

**VETAGRO SUP
CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2018 - Thèse n° 045

***IMPACT D'UN PROTOCOLE D'EXERCICE AU MOYEN DE LA
PLATEFORME MOTORISÉE IMOOVE-VET® CHEZ DES
CHIENS PRATIQUANT L'AGILITY.***

THESE

Présentée à l'UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 11 octobre 2018
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

SAUSSAC Angélique



VetAgro Sup



**VETAGRO SUP
CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2018 - Thèse n° 045

***IMPACT D'UN PROTOCOLE D'EXERCICE AU MOYEN DE LA
PLATEFORME MOTORISÉE IMOOVE-VET® CHEZ DES
CHIENS PRATIQUANT L'AGILITY.***

THESE

Présentée à l'UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 11 octobre 2018
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

SAUSSAC Angélique



VetAgro Sup



Nom	Prénom	Département	Grade
ABITBOL	Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
ARCANGIOLI	Marie-Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
AYRAL	Florence	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BECKER	Claire	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BELLUCO	Sara	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENAMOU-SMITH	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
BENOIT	Etienne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BERNY	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
BOULOCHE	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BOURDOISEAU	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
BOURGOIN	Gilles	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
BRUYERE	Pierre	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BUFF	Samuel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
BURONFOSSE	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
CACHON	Thibaut	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CADORÉ	Jean-Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
CAROZZO	Claude	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
CHABANNE	Luc	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
CHALVET-MONFRAY	Karine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DE BOYER DES ROCHES	Alice	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
DEMONT	Pierre	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
DJELOUADJI	Zorée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
ESCRIOU	Catherine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
FRIKHA	Mohamed-Ridha	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GALIA	Wessam	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Stagiaire
GILOT-FROMONT	Emmanuelle	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
GONTHIER	Alain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
GRANCHER	Denis	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
GREZEL	Delphine	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
HUGONNARD	Marine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
JANKOWIAK	Bernard	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Contractuel
JAUSSAUD	Philippe	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
JEANNIN	Anne	DEPT-ELEVAGE-SPV	Inspecteur en santé publique vétérinaire (ISPV)
JOSSON-SCHRAMME	Anne	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences Contractuel
JUNOT	Stéphane	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
KODJO	Angeli	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
KRAFFT	Emilie	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
LAABERKI	Maria-Halima	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
LAMBERT	Véronique	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LE GRAND	Dominique	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
LEBLOND	Agnès	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LEDOUX	Dorothée	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Stagiaire
LEFEBVRE	Sébastien	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences Stagiaire
LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
LEPAGE	Olivier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
LOUZIER	Vanessa	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
MARCHAL	Thierry	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MATEOS	Stevana	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
MOISSONNIER	Pierre	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
MOUNIER	Luc	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
PEPIN	Michel	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
PIN	Didier	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PONCE	Frédérique	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
PORTIER	Karine	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
POUZOT-NEVORET	Céline	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
PROUILLAC	Caroline	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
REMY	Denise	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
RENE MARTELLET	Magalie	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences
RIVES	Germain	DEPT-ELEVAGE-SPV	Maître de conférences Contractuel
ROGER	Thierry	DEPT-BASIC-SCIENCES	Professeur
SABATIER	Philippe	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
SAWAYA	Serge	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
SCHRAMME	Michael	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
SERGENTET	Delphine	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur
THIEBAULT	Jean-Jacques	DEPT-BASIC-SCIENCES	Maître de conférences
THOMAS-CANCIAN	Aurélien	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
TORTEREAU	Antonin	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences
VIGUIER	Eric	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Professeur
VIRIEUX-WATRELOT	Dorothée	DEPT-AC-LOISIR-SPORT	Maître de conférences Contractuel
ZENNER	Lionel	DEPT-ELEVAGE-SPV	Professeur

REMERCIEMENTS JURY

A Monsieur le Professeur RODE

De la faculté de Médecine de Lyon

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur SAWAYA

De l'école nationale vétérinaire de Lyon

Qui nous a fait l'honneur de nous proposer et d'encadrer ce travail,
Qu'il trouve ici toute l'expression de notre profond respect et de notre gratitude.

A Monsieur le Docteur THIEBAULT

De l'école nationale vétérinaire de Lyon

Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse,
Qu'il trouve ici le témoignage de notre grande reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ANNEXES	13
TABLE DES FIGURES	15
TABLE DES TABLEAUX	17
LISTE DES ABREVIATIONS	19
INTRODUCTION	21
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	23
1. L'agility, un sport aux exigences physiques	23
1.1. Présentation de l'agility	23
1.1.1. Introduction à l'agility	23
1.1.2. Les agrès	23
1.1.2.1. Les sauts	24
1.1.2.2. Les obstacles à zones de contact.....	26
1.1.1.3. Les autres obstacles	27
1.2. Exigences physiques	29
1.2.1. Principes généraux.....	29
1.2.2. Type d'effort	29
1.2.3. Contraintes biomécaniques	31
1.2.3.1. Sauts	31
1.2.3.2. Souplesse.....	34
1.2.3.3. Impacts sur les articulations	38
1.2.4. Muscles sollicités	39
1.3. Affections orthopédiques du chien d'agility	40
1.3.1. Signes d'affections.....	40
1.3.2. Prédispositions à des blessures	40
1.3.3. Principales affections du chien d'agility.....	41
1.3.3.1. Généralités sur les blessures du chien de sport.....	41
1.3.3.2. Les affections orthopédiques chez le chien d'agility.....	41
1.3.3.3. Autres affections du chien d'agility.....	43
2. Amélioration des qualités du chien d'agility.....	44
2.1. Apport et intérêt des techniques de la physiothérapie.....	44
2.2. Principes de la préparation du chien sportif.....	44
2.3. Les capacités physiologiques générales	45
2.4. Le renforcement musculaire.....	50
2.5. Amélioration de la souplesse	55
2.6. L'équilibre et la proprioception	57

