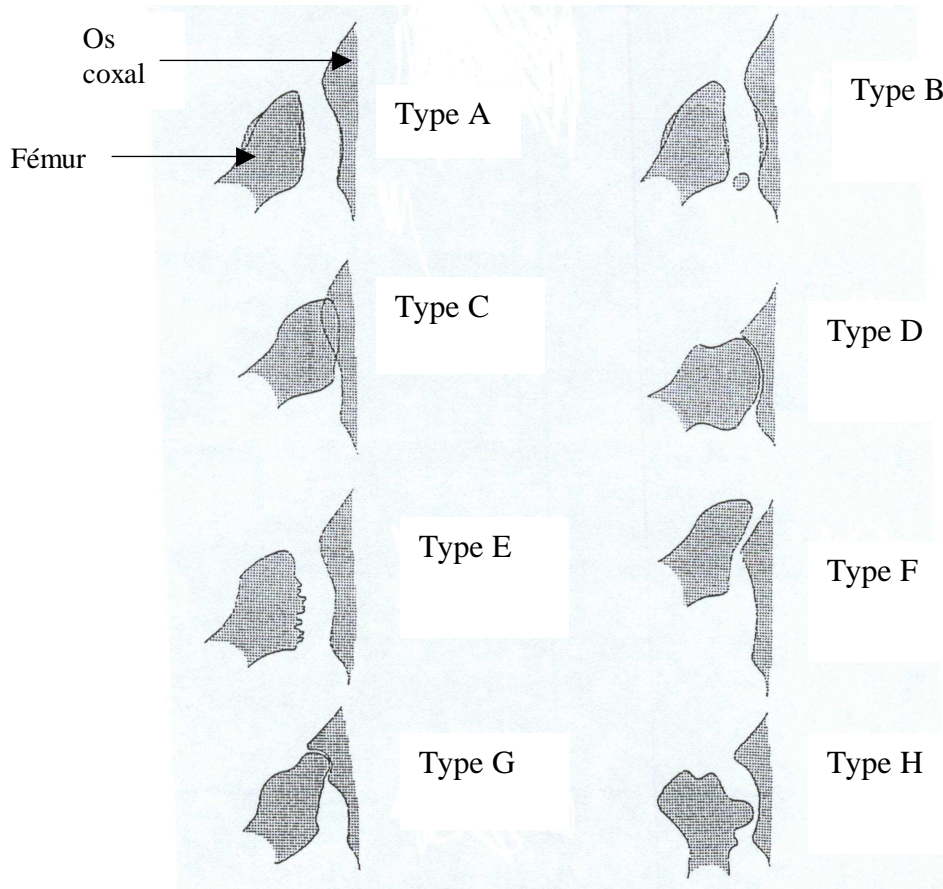
- **type F** : il représente ce qui est le plus redouté lors de RTCF : le déplacement crânio-dorsal de l'extrémité proximale du fémur. Heureusement, cela ne représente qu'une petite partie des animaux opérés.

- **type G** : on a une articulation restreinte à une très faible portion de l'extrémité proximale du fémur et à la crête dorsale de l'acétabulum.

- **type H** : c'est le résultat d'un éperon osseux laissé in situ sur un petit chien.

BLANCHOT a suivi plus précisément trente cas, et il est apparu que le remodelage aboutissait soit au type A soit au type C. Lors de douleur post-opératoire, il a pu voir que les chiens présentaient une ostéolyse marquée du col fémoral. Par contre, si des fragments osseux étaient laissés dans le site opératoire, il n'y avait pas de conséquence et ceux-ci disparaissaient avec le temps.

Fig 19 : schéma des différents types radiographiques obtenus après RTCF (8)



➤ résultats cliniques

D'après BLANCHOT (8), la néoarticulation obtenue après RTCF subit les forces d'appui et crée une remontée du grand trochanter. Le fémur n'est retenu au bassin que par les muscles et le tissu fibreux ; il n'y a plus de butée osseuse.

Ceci n'a pas la même conséquence que chez l'Homme, car chez le chien, environ 65% du poids du corps est porté par les membres thoraciques. Par ailleurs la remontée du grand trochanter est compensée par l'extension du grasset (genou) et du tarse ; le membre garde sa longueur.

Le résultat n'est en aucune façon corrélé à la qualité de la coupe ((13), (14)). D'après les études de DUFF (26), il est probable que la netteté de la surface de coupe ne joue que sur la vitesse de rééducation.

Les auteurs ((8), (15), (31)) s'accordent à dire que les résultats sont moins bons chez les animaux lourds (30 kg), ainsi que sur ceux opérés tardivement après l'apparition des signes cliniques (sans donner une durée limite). Par ailleurs, l'âge auquel est pratiquée l'opération n'a aucune incidence sur la récupération fonctionnelle ((8), (15), (63)).

Les délais de récupération sont difficiles à connaître. Plusieurs études ont été réalisées, mais les critères sont peu objectifs, et celles réalisées sur de grands effectifs sont basées sur des questionnaires remplis par le propriétaire et non par le chirurgien. On estime que la

reprise d'une activité normale demande entre deux et six mois (66,6% de récupération fonctionnelle totale après 3 mois selon (35)).

L'atrophie des muscles de la cuisse est toujours observée après une RTCF, la plus grande partie apparaissant dans les 10 jours après la chirurgie. Il est donc important de mettre en place très rapidement un programme de rééducation fonctionnelle, sinon on compromet la récupération.

Les premières analyses modernes de la locomotion datent de 1977 avec une étude faite par DUELAND, BARTEL et ANTONSON (25) sur l'analyse de la marche par plaques de force. L'objectif est de comparer la démarche des chiens sains avec des chiens opérés avec une prothèse de hanche uni- ou bilatérale et de chiens opérés d'un côté par RTCF et de l'autre avec une prothèse de hanche. Ces animaux avaient été opérés, avec réussite, au moins un an avant l'étude et pesaient entre 25 et 75 kg. Il est sorti de cette étude que pour 75% de chiens, les forces (verticales et horizontales) supportées par la hanche opérée de RTCF étaient plus importantes que celles supportées par une hanche avec prothèse totale. Les auteurs avaient interprété cette augmentation de forces comme une augmentation de la fonctionnalité, ce qui amenait à la constatation pour laquelle la RTCF pouvait égaler, voire même surpasser la prothèse de hanche, cliniquement et biomécaniquement. Il manquait dans cette étude une réelle analyse biomécanique de la marche après RTCF. En 1992, une équipe allemande démontrait que l'amplitude de mobilisation de la hanche opérée par excision arthroplastique était diminuée par rapport au côté sain. Ceci était corrélé à une augmentation de l'amplitude du grasset et du jarret du côté atteint : le défaut d'extension de la hanche est compensé par une extension accrue du jarret et du grasset. Ce travail permit de confirmer que la force verticale subie par le membre opéré est plus importante que sur le membre sain (différence allant de 2 à 30% du poids), corrélée à une augmentation de la charge portée par l'antérieur situé en diagonale par rapport au membre opéré. Pour résumer le membre ayant subi une RTCF supportait un poids plus important et de façon plus brutale que le membre sain, mais sur un laps de temps plus court.

La RTCF entraîne toujours une boiterie sans forcément qu'il y ait une douleur. En revanche, cette anomalie de démarche n'est pas toujours perceptible, et ce d'autant plus que le chien est petit. L'étude de cette équipe allemande a montré qu'il y avait autant d'anomalies de démarche chez un Yorkshire terrier que chez un Bouvier Bernois lorsqu'on analyse la marche à une échelle de temps réduite (de l'ordre du milliseconde). La boiterie du Yorkshire passerait beaucoup plus inaperçue du fait de sa petite taille, de la cadence élevée de sa marche, et même de la fréquence élevée des poils longs dans cette race !

II. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES TECHNIQUES D'ANALYSE DE LA MARCHÉ

L'analyse de la marche est très étudiée, et utilisée, en médecine humaine, comme en médecine vétérinaire. Elle permet de détecter des pathologies, ainsi que de faire un suivi de pathologies provoquant des défauts de la locomotion, telles que la maladie de Parkinson, le diabète sucré (*diabetes mellitus*), ou des neuropathies ; elle autorise également le suivi de la récupération post-opératoire.

L'origine de cette science remonte au XVII^{ème} siècle, et s'est sans cesse perfectionnée au cours des siècles suivants. Braun et Fisher ont les premiers utilisé les principes de la mécanique classique, les coordonnées géométriques de Descartes et les concepts mathématiques de Borelli pour décrire l'action des différents muscles au cours de la locomotion, et pour créer un modèle utilisable lors de ces études. Leurs travaux sont actuellement encore utilisés et cités comme référence. (55)

Il existe plusieurs méthodes, réparties en deux catégories : méthodes statiques et non statiques. (41), (55)

A. Méthodes statiques :

1. Marquage au colorant des articulations :

Il est appelé technique des empreintes cartilagineuses. Cette technique est utilisée *in vitro* sur des pièces anatomiques. Un marquage à l'aide de pigments ou de résines est réalisé permettant de figurer les zones d'appui de l'articulation.

Il existe deux facettes à cette technique :

- **Mesure des aires des cartilages articulaires** (35) : elle permet de voir s'il y a des modifications de surfaces selon les affections. On la réalise simplement, après avoir recouvert le cartilage articulaire de latex. Cette technique a également pour avantage de réaliser un moule précis de ce cartilage et donc de voir des irrégularités plus précisément. Ce peut être utile lors d'OCD peu visible par exemple.

- **Mesure des aires des cartilages lors de mouvements de l'articulation :**

Le principe est simple : on met l'articulation concernée par l'étude dans la position choisie, puis on injecte du colorant (bleu de méthylène ou de toluidine). On attend un peu (tout en maintenant l'articulation en position), puis on rince l'articulation, en réaspirant tous les liquides. Les zones colorées sont celles qui n'ont pas été en contact, tandis que celles non colorées représentent les zones de contacts entre les deux cartilages articulaires.

METADIER(43) et TENEZE (58) ont réalisé dans deux études différentes ce marquage sur l'articulation de la hanche. TENEZE a mis en évidence que lors de la flexion, on avait toujours un contact acétabulum-tête du fémur sur les faces crâniale, médiale et dorsale, et lors de l'extension, ce sont les faces crâniale, dorsale, caudale, et éventuellement médiale. Par contre, les zones qui ne sont jamais en contact sont les marges articulaires ventrale, crâniale ou caudale.

METADIER a, quant à lui, coloré des hanches saines et des hanches dysplasiques et a comparé les résultats. Au niveau de la tête fémorale dysplasique, la zone de contact semble déplacée latéralement par rapport à celle qui est normale. En réalité, elle se rapproche du bord latéral de la surface articulaire du fait de la déformation osseuse.

2. Mesure des forces s'exerçant sur les os et les tendons

Cette technique est également appelée extensométrie. Elle est effectuée *in vitro*. Des capteurs sont fixés à la surface des os et des tendon, et on mesure les déplacements de ceux-ci lorsqu'on applique des efforts.

Cette méthode est donc effectuée en quasi-statique.

B. Méthodes dynamiques

Ce sont les plus nombreuses. Elles ont pour objet d'étude l'animal en mouvement. Cela permet d'avoir accès à des paramètres décrivant de façon plus précise la marche, ce qui est beaucoup plus intéressant pour le clinicien. Néanmoins ces techniques nécessitent un matériel plus complexe, et ont une interprétation plus difficile que les méthodes précédentes. On distingue classiquement trois types d'études dynamiques : l'EMG, les études portant sur les paramètres cinématiques de la locomotion, et celles portant sur la cinétique. (41), (55)

1. l'EMG (Electromyographie) kinésiologique

C'est INMAN qui, le premier, entre 1944 et 1947, a utilisé cette méthode pour étudier et comparer la démarche entre des humains sains et d'autres amputés (55)

L'objectif de cette technique est de déterminer la relation entre le signal d'activation du muscle, mesuré par EMG, et le mouvement articulaire lors d'un cycle de la locomotion. Cette technique a subi de nombreuses modifications, en particulier dans les années 1960-1970 grâce aux élèves de INMAN. SUTHERLAND a essayé quant à lui d'inventer un système permettant de connaître l'activité des différents muscles au cours de la locomotion. Le principe est simple : on implante dans les muscles à étudier des microélectrodes, qui sont reliées à un oscillographe à trois canaux (principe de l'EMG). Il est également possible de placer des électrodes dites de surface, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas implantées dans le muscle, mais appliquées à la surface de la peau, dans la zone de projection du muscle (actuellement c'est la technique la plus utilisée). On synchronise ce dispositif avec une caméra qui filme et enregistre le sujet se déplaçant. Même avec les systèmes informatiques l'analyse est assez laborieuse.

Un des grands bénéfices de cette technique, en médecine humaine, est d'avoir clarifié le lien fonctionnel cheville-genou. Elle a également permis d'introduire de nouvelles techniques chirurgicales pour les personnes atteintes de paralysie cérébrale.

Les inconvénients principaux de cette technique sont qu'elle ne permet de connaître que le moment du signal d'activation musculaire, et son intensité, et non la tension musculaire. Malgré tout il existe une relation entre ces deux éléments qui fait l'objet d'études actuellement.

D'autre part, l'implantation de micro-électrodes est douloureuse, handicapante pour les sujets, et nécessite souvent une opération chirurgicale. Les électrodes de surface sont quant à elle plus simples à poser, mais ne permettent que d'étudier un groupe musculaire, et non chaque muscle de façon indépendante.

2. les études cinématiques

(56)

La cinématique est la science de la description des mouvements sans tenir compte des influences de la masse de l'animal (au sens physique du terme) et des forces (21). Elle explore le déplacement, la vélocité, l'accélération des différents segments du corps. (33)

De la méthode la plus ancienne à la plus récente on retrouve :

a. L'observation directe :

C'est la technique la plus ancienne, mais qui est incontournable pour les cliniciens. On utilise :

✓ **la vue** : l'examen à distance et rapproché, statique et en mouvement, est le préalable incontournable de tout examen d'animal présenté pour boiterie. Il permet de déterminer de quel(s) membre(s) l'animal boite, si il y a suppression d'appui, ainsi que le moment d'apparition de la boiterie : à froid, ou après un exercice (boiterie dite « à chaud »). L'inconvénient majeur de l'examen visuel est qu'on ne peut pas avoir accès à tous les paramètres, étant donné que l'être humain ne peut pas suivre simultanément la vitesse, la longueur du pas, le temps d'appui,.... De plus à une allure rapide (trot, galop) l'œil ne peut pas discerner toutes les phases ou étapes de la locomotion.

✓ **L'ouïe** : ce sens est surtout utilisé pour les boiteries des équins.

b. La photographie :

Son développement au XIXème siècle a permis de grands progrès dans l'analyse de la marche. Ainsi Marey et Muybridge ont pu déterminer toutes les phases des différentes allures, et ce de façon précise.

Fig. 20 : fusil photographique de Marey (41)

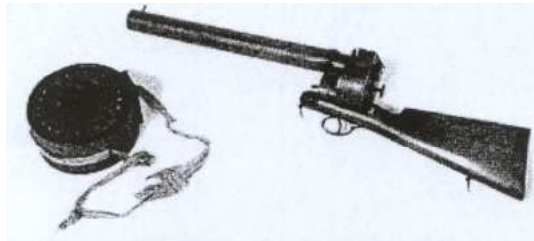
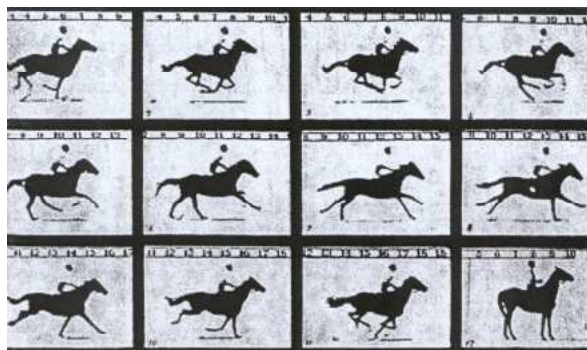


Fig. 21 : exemples d'images obtenues par le procédé photographique (41)



c. La chronophotographie :

C'est Marey qui, le premier, utilisa cette technique. Elle permet de rassembler sur un même cliché plusieurs phases de la démarche d'un sujet.

d. La photographie partielle :

L'animal est revêtu de noir, et le segment osseux étudié est peint en blanc. Cela permet un meilleur contraste sur la chronophotographie. C'est une technique qui nécessite beaucoup de temps pour l'interprétation.

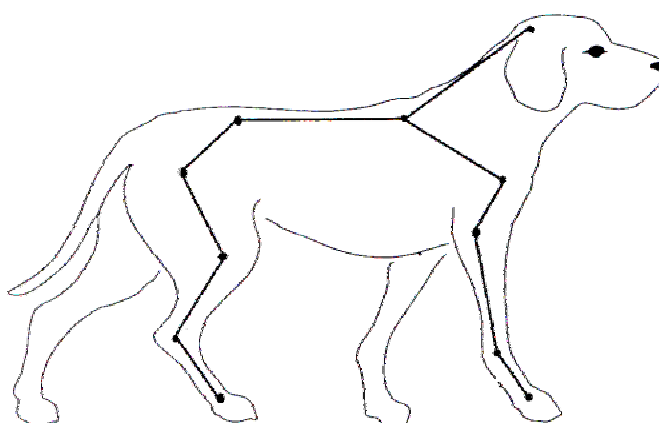
e. La cinématographie et la vidéographie :

Ces techniques permettent d'observer les mouvements de l'animal au ralenti, ce qui autorise la détection de boiteries très discrètes, ou présentes uniquement à des allures rapides. Certains auteurs ont eu l'idée de poser des repères sur les segments osseux à étudier, ce qui permet de mieux suivre le mouvement de l'animal et donc autorise une analyse plus fine des boiteries. Les systèmes informatiques ont facilité l'analyse et l'interprétation de ces informations.

Pour repérer les différentes articulations, on place des marqueurs. Chez le chien on les place préférentiellement :

- pour les marqueurs axiaux : au niveau de l'aile latérale de l'atlas, à la pointe crâniale de la scapula, à la pointe dorsale de la crête iliaque, à la pointe latérale de la tubérosité ischiatique.
- pour les marqueurs du membre antérieur : au niveau de l'acromion ou du grand tubercule de l'articulation scapulo-humérale, sur l'épicondyle latéral de l'humérus, au niveau du processus styloïde de l'ulna, à la jonction ulna-carpe, et sur le métacarpe du doigt latéral.
- pour les marqueurs du membre postérieur : sur l'éminence du grand trochanter, au niveau de l'articulation du grasset entre l'épicondyle latéral du fémur et la tête fibulaire, au niveau de l'éminence latérale de la malléole du tibia, et sur le métatarse du doigt le plus latéral. (21)

Fig. 22 : place des marqueurs sur un chien, et segments osseux ainsi définis (21)



Il existe deux types de marqueurs : les actifs qui émettent soit un signal lumineux (infra-rouges) ou sonores (ultra-sonores), et les passifs, qui réfléchissent la lumière avec laquelle ils sont éclairés.

f. La cinématique 2D/ 3D :

La cinématique en 2D a été utilisée dès les années 1960. Avec un repère à 2 axes et des formules mathématiques, elle autorise la description de la locomotion d'un être vivant. Elle a servi, au départ, essentiellement à donner des indications et réaliser des suivis chirurgicaux. Comme avec la photographie, on peut utiliser des marqueurs cutanés pour repérer l'emplacement des articulations.

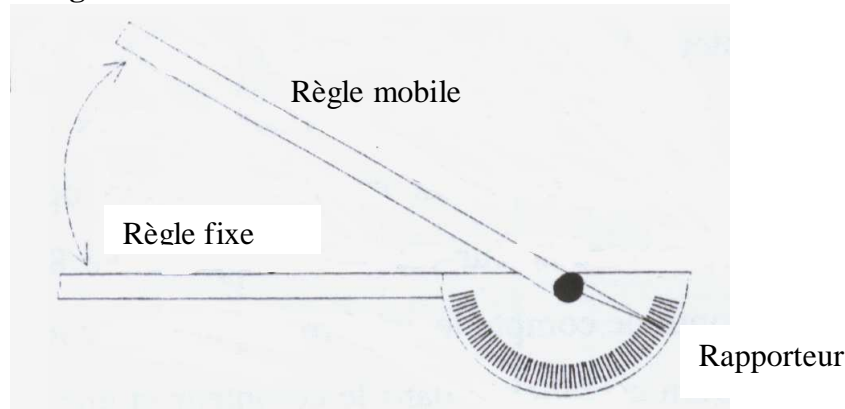
La cinématique 3D a commencé à se développer au début des années 1980, avec des systèmes de type 3D-VICON.

g. La goniométrie :

Elle consiste à mesurer les angles articulaires au repos ou lors de la locomotion (le plus souvent ce sont les angulations entre deux segments osseux du même membre). On utilise un goniomètre, il est formé d'un rapporteur solidaire de deux règles : une fixe et une mobile ; leur centre de rotation se confond avec le centre du rapporteur.

Pour mesurer les angles, on fait correspondre le centre du goniomètre avec le centre de rotation de l'articulation à étudier, et on aligne les règles du goniomètre avec les segments osseux.

Fig. 23 : schéma d'un goniomètre manuel



L'inconvénient de cette méthode est qu'on ne peut mesurer les angles qu'au repos, sur animal statique ; elle est impossible à mettre en œuvre lors de la locomotion, hormis sur des photographies prises au cours de celle-ci.

h. L'électrogoniométrie :

On utilise des dispositifs électromécaniques, composés de deux branches métalliques mobiles, et reliés par un potentiomètre (55). Une variation de l'angle entre deux segments osseux entraîne une variation d'intensité aux bornes du circuit électrique, les variations des deux paramètres étant proportionnelles. Cette technique peut être utilisée sur un animal en mouvement.

L'inconvénient majeur de cette technique tient à la mauvaise fixation du dispositif aux segments osseux. Les mesures sont imprécises et on observe de nombreux artefacts. De plus, la fixation chirurgicale de l'appareil provoque des traumatismes responsables de modifications de la démarche.

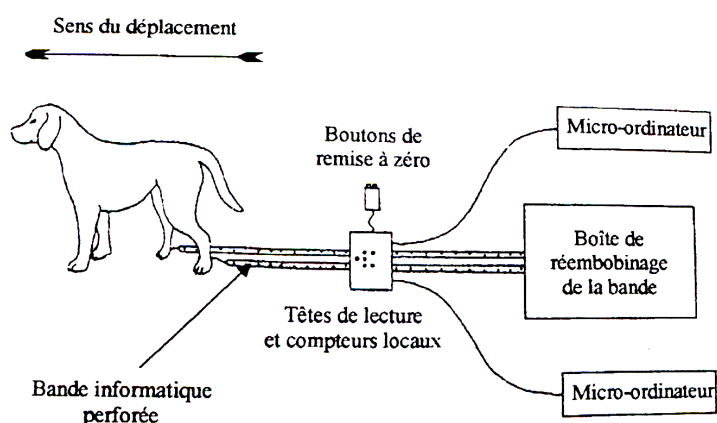
Ces fixations invasives ne peuvent pas être réalisées en clinique.

i. Le système opto-électronique Gaitway®

(34)

Il a été mis au point chez l'homme en 1987, et chez le chien en 1993. Ce système est composé de deux bandes perforées attachées par un fil de nylon, chacune à un membre postérieur de l'animal. Chaque bande perforée passe devant une tête de lecture optique contenant un compteur connecté à un micro-ordinateur. Ces têtes de lecture sont enfermées dans un container. Lorsque l'animal marche, la tête de lecture compte le nombre de trous sur la bande qui passe devant elle ; cette information est stockée dans le compteur et enregistrée par l'ordinateur à la fréquence de 256 fois par seconde. En connaissant cette fréquence, la distance entre chaque trou sur une bande, et le nombre de trous un logiciel adapté permet de calculer des paramètres cinétiques tels que la durée des phases de soutien et d'appui, la longueur d'une foulée et sa séquence, la vitesse moyenne de la marche. Il est à noter que les données pour chaque membre sont acquises indépendamment l'un de l'autre ; il en est de même pour le calcul des paramètres.

Fig. 24 : schéma de fonctionnement du système Gaitway® chez le chien (34)



j. Le système GPS (Global Positioning System) :

C'est la dernière technique qui est développée actuellement. Elle permet un positionnement en trois dimensions et ce en n'entravant pratiquement pas la démarche du patient. Mais elle coûte encore très cher, et on ne l'a pas encore comparée complètement aux méthodes de référence : on ne peut donc pas connaître la fiabilité des résultats obtenus grâce à cette technique. (58)

3. les études cinétiques

Cette science a commencé à être étudiée au XIX^{ème} siècle (57). Ces études permettent l'étude des forces intervenant dans la locomotion, ainsi que les relations existant entre elles et le mouvement qu'elles génèrent (21). Elles peuvent être directes (avec des plateformes dynamométriques), ou indirectes à partir des mesures des pressions exercées par le membre à l'appui.

a. Les plateaux de force :

C'est Marey qui, le premier, a développé le premier plateau de force, en utilisant un mécanisme pneumatique. FENN, après la seconde guerre mondiale, a quant à lui créé le premier système mécanique. Ce scientifique était intéressé principalement par les échanges entre les énergies cinétique et potentielle des membres. (57)

SCHWARTZ, en 1928, fut un précurseur du système de mesure des pressions, tel que nous l'envisagerons par la suite. Il appela son invention le basographe, et le testa d'abord sur l'étude des pathologies du pelvis. En 1934, un scientifique du nom de ELFTMAN décrivit les forces exercées pendant la marche non dans un plan, mais dans un repère à trois dimensions. De plus, il fut le premier à s'intéresser aux énergies potentielle et cinétique, moments angulaires, et actions de muscles sur deux articulations. CUNNINGHAM et BROWN développèrent un plateau de force mesurant en quatre dimensions. Les inconvénients majeurs de ce plateau sont sa sensibilité aux changements de température, la complexité de construction, la nécessité d'une calibration constante, et le labeur du traitement et de l'interprétation des données sans l'aide de l'informatique. (57)

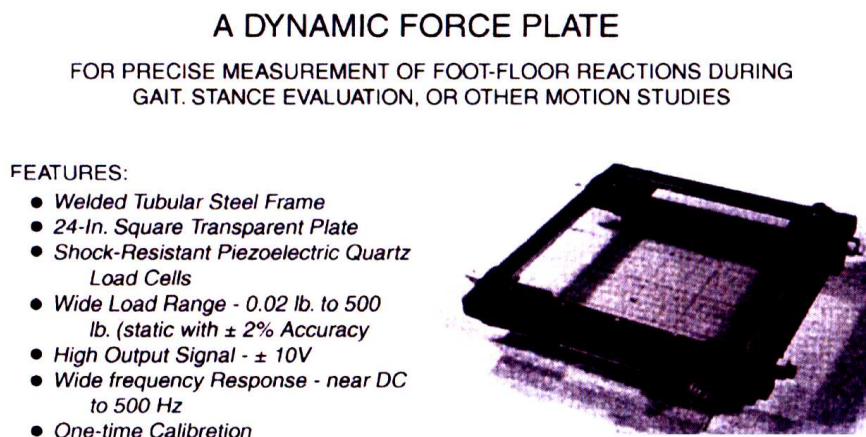
C'est dans le milieu des années 1960 que les capteurs de pression piezo-électriques ont commencé à être utilisés.

Au départ, les plateaux de force n'étaient destinés qu'à un usage au sein de la recherche. C'est au début des années 1970 que des chercheurs américains ont développé des plateaux destinés à un usage clinique.

Le principe est simple : à l'aide d'une surface sensible à la pression les forces d'appui du membre sont mesurées. Il s'agit en général d'une surface rectangulaire sous laquelle sont disposés des capteurs de force, un à chaque angle. Ce dispositif est situé à la même hauteur que la surface de locomotion normale de l'animal, et ne doit surtout pas être détectable par l'animal, sinon on a un risque d'artefact lié au changement d'allure que provoquerait forcément la perception du plateau.

Les capteurs sont, le plus souvent, des capteurs piézo-électriques en quartz. Ce matériau a la capacité de transformer en impulsion électrique tout changement de forme, et ce de façon proportionnelle : c'est l'effet piézo-électrique. Ces cristaux vont, en association, permettre de mesurer la force appliquée par le membre de l'animal dans les trois directions de l'espace. Ils sont très sensibles pour une large gamme de forces appliquées, plus résistants, plus durables et ne nécessitent pas une recalibration régulière.

Fig. 25: Photographie et description d'un plateau de force (57)



Selon FANCHON (27) ces plateaux permettent une évaluation fonctionnelle du membre, plus pertinente et moins biaisée qu'une analyse visuelle, et ils donnent des informations plus reproductibles.

De nombreuses études ont été réalisées grâce à ces plateaux durant les dix dernières années. (5), (12), (32), (34), (47), (52)

b. Les tapis de marche

Cf D.

C. Méthodes de mesure de l'énergie : (57)

On mesure l'énergie utilisée par le patient (surtout humain) afin de savoir s'il y a une modification qui signerait une altération de la locomotion.

La méthode de référence est la mesure de l'oxygène consommé.

Il est important d'associer les études cinétiques et cinématiques car elles donnent des renseignements complémentaires. Ainsi la cinétique permet de connaître les forces générées au cours du mouvement, et de déterminer précisément le début et la fin de l'appui. Par contre elle ne donne aucune information sur la phase de soutien, et ne permet pas une étude articulation par articulation. La cinématique, quant à elle fournit des informations sur les trajectoires, sur la phase de soutien, et est spécifique à chaque articulation. (27)

Selon FANCHON (27), deux outils sont majoritairement utilisés : le plateau de force et les marqueurs articulaires. Ces deux méthodes peuvent être facilement associées.

D. Utilisation des différents tapis de marche

Ces tapis sont de développement récent. Les principaux sont : Gaimat®, Tekscan®, GaitRite® (34).

1. GaitMat® II

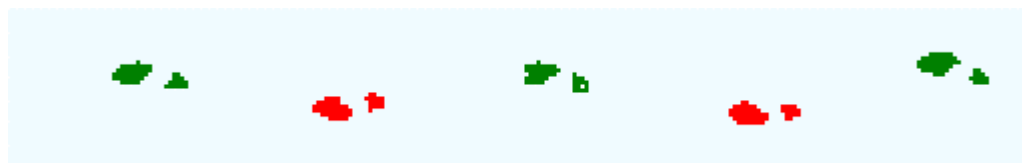
(b), (34)

C'est un tapis développé par des Américains, en vue d'une utilisation clinique en médecine humaine. Il est composé de quatre sections, qui forment ensemble un tapis de 3,68 m de long sur 60 cm de large ; son épaisseur est de 0,032m. Le poids du tapis et de sa boîte est de 45 kg environ.

Des capteurs de pression sont inclus dans ce système, qui est une structure rigide d'aluminium alvéolé (cela augmente la performance de la mesure car on est sûr que la pression qu'on recueille est bien celle du pied, et qu'aucun élément compliant vient ajouter son poids à celui du pied). Ils sont au nombre de 9728, répartis en 38 rangs de 256 capteurs. La résolution spatiale (mesure des commutateurs) est donc de 15 mm.

Le tapis est relié à un ordinateur qui, à l'aide d'un logiciel spécifique, permet d'acquérir, stocker et analyser les données. La résolution temporelle (temps nécessaire aux données pour atteindre l'ordinateur) est de 5 msec. Lorsqu'une personne marche sur le tapis les commutateurs sont activés par le contact des semelles. Le logiciel calcule alors le temps d'activation et la position de chaque capteur activé, et analyse la séquence de marche obtenue. De plus, il ignore la majorité des artéfacts qui peuvent exister. Ces données sont visibles par l'expérimentateur grâce à un éditeur de données sous forme de graphique.

Fig. 26: images de pas obtenues grâce au logiciel GAITMat® II (b)



Depuis peu de temps la firme vendant ce tapis propose à ses clients le tapis en plusieurs longueurs (système « GAITMat® II Extended »).

Ce système, dans son entier, permet d'étudier les paramètres spatiaux et temporels de la marche : la longueur d'une enjambée, d'une foulée, la largeur du pas, mesurée soit du côté médial, soit du côté latéral, ou encore au milieu de chaque empreinte de pas. Comme paramètre temporel il permet d'avoir la durée d'une foulée, avec le temps nécessaire à chaque phase (soutien et appui), et la vitesse moyenne.

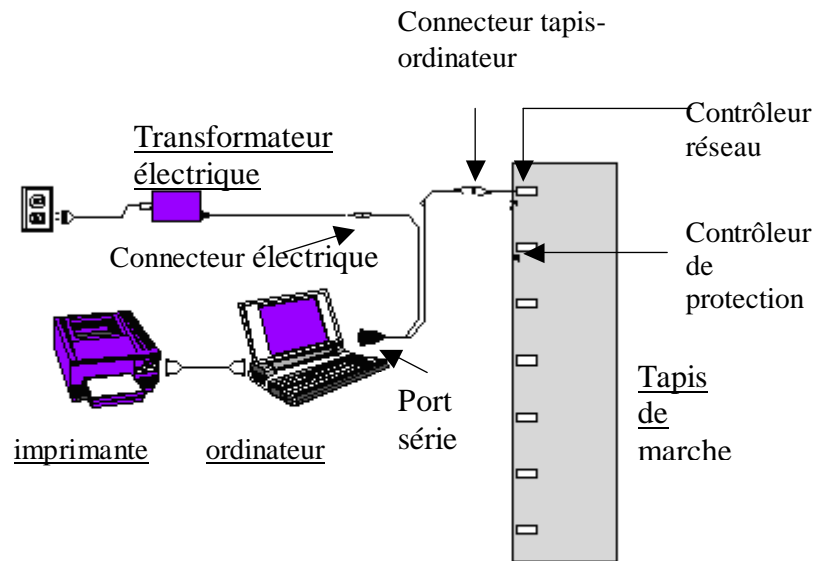
Les principaux avantages de ce système est sa portabilité, sa facilité d'emploi, et l'absence de fils reliés au sujet. Par contre, on a une faible résolution spatiale due à la taille des commutateurs, ainsi qu'une assez médiocre résolution temporelle (vitesse d'acquisition des données trop lente).

2. GaitRite®

C'est un système formé, comme le précédent, par :

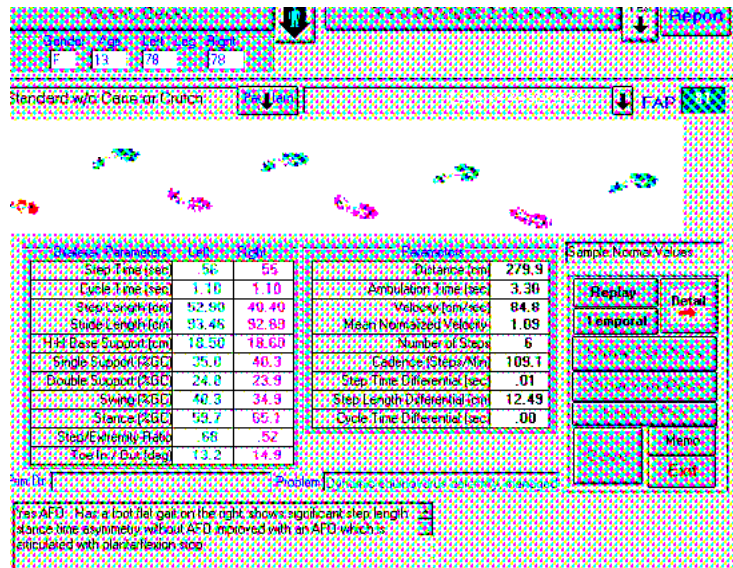
- un tapis de marche, enroulable, et dans lequel sont scellés des capteurs de pression,
- un ordinateur, avec un logiciel de capture et traitement des données en provenance des capteurs de pression. Il existe différentes vitesse de capture.

Fig.27: schéma du système GAITRite® (d), (34)



Ce matériel a été conçu et développé pour être utilisable en pratique quotidienne, et ce pour la médecine humaine. En effet actuellement il y a une demande constante d'objectivation des défauts de la démarche, pour le diagnostic et le suivi de pathologie.

Fig. 28: capture d'écran obtenu avec le logiciel GAITRite® (d)



Différentes études ont été réalisées afin de connaître la fiabilité des résultats donnés par ce système.(7), (19), (39), (60), (63) CUTLIP et son équipe ont comparé les paramètres spatiaux et temporels obtenus grâce au système GAITRite® à ceux collectés par un système vidéo en trois dimensions (19). Il en résulte que les paramètres cinématiques sont corrélés très étroitement entre les deux systèmes, même si, avec le tapis, on obtient des valeurs plus élevées en ce qui concerne les paramètres

spatiaux (longueur de la foulée). Selon l'auteur, cette différence s'explique par la vitesse d'acquisition des données utilisée. Par contre, aucune différence statistiquement significative n'est trouvée pour les paramètres temporeux (durée de la foulée et des deux phases de celle-ci).

En ce qui concerne le travail de MACDONOUGH et son équipe (39), il est réalisé grâce au système GAITRite®, un système vidéo et un système d'empreintes des pas sur un papier (ses deux méthodes de référence). Lorsqu'on compare les résultats obtenus par le système GAITRite® et le système « paper-and-pencil » on note une excellente corrélation en ce qui concerne les paramètres spatiaux, et aucune différence statistiquement significative ($\alpha = 0.5\%$) entre les deux méthodes ; lorsqu'on s'intéresse aux paramètres temporels, on observe une bonne corrélation pour la vitesse de la marche, mais médiocre pour la mesure de la cadence (nombre de pas/minute).

Pour ce qui est de la comparaison GAITRite®- système vidéo, on note d'excellentes corrélations pour tous les paramètres.

Toutes ces études prouvent donc que ce système tapis de marche-ordinateur est une méthode valable et fiable pour évaluer la marche, dans des conditions de pratique quotidienne. Ceci est vrai essentiellement chez les adultes, un peu moins chez les enfants(60).

Ce système est celui utilisé dans cette étude. Le nom a été changé, du fait qu'il est utilisé pour l'étude de la démarche d' animaux quadrupèdes. Depuis avril 2004, le professeur Eric VIGUIER de l'ENVL a adapté ce système aux quadrupède et a développé l'utilisation en clinique de ce tapis chez le chien.

Les spécifications techniques du tapis utilisé à l'ENVL sont les suivantes :

- Longueur : 4,6m ;
- Largeur : 0,8 m ;
- Epaisseur : 6 mm.

Le tapis est constitué de différentes couches de revêtements plastiques dans lesquels est inclus un secteur actif. Etant donné la faible épaisseur du tapis et les matériaux plastiques, le tapis peut être aisément roulé et transporté dans une valise rigide prévue à cet effet.

Le secteur actif correspond à la zone sensible du tapis, où se déroule l'enregistrement des paramètres de la marche. De ce fait, tout appui en dehors de cette zone ne pourra pas être pris en compte et analysé. Ses dimensions sont de 4,2 m de longueur et 0,61 m de largeur.

Cette zone active est elle-même composée de sections de mesure, qui ont une surface de 0,61 m*0,61 m. Sept sections de mesure sont juxtaposées dans la zone de mesure.

Les sections sont constituées de capteurs résistifs de 12,7 mm placées les uns contre les autres.

Fig. 29 et 30 : photographies du tapis et de la boîte de transport



La fréquence d'acquisition des données du système utilisé à l'ENVL est de 80 Hz (soit une toutes les 0,012 secondes).

La connexion du tapis à l'ordinateur se fait via le port série. Le logiciel Gaitfour® utilisé est conçu pour fonctionner sous Windows® 98, 2000 et XP.

Le logiciel Gaitfour® utilisé pour cette étude est une version corrigée de la première qui fut conçue en 2004.

Fig. 31 : capture d'écran donné par le logiciel GAITFour®

La validité des données spatiales a été réalisée en comparant les résultats obtenus avec GAITFour® et ceux obtenus avec trois autres méthodes : la méthode « paper-and-pencil » avec le doigt, ou avec des chiens sains marchant sur le tapis, la mesure directe sur le tapis. Puis les erreurs relative et absolue sur les coordonnées X et Y ont été calculées. Il existe une corrélation parfaite entre les mesures obtenues par les trois méthodes. Par ailleurs, l'erreur absolue est très faible, de l'ordre d'un demi-capteur, et est dépendante de la résolution du système. Cette dernière induit quand même une erreur relative importante pour des distances inférieures à 20 cm ; elle devient acceptable pour des distances supérieures à 40 cm, qui est la taille d'une foulée de chien de petite taille.

En ce qui concerne la validité des données temporelles, elle est très bonne puisque les données obtenues par ce système sont quasi-identiques à celles obtenues avec un chronomètre au centième.

3. Walkway® de Tekscan

Fig. 32: utilisation du tapis Walkway® de Tekscan chez les animaux (c)



Ce système est basé sur le même fonctionnement que les précédents, sauf que pour les humains la marche doit se faire pieds-nus.

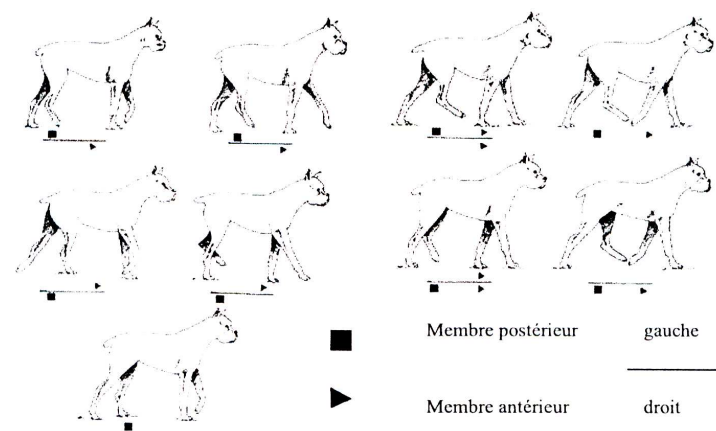
Il existe en plusieurs longueurs et plusieurs résolutions des capteurs sont disponibles : résolutions standard (1,4 capteurs/cm²), haute résolution (4 capteurs/cm²), et très haute résolution (15,5 capteurs/cm²).

E. Paramètres étudiés lors de la marche

La démarche, d'un animal ou d'un être humain, est la façon dont l'animal déplace ses membres, et est caractérisée par des mouvements distincts, coordonnés et répétitifs des membres pelviens et thoraciques (21). Cette démarche peut se faire à plusieurs vitesses, appelées allures. Chez le chien on peut les diviser en deux grands groupes :

- *les allures symétriques*, qui sont définies par le fait que les deux membres ipsilatéraux exécutent le même schéma de positionnement. Dans cette catégorie on retrouve le pas et le trot.

Fig. 34: schémas montrant les différentes phases du pas.



- *les allures asymétriques* : les deux membres ipsilatéraux n'effectuent pas les mêmes mouvements. C'est l'exemple du galop. Leur description est complexe.

Chaque foulée peut être divisée en deux grandes phases : la phase de soutènement et la phase d'appui.

- **La phase de soutien (« swing phase »)** est celle pendant laquelle le membre est en l'air. On peut la définir comme la période entre le dernier contact du membre étudié avec le sol et le premier contact de ce même membre avec le sol, et ce au pas suivant.

- **La phase d'appui (« stance phase »)** est la période pendant laquelle le pied prend appui sur le sol. Elle est sous-divisée en quatre moments : la phase de contact, la décélération, la propulsion.

La phase de contact est la phase qui commence par la prise de contact du talon sur le sol (définition chez l'homme). Elle dure environ 22% de la phase d'appui.

La phase de propulsion dure quant à elle environ 50% du temps total de la phase d'appui

Fig. 35 : décomposition des phases de la locomotion (41) , (43)

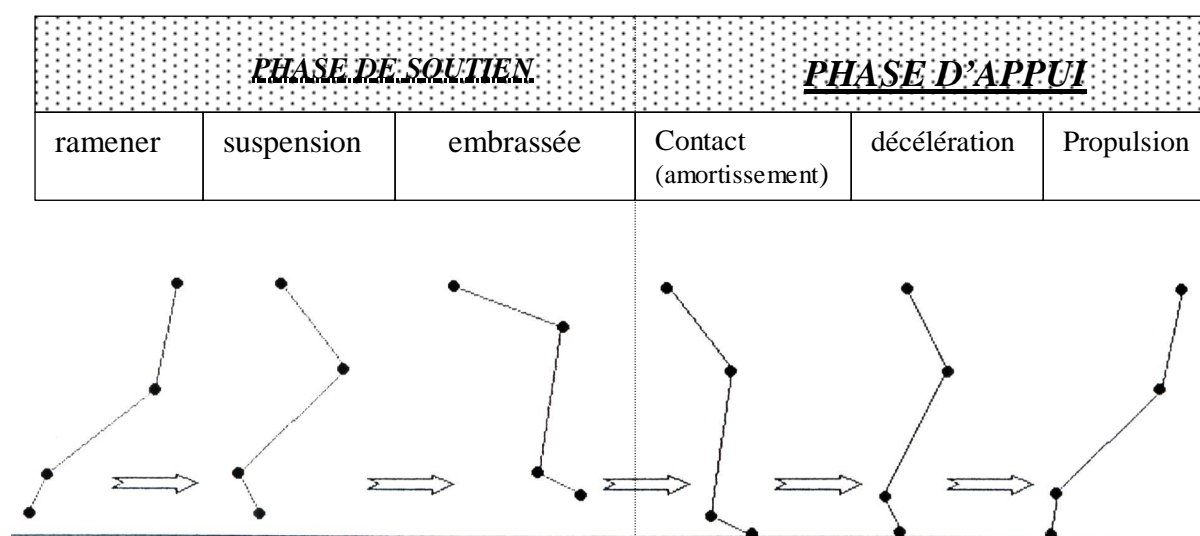
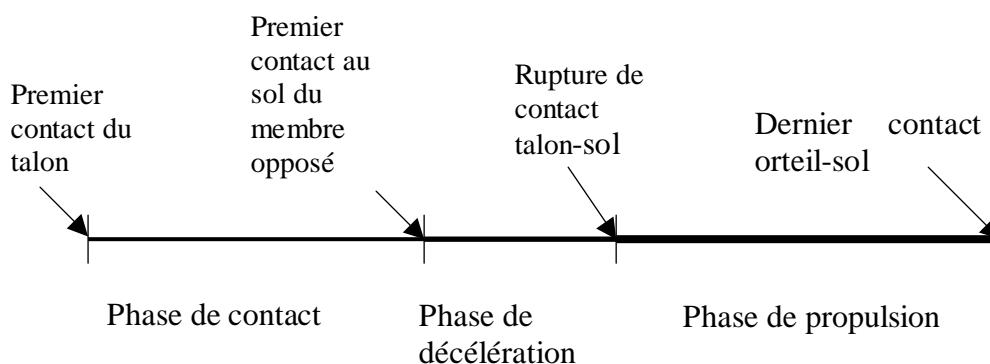


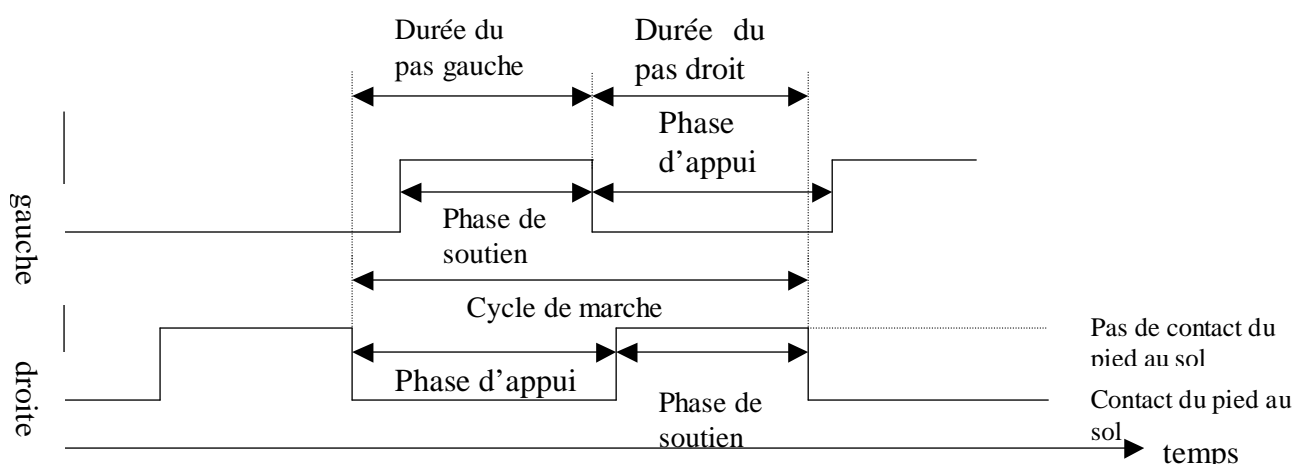
Fig. 36 : schéma de la division de la phase d'appui d'un membre chez l'homme (18)



La démarche de l'animal peut être caractérisée par trois sortes de paramètres :

- Le schéma de la foulée caractéristique de l'allure, qui correspond à la séquence d'appuis successifs,
- **Paramètres temporels :**
 - durée de la foulée (« stride time »): intervalle de temps séparant deux appuis successifs d'un même membre ;
 - durée du pas (« step time ») : temps écoulé entre le premier contact au sol d'un pied et le premier contact de l'autre pied. On l'exprime en général en secondes.
 - durée de la phase d'appui (« stance time »): temps de contact du pied sur le sol ;
 - durée de la phase de soutien (« swing time »): c'est le temps qui s'écoule entre le dernier contact sur le sol d'un pied au prochain contact de ce même pied avec le sol.
 - Temps du cycle de la marche (« Gait Cycle Time ») : temps écoulé entre le premier contact de deux appuis successifs du même pied.
 - La vitesse (exprimée le plus souvent en cm/s) : elle est le résultat de la division de la distance effectuée par l'animal par le temps mis à réaliser cette distance.

Fig. 37 : schéma récapitulant les différentes phase de la locomotion. (18)



- **Paramètres spatiaux :**
 - Ligne de progression : ligne reliant les centres des talons de deux pas consécutifs d'un même pied.
 - Longueur de la foulée (« stride length ») : distance séparant deux appuis successifs d'un même membre.
 - Longueur du pas (« step length ») : distance entre le centre du talon d'un pas d'un membre et le centre du talon du pas précédent du pied opposé ; elle est mesurée le long de la ligne de progression.
 - Largeur de la foulée : on la mesure entre le milieu du pas courant et le milieu du pas précédent du pied opposé.
 - Largeur du pas : c'est la distance, verticale, mesurée du centre d'un pas à la ligne tracée entre les centres des pas du pied opposé.

- Distance parcourue (mesurée en centimètres) : c'est la longueur entre les centres des talons du premier pas et du dernier pas.

Ces paramètres sont facilement disponibles et importants à avoir. En effet sur un individu sain, et lors de l'étude d'une allure symétrique en démarche rectiligne, ceux-ci sont identiques entre les membres gauche et droit. Lors d'altération de la marche cette symétrie n'est plus présente, pour un ou plusieurs facteurs et pour un ou plusieurs membres.

Avec le système GAITRite®, qui est basé sur la mesure des pressions, nous pouvons avoir accès aux ***paramètres de pressions*** qui sont :

- La pression par unité de temps ($P*t$) pour une section du tapis, est la pression multipliée par le temps, intégrée de la section, et est exprimée en pourcentage de la pression multipliée par le temps totale. On peut les trouver ainsi : la totale est la somme de toutes les $P*t$ de chaque capteur, et pour la section on additionne toutes les $P*t$ des capteurs compris dans l'aire étudiée.

- Le pic temporel pour une section est le moment pendant lequel on a le maximum de capteurs activés pour cette section.

- L'aire d'une section, qui est exprimée en cm^2 , représente la somme des aires de capteurs activés dans une section.

- Le pic de pression pour une section est le niveau maximal d'activation des capteurs de cette section. Il est exprimé en pourcentage du niveau maximal d'activation des capteur total.

Ce pic a lieu, pour une section donnée, à son pic temporel.

CHAPITRE II : ETUDE CLINIQUE

I- JUSTIFICATIF ET BUT DE L'ETUDE

Les études réalisées précédemment pour évaluer les résultats de la résection de la tête et du col du fémur sont réalisées, pour la grande majorité d'entre elles, à l'aide de questionnaires envoyés aux propriétaires. (8), (26), (32), (36), (63). Parmi les auteurs rares sont ceux qui ont réalisé une ré-évaluation clinique des animaux. Aucun d'entre eux n'a réalisé d'analyse des pressions des différents membres ou des paramètres de la marche à l'aide d'un plateau de force ou d'un tapis de marche.

Le but de cette étude est d'étudier la variation au cours du temps des paramètres de la marche du chien à l'aide d'un tapis de type GAITFour® après une intervention chirurgicale de la hanche : la résection de la tête et du col.

II. MATERIEL ET METHODE

A. Animaux

1. Méthode de sélection des animaux.

Les animaux sélectionnés pour cette étude sont les chiens présentés entre le 10 octobre 2005 et le 02 février 2006 :

- en consultation spécialisée de chirurgie à l'ENVL pour affection de la hanche nécessitant l'intervention chirurgicale suivante: une résection de la tête et du col du fémur
- pour suivi de traitement chirurgical
- en rééducation fonctionnelle avec le docteur SAWAYA après RTCF

2. Liste des animaux retenus pour l'étude

Tabl. 6 : tableau récapitulatif des animaux étudiés avec leur race, pathologie et date d'opération.

| Nom animal | No dossier (clovis®) | Race | Pathologie | Date opération |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|--|-----------------------|
| ULYSSE | L04 5384 | GR | luxation traumatique coxo-fémorale D | 18/01/2005 |
| UBA | L04 2450 | GR | dysplasie G | 17/05/2004 |
| UXANE | L04 2465 | GR | dysplasie D. | 09/06/2004 |
| VERA | L05 5378 | Bouledogue français | dysplasie bilatérale + luxation traumatique D. | 09/12/2005 |
| VENUS | L05 5634 | Bruno du Jura | luxation traumatique hanche D. | Novembre 2005 |
| TARZAN | L05 3877 | Berger Belge | arthrose D. + dysplasie + subluxation | 27/02/2005 |
| NEMO | L06 433 | Saint-Bernard | luxation congénitale hanche D. | euthanasie |
| JUPITER | L06 729 | Labrador | dysplasie G | 04/01/2006 |
| LOTUS | L06 815 | GR | dysplasie D. | 12/01/2006 |

GR : Golden Retriever

On peut remarquer deux animaux qui n'ont pas été opérés : Volka et Nemo.

En ce qui concerne Volka l'opération était prévue chez le vétérinaire traitant mais au dernier moment les propriétaires ont refusé l'intervention. L'animal a quand même été inclus dans l'étude car l'opération était prévue initialement.

Pour Nemo l'opération était également prévue mais l'état des hanches s'est soudainement tellement dégradé que l'euthanasie a été décidé par les propriétaires juste avant la date initiale de l'intervention.

B. Système d'analyse

Le système utilisé dans cet étude est le système GAITRite® décrit précédemment avec le logiciel GAITFour® associé à un système de calcul développé sous Excel® par le Pr E. VIGUIER.

Annexe 2 : feuille-type obtenue grâce au logiciel Excel®

C. Méthodologie

Les examens sur le tapis de marche ont été réalisés :

- lors de la consultation préopératoire ou avant l'intervention chirurgicale ;
- en période post-opératoire immédiate ;
- 2, 4 et 8 semaines après l'intervention

Un examen sur le tapis de marche se déroule de la façon suivante :

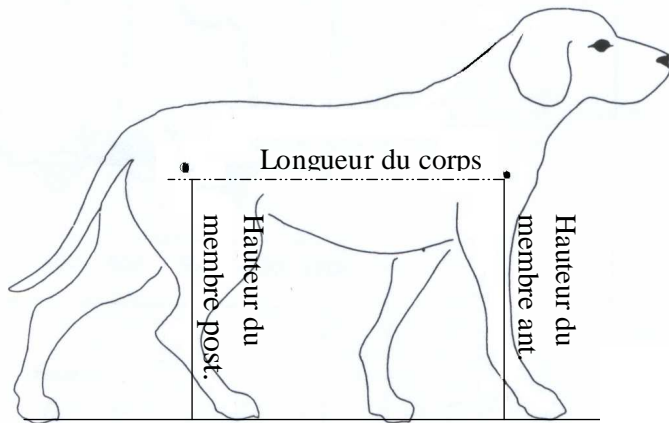
Pour chaque examen sur le tapis, les mensurations de chaque animal ont été prises, puis trois passages successifs, en laisse, au pas ont été effectués.

Après chaque passage de l'animal sur le tapis, les données obtenues sont enregistrées dans un fichier spécifique.

Les différentes mesures prises sont :

- le poids de l'animal, mesuré sur une balance électronique à plateau ;
- la hauteur du membre antérieur, entre la point de l'épaule et le sol ;
- la hauteur du membre postérieur, entre la pointe de la hanche et le sol ;
- la longueur du corps, entre la pointe de l'épaule et celle de la hanche ;
- la largeur entre les épaules,
- la largeur entre les hanches.

Fig. 38 : schéma explicatif des différentes mesures prises sur une silhouette de chien.



Tabl. 7 : Tableau récapitulatif des mesures prises sur l'animal

| <i>Nom animal</i> | <i>Age (an)</i> | <i>Poids (kg)</i> | <i>Longueur corps (cm)</i> | <i>Long. Membre antérieur (cm)</i> | <i>Long. Membre postérieur (cm)</i> | <i>Largeur épaules (cm)</i> | <i>Largeur hanche (cm)</i> |
|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| ULYSSE | 1,5 | 35 | 57 | 44 | 44 | | |
| UBA | 1 | 29 | 55 | 41 | 46 | 18 | 20 |
| VOLKA | 1 | 35.6 | 50 | 45 | 42 | 20 | 21 |
| UXANE | 1 | 36 | 50 | 41 | 48 | 23 | 21 |
| VERA | 1 | 10.5 | 38 | 20 | 26 | 17 | 14 |
| TARZAN | 7 | 32 | 60 | 38 | 51 | 23 | 20 |
| NEMO | 0,25 | 35 | 61 | 50 | 56 | 21 | 19,00 |
| JUPITER | 12 | 45 | | 46 | 44 | | |
| LOTUS | 11 | 19.5 | 47 | 37 | 41 | 16 | 17 |

Hormis le poids et l'âge ces paramètres ne servent qu'au fonctionnement du logiciel et ils ne seront donc pas analysés ni discutés plus précisément.

III. RESULTATS

A. Paramètres intrinsèques à l'animal

1- Race

Tabl. 8: répartition du nombre d'animaux par race.

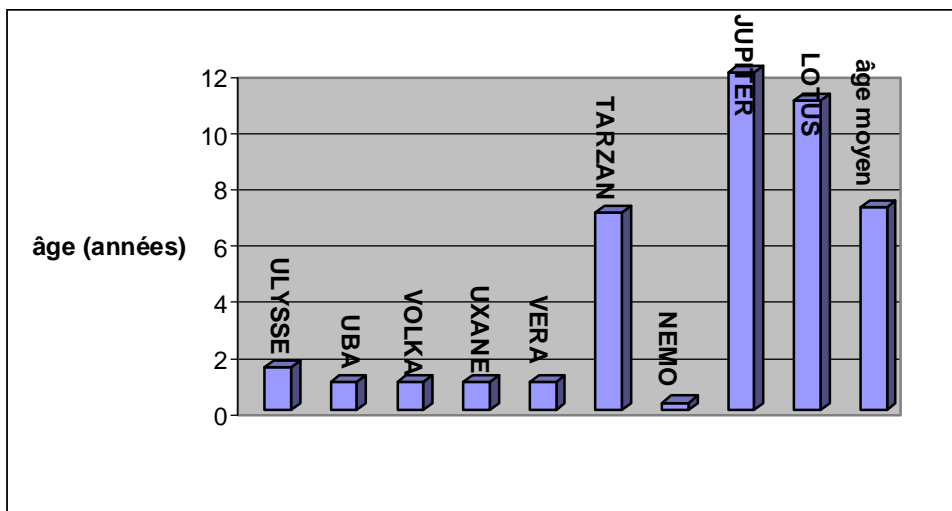
| <i>Race</i> | <i>Nombre de chiens</i> |
|---------------------|-------------------------|
| GR | 5 |
| Berger belge | 1 |
| Bouledogue français | 1 |
| Saint-Bernard | 1 |
| Labrador | 1 |
| TOTAL | 9 |

2. Age

Tabl. 9: Répartition des chiens de l'étude en fonction de l'âge (exprimé en années).

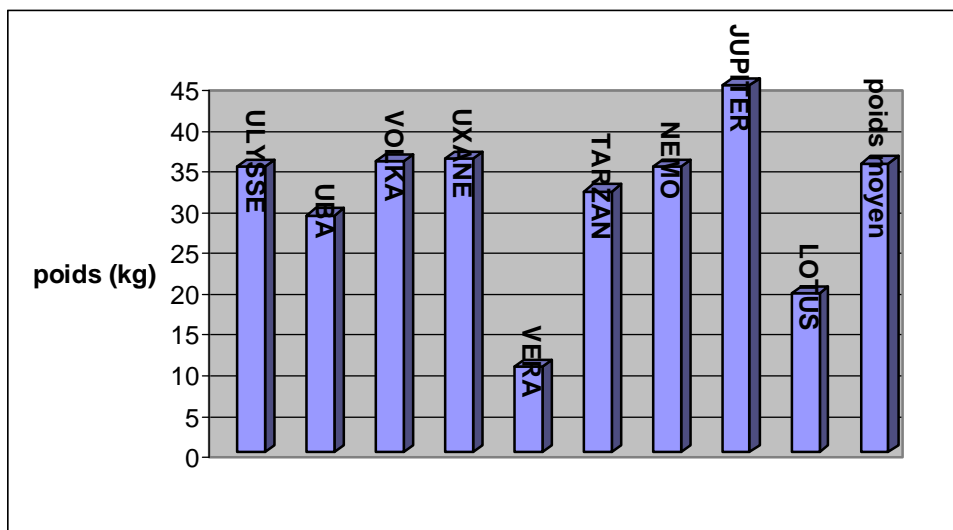
| <i>Age (ans)</i> | <i>Nombre de chiens</i> |
|------------------|-------------------------|
| 0,25 | 1 |
| 1 | 4 |
| 5 | 1 |
| 7 | 1 |
| 11 | 1 |
| 12 | 1 |
| TOTAL | 9 |
| Moyenne | 7,2 |
| Ecart-type | 4,49 |

Fig. 39 : graphique représentant l'âge (exprimé en années) en fonction des différents animaux.



3. Poids

Fig. 40 : histogramme représentant le poids en fonction des animaux.



Le poids des animaux est compris entre 10,5 et 45 kg avec une moyenne à 35,4 kg (l'écart-type est de 6,02). Ce sont des poids moyens à élevés.

B. Résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour®

On classe les résultats selon qu'ils sont obtenus en période pré- ou post-opératoire.

On s'intéressera à la vitesse (exprimée en cm/s), la durée d'appui relative, la pression maximale et au nombre de capteurs activés, qui sont les paramètres les plus représentatifs.

Parmi les trois derniers paramètres on classera les résultats de la façon suivante :

- durée d'appui relative/ pression maximale/ nombre de capteurs activés du membre postérieur droit : cette sous-division regroupe les résultats des chiens souffrant d'une affection du membre postérieur droit.

- durée d'appui relative/ pression maximale/ nombre de capteurs activés du membre postérieur gauche : cette sous-division regroupe les résultats des chiens souffrant d'une affection du membre postérieur gauche.

Il est à noter qu'un animal souffrant d'une affection bilatérale sera classé dans les deux sous-division.

- symétrie gauche/droite (symétrie G/D) : on calcule le degré de symétrie entre les résultats obtenus sur les membres antérieur et postérieur gauche d'un côté, et ceux obtenus sur les membres antérieur et postérieur droit de l'autre.

- ratio antérieurs/postérieurs (symétrie Ant./Post.): on calcule le degré de symétrie entre les résultats obtenus sur les membres antérieurs d'un côté et ceux obtenus sur les membres postérieurs de l'autre.




- Symétrie postérieur gauche/ postérieur droit (symétrie PG/PD): on calcule le degré de symétrie entre les résultats du membre pelvien gauche et ceux du membre pelvien droit.

Ces trois derniers paramètres sont importants à retenir car ils sont faciles à interpréter.

Tabl. 10: récapitulatif des tests par chien et par date d'obtention post-RTCF.

| Nom des animaux | <i>semaine post-op.</i> | <i>2 sem.</i> | <i>4 sem.</i> | <i>6 sem.</i> | <i>7 sem.</i> | <i>8 sem.</i> | <i>9 sem.</i> | <i>40 sem.</i> | <i>48 sem.</i> | <i>54 sem.</i> | <i>58 sem.</i> |
|-----------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| NEMO | | | | | | | Pré Opéra | toire | | | |
| VERA | | | | | | | Pré Opéra | toire | | | |
| VOLKA | | | | | | | Pré Opéra | toire | | | |
| ULYSSE | oui | | | | | | | | | | |
| LOTUS | | oui | oui | oui | oui | oui | | | | | |
| JUPITER | oui | oui | oui | | | | | | | | |
| TARZAN | | | oui | | oui | oui | | | | | |
| UXANE | | | | | | | | | | oui | oui |
| UBA | | | | | | | | oui | oui | | |

Légende :

| | |
|---|-----------------------------------|
|  | Période pré-opératoire |
|  | Période post-opératoire immédiate |
|  | Période post-opératoire ancienne |

NEMO : chiens du groupe 1
ULYSSE : chiens du groupe 2
TARZAN : chiens du groupe 3

1. Résultats pré-opératoires

Tabl. 11 : résultats obtenus en période pré-opératoire pour les chiens du groupe 1.

| <i>Chiens Groupe 1</i> | | <i>NEMO</i> | <i>VERA</i> | <i>VOLKA</i> |
|-------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | vitesse (cm/s) | 102,10 | 128,69 | 110,30 |
| Durée relative De l'appui | PD | 0,54 | 0,63 | 0,33 |
| | PG | 0,53 | 0,61 | 0,34 |
| | symétrie G/D | 1,01 | 1,08 | 1,10 |
| | symétrie Ant /Post | 1,10 | 0,96 | 1,37 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 | 0,97 | 1,09 |
| Pression maximale | PD | 20,33 | 3,81 | 34,80 |
| | PG | 25,33 | 9,75 | 15,58 |
| | symétrie G/D | 1,42 | 1,29 | 0,70 |
| | symétrie Ant /Post | 1,95 | 2,90 | 1,49 |
| | symétrie PG/PD | 1,25 | 2,73 | 0,44 |
| Nombre de Capteurs activés | PD | 12,00 | 2,83 | 13,68 |
| | PG | 12,00 | 4,44 | 6,95 |
| | symétrie G/D | 1,08 | 1,33 | 0,75 |
| | symétrie Ant /Post | 1,51 | 2,31 | 1,31 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 | 1,71 | 0,52 |

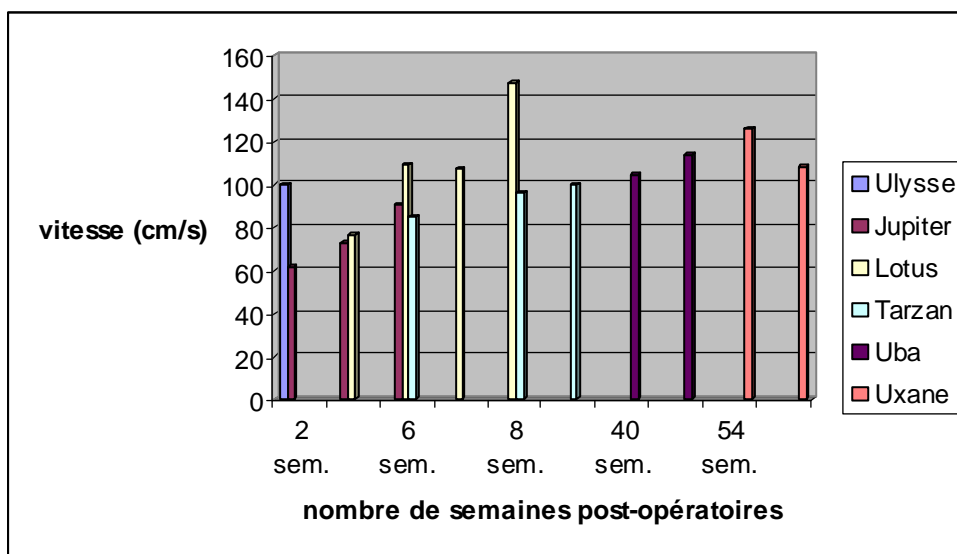
2. Résultats obtenus en période post-opératoire.

a. Vitesse

Tabl. 12 : vitesse moyenne (exprimée en cm/s) pour les différents chiens en période post-opératoire.

| <i>Vitesse(m/s)</i> | <i>2 sem.</i> | <i>4 sem.</i> | <i>6 sem.</i> | <i>7 sem.</i> | <i>8 sem.</i> | <i>9 sem.</i> | <i>40 sem.</i> | <i>48 sem.</i> | <i>54 sem.</i> | <i>58 sem.</i> |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ULYSSE | 100,2 | | | | | | | | | |
| JUPITER | 61,5 | 73,1 | 91,0 | | | | | | | |
| LOTUS | | 76,3 | 109,2 | 107,5 | 147,7 | | | | | |
| TARZAN | | | 85,0 | | 96,6 | 100,1 | | | | |
| UBA | | | | | | | 104,6 | 114,4 | | |
| UXANE | | | | | | | | | 126,2 | 108,4 |

Fig. 41 : évolution de la vitesse moyenne en fonction des animaux et du nombre de semaines post-opératoires.



b. Durée relative de l'appui

On utilise préférentiellement paramètre à la durée totale de l'appui, car cette dernière est dépendante du poids de l'animal alors que la durée relative en est affranchie.

- sur le membre postérieur opéré

Entre parenthèses est indiqué le membre dont l'animal a été opéré.

Tabl. 13: évolution de la durée relative de l'appui sur le membre opéré.

| Durée relative de l'appui sur le membre opéré | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 1,06 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,72 | 0,58 | 0,64 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 0,6 | 0,62 | 0,54 | 0,52 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 0,66 | | 0,64 | 0,61 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 0,54 | 0,52 | | |
| UXANE(D) | | | | | | | | | 0,54 | 0,55 |

Tabl. 14: évolution de la durée relative de l'appui sur le membre postérieur controlatéral.

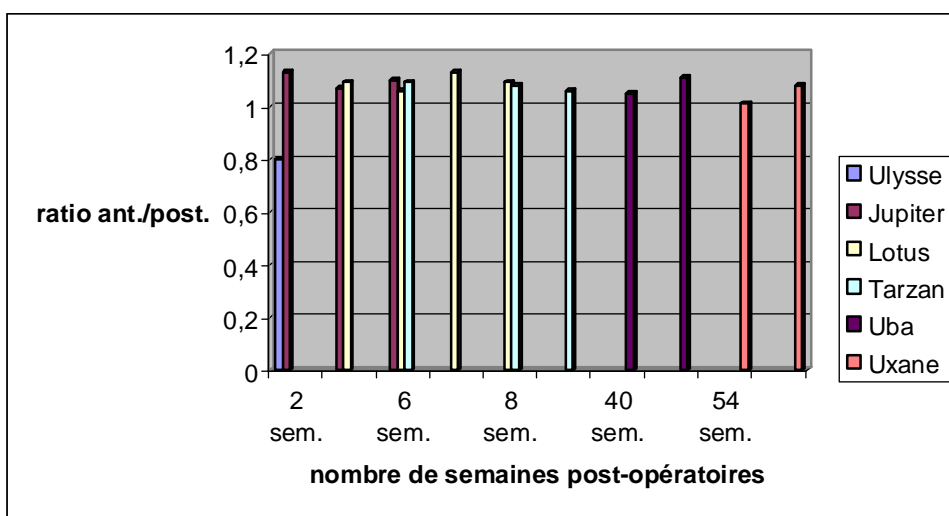
| <i>Durée relative de l'appui sur le membre controlatéral</i> | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 0,50 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,52 | 0,67 | 0,59 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 0,58 | 0,55 | 0,58 | 0,54 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 0,51 | | 0,55 | 0,58 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 0,57 | 0,56 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,64 | 0,56 |

- *ratio antérieurs/postérieurs*

Tabl. 15 : évolution du ratio antérieurs/postérieurs en fonction des animaux et du nombre de semaines post-opératoires.

| <i>(durée relative de l'appui) Ratio antérieurs/postérieurs</i> | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 0,8 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 1,13 | 1,07 | 1,1 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,09 | 1,06 | 1,13 | 1,09 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 1,09 | | 1,08 | 1,06 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1,05 | 1,11 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 1,01 | 1,08 |

Fig. 42 : histogramme représentant l'évolution du ratio antérieurs/postérieurs en fonction des chiens et des semaines post-opératoires.

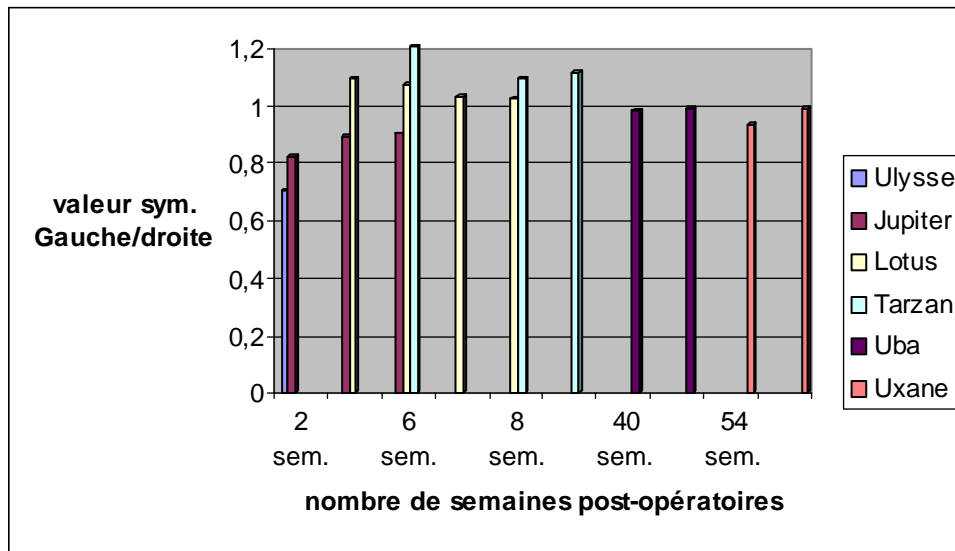


- symétrie gauche/droite

Tabl. 16 : évolution de la symétrie gauche/droite en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal.

| (durée relative de l'appui) symétrie gauche/droite | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 0,7 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,82 | 0,89 | 0,9 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,09 | 1,07 | 1,03 | 1,02 | | | | | |
| TARZAN (G) | | | 1,2 | | 1,09 | 1,11 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 0,98 | 0,99 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,93 | 0,99 |

Fig. 43: histogramme représentant l'évolution de la symétrie gauche/droite en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal.

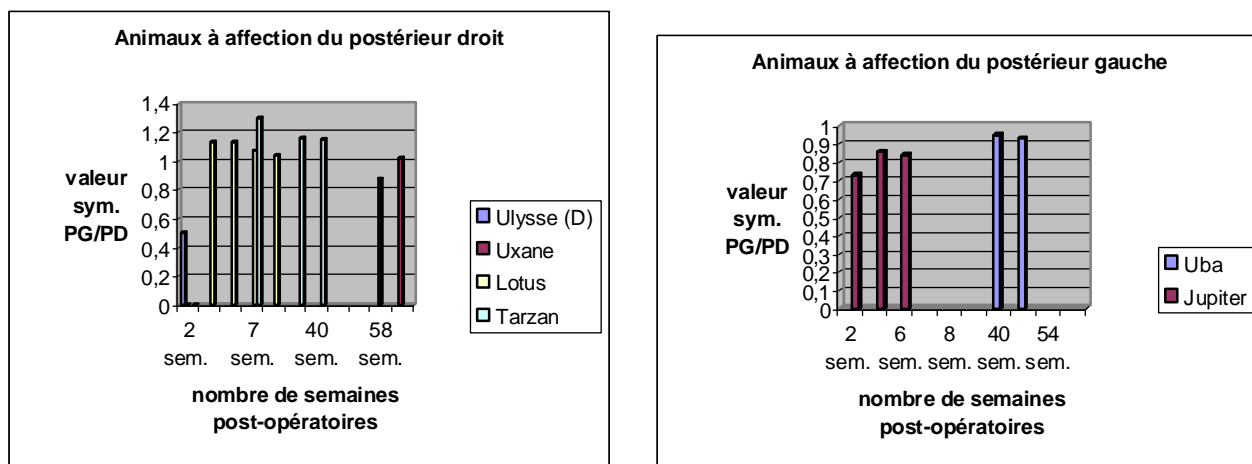


- symétrie postérieure gauche/postérieur droit

Tabl.17 : évolution de la symétrie postérieure gauche/postérieur droit en fonction de l'animal et du nombre de semaine post-opératoires

| (Durée relative de l'appui) symétrie PG/PD | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 0,5 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,73 | 0,86 | 0,84 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,13 | 1,13 | 1,07 | 1,04 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 1,3 | | 1,16 | 1,15 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 0,95 | 0,93 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,88 | 1,02 |

Fig. 44 : histogrammes représentant l'évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit en fonction de l'animal et du nombre de semaine post-opératoires



c. Pression maximale

- sur le membre opéré

Tabl. 18 : évolution de la pression maximale sur le membre opéré en fonction des animaux et du nombre de semaines post-opératoires.

| Pression max. sur le membre opéré | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 13,75 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 10,9 | 18,83 | 14,73 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 17,88 | 20,2 | 21,31 | 25,89 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 10,98 | | 11,4 | 12,88 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 26,75 | 28,9 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 34,5 | 27,88 |

Tabl. 19: ratio pression maximale sur le membre opéré/ poids pour chaque animal en fonction du nombre de semaines post-opératoires.

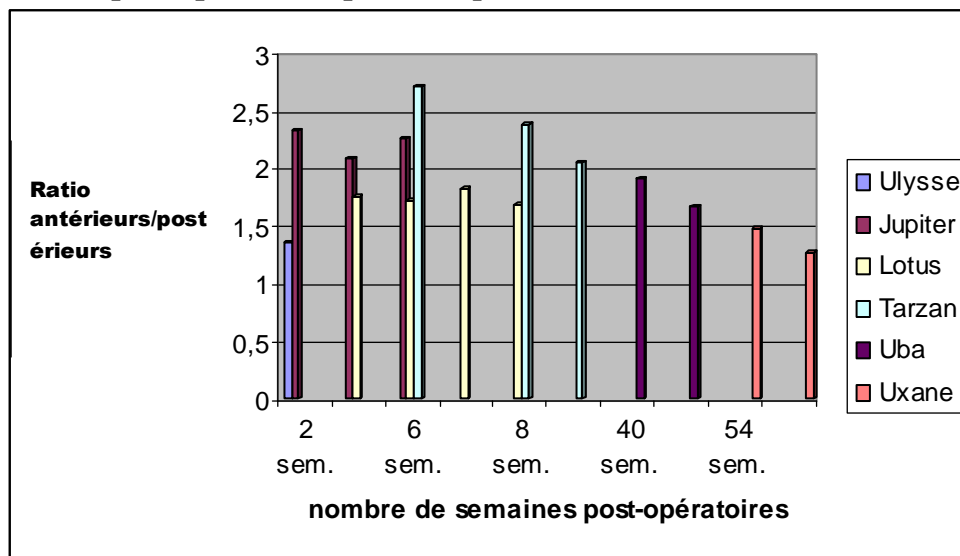
| Pression max. sur le membre opéré/poids | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 0,39 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,24 | 0,42 | 0,33 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 0,92 | 1,03 | 1,09 | 1,33 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 0,34 | | 0,36 | 0,4 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 0,92 | 0,99 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,96 | 0,77 |

- *ratio antérieurs/postérieurs*

Tabl. 20 : évolution du ratio antérieurs/postérieurs en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.

| (Pression maximale) RatioAnt/Post. | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 1,35 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 2,33 | 2,08 | 2,26 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,75 | 1,72 | 1,82 | 1,69 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 2,71 | | 2,37 | 2,04 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1,91 | 1,67 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 1,47 | 1,27 |

Fig. 45 : histogramme représentant le ratio antérieurs/postérieurs en fonction du nombre semaines post-opératoires pour chaque animal.

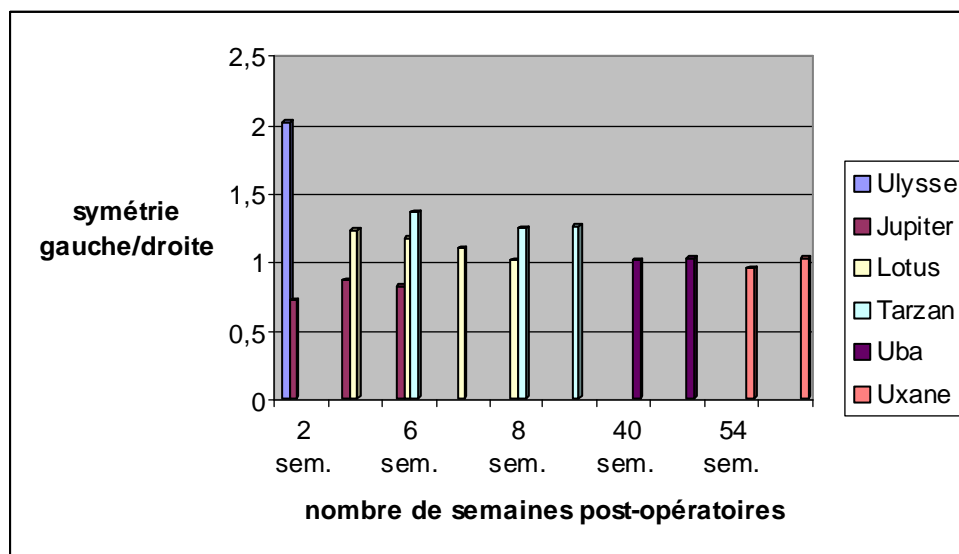


- *symétrie gauche/droite*

Tabl. 21 : évaluation de la symétrie gauche/droite (pression maximale) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.

| (pression maximale) SymérieG/D | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 2,02 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,72 | 0,86 | 0,82 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,23 | 1,17 | 1,1 | 1,01 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 1,36 | | 1,24 | 1,26 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1,01 | 1,02 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,95 | 1,03 |

Fig. 46: histogramme représentant la symétrie gauche/droite en ce qui concerne la pression maximale en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.

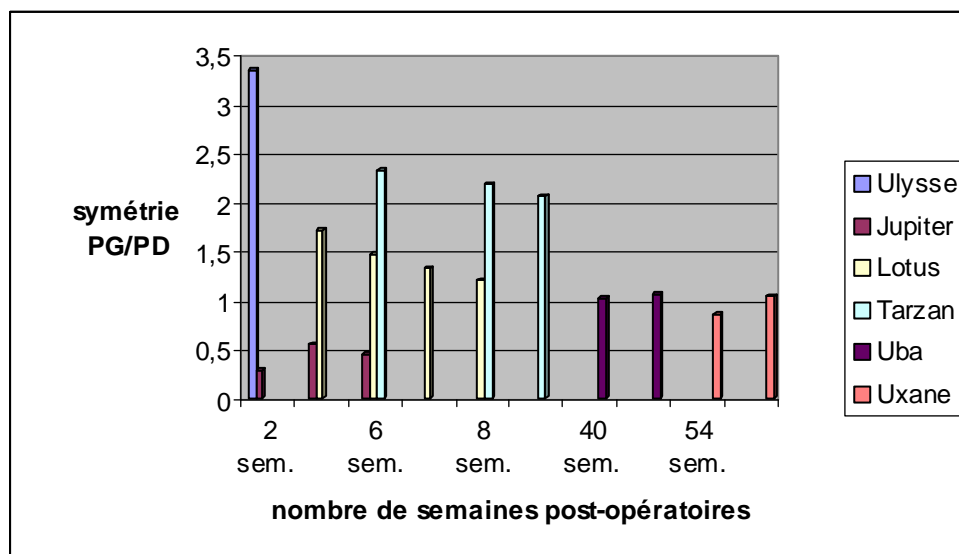


- *symétrie postérieur gauche/ postérieur droit*

Tabl. 22 : évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit (pression maximale) en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal.

| (Pression max.) Symétrie Post G/Post D | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 3,35 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,3 | 0,55 | 0,45 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,71 | 1,48 | 1,33 | 1,21 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 2,33 | | 2,19 | 2,07 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1,021 | 1,07 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,87 | 1,04 |

Fig. 47: histogramme représentant l'évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit (pression maximale) en fonction du nombre de semaines post-opératoires et de l'animal.



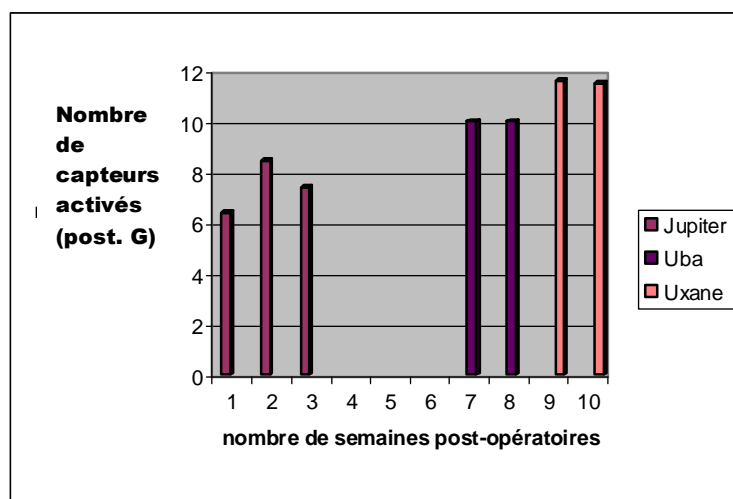
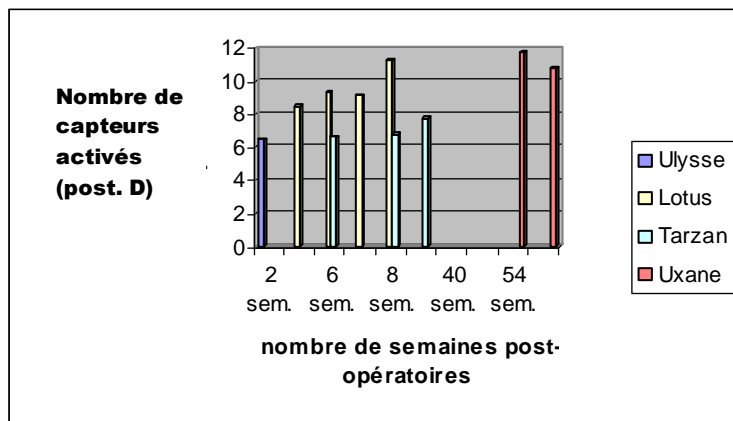
d. Nombre de capteurs activés

- par le membre postérieur opéré

Tabl. 23: évolution du nombre de capteurs activés par le membre opéré de chaque chien en fonction du nombre de semaines post-opératoires.

| Nombre de capteurs activés par le membre opéré | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
| ULYSSE (D) | 6,50 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 6,40 | 8,48 | 7,42 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 8,50 | 9,33 | 9,13 | 11,28 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 6,60 | | 6,75 | 7,77 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 10 | 10 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 11,63 | 11,5 |

Fig. 48 et 48bis: histogrammes représentant la pression maximale sur le membre opéré en fonction du nombre de semaines post-opératoires.

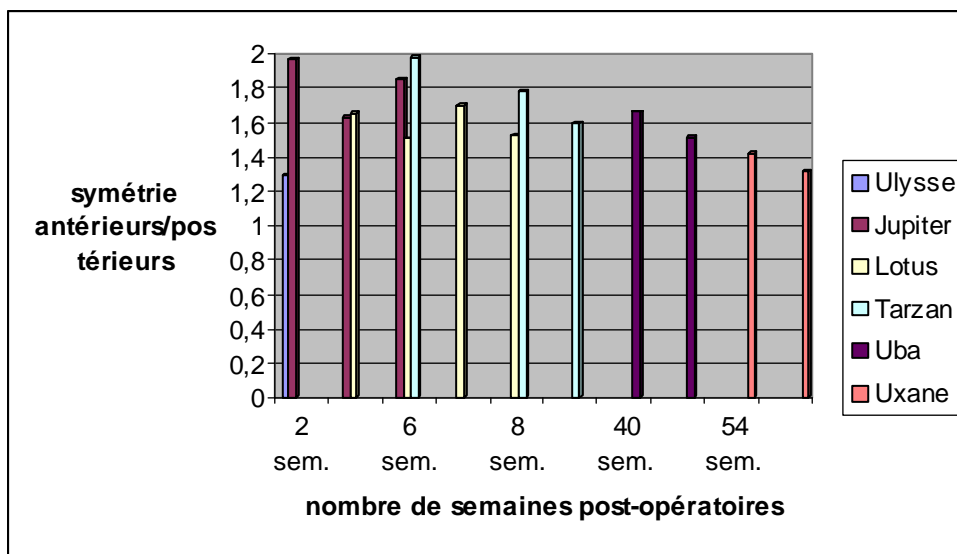


- *ratio membres antérieurs/membres postérieurs*

Tabl. 24 : évolution du ratio membres antérieurs/postérieurs en fonction de l'animal et du nombre de semaines post-opératoires.

| (nombre de capteurs activés) ratio ant/post. | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 1,28 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 1,96 | 1,62 | 1,84 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,65 | 1,50 | 1,69 | 1,52 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 1,97 | | 1,77 | 1,59 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1,65 | 1,51 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 1,41 | 1,31 |

Fig. 49 : histogramme représentant l'évolution du ratio antérieurs/postérieurs (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque chien.

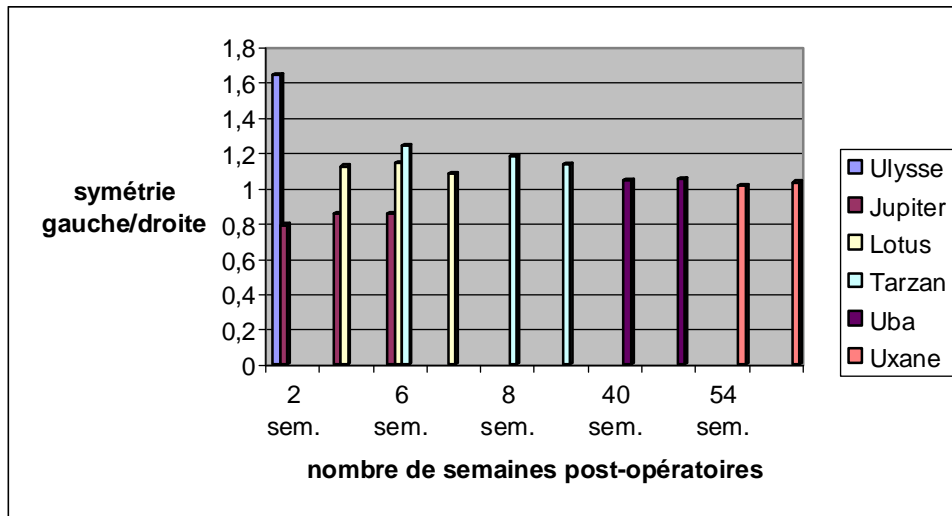


- *symétrie gauche/droite*

Tabl. 25 : évolution de la symétrie gauche/droite (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.

| (Nombre de capteurs activés) symétrie G/D | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 1,64 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,79 | 0,85 | 0,85 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,12 | 1,14 | 1,08 | 1,01 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 1,24 | | 1,18 | 1,13 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1,04 | 1,05 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 1,01 | 1,03 |

Fig. 50 : histogramme représentant l'évolution de la symétrie gauche/droite (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.

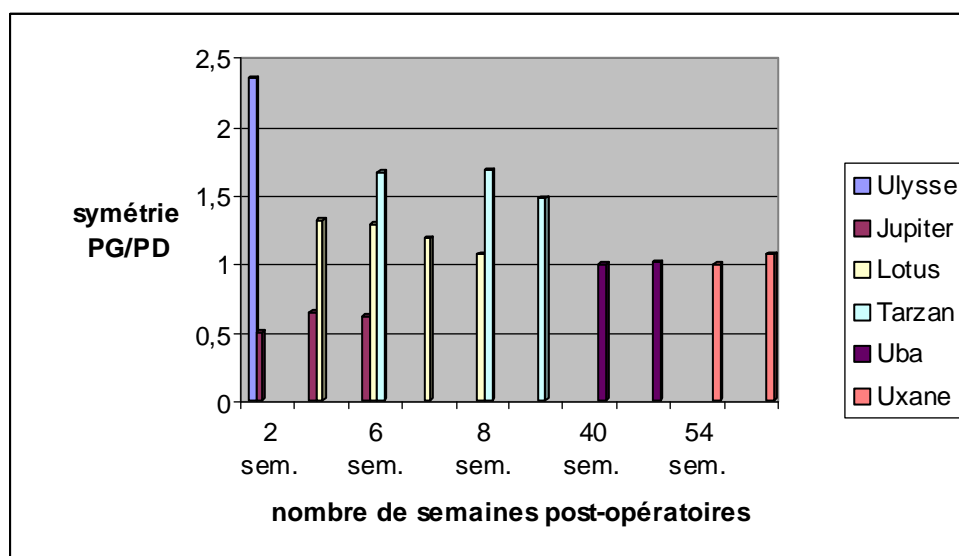


- symétrie postérieure gauche/postérieur droit

Tabl. 26 : évolution de la symétrie postérieure gauche/postérieur droit (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.

| (Nombre de capteurs activés) symétrie PG/PD | 2 sem. | 4 sem. | 6 sem. | 7 sem. | 8 sem. | 9 sem. | 40 sem. | 48 sem. | 54 sem. | 58 sem. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| ULYSSE (D) | 2,35 | | | | | | | | | |
| JUPITER (G) | 0,5 | 0,65 | 0,61 | | | | | | | |
| LOTUS (D) | | 1,32 | 1,29 | 1,18 | 1,07 | | | | | |
| TARZAN (D) | | | 1,67 | | 1,68 | 1,48 | | | | |
| UBA (G) | | | | | | | 1 | 1,01 | | |
| UXANE (D) | | | | | | | | | 0,99 | 1,07 |

Fig. 51 : histogramme représentant l'évolution de la symétrie postérieur gauche/postérieur droit (nombre de capteurs activés) en fonction du nombre de semaines post-opératoires pour chaque animal.



IV. DISCUSSION- COMPARAISON AVEC DES RESULTATS OBTENUS PAR D'AUTRES METHODES

A. Méthodologie

Au départ le protocole prévoyait de faire marcher les chiens :

- lors de la consultation où l'opération était décidée,
- le lendemain de l'opération,
- lors du retrait des fils 2 semaines après l'opération et lors des contrôles radiographiques 4 et 8 semaines post-opératoires.

Ce protocole n'a pas pu être suivi rigoureusement car certains chiens étant référés le passage sur le tapis en pré-opératoire n'a pas pu être réalisé. Par ailleurs des chiens opérés à l'ENVL et appartenant à des propriétaires demeurant loin de celle-ci n'ont pas pu être revus en période post-opératoire (comme Ulysse). Ceci explique pourquoi les données ne sont pas complètes pour tous les animaux.

B. La race

D'après le *tableau 7* on peut voir que la race la plus représentée est le golden retriever avec cinq animaux sur les neuf de l'étude. Cela peut s'expliquer par la fréquence élevée d'animaux de cette race dans la population canine française et donc parmi les chiens venant en consultation de chirurgie à l'ENVL. Il est aussi important de noter que cette race est souvent affectée par la dysplasie coxo-fémorale qui est une indication majeure de la RTCF.

Parmi les autres chiens on a une berger belge, un bouledogue français, un Saint-Bernard et un labrador. Ce ne sont que des races de moyen ou grand format.

Selon l'O. F. A. (e) les races les plus atteintes par la dysplasie coxo-fémorale sont le Bulldog en première position, le carlin et le Dogue de Bordeaux. Le Saint-Bernard est en sixième

position de ce classement, le Bouledogue français en quatorzième, le Golden Retriever en trente-deuxième, le Labrador en soixante-quatorzième et le berger belge en cent quatorzième.

C. *L'âge des animaux*

En regardant le *tableau 8* on peut voir que 50% des chiens ont un âge inférieur ou égal à un an. Cela peut s'expliquer par le fait que la dysplasie coxo-fémorale soit importante dans notre étude (78% des cas) et que donc les symptômes s'expriment rapidement après la fin de la croissance.

WENGER-DE VITO (63) et BLANCHOT (8) dans leurs études respectives ont également des populations de chiens jeunes : 37% d'animaux de moins de un an pour la première et 49% pour le deuxième. Mais dans leurs travaux la maladie de Legg-Perthes-Calvé qui s'exprime très jeune chez l'animal représente une indication majeure en terme de cas alors qu'elle est absente dans notre étude.

Il est également intéressant de noter que les chiens les plus âgés, Jupiter et Lotus sont les animaux qui pratiquent des séances de physiothérapie.

D. *Poids des animaux*

Les chiens de cette étude sont de poids moyen puisque la moyenne est de 35,4 kg (soit environ le poids standard maximal du golden retriever).

E. *Affection*

Dans notre étude la dysplasie coxo-fémorale est l'affection la plus représentée puisqu'elle touche 7 chiens sur les 9. Cela peut s'expliquer par le fait que l'on a essentiellement des chiens de moyenne taille, et que la dysplasie atteint en priorité ces chiens (16).

En deuxième position la luxation traumatique de la hanche atteint 3 animaux sur les 9 de l'étude.

Enfin nous avons une luxation congénitale de la hanche (Némo).

B. WENGER-DE VITO (63) et D. BLANCHOT (8) obtiennent dans leurs travaux une répartition des affections plus variées. Ainsi pour la première, qui a étudié des chiens opérés à l'ENVL entre 1985 et 1989 75% des animaux étudiés présentaient soit une maladie de LPC soit une luxation coxo-fémorale.

Dans l'étude de Denis BLANCHOT la maladie de LPC est également bien représentée puisqu'elle représente 20% des cas. La dysplasie coxofémorale prédomine, avec 27% des cas, comme dans notre étude.

Quant à DUFF et CAMPBELL (26) plus de la moitié des animaux de leur étude souffraient de maladie de LPC (141 opérations sur les 267, soit 52,8%). La deuxième affection la plus fréquence est la dysplasie coxo-fémorale avec 16,5% des RTCF pratiquées par ces auteurs.

On peut aussi remarquer que dans ces études on a plus d'indications que dans la nôtre. Cela peut être expliqué par la faible taille de notre échantillon, l'âge moyen et le poids. En effet la maladie de LPC intéresse des chiens de petite taille et très jeunes, alors que l'arthrose coxo-fémorale ainsi que les fractures arrivent plutôt vers l'âge de 2 à 3 ans.

Il est important de noter qu'actuellement en France et particulièrement dans la population consultée à l'ENVL le recrutement en grands chiens est supérieur à celui des petits chiens.

F. Résultats obtenus à partir du logiciel GAITFour®

Etant donné le faible échantillon de notre étude (neuf animaux) on ne pourra pas réaliser de tests statistiques. Nous ne réaliserons donc qu'une analyse qualitative des données.

Les données obtenues grâce à GAITFour® seront comparées avec celle obtenues pour des chiens sains de grande taille (*Annexe 2 et tableau 26*)

Tabl. 27: récapitulatif simplifié des intervalles de paramètres de référence obtenus grâce au système d'analyse de la marche GAITFour® pour des chiens sains de grande taille.

| | | |
|----------------------------|------------------------|----------------------|
| vitesse (cm/s) | | 109 |
| Durée relative | PD | 0,45-0,63 |
| | PG | 0,45-0,61 |
| | symétrie G/D | 1,00 +/- 0,03 |
| | ratio Ant /Post | 1,1 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 |
| pression maximale | PD | 30,02-39,7 |
| | PG | 28,87-40,51 |
| | symétrie G/D | 1,00 |
| | ratio Ant /Post | 1,47 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 |
| Nombre de capteurs activés | PD | 11,46-14,24 |
| | PG | 11,31-14,07 |
| | symétrie G/D | 1,00 |
| | ratio Ant /Post | 1,29 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 |

1. Etude des résultats préopératoires

Némo est un chien Saint-Bernard de 5 mois présenté à l'ENVL car il présentait une luxation de la hanche droite. Plusieurs opérations ont été proposées, dont la RTCF.

La durée d'appui relative est la même sur les deux membres postérieurs, mais la pression maximale est supérieure sur le membre pelvien gauche que sur le membre pelvien droit (valeur absolue supérieure à gauche, et symétrie PG/PD supérieure à la valeur des chiens sains, ce qui signe une asymétrie en faveur du postérieur gauche). Le nombre de capteurs activés est identique à gauche et à droite et est dans l'intervalle de référence. On peut donc dire que le chien appuie avec une durée normale sur ses deux membres postérieurs mais avec une pression moindre sur le membre affecté.

En comparant la valeur de la symétrie antérieurs/postérieurs (pour n'importe quelle catégorie de paramètres) de Nemo avec la valeur de référence on peut remarquer qu'elle est supérieure, ce qui signe que l'animal appuie plus fortement et plus longtemps sur les antérieurs. Cela permet au chien de fournir des efforts moindres sur ses membres pelviens et donc de les soulager.

Les mesures du tapis confirment bien une atteinte bilatérale des membres postérieurs plus marquée à droite en accord avec les renseignements de l'examen clinique.

Vera qui souffre quant à elle d'une dysplasie bilatérale et surtout d'une luxation coxo-fémorale droite traumatique, présente une pression maximale sur le membre pelvien gauche qui est égale à trois fois celle du membre postérieur droit (symétrie PG/PD de 3 environ). La symétrie antérieurs/postérieurs de 2,90. Les valeurs des symétries pour le nombre de capteurs sont également augmentées (d'un facteur 2 environ) par rapport aux valeurs usuelles. Tout ceci prouve que Vera reporte son poids sur le membre postérieur gauche, ainsi que sur ses membres antérieurs afin de soulager la douleur et les efforts sur son membre pelvien droit.

Les mesures du tapis montrent une atteinte bilatérale sévère des membres postérieurs et plus marquée à droite, en accord avec les observations de la clinique.

Volka présentait une subluxation de la hanche gauche. On peut observer que les valeurs de symétrie gauche/droite et postérieur gauche/postérieur droit sont diminuées par rapport aux valeurs usuelles (valeurs entre parenthèses) : la chienne reporte donc les efforts sur ses membres droits et particulièrement sur le postérieur D. Par contre la symétrie antérieurs/postérieurs de Volka est dans les limites des valeurs de référence : l'animal ne reporte donc pas son poids sur les membres antérieurs.

Il est intéressant de noter que dans aucun des trois cas pour la durée relative d'appui, les symétries gauche/droite, antérieurs/postérieurs et postérieur gauche/postérieur droit ne sont altérées et sont dans les limites des valeurs usuelles.

En conclusion on peut donc dire que sur chaque animal en période pré-opératoire on a une variation des valeurs de la symétrie des membres qui est en faveur du membre controlatéral au membre atteint et des antérieurs. Ceci montre que le chien reporte le maximum d'appui et de force sur les membres sains pendant la locomotion afin de soulager le membre atteint. Ceci est confirmé par les examens cliniques des animaux.

On peut également noter qu'en observant les valeurs des symétries, et les valeurs absolues des différents paramètres on peut localiser sur quel membre se situe l'affection et quelles sont ses répercussions sur les autres membres de l'animal. En aucun cas on ne peut dire sur quelle articulation ou segment osseux elle se trouve, et quelle est sa cause.

2. Etude des résultats post-opératoires

Nous étudierons d'abord animal par animal, puis paramètre par paramètre.

a. Ulysse

Ulysse est un chien Golden Retriever référé à l'ENVL pour une luxation traumatique de l'articulation coxo-fémorale droite.

L'étude de la locomotion de ce chien n'a été réalisée qu'au moment du retrait des points, c'est-à-dire 2 semaines après l'opération. L'animal n'a plus été vu en consultation à l'ENVL depuis.

En ce qui concerne la durée relative de l'appui (qui est affranchie de la vitesse) toutes les valeurs des symétries sont diminuées par rapport aux valeurs usuelles (ratio antérieurs/postérieurs : 0,8 (VU : 1,1) qu'est ce que veut dire VU, symétrie gauche/droite :

0,7 (VU : 1,47), symétrie PG/PD : 0,5 (VU : 1,29)). Cela veut donc dire que le chien appuie moins longtemps sur son membre opéré (post droit) par rapport aux autres (sûrement du à la douleur).

L'animal reporte encore les efforts et son poids sur le postérieur contro-latéral au membre opéré et sur les antérieurs si tu mets les valeurs pour . En effet en analysant les valeurs de symétrie de la pression maximale et du nombre de capteurs activés on observe une augmentation des résultats par rapport aux limites usuelles, ce qui montre un report des forces sur le postérieur gauche et sur les antérieurs).

Ne disposant pas d'essai postérieur nous ne pourrons pas conclure quant à l'évolution des paramètres et donc de la récupération locomotrice de cet animal.

b. Jupiter

Jupiter a été opéré le 4 janvier 2006 du membre postérieur gauche chez un vétérinaire praticien extérieur à l'ENVL qui l'a référé au docteur SAWAYA pour des séances de physiothérapie postopératoires.

Cet animal a été testé sur le tapis, à 2, 4 et 6 semaines post-opératoires.

En consultant les données de cet animal on remarque qu'il présente une amélioration lors de la quatrième semaine opératoire puis une rechute lors de la visite de la sixième semaine.

Les valeurs de la symétrie gauche/droite et PG/PD sont inférieures à celles des animaux sains (autour de un), ce qui signe l' affection du membre postérieur gauche. L'animal reporte également son poids sur les antérieurs car pour la pression maximale et le nombre de capteurs activés les valeurs de cette symétrie sont environ de 2, ce qui correspond à une augmentation de charge de 42 pour cent sur les antérieurs.

On peut remarquer que là aussi la durée relative de l'appui entre les différents membres est peu affectée par l'opération (entre 2 et 13% de différence).

c. Lotus

Lotus est un golden retriever qui a subi une RTCF du membre pelvien droit le 12 janvier 2006 chez un vétérinaire praticien Il a également été référé au docteur SAWAYA pour des séances de physiothérapie.

L'animal a marché sur le tapis et ses appuis ont été analysés lors des quatrième, sixième, septième et huitième semaines postopératoires.

La locomotion de Lotus évolue favorablement au cours des semaines. On note une diminution continue des valeurs des symétries qui au départ étaient supérieures aux valeurs usuelles. Ceci montre que Jupiter appuie de moins en moins fortement et longtemps le postérieur gauche et qu'inversement son membre pelvien droit appuie plus fortement et longtemps sur le sol. On peut donc supposer que l'animal a de moins en moins mal et que sa musculature coxo-fémorale droite se développe au cours du temps, ce qui est sans doute un bénéfice des séances de physiothérapie.

d. Tarzan

Ce chien a été opéré le 27 septembre 2005. Il a subi une RTCF de l'articulation coxo-fémorale droite qui présentait plusieurs affections concomitantes : arthrose, dysplasie et subluxation.

Cet animal a subi trois séances de tests sur le tapis : lors de la sixième, huitième et neuvième semaines.

On observe une amélioration lente de la locomotion de Tarzan. En effet les valeurs des symétries et des ratios diminuent et se rapprochent des valeurs normales au cours des essais.

Tabl. 28 : tableau montrant l'évolution des paramètres de la marche de Tarzan au cours des semaines post-opératoires, et les valeurs usuelles.

| | Nombre de sem. Post-opératoires | 6 sem. | 8 sem. | 9 sem. | VU |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|-------------|
| | | Moyenne | Moyenne | Moyenne | |
| Durée relative | PD | 0,66 | 0,64 | 0,61 | 0,45-0,63 |
| | PG | 0,51 | 0,55 | 0,58 | 0,45-0,61 |
| | symétrie G/D | 1,20 | 1,09 | 1,11 | 1,00 |
| | symétrie Ant /Post | 1,09 | 1,08 | 1,06 | 1,1 |
| | symétrie PG/PD | 1,30 | 1,16 | 1,15 | 1,00 |
| Pression maximale | PD | 10,98 | 11,40 | 12,88 | 30,02-39,7 |
| | PG | 25,23 | 24,85 | 26,23 | 28,87-40,51 |
| | symétrie G/D | 1,36 | 1,24 | 1,26 | 1,00 |
| | symétrie Ant /Post | 2,71 | 2,37 | 2,04 | 1,47 |
| | symétrie PG/PD | 2,33 | 2,19 | 2,07 | 1,00 |
| Nombre de Capteurs Activés | PD | 6,60 | 6,75 | 7,77 | 11,46-14,24 |
| | PG | 10,95 | 11,38 | 11,43 | 11,31-14,07 |
| | symétrie G/D | 1,24 | 1,18 | 1,13 | 1,00 |
| | symétrie Ant /Post | 1,97 | 1,77 | 1,59 | 1,29 |
| | symétrie PG/PD | 1,67 | 1,68 | 1,48 | 1,00 |

Tout ceci signifie qu'on a une diminution lente de l'appui sur les membres antérieurs et le membre postérieur gauche et au contraire une augmentation progressive de cet appui sur le membre pelvien droit qui a été opéré.

e. Uba

Uba est une chienne réformée de l'association HANDI'CHIEN (anciennement ANECAH) et. Elle a été opérée en mai 2005 car elle souffrait d'une dysplasie de l'articulation coxo-fémorale gauche. Deux séances de contrôle post-opératoire ont été effectuées, 40 et 48 semaines après la date de l'opération : on est donc en période post-opératoire ancienne.

On note que les valeurs des différentes symétries gauche/droite et PG/PD d'Uba sont comparables à celles de chiens sains, c'est-à-dire que la chienne appuie avec la même

intensité sur ses deux membres pelviens. Elle appuie néanmoins plus sur ses membres antérieurs (valeurs de symétrie antérieurs/postérieurs plus élevées que la normale) valeur et pourcentage d'augmentation.

f. Uxane

Uxane est également une chienne réformée de l'association HANDI'CHIEN. Elle a été opérée début juin 2004 car elle présentait une dysplasie coxo-fémorale droite associée à de l'arthrose de cette articulation.

La chienne est revenue à l'ENVL en novembre et décembre 2005 (soit 1,5 ans après son opération) car elle présentait de l'arthrose sur le membre opéré. Elle a alors été placée sous traitement à base d'anti-inflammatoires non-stéroïdiens.

On peut remarquer, à la lecture des différents tableaux que la chienne présente, sur le membre pelvien gauche, une pression maximale et un nombre de capteurs activés dans les limites inférieures de l'intervalle des valeurs usuelles.

Lors de la deuxième séance de test Uxane présente des valeurs pour les différents paramètres qui sont améliorées par rapport à la première séance. Ainsi par exemple la symétrie PG/PD en ce qui concerne la pression relative passe de 0,88 à 1,02 : l'animal augmente sa durée d'appui sur le membre atteint. Le ratio antérieurs/postérieurs passe de 1,47 à 1,27 quand on regarde la pression maximale. La chienne reporte donc moins son poids sur les membres antérieurs.

Toutes ces modifications sont dues au traitement anti-inflammatoire dont Uxane a bénéficié. Le postérieur gauche, non décrit comme atteint lors de l'examen clinique semble tout de même pathologique, et on note une amélioration de l'appui sur celui-ci après traitement antalgique.

Lors de la séance de test de la cinquante-huitième semaine post-opératoire toutes les valeurs sont dans les limites de la normale, ce qui montre qu'Uxane a récupéré une locomotion normale.

g. étude paramètre par paramètre

- *Vitesse*

Lors de la lecture du *tableau 12* on note une augmentation progressive de la vitesse de la locomotion des chiens au cours du temps. Ceci peut s'expliquer par le fait que le chien, qui souffre moins de son articulation (en admettant qu'il n'y ait aucune autre affection sur le membre), récupère une vitesse de déplacement optimale. D'autre part les variations de vitesse d'un animal à l'autre sont liées à sa conformation et au poids : plus un animal est lourd et moins sa vitesse optimale sera élevée.

- *Durée relative de l'appui*

La durée relative de l'appui du membre opéré se normalise en 7 à 8 semaines.

On peut observer le même phénomène sur le membre controlatéral. Le chien appuie donc moins longtemps sur le membre sain et plus sur le membre opéré, ce qui signe une récupération fonctionnelle du membre atteint.

Ratio antérieurs/postérieurs : La valeur usuelle est de 1.10. En lisant le *tableau 14* et la *figure 41* on peut voir que les valeurs de tous les chiens tendent vers ce chiffre dès la sixième semaine post-opératoire. Jupiter et Lotus l'atteignent dès cette date.

Symétrie gauche/droite : La valeur usuelle est de 1, ce qui est facilement compréhensible : un animal sain appuie aussi longtemps sur ses membres du côté gauche que du côté droit. Tous les animaux présentent une tendance à atteindre cette valeur, vers la huitième semaine post-opératoire.

Symétrie PG/PD : Là aussi la valeur usuelle est de 1 (un animal sain appuie avec la même durée sur ses membres postérieurs). Cette valeur n'est atteinte qu'après la neuvième semaine pour Tarzan qui n'a pas bénéficié de physiothérapie, alors que pour Jupiter et Lotus elle est atteinte plus rapidement.

- *Pression maximale*

La pression maximale sur le membre opéré augmente progressivement, ce qui prouve une amélioration permanente de la locomotion. En effet moins un animal souffre d'une articulation, et plus il appuie sur son membre (tant en durée qu'en pression) et mieux l'animal marche.

Ratio antérieurs/postérieurs : On note une tendance des valeurs pour tous les chiens à converger vers 1.4 (au bout de combien de temps ?). Cependant cette valeur idéale n'est jamais atteinte par aucun animal. Ceci montre donc qu'il reste une douleur et une boiterie résiduelles qui obligent le chien à reporter une partie de son appui sur les membres antérieurs.

Symétrie droite/gauche : La valeur usuelle est de 1. Lors la lecture de la figure 45 on peut voir que toutes les valeurs tendent vers cet idéal qui n'est pas atteint avant la quarantième semaine post-opératoire. En effet pour Tarzan, lors de la neuvième semaine, la valeur est de 1.20 alors que pour Uba elle est de 1. lors de la quarantième semaine.

Symétrie PG/PD : les valeurs restent éloignées de 1 qui est la valeur pour les animaux sains, même si elles tendent vers cette dernière.

- *Nombre de capteurs activés*

En ce qui concerne le nombre de capteurs activés par le membre opéré on note une augmentation constante de ce nombre jusqu'à la huitième semaine post-opératoire, ce qui montre l'amélioration permanente de l'appui. A partir de cette date l'amélioration est faible.

Ratio antérieurs/postérieurs : Les valeurs de tous les chiens diminuent pour tendre vers 1.4, la valeur idéale, qui n'est atteinte que par Uba, lors de la quarantième semaine post-opératoire. L'animal active donc toujours plus de capteurs avec ses membres antérieurs que ses membres postérieurs, et donc appuie plus sur les membres thoraciques que pelviens.

Symétrie gauche/droite : La valeur usuelle de ce paramètre est 1. Elle est atteinte après la neuvième semaine post-opératoire sauf pour Lotus (1.01 lors de la huitième semaine post-opératoire).

Symétrie PG/PD : les valeurs tendent vers 1, qui est atteint après la neuvième semaine post-opératoire (Tarzan présente une valeur de 1.48 lors de la neuvième semaine alors qu'Uxane et Uba présente des valeurs de 1).

G- Conclusion-Comparaison des données obtenues dans l'étude aux données bibliographiques

Nous pouvons déduire de ces résultats que l'on a une amélioration constante des paramètres de la marche lors de la période post-opératoire de RTCF. Ainsi la vitesse moyenne des chiens augmente, et on note une amélioration de tous les paramètres. Ainsi les premiers paramètres à s'améliorer sont le nombre de capteurs activés et la pression maximale sur le membre opéré. Dès la sixième semaine le ratio antérieurs/postérieurs en ce qui concerne la durée relative de l'appui est conforme aux valeurs usuelles. Les autres paramètres de la durée relative sont normalisés dès la huitième semaine post-opératoire.

Les symétries en ce qui concerne la pression maximale et le nombre de capteurs activés lors de l'appui sont en constante amélioration au cours de la période post-opératoire immédiate, mais ne se normalisent pas avant la période post-opératoire ancienne (à partir de la quarantième semaine opératoire).

Il aurait été intéressant de voir à partir de quelle date les valeurs retraits dans les limites usuelles, ce qui n'a pas été possible dans cette étude.

La plupart des études des résultats de la RTCF ont été réalisées grâce à des questionnaires de satisfaction envoyés et remplis par les propriétaires.(8), (26), (35), (53), (61)

Néanmoins les études s'accordent à dire que l'on a une bonne récupération locomotrice après RTCF, comme dans notre étude.

WENGER-DE VITO a réalisé, en 1991, dans le cadre de sa thèse, une étude des résultats de la RTCF obtenus à l'ENVL entre 1985 et 1989. Dans la majorité des cas la locomotion a été améliorée (46%) voire est redevenue normale (50%), selon les propriétaires (aucune analyse objective de la marche n'a été faite).

HOFMEYER (32) dans son étude publiée en 1966 obtient 77,8% de bon résultats (14 sur 18 animaux), en se basant sur l'analyse de la récupération articulaire avant de faire sortir le chien de la clinique après l'opération, et sur l'interrogation des propriétaires.

DUFF et CAMPBELL (26) ont réalisé quant à eux une étude retrospective sur 266 opérations (dont 21 sont bilatérales) effectuées entre 1966 et 1974. Ils ont envoyé des questionnaires de satisfaction aux propriétaires et ont pu pratiquer des examens clinique et radiographique de contrôle sur 93 chiens. Sur les 121 questionnaires récupérés 93,3% des propriétaires se déclaraient satisfaits de l'opération.

Dans l'étude de D. BLANCHOT (8) le délai de récupération fonctionnelle chez le chien est en moyenne de 8 semaines, avec un intervalle allant de 15 à 300 jours. Nos résultats sont en accord avec ceux de cet auteur.

Nous observons dans notre étude une récupération quasi normale pour Lotus dès la septième semaine.

Dans les études citées ainsi que la notre, la dysplasie est une cause fréquente. Les auteurs ne sont pas d'accord entre eux : B. WENGER-DE VITO n'obtient que 10% de bons résultats, alors que 90% des animaux dysplasiques de l'étude de D. BLANCHOT récupèrent bien. Dans notre étude tous les animaux dysplasiques (Lotus, Jupiter, Tarzan, Uba et Uxane) présentent une bonne récupération(pourcentage de récupération sur l'appui ou sur le ratio antérieur post), en particulier ceux qui ont bénéficié de séances de physiothérapie (Jupiter et Lotus).Les chiens récupèrent une bonne fonction locomotrice au moins deux semaines avant les autres.

Néanmoins Tarzan et Uxane, qui souffraient dysplasie sévère avec arthrose ont des paramètres de pression et de durée d'appui moins bons que les autres ainsi que la récupération.

Selon HOFMEYER (32) la douleur disparaît entre 3 semaines et trois mois post-chirurgicaux ; et si elle réapparaît parfois, c'est en relation avec un temps froid et humide (élément remarqué dans presque toutes les études). Cela explique l'amélioration de nos résultats jusqu'à 9 semaines post-opératoires et qui peuvent présenter des variations entre 40 et 44 semaines ou plus long terme.

Dans l'étude de DUFF et CAMPBELL (26) la boiterie est encore présente chez 30% des chiens et se manifestait dans des circonstances particulières. Chez les grandes races on note une plus forte fréquence de chiens présentant une douleur pendant la course, des difficultés pour courir, et à sauter ou monter des escaliers par rapport aux petits chiens.

LEE et FRY (36) ont étudié la durée de récupération des animaux atteints de la maladie de LPC et traités par RTCF, en la comparant ces chiens avec des animaux atteints et traités uniquement médicalement. Les auteurs se basent sur l'évaluation de la boiterie, et de l'absence ou non de douleur. Deux tiers des animaux traités chirurgicalement ont récupérés en trois mois, et le tiers restant en trois à six mois (la durée est plus importante que dans notre étude). Par contre les animaux traités médicalement nécessitent plus de six mois pour récupérer, voire deux ans dans le tiers des cas.

Une seule étude a étudié de façon objective la validité de la RTCF par rapport à d'autres méthodes, c'est celle de DUELAND et ses collaborateurs qui a été publiée en 1977 (25). Ces travaux, avait pour but, à l'aide d'un plateau de force, de comparer les forces exercées sur le sol par des chiens ayant soit des hanches saines, soit une hanche saine et l'autre avec une prothèse, soit une hanche traitée par RTCF et l'autre avec une prothèse, soit deux prothèses. Il en ressort que la hanche traitée par RTCF porte plus de poids que la hanche avec prothèse, car une excessive ante- et ventroversion de l'acétabulum du côté où il y a une prothèse diminue le mouvement de l'articulation et donc sa performance. Par contre aucune prédominance de l'une ou de l'autre méthode de traitement des pathologies coxo-fémorales n'a pu être établie, étant donné le manque de données disponibles.

Dans toutes ces publications la RTCF est donnée comme une méthode donnant de très bons résultats. Dans notre étude nous n'avons pu seulement montrer qu'elle apportait une bonne amélioration tant au point de vue cinétique qu'au point de vue pression et nombre de capteurs activés. Une étude plus approfondie sur un échantillon d'animaux plus grand serait intéressant à faire, ainsi qu'une comparaison, à l'aide du système d'analyse de la locomotion GAITFour® de la RTCF avec d'autres méthodes de traitement des affections coxo-fémorales. Nous avons pu mettre en évidence l'intérêt certain de la physiothérapie sur la récupération post-RTCF, ce que n'avaient pas fait les études précédemment décrites.

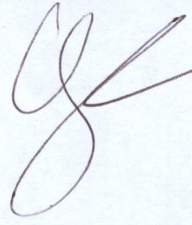
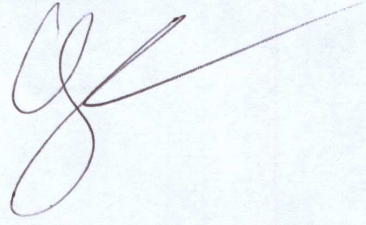
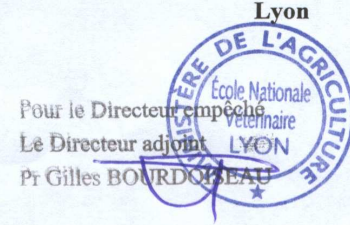
CONCLUSION


La résection de la tête et du col du fémur chez le chien est une opération couramment pratiquée en médecine vétérinaire car c'est un traitement simple et efficace des affections dégénératives coxo-fémorales. Elle offre des résultats spectaculaires chez les chiens de petite taille et de taille moyenne. Le fait qu'elle soit peu onéreuse par rapport à d'autres méthodes de traitement des affections coxo-fémorales telles que la triple ostéotomie du bassin, la prothèse de hanche est également un argument important à prendre en compte dans le choix thérapeutique.

Toutes les études réalisées depuis l'introduction de cette technique en chirurgie vétérinaire par SPREULL dans les années 1960 s'accordent à dire qu'elle fournit des résultats très satisfaisants tant au niveau de la fonction locomotrice du membre opéré qu'au point de vue réduction de la douleur. Cependant nous n'avons pas d'information sur la répartition des charges sur les autres membres

Le but de cette étude a été d'évaluer la démarche de chiens présentant une résection de la tête et du col à l'aide d'un système d'analyse de la marche de type GAITFour®. Il présente l'avantage majeur de pouvoir acquérir, simultanément et pour les quatre membres, l'ensemble des données spatiales, temporelles et cinétique caractérisant chaque appui. D'autre part, ce dispositif est portable, pratique et facile d'emploi ce qui en fait un dispositif utilisable en clinique vétérinaire.

Cette étude a été menée sur 9 chiens ayant subi ou allant subir une RTCF à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon entre avril 2004 et février 2006. Elle a permis de mettre en évidence une amélioration nette à partir de 4 semaines des paramètres de pression et du nombre de capteurs activés en période post-opératoire sur le membre postérieur opéré. L'effet de la physiothérapie chez le chien a pu aussi être mis en évidence. Néanmoins le tapis n'est utilisable qu'en complément d'un examen clinique et orthopédique. En effet il ne peut nous renseigner que sur le membre atteint et l'intensité de la boiterie, mais pas sur l'articulation en cause ni l'affection causale. Cet outil est une aide au diagnostic, mais ne permet pas un diagnostic.

| | |
|---|--|
| Le Professeur responsable de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon | Vu : Le Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon |
|  |  |
| Le Président de la thèse |  |
| Vu et permis d'imprimer | 7 3 JUIN 2006 |
| Lyon, le | |
| Pour le Président de l'Université, Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales, Professeur D. VITAL-DURAND | |



BIBLIOGRAPHIE :

1. ARNOCZKY S.P., TORZILLI P. A. (1981)
Biomechanical Analysis of Forces Acting About the Canine Hip.
Am. J. Vet. Res., 1581-1585.
2. BARONE R. (1989)
Articulation coxo-fémorale.
In : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 : arthrologie et myologie ; Editions Vigot, Paris. 383-350.
3. BARONE R. (1989)
Muscles du bassin
In : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 : arthrologie et myologie ; Editions Vigot, Paris. 843-865.
4. BARONE R. (1989)
Muscles de la cuisse
In : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 2 : arthrologie et myologie ; Editions Vigot, Paris. 865-911.
5. BENNET R. L., DECAMP C. E., FLO G. L., HAUPTMANN J. G., STAJICH M. (1996)
Kinematic gait analysis in dogs with hip dysplasia.
American Journal of Veterinary research, 57, (7), 966-971.
6. BERTHELET M.-A. (1983)
Contribution à l'étude de la dysplasie coxo-fémorale chez le chien. Aspect anatomique. Ethiopathogénie. Aspect chirurgical.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 140 p.
7. BILNEY B., MORRIS M., WEBSTER K. (2003)
Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait.
Gait and Posture, 17, 68-74.
8. BLANCHOT D. (1998)
Contribution à l'étude de l'arthroplastie par excision de la tête et du col du fémur chez les carnivores : synthèse bibliographique et suivi clinique d'une technique particulière d'interposition musculaire sur 123 cas.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 147 p.
9. BOCKSTAHLER B., LEVINE D., MILLIS D. (2004)
Indications, classification according to location; postoperative Joint Rehabilitation; Hip-Femoral Head Ostectomy.
In: Vet Verlag (eds.). Essential Facts of Physiotherapy in dogs and cats. Rehabilitation and Pain Management. Elsevier Saunders, Berlin, 151-156.

10. BOULET T. (2005)
Triple ostéotomie pelvienne lors de luxation coxo-fémorale.
Point Vétérinaire 36, (258), 58-63
11. BOYD J.S. (2001)
Color Atlas of Clinical Anatomy of the Dog and Cat, second Edition
Mosby, London, 218 p.
12. BUDSBERG S. C., JEVENS D. J., BROWN J., FOUTZ T. L., DECAMP C. E.,
REECE L. (1993)
Evaluation of limb symmetry indices, using ground reaction forces in healthy dogs.
Am. J. Vet. Res., 54, (10), 1569-1574.
13. CABASSU J.-L. (1993)
Arthroplasties de la hanche : Indications, Résultats, Limites
In : Congrès CNSPVA, Samedi 20 novembre, Editions PMCAC, 261-262
14. CABASSU J.-P. (2006)
Excision arthroplastique de la hanche.
Communication personnelle
15. CHANCRIN J.-L.
Excision arthroplastie et myectomie des pectinés.
Encyclopédie vétérinaire, Paris, 1993, Orthopédie 1600, 6 p.
16. CHANOIT G., GENEVOIS J. P. (2003)
La dysplasie de la hanche chez le chien et le chat : pathogénie et diagnostic de la
dysplasie coxo-fémorale.
In : Affections ostéo-articulaires du chien et du chat en croissance.
Point Vétérinaire, 34, 8-15.
17. CHANOIT G., GENEVOIS J.P. (2003)
La dysplasie de la hanche chez le chien et le chat : pronostic et traitement de la
dysplasie de la hanche.
In : Affections ostéo-articulaires du chien et du chat en croissance.
Point Vétérinaire, 34, 16-25.
18. CIRC Systems Inc. (2006)
The GAITRite Electronic Walkway: Measurements and Definitions. Revision A.2.
Disponible online.
19. CUTLIP R. G., MANCINELLI C., HUBER F., DIPASQUALE J. (2000)
Evaluation of an instrumented walkway for measurement of the kinematic parameters
of gait.
Gait and Posture, 12, 134-138.
20. DE ANGELIS M., HOHN R. B. (1968)
The ventral approach to excision arthroplasty of the femoral head.
J.A.V.M.A., 152, (2), 135-138

21. DECAMP C. E. (1997)
Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog.
Veterinary clinics of North America: small animal practice, 27, (4), 825-840.
22. DENIZOT B. (2006)
Analyse statistique des données
Communication personnelle
23. DENNY H. R.
Chapter 5: The Hindlimb, fractures of the femoral head and neck.
In: A guide to canine and feline orthopaedic Surgery, Third Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 328.
24. DRAPE J.
Luxations de la hanche (coxo-femoral luxations).
Encyclopédie vétérinaire, Paris, 1993, Orthopédie 1300, 7 p.
25. DUELAND R., BARTEL D.L., ANTONSON E. (1977)
Force-plate technique for canine gait analysis of total hip and excision arthroplasty.
J. Am. Anim. Hosp. Assoc., 13, 547-552.
26. DUFF R., CAMPBELL J. R. (1977)
Long term results of excision arthroplasty of the canine hip
Vet. Rec., 101, 181-186.
27. FANCHON L. (2003)
Biomécanique canine. Développement de l'analyse de mouvement sur tapis roulant-
application à l'étude de chien atteints d'une myopathie dystrophique.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine de Créteil, Paris, 192 p.
28. FAYOLLE P. (2003)
La maladie de Legg-Perthes-Calvé chez le chien.
In : affections ostéo-articulaires du chien et du chat en croissance.
Point Vétérinaire, 34, 86-91.
29. FORD R. B.
Hindlimb lameness
In: clinical signs and diagnosis in small animal practice, Churchill Livingstone, New York, 1988, 325-350.
30. FRAISSE D.
Maladie de Legg-Perthes-Calvé : données étiopathogéniques et déductions cliniques.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 102 p.
31. FRANCK M. (1995)
La dysplasie de la hanche.
Sci. Vét. Méd. Comp., 97, (3), 209-226.

32. HOFMEYER C. F. B. (1966)
Excision arthroplasty for canine hip lesions.
Modern Veterinary Practice, 56-58.
33. KIRPENSTEIJN J., VAN DEN BOS R., HAZEWINDEL H. A.(2000)
Ground reaction force analysis of large breed dogs when walking after the amputation of a limb.
Vet. Rec., 146, 155-159.
34. LE QUANG T. (2005)
Utilisation d'un dispositif d'analyse de la marche de type GAITRite® chez le chien.
Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies de Génie Mécanique Option Biomécanique. Ecole Doctorale MEGA de Lyon, 96 p.
35. LEE D. L., STAKEBAKE E. F., WALTER R. M., CARRIER D. R. (2004)
Effects of mass distribution on the mechanics of level trotting in dogs.
The Journal of Experimental Biology, 207, 1715-1728.
36. LEE R., FRY P. D. (1969)
Some observations of the occurrence of LPC disease in the dog and evaluation of the excision arthroplasty as a method of treatment.
J. Small Anim. Pract, 309-317.
37. LEONARD E. P. (1974)
Chapitre 14: La dysplasie de la hanche.
In : Chirurgie Orthopédique du chien et du chat. Troisième Edition. Vigot Frères, Paris. 373-383.
38. LEONARD E. P. (1974)
Chapitre 15 : la maladie de Legg-Perthes-Calvé.
In : Chirurgie Orthopédique du chien et du chat. Troisième Edition. Vigot Frères, Paris. 383-388.
39. MAC DONOUGH A. L., CHEN F. C., KWON S., ZIAI J. (2001)
The validity and reliability of the GaitRite system's measurements: a preliminary evaluation.
Arch Phys Med Rehabil, 82, 419-425.
40. MAI W. (2003)
Guide Pratique de Radiographie canine et féline.
Editions MED'COM, Paris, 350 p.
41. MAITRE P. (2005)
Analyse de la marche du chien à l'aide d'un tapis de marche de type GAITFour.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 198 p.

42. MARIAUD J. (1989)
Contribution à l'étude biomécanique de l'articulation coxofémorale du chien.
Application à la dysplasie de la hanche.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Nantes, 145 p.
43. METADIER R. (1988)
Contribution à l'étude statique et dynamique de la hanche du chien.
Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, 74 p.
44. MILLEMAN J. (1985)
Le diagnostic de la dysplasie coxo-fémorale
In : Société Française de Cytotechnie (eds.). Séminaire sur la croissance du chien et ses anomalies, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 17-18 mai 1985, 12-36.
45. ORMROD A.N. (1961)
Treatment of hip lameness in the dog by excision of the femoral head.
Vet. Rec., 73, 576-577
46. PROBST C. W. , EYSTER G. E., DE CAMP C. E. (1987)
Techniques for measuring the area of canine articular surfaces.
Am. J. Vet. Res., 48, (4), 608-609.
47. RENBERG W. C., JOHNSTON S. A., YE K., BUDSBERG S. C. (1999)
Comparison of stance time and velocity as control variables in force plate analysis of dogs.
Am. J. Vet. Res., 60, (7), 814-819.
48. ROGER T. (2003)
Vascularisation du membre pelvien. Cours d'anatomie de première année de deuxième cycle.
Laboratoire d'anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.
49. SAWAYA S. (Mai 2003)
Arthrologie du membre pelvien. Cours d'anatomie de première année de deuxième cycle.
Laboratoire d'anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.
50. SAWAYA S. (Mai 2003)
Myologie du membre pelvien. Cours d'anatomie de première année de deuxième cycle.
Laboratoire d'anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.
51. SAWAYA S. (Novembre 2003)
Le membre pelvien du chien : anatomie fonctionnelle, cinésiologie, biomécanique.
Congrès F.K.A.
52. SCHAEFER S. L., DECAMP C. E., HAUPTMAN J. G., WALTON A. (1998)
Kinematic gait analysis of hind limb symmetry in dogs at the trot.
Am. J. Vet. Res., 59, (6), 680-685.

53. SHAHAR R., BANKS-SILLS L. (2002)
Biomechanical Analysis of the Canine Hind Limb: Calculation of Forces During Three-legged Stance.
The Veterinary Journal, 163, 240-250.
54. SPREULL J.S.A. (1961)
Excision arthroplasty as a treatment of hip joint disease.
Vet. Rec., 73, 573-576
55. SUTHERLAND D.H. (2001)
The evolution of clinical gait analysis part 1: kinesiological EMG.
Gait and Posture, 14, 61-70.
56. SUTHERLAND D.H. (2002)
The evolution of clinical gait analysis part 2: kinematics
Gait and Posture, 16, 159-179.
57. SUTHERLAND D.H. (2005)
The evolution of clinical gait analysis part 3: kinetics and energy assessment.
Gait and posture, 21, 447-461.
58. TENEZE A. (1989)
Etude des surfaces cartilagineuses en affrontement de la hanche chez le chien.
Expérimentation sur modèles anatomiques dans les conditions de la station.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 97 p.
59. TERRIER P., SCHUTZ Y. (2005)
How useful is satellite positioning system (GPS) to track gait parameters? A review.
Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, (2), 28, 1-11.
60. THORPE D. E., DUSING S. C., MOORE C. G. (2005)
Repeatability of temporospatial gait measures in children using the GAITRite electronic walkway.
Arch Phys Med Rehabil, 86, 2342-2346.
61. VIGUIER E., LE QUANG T., MAITRE P., ROGER T. (2006)
The GAITRite® system for evaluation of the spatial and temporal parameters of normal dogs at walk.
In: second world veterinary orthopedic congress, Keyston, 25 février-4 mars 2006.
62. WESTER K. E., WITTEWER J. E., FELLER J. A. (2005)
Validity of the GAITRite® walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait.
Gait and Posture, 22, 317-321.
63. WENGER-DE VITO B. (1991)
Etude statistique de la résection de la tête et du col du fémur chez le chien.
Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 82 p.

SITES INTERNETS consultés :

- a- www.medvet.umontreal.ca/portail/contenu/contenuinterneGen.asp. Le 31/10/05.
- b- www.gaitmat.com. Le 1/05/06
- c- <http://www.tekscan.com/medical/systems.html>. Le 9/05/06.
- d- www.gaitrite.com. Le 9/05/06.
- e- <http://www.offa.org/hipstatbreed.html>. Le 15/06/06.

LISTE DES ANNEXES :

Annexe 1 : feuille récapitulative du protocole d'étude adressée au personnel encadrant des cliniques et aux étudiants ;

Annexe 2 : feuille-type obtenue grâce au logiciel GAITFour®

Annexe 3 : valeurs des chiens sains obtenues avec le tapis de type GAITFour®

Annexe 4 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Nemo

Annexe 5 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Vera

Annexe 6 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Volka

Annexe 7 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Ulysse

Annexe 8 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Jupiter

Annexe 9 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Lotus

Annexe 10 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Tarzan

Annexe 11 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Uba

Annexe 12 : valeurs obtenues grâce au tapis pour Uxane

Annexe 1 : feuille récapitulative du protocole d'étude adressée au personnel encadrant des cliniques et aux étudiants.

Estelle BERGERAULT (T1 pro carnivores, 2ème semestre)
06.62.89.39.17
estellecbergerault@yahoo.fr

Bonjour à tous;

Je réalise ma thèse, intitulée étude de la locomotion chez le chien après résection de tête et du col du fémur- utilisation d'un tapis de type « gait four » encadrée par le docteur VIGUIER

J'analyse la marche des chiens ayant subi, ou nécessitant une **RTCF** afin d'évaluer l'impact de cette opération sur la locomotion ainsi que la récupération. Pour cela j'ai besoin de faire marcher le maximum d'animaux ayant une pathologie des hanches et se présentant à l'ENVL.

Je vous serai reconnaissante de me prévenir le plus souvent possible lorsqu'en consultation se présente un chien ayant pour motif de consultation une boiterie du postérieur dont l'origine probable est située au niveau des hanches, et les chiens souffrant plus précisément de :

- **dysplasie de la hanche,**
- **nécrose aseptique de la tête et du col du fémur,**
- **luxation des hanches,**
- **fractures de la tête du fémur ou de l'acetabulum.**

Le tapis de marche se trouve dans le couloir menant aux hôpitaux, et les manipulations ne durent que **10 minutes** (temps nécessaire à la prise de mesures sur le chien, de le faire marcher et trotter), et peuvent être faites lors de l'attente avant la radiographie par exemple. Une permanence est assurée tous les jours de 9h à 12h par **THONG LE QUANG** ou moi-même

Calendrier interventionnel

La démarche doit être analysée

- lors de la première consultation
 - en post opératoire immédiat
 - lors du retrait des points
 - un mois plus tard (n'est pas nécessaire)
 - deux mois plus tard (obligatoire)
 - ultérieurement si nécessaire (pas obligatoire)
- protocole classique de revue des chirurgies orthopédiques.

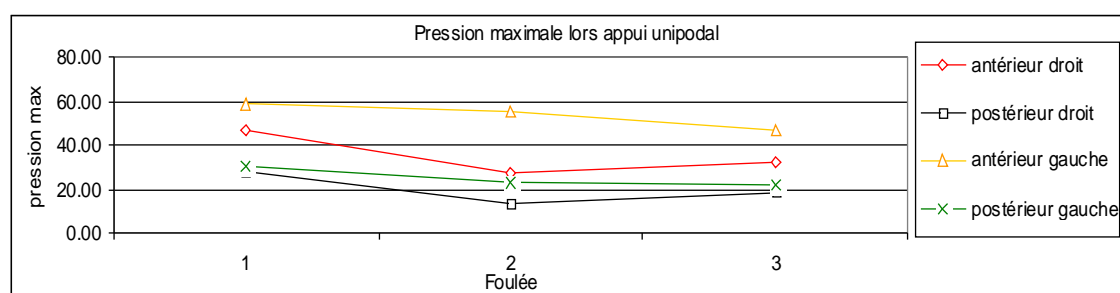
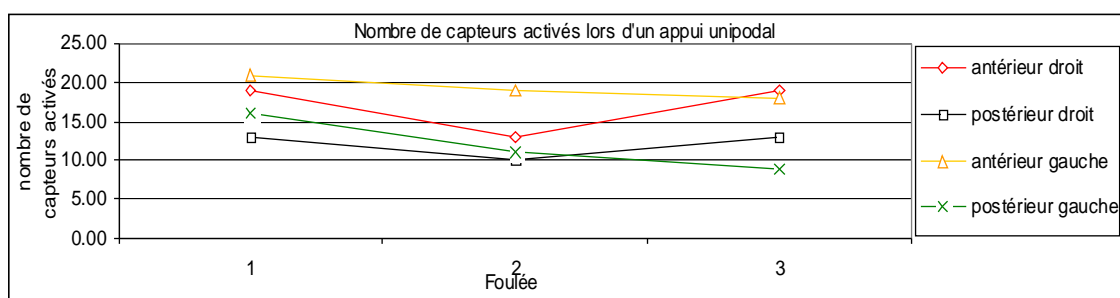
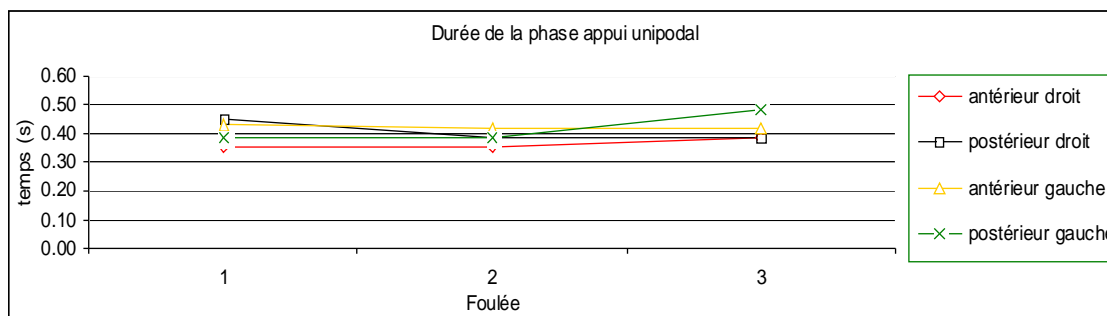
N'hésiter pas à venir faire marcher les chiens boiteux !
Merci par avance de votre coopération.

Annexe 2 : feuille-type obtenue grâce au logiciel GAITFour®

| | |
|-------------------------|------------------|
| animal : | NEMO WLK1 |
| test du : | 24/01/2006 10:11 |
| Hauteur postérieur (cm) | 50 |
| Hauteur antérieur (cm) | 56 |
| Poids (kg) | 35 KG |

| | |
|--------------------------------|---------------|
| temps foulée moyenne (s) : | 0,64 |
| distance foulée moyenne (cm): | 65,69 |
| vitesse foulée moyenne (cm/s): | 102,10 |

| | durée appui (s) | durée relative | pression max | capteurs activés | angle (°) |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|------------------|-----------|
| Moyenne | | | | | |
| antérieur droit | 0,36 | 0,55 | 35,33 | 17,00 | 66,45 |
| postérieur droit | 0,41 | 0,63 | 20,33 | 12,00 | 60,62 |
| antérieur gauche | 0,42 | 0,65 | 53,67 | 19,33 | 68,23 |
| postérieur gauche | 0,42 | 0,61 | 25,33 | 12,00 | 59,42 |
| symétrie G/D | 1,09 | 1,08 | 1,42 | 1,08 | 1,00 |
| symétrie antérieur/postérieur | 0,95 | 0,96 | 1,95 | 1,51 | 1,12 |
| symétrie antG/antD | 1,17 | 1,20 | 1,52 | 1,14 | 1,03 |
| symétrie postG/postD | 1,03 | 0,97 | 1,25 | 1,00 | 0,98 |
| comparaison (st) | | | | | |
| entre antérieurs P= | 0,053 | 0,197 | 0,065 | 0,369 | 0,07 |
| entre postérieurs P= | 0,839 | 0,786 | 0,130 | 1,000 | 0,65 |



Annexe 3 : paramètres de référence des chiens sains de grande taille obtenus grâce au système d'analyse de la marche GAITFour® .

| | nom des chiens | CHIEN SAIN | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|
| | Poids (kg) | | |
| | date essai | | |
| | | moyenne | EC |
| | vitesse (cm/s) | 1.09 | 0.34 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0.39 | 0.10 |
| | PD | 0.37 | 0.11 |
| | AG | 0.40 | 0.11 |
| | PG | 0.37 | 0.11 |
| | symétrie G/D | 1.01 | 0.03 |
| | symétrie Ant /Post | 1.10 | 0.10 |
| | symétrie AG/AD | 1.01 | 0.05 |
| | symétrie PG/PD | 1.01 | 0.05 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0.58 | 0.06 |
| | PD | 0.54 | 0.09 |
| | AG | 0.58 | 0.07 |
| | PG | 0.53 | 0.08 |
| | symétrie G/D | 1.01 | 0.02 |
| | symétrie Ant /Post | 1.10 | 0.09 |
| | symétrie AG/AD | 1.02 | 0.05 |
| | symétrie PG/PD | 1.00 | 0.04 |
| <i>pression max</i> | AD | 51.10 | 7.73 |
| | PD | 34.86 | 4.84 |
| | AG | 50.82 | 8.58 |
| | PG | 34.69 | 5.82 |
| | symétrie G/D | 0.99 | 0.08 |
| | symétrie Ant /Post | 1.47 | 0.14 |
| | symétrie AG/AD | 1.00 | 0.10 |
| | symétrie PG/PD | 1.00 | 0.12 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 16.26 | 2.09 |
| | PD | 12.85 | 1.39 |
| | AG | 16.69 | 2.06 |
| | PG | 12.69 | 1.38 |
| | symétrie G/D | 1.01 | 0.06 |
| | symétrie Ant /Post | 1.29 | 0.12 |
| | symétrie AG/AD | 1.03 | 0.11 |
| | symétrie PG/PD | 0.99 | 0.08 |

Annexe 4 : résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Nemo.

| | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | nom du chien | NEMO |
| | Poids (kg) | 35 |
| | date essai | 24/01/2006 |
| | vitesse (cm/s) | 102,10 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,36 |
| | PD | 0,41 |
| | AG | 0,42 |
| | PG | 0,42 |
| | symétrie G/D | 1,09 |
| | symétrie Ant /Post | 0,95 |
| | symétrie AG/AD | 1,17 |
| | symétrie PG/PD | 1,03 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,55 |
| | PD | 0,63 |
| | AG | 0,65 |
| | PG | 0,61 |
| | symétrie G/D | 1,08 |
| | symétrie Ant /Post | 0,96 |
| | symétrie AG/AD | 1,20 |
| | symétrie PG/PD | 0,97 |
| <i>pression max</i> | AD | 35,33 |
| | PD | 20,33 |
| | AG | 53,67 |
| | PG | 25,33 |
| | symétrie G/D | 1,42 |
| | symétrie Ant /Post | 1,95 |
| | symétrie AG/AD | 1,52 |
| | symétrie PG/PD | 1,25 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 17,00 |
| | PD | 12,00 |
| | AG | 19,33 |
| | PG | 12,00 |
| | symétrie G/D | 1,08 |
| | symétrie Ant /Post | 1,51 |
| | symétrie AG/AD | 1,14 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 |

Annexe 5 : résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Vera.

| | nom des chiens | VERA | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Poids (kg) | 10.5 | | | | |
| | date essai | 01/12/2005 | | | | |
| | | | | | moyenne | EC |
| | vitesse (cm/s) | 152,01 | 136,52 | 97,53 | 128,69 | 28,07 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,13 | 0,14 | 0,20 | 0,16 | 0,04 |
| | PD | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,01 |
| | AG | 0,15 | 0,15 | 0,24 | 0,18 | 0,05 |
| | PG | 0,10 | 0,11 | 0,16 | 0,12 | 0,03 |
| | symétrie G/D | 1,15 | 1,00 | 1,28 | 1,14 | 0,14 |
| | symétrie Ant /Post | 1,47 | 1,36 | 1,58 | 1,47 | 0,11 |
| | symétrie AG/AD | 1,16 | 1,04 | 1,21 | 1,13 | 0,09 |
| | symétrie PG/PD | 1,14 | 0,95 | 1,39 | 1,16 | 0,22 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,41 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,02 |
| | PD | 0,29 | 0,41 | 0,28 | 0,33 | 0,07 |
| | AG | 0,47 | 0,45 | 0,52 | 0,48 | 0,03 |
| | PG | 0,32 | 0,33 | 0,38 | 0,34 | 0,03 |
| | symétrie G/D | 1,13 | 0,92 | 1,25 | 1,10 | 0,16 |
| | symétrie Ant /Post | 1,47 | 1,19 | 1,46 | 1,37 | 0,16 |
| | symétrie AG/AD | 1,14 | 1,03 | 1,18 | 1,12 | 0,08 |
| | symétrie PG/PD | 1,10 | 0,81 | 1,36 | 1,09 | 0,28 |
| <i>pression max</i> | AD | 24,50 | 16,67 | 15,25 | 18,81 | 4,98 |
| | PD | 3,25 | 5,67 | 2,50 | 3,81 | 1,65 |
| | AG | 21,75 | 19,33 | 16,50 | 19,19 | 2,63 |
| | PG | 11,25 | 11,00 | 7,00 | 9,75 | 2,38 |
| | symétrie G/D | 1,19 | 1,36 | 1,32 | 1,29 | 0,09 |
| | symétrie Ant /Post | 3,19 | 2,16 | 3,34 | 2,90 | 0,64 |
| | symétrie AG/AD | 0,89 | 1,16 | 1,08 | 1,04 | 0,14 |
| | symétrie PG/PD | 3,46 | 1,94 | 2,80 | 2,73 | 0,76 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 8,50 | 8,00 | 6,00 | 7,50 | 1,32 |
| | PD | 2,75 | 4,00 | 1,75 | 2,83 | 1,13 |
| | AG | 10,00 | 10,00 | 7,50 | 9,17 | 1,44 |
| | PG | 5,25 | 4,33 | 3,75 | 4,44 | 0,76 |
| | symétrie G/D | 1,36 | 1,19 | 1,45 | 1,33 | 0,13 |
| | symétrie Ant /Post | 2,31 | 2,16 | 2,45 | 2,31 | 0,15 |
| | symétrie AG/AD | 1,18 | 1,25 | 1,25 | 1,23 | 0,04 |
| | symétrie PG/PD | 1,91 | 1,08 | 2,14 | 1,71 | 0,56 |

Annexe 6 : résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Volka.

| | nom des chiens | VOLKA | | | |
|-------------------------|---------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| | Poids (kg) | 36 | | | |
| | Date essai | 26/10/2005 | | | |
| | | | | moyenne essai | EC |
| | vitesse (cm/s) | 150,52 | 70,08 | 110,30 | 56,88 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,32 | 0,50 | 0,41 | 0,13 |
| | PD | 0,43 | 0,58 | 0,50 | 0,10 |
| | AG | 0,34 | 0,46 | 0,40 | 0,08 |
| | PG | 0,27 | 0,39 | 0,33 | 0,09 |
| | symétrie G/D | 0,81 | 0,79 | 0,80 | 0,01 |
| | symétrie Ant /Post | 0,95 | 0,99 | 0,97 | 0,03 |
| | symétrie AG/AD | 1,05 | 0,91 | 0,98 | 0,10 |
| | symétrie PG/PD | 0,62 | 0,68 | 0,65 | 0,04 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,60 | 0,68 | 0,64 | 0,05 |
| | PD | 0,97 | 0,76 | 0,87 | 0,15 |
| | AG | 0,62 | 0,64 | 0,63 | 0,01 |
| | PG | 0,48 | 0,52 | 0,50 | 0,03 |
| | symétrie G/D | 0,70 | 0,80 | 0,75 | 0,07 |
| | symétrie Ant /Post | 0,84 | 1,03 | 0,94 | 0,13 |
| | symétrie AG/AD | 1,02 | 0,94 | 0,98 | 0,06 |
| | symétrie PG/PD | 0,49 | 0,68 | 0,59 | 0,13 |
| <i>pression max</i> | AD | 44,75 | 33,00 | 38,88 | 8,31 |
| | PD | 36,00 | 33,60 | 34,80 | 1,70 |
| | AG | 45,25 | 28,40 | 36,83 | 11,91 |
| | PG | 20,75 | 10,40 | 15,58 | 7,32 |
| | symétrie G/D | 0,82 | 0,58 | 0,70 | 0,17 |
| | symétrie Ant /Post | 1,59 | 1,40 | 1,49 | 0,13 |
| | symétrie AG/AD | 1,01 | 0,86 | 0,94 | 0,11 |
| | symétrie PG/PD | 0,58 | 0,31 | 0,44 | 0,19 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 14,00 | 13,40 | 13,70 | 0,42 |
| | PD | 12,75 | 14,60 | 13,68 | 1,31 |
| | AG | 15,50 | 11,20 | 13,35 | 3,04 |
| | PG | 8,50 | 5,40 | 6,95 | 2,19 |
| | symétrie G/D | 0,90 | 0,59 | 0,75 | 0,22 |
| | symétrie Ant /Post | 1,39 | 1,23 | 1,31 | 0,11 |
| | symétrie AG/AD | 1,11 | 0,84 | 0,97 | 0,19 |
| | symétrie PG/PD | 0,67 | 0,37 | 0,52 | 0,21 |

Annexe 7 : résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Ulysse.

| | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | nom des chiens | ULYSSE |
| | Poids (kg) | 35 |
| | date essai | 02/02/2005 |
| | marche | |
| | vitesse (cm/s) | 100,17 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,34 |
| | PD | 0,32 |
| | AG | 0,40 |
| | PG | 0,53 |
| | symétrie G/D | 1,4 |
| | symétrie Ant /Post | 0,87 |
| | symétrie AG/AD | 1,18 |
| | symétrie PG/PD | 1,66 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,59 |
| | PD | 1,06 |
| | AG | 0,65 |
| | PG | 0,50 |
| | symétrie G/D | 0,7 |
| | symétrie Ant /Post | 0,8 |
| | symétrie AG/AD | 1,1 |
| | symétrie PG/PD | 0,5 |
| <i>pression max</i> | AD | 32,75 |
| | PD | 13,75 |
| | AG | 47,75 |
| | PG | 46,00 |
| | symétrie G/D | 2,02 |
| | symétrie Ant /Post | 1,35 |
| | symétrie AG/AD | 1,46 |
| | symétrie PG/PD | 3,35 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 12,25 |
| | PD | 6,50 |
| | AG | 15,50 |
| | PG | 15,25 |
| | symétrie G/D | 1,64 |
| | symétrie Ant /Post | 1,28 |
| | symétrie AG/AD | 1,27 |
| | symétrie PG/PD | 2,35 |

Annexe 8 : résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Jupiter.

| | | JUPITER | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | nom des chiens | | | | | |
| | | Poids (kg) 45 | | | | | |
| | | 16/01/2006 | | 06/02/2006 | | 17/02/2006 | |
| | | moyenne | EC | moyenne | EC | moyenne | EC |
| | vitesse (cm/s) | 61,48 | 8,08 | 73,14 | 9,69 | 90,97 | 5,28 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,61 | 0,05 | 0,54 | 0,06 | 0,54 | 0,03 |
| | PD | 0,61 | 0,05 | 0,52 | 0,06 | 0,52 | 0,03 |
| | AG | 0,57 | 0,00 | 0,49 | 0,07 | 0,51 | 0,02 |
| | PG | 0,44 | 0,00 | 0,45 | 0,03 | 0,43 | 0,02 |
| | symétrie G/D | 0,83 | 0,06 | 0,89 | 0,01 | 0,89 | 0,01 |
| | symétrie Ant /Post | 1,12 | 0,00 | 1,06 | 0,03 | 1,10 | 0,02 |
| | symétrie AG/AD | 0,94 | 0,07 | 0,91 | 0,02 | 0,95 | 0,01 |
| | symétrie PG/PD | 0,73 | 0,06 | 0,87 | 0,04 | 0,84 | 0,02 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,74 | 0,03 | 0,65 | 0,03 | 0,68 | 0,02 |
| | PD | 0,52 | 0,02 | 0,67 | 0,04 | 0,59 | 0,06 |
| | AG | 0,67 | 0,02 | 0,70 | 0,03 | 0,67 | 0,03 |
| | PG | 0,72 | 0,05 | 0,58 | 0,02 | 0,64 | 0,06 |
| | symétrie G/D | 0,82 | 0,07 | 0,89 | 0,01 | 0,90 | 0,01 |
| | symétrie Ant /Post | 1,13 | 0,02 | 1,07 | 0,00 | 1,10 | 0,02 |
| | symétrie AG/AD | 0,91 | 0,06 | 0,92 | 0,01 | 0,95 | 0,00 |
| | symétrie PG/PD | 0,73 | 0,07 | 0,86 | 0,03 | 0,84 | 0,03 |
| <i>pression max</i> | AD | 55,50 | 6,08 | 53,60 | 1,98 | 52,70 | 2,70 |
| | PD | 36,60 | 4,53 | 34,33 | 1,31 | 33,02 | 0,89 |
| | AG | 55,10 | 0,71 | 56,80 | 4,53 | 55,23 | 5,09 |
| | PG | 10,90 | 1,84 | 18,83 | 0,60 | 14,73 | 0,48 |
| | symétrie G/D | 0,72 | 0,11 | 0,86 | 0,03 | 0,82 | 0,05 |
| | symétrie Ant /Post | 2,33 | 0,02 | 2,08 | 0,05 | 2,26 | 0,11 |
| | symétrie AG/AD | 1,00 | 0,12 | 1,06 | 0,05 | 1,05 | 0,09 |
| | symétrie PG/PD | 0,30 | 0,09 | 0,55 | 0,00 | 0,45 | 0,02 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 19,20 | 0,28 | 17,48 | 0,39 | 17,90 | 0,56 |
| | PD | 13,10 | 2,12 | 13,03 | 0,32 | 12,20 | 0,58 |
| | AG | 18,90 | 0,14 | 17,48 | 1,80 | 18,15 | 1,38 |
| | PG | 6,40 | 0,00 | 8,48 | 0,39 | 7,42 | 1,01 |
| | symétrie G/D | 0,79 | 0,05 | 0,85 | 0,05 | 0,85 | 0,06 |
| | symétrie Ant /Post | 1,96 | 0,19 | 1,62 | 0,05 | 1,84 | 0,02 |
| | symétrie AG/AD | 0,98 | 0,01 | 1,00 | 0,08 | 1,01 | 0,05 |
| | symétrie PG/PD | 0,50 | 0,08 | 0,65 | 0,01 | 0,61 | 0,09 |

Annexe 9: résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Lotus.

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| nom du chien | LOTUS | | | | | | | | | |
| Poids (kg) | 19.5 | | | | | | | | | |
| | date essai | 10/02/2006 | | 20/02/2006 | | 28/02/2006 | | 08/03/2006 | | |
| | | moyenne | EC | moyenne | EC | moyenne | EC | moyenne | EC | |
| | vitesse (cm/s) | 76,32 | 11,41 | 109,22 | 4,94 | 107,51 | 27,37 | 147,67 | 70,26 | |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,50 | 0,05 | 0,43 | 0,01 | 0,47 | 0,10 | 0,39 | 0,15 | |
| | PD | 0,44 | 0,05 | 0,40 | 0,01 | 0,41 | 0,09 | 0,36 | 0,13 | |
| | AG | 0,51 | 0,06 | 0,45 | 0,02 | 0,46 | 0,08 | 0,39 | 0,13 | |
| | PG | 0,50 | 0,07 | 0,44 | 0,02 | 0,45 | 0,10 | 0,36 | 0,13 | |
| | symétrie G/D | 1,08 | 0,02 | 1,08 | 0,05 | 1,04 | 0,02 | 1,02 | 0,05 | |
| | symétrie Ant /Post | 1,08 | 0,02 | 1,06 | 0,01 | 1,10 | 0,05 | 1,08 | 0,01 | |
| | symétrie AG/AD | 1,04 | 0,01 | 1,04 | 0,02 | 0,99 | 0,04 | 1,02 | 0,07 | |
| | symétrie PG/PD | 1,13 | 0,02 | 1,12 | 0,09 | 1,10 | 0,02 | 1,03 | 0,03 | |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,64 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 0,63 | 0,03 | 0,57 | 0,11 | |
| | PD | 0,60 | 0,09 | 0,62 | 0,03 | 0,54 | 0,06 | 0,52 | 0,10 | |
| | AG | 0,64 | 0,04 | 0,62 | 0,02 | 0,63 | 0,06 | 0,58 | 0,07 | |
| | PG | 0,58 | 0,01 | 0,55 | 0,01 | 0,58 | 0,08 | 0,54 | 0,08 | |
| | symétrie G/D | 1,09 | 0,03 | 1,07 | 0,05 | 1,03 | 0,02 | 1,02 | 0,06 | |
| | symétrie Ant /Post | 1,09 | 0,04 | 1,06 | 0,01 | 1,13 | 0,08 | 1,09 | 0,01 | |
| | symétrie AG/AD | 1,04 | 0,01 | 1,02 | 0,03 | 1,00 | 0,06 | 1,01 | 0,07 | |
| | symétrie PG/PD | 1,13 | 0,04 | 1,13 | 0,08 | 1,07 | 0,05 | 1,04 | 0,06 | |
| <i>pression max</i> | AD | 41,88 | 0,88 | 42,60 | 0,85 | 45,31 | 3,97 | 50,94 | 11,73 | |
| | PD | 17,88 | 0,88 | 20,20 | 0,28 | 21,31 | 3,10 | 25,89 | 3,40 | |
| | AG | 42,75 | 2,83 | 43,63 | 0,53 | 44,69 | 3,02 | 45,97 | 5,96 | |
| | PG | 30,50 | 2,12 | 29,98 | 3,15 | 28,13 | 1,48 | 31,42 | 6,71 | |
| | symétrie G/D | 1,23 | 0,01 | 1,17 | 0,04 | 1,10 | 0,07 | 1,01 | 0,03 | |
| | symétrie Ant /Post | 1,75 | 0,08 | 1,72 | 0,09 | 1,82 | 0,08 | 1,69 | 0,08 | |
| | symétrie AG/AD | 1,02 | 0,09 | 1,02 | 0,01 | 0,99 | 0,06 | 0,92 | 0,08 | |
| | symétrie PG/PD | 1,71 | 0,20 | 1,48 | 0,14 | 1,33 | 0,14 | 1,21 | 0,16 | |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 16,13 | 0,88 | 15,58 | 0,25 | 16,56 | 1,33 | 17,92 | 1,54 | |
| | PD | 8,50 | 0,00 | 9,33 | 0,11 | 9,13 | 0,83 | 11,28 | 1,62 | |
| | AG | 16,38 | 0,53 | 16,43 | 1,17 | 17,00 | 0,61 | 17,42 | 1,21 | |
| | PG | 11,25 | 0,71 | 12,05 | 0,78 | 10,69 | 0,31 | 12,06 | 1,58 | |
| | symétrie G/D | 1,12 | 0,03 | 1,14 | 0,01 | 1,08 | 0,07 | 1,01 | 0,03 | |
| | symétrie Ant /Post | 1,65 | 0,04 | 1,50 | 0,13 | 1,69 | 0,05 | 1,52 | 0,12 | |
| | symétrie AG/AD | 1,02 | 0,09 | 1,05 | 0,06 | 1,03 | 0,05 | 0,97 | 0,03 | |
| | symétrie PG/PD | 1,32 | 0,08 | 1,29 | 0,07 | 1,18 | 0,12 | 1,07 | 0,12 | |

Annexe 10: résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Tarzan.

| | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | nom des chiens | TARZAN | | | | | |
| | Poids (kg) | | | | | | |
| | date essai | 02/11/2005 | | 15/11/2005 | | 24/11/2005 | |
| | | moyenne | EC | moyenne | EC | moyenne | EC |
| | vitesse (cm/s) | 84,99 | 4,51 | 96,60 | 2,91 | 100,07 | 9,24 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,46 | 0,04 | 0,43 | 0,01 | 0,40 | 0,03 |
| | PD | 0,37 | 0,00 | 0,37 | 0,02 | 0,36 | 0,02 |
| | AG | 0,50 | 0,02 | 0,44 | 0,02 | 0,43 | 0,05 |
| | PG | 0,49 | 0,02 | 0,42 | 0,03 | 0,42 | 0,04 |
| | symétrie G/D | 1,20 | 0,01 | 1,08 | 0,01 | 1,12 | 0,06 |
| | symétrie Ant /Post | 1,11 | 0,03 | 1,09 | 0,02 | 1,07 | 0,02 |
| | symétrie AG/AD | 1,10 | 0,05 | 1,02 | 0,01 | 1,07 | 0,07 |
| | symétrie PG/PD | 1,32 | 0,04 | 1,14 | 0,02 | 1,17 | 0,05 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,61 | 0,03 | 0,63 | 0,01 | 0,62 | 0,04 |
| | PD | 0,66 | 0,01 | 0,64 | 0,01 | 0,61 | 0,05 |
| | AG | 0,68 | 0,02 | 0,65 | 0,00 | 0,65 | 0,03 |
| | PG | 0,51 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,58 | 0,05 |
| | symétrie G/D | 1,20 | 0,01 | 1,09 | 0,02 | 1,11 | 0,06 |
| | symétrie Ant /Post | 1,09 | 0,03 | 1,08 | 0,01 | 1,06 | 0,01 |
| | symétrie AG/AD | 1,11 | 0,03 | 1,02 | 0,02 | 1,08 | 0,08 |
| | symétrie PG/PD | 1,30 | 0,02 | 1,16 | 0,03 | 1,15 | 0,04 |
| <i>pression max</i> | AD | 45,93 | 1,87 | 43,25 | 1,06 | 39,70 | 3,22 |
| | PD | 10,98 | 1,73 | 11,40 | 0,85 | 12,88 | 2,21 |
| | AG | 51,90 | 1,56 | 42,80 | 1,13 | 39,62 | 5,78 |
| | PG | 25,23 | 0,04 | 24,85 | 0,49 | 26,23 | 0,55 |
| | symétrie G/D | 1,36 | 0,02 | 1,24 | 0,02 | 1,26 | 0,14 |
| | symétrie Ant /Post | 2,71 | 0,22 | 2,37 | 0,08 | 2,04 | 0,32 |
| | symétrie AG/AD | 1,13 | 0,01 | 0,99 | 0,00 | 1,00 | 0,12 |
| | symétrie PG/PD | 2,33 | 0,37 | 2,19 | 0,21 | 2,07 | 0,32 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 16,63 | 0,53 | 16,23 | 1,38 | 15,53 | 0,61 |
| | PD | 6,60 | 0,85 | 6,75 | 0,35 | 7,77 | 0,74 |
| | AG | 17,90 | 0,14 | 15,83 | 0,81 | 14,92 | 1,15 |
| | PG | 10,95 | 0,64 | 11,38 | 0,88 | 11,43 | 0,21 |
| | symétrie G/D | 1,24 | 0,05 | 1,18 | 0,02 | 1,13 | 0,09 |
| | symétrie Ant /Post | 1,97 | 0,14 | 1,77 | 0,00 | 1,59 | 0,11 |
| | symétrie AG/AD | 1,08 | 0,04 | 0,98 | 0,03 | 0,96 | 0,08 |
| | symétrie PG/PD | 1,67 | 0,12 | 1,68 | 0,04 | 1,48 | 0,16 |

Annexe II: résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Uba.

| | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| | nom du chien | UBA | | |
| | Poids (kg) | 26 | | |
| | date essai | 02/02/2005 | 30/03/2005 | |
| | | Moyenne | moyenne | EC |
| | vitesse (cm/s) | 104,61 | 114,37 | 0,15 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,35 | 0,33 | 0,00 |
| | PD | 0,33 | 0,32 | 0,01 |
| | AG | 0,34 | 0,35 | 0,01 |
| | PG | 0,32 | 0,29 | 0,00 |
| | symétrie G/D | non | 0,99 | 0,02 |
| | symétrie Ant /Post | non | 1,11 | 0,01 |
| | symétrie AG/AD | non | 1,07 | 0,05 |
| | symétrie PG/PD | non | 0,92 | 0,01 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,58 | 0,61 | 0,02 |
| | PD | 0,57 | 0,56 | 0,02 |
| | AG | 0,59 | 0,58 | 0,01 |
| | PG | 0,54 | 0,52 | 0,01 |
| | symétrie G/D | non | 0,99 | 0,02 |
| | symétrie Ant /Post | non | 1,11 | 0,03 |
| | symétrie AG/AD | non | 1,05 | 0,05 |
| | symétrie PG/PD | non | 0,93 | 0,01 |
| <i>pression max</i> | AD | 50,50 | 47,00 | 0,28 |
| | PD | 26,25 | 27,20 | 1,98 |
| | AG | 50,75 | 46,70 | 3,82 |
| | PG | 26,75 | 28,90 | 0,14 |
| | symétrie G/D | 1,01 | 1,02 | 0,08 |
| | symétrie Ant /Post | 1,91 | 1,67 | 0,13 |
| | symétrie AG/AD | 1,00 | 0,99 | 0,09 |
| | symétrie PG/PD | 1,02 | 1,07 | 0,07 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 16,00 | 14,40 | 0,28 |
| | PD | 10,00 | 9,90 | 0,99 |
| | AG | 17,00 | 15,50 | 0,71 |
| | PG | 10,00 | 10,00 | 0,28 |
| | symétrie G/D | 1,04 | 1,05 | 0,07 |
| | symétrie Ant /Post | 1,65 | 1,51 | 0,12 |
| | symétrie AG/AD | 1,06 | 1,08 | 0,07 |
| | symétrie PG/PD | 1,00 | 1,01 | 0,07 |

Annexe 12: résultats obtenus grâce au logiciel GAITFour® pour le chien Uxane.

| | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | nom des chiens | UXANE | | | |
| | Poids (kg) | 36 | | | |
| | date essai | 09/11/2005 | | 07/12/2005 | |
| | | moyenne | EC | moyenne | EC |
| | vitesse (cm/s) | 126,18 | 43,15 | 108,37 | 58,71 |
| <i>durée de l'appui</i> | AD | 0,33 | 0,12 | 0,36 | 0,15 |
| | PD | 0,33 | 0,11 | 0,31 | 0,15 |
| | AG | 0,33 | 0,12 | 0,35 | 0,15 |
| | PG | 0,31 | 0,11 | 0,32 | 0,14 |
| | symétrie G/D | 0,96 | 0,33 | 0,99 | 0,45 |
| | symétrie Ant /Post | 1,04 | 0,37 | 1,11 | 0,47 |
| | symétrie AG/AD | 0,99 | 0,33 | 0,95 | 0,47 |
| | symétrie PG/PD | 0,94 | 0,34 | 1,03 | 0,42 |
| <i>durée relative</i> | AD | 0,60 | 0,21 | 0,61 | 0,28 |
| | PD | 0,54 | 0,18 | 0,55 | 0,25 |
| | AG | 0,59 | 0,20 | 0,59 | 0,28 |
| | PG | 0,64 | 0,21 | 0,56 | 0,31 |
| | symétrie G/D | 0,93 | 0,33 | 0,99 | 0,43 |
| | symétrie Ant /Post | 1,01 | 0,36 | 1,08 | 0,46 |
| | symétrie AG/AD | 1,00 | 0,32 | 0,96 | 0,48 |
| | symétrie PG/PD | 0,88 | 0,35 | 1,02 | 0,38 |
| <i>pression max</i> | AD | 46,88 | 18,11 | 35,50 | 20,34 |
| | PD | 34,50 | 11,99 | 27,88 | 15,92 |
| | AG | 47,13 | 16,93 | 36,38 | 21,35 |
| | PG | 30,13 | 10,88 | 28,88 | 13,61 |
| | symétrie G/D | 0,95 | 0,34 | 1,03 | 0,43 |
| | symétrie Ant /Post | 1,47 | 0,51 | 1,27 | 0,67 |
| | symétrie AG/AD | 1,01 | 0,36 | 1,02 | 0,46 |
| | symétrie PG/PD | 0,87 | 0,33 | 1,04 | 0,38 |
| <i>capteurs activés</i> | AD | 16,25 | 5,53 | 14,63 | 7,58 |
| | PD | 11,75 | 4,27 | 10,75 | 5,29 |
| | AG | 16,50 | 5,42 | 14,50 | 7,84 |
| | PG | 11,63 | 3,79 | 11,50 | 5,54 |
| | symétrie G/D | 1,01 | 0,35 | 1,03 | 0,46 |
| | symétrie Ant /Post | 1,41 | 0,44 | 1,31 | 0,68 |
| | symétrie AG/AD | 1,01 | 0,34 | 0,99 | 0,48 |
| | symétrie PG/PD | 0,99 | 0,33 | 1,07 | 0,47 |

NOM PRENOMS : BERGERAULT Estelle, Céline, Pascale

**TITRE : ETUDE DE LA LOCOMOTION DU CHIEN APRES
RESECTION DE LA TETE ET DU COL DU FEMUR-
UTILISATION D'UN TAPIS DE MARCHE DE TYPE GAITFour®**

Thèse Vétérinaire : Lyon , 15 septembre 2006

RESUME : La résection de la tête et du col du fémur est une opération couramment pratiquée en médecine vétérinaire. Elle permet de traiter des affections coxo-fémorales telles que la dysplasie ou la maladie de Legg-Perthes-Calvé.

Le système d'analyse de la marche GAITFour® est un instrument d'analyse cinétique de la locomotion utilisé au laboratoire de chirurgie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon depuis avril 2004.

Ce travail a pour but d'évaluer la récupération locomotrice des chiens après Resection de la Tête et du Col du Fémur à l'aide du système GAITFour®.

Un étude bibliographique synthétique de la RTCF est réalisée dans la première partie, ainsi qu'une brève description des techniques d'analyse de la locomotion animale. L'étude clinique constitue la seconde partie où une comparaison avec les résultats obtenues dans d'autres travaux est présente.

MOTS CLES :

- Chien
- analyse de la marche
- résection de la tête et du col du fémur
- physiothérapie

JURY :

| | |
|------------------|-------------------------------------|
| Président : | Monsieur le Professeur Roland ITTI |
| 1er Assesseur : | Monsieur le Professeur Eric VIGUIER |
| 2ème Assesseur : | Monsieur le Professeur Serge SAWAYA |
| Membre invité : | Docteur vétérinaire Thong LE QUANG |

DATE DE SOUTENANCE :

Vendredi 15 septembre 2006.

ADRESSE DE L'AUTEUR : « les Gaillardes »
01390 RANCE