PARTIE EXPERIMENTALE	67
1. Objectifs	67
2. Les chiens	67
3. Matériel et méthodes	69
3.1. Protocole d'exercice avec l'appareil Imoove-Vet®	69
3.2. Moyens et méthodes d'évaluations	73
3.2.1. Principe	73
3.2.2. Mesure de circonférence des membres	73
3.2.3. Evaluation biomécanique de la marche au moyen du système GAITRite®	77
3.2.4. Evaluation de la performance sur un parcours d'agility standardisé	81
3.2.5. Mesures de la fréquence cardiaque	84
3.2.6. Evaluation par les propriétaires	85
3.3. Analyse des résultats	86
3.4. Procédure (ou protocole) générale de l'étude	86
4. Résultats	87
4.1. Déroulement général de l'étude	87
4.2. Mesure des circonférences des membres	89
4.3. Evaluation biomécanique de la locomotion	91
4.3.1. Vitesse d'examen	91
4.3.2. Analyse globale : effet sur les irrégularités et les asymétries de la démarche	92
4.3.3. Pression maximale d'appui et Force maximale	101
4.3.4. Longueur de la foulée	103
4.4. Mesure de la fréquence cardiaque	104
4.4.1. Test de Ridgway	104
4.4.2. Test de récupération post-effort sur parcours d'agility	104
4.5. Evaluation de la performance sur parcours d'agility	105
4.5.1. Evaluation qualitative	106
4.5.2. Evaluation quantitative	106
4.6. Evaluation par les propriétaires	107
4.6.1. Score général	108
4.6.2. Comportement hors terrain d'agility et situation d'exercice	109
4.6.3. Comportement sur le terrain d'agility et en situation d'exercice	109
4.6.4. Performance en concours	112
4.6.5. Appréciation globale	112
5. Discussion	113
5.1. Concernant les chiens recrutés dans l'étude	113
5.2. Concernant les résultats obtenus	114

5.2.1. Mesures de circonférence des membres	114
5.2.2. Analyse biomécanique de la marche	115
5.2.3. Evaluation sur le parcours d'agility.....	116
5.2.4. Mesures de fréquence cardiaque.....	117
5.2.5. Evaluation par les propriétaires	118
6. Conclusion et perspectives	119
CONCLUSION	121
BIBLIOGRAPHIE	123
ANNEXES	129

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire d'information.....	131
ANNEXE 2 : Tableau d'informations sur les chiens participant à l'étude.....	133
ANNEXE 3 : Questionnaire d'évaluation par le propriétaire en fin de protocole.	134
ANNEXE 4 : Pourcentage de différence pour chaque région et côté.	136
ANNEXE 5 : Résultats des mesures des circonférences des segments des membres.	137
ANNEXE 6 : Résultats des analyses de la marche au moyen du système GAITRite®.....	141
ANNEXE 7 : Tableau des résultats du test de fréquence cardiaque.....	159
ANNEXE 8 : Résultats des mesures de fréquence cardiaque lors du parcours d'agility.....	160
ANNEXE 9 : Tableau d'analyse du parcours d'agility (groupe Imoove).	161
ANNEXE 10 : Tableau d'analyse du parcours d'agility (groupe témoin).	162
ANNEXE 11 : Evaluation qualitative sur parcours d'agility des chiens du groupe Imoove. 163	
ANNEXE 12 : Evaluation qualitative sur parcours d'agility des chiens du groupe témoin. .	167
ANNEXE 13 : Appréciations recueillies au moyen du questionnaire (1 mois).	170
ANNEXE 14 : Appréciations recueillies au moyen du questionnaire (3 mois).	171

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Haie et ses dimensions homologuées.	24
Figure 2 : Mur (à gauche) et viaducs (à droite).	24
Figure 3 : Pneu et ses dimensions homologuées.	25
Figure 4 : Saut en longueur et ses dimensions homologuées.	25
Figure 5 : Passerelle et ses dimensions homologuées.	26
Figure 6 : Balançoire (ou bascule) et ses dimensions homologuées.	26
Figure 7 : Palissade (ou A) et ses dimensions.	27
Figure 8 : Tunnel rigide.	27
Figure 9 : Tunnels souples.	27
Figure 10 : Slalom.	28
Figure 11 : Table.	28
Figure 12 : Intervention des différentes voies du métabolisme de l'effort physique.	30
Figure 13 : Différentes phases lors du saut.	32
Figure 14 : Hyperextension du carpe à la réception.	34
Figure 15 : A gauche : exemple d'un flip flop. A droite : exemples de out.	35
Figure 16 : Passage d'une haie de biais.	35
Figure 17 : Changement de direction lors du planer et à la réception du saut.	36
Figure 18 : Chien pratiquant un slalom.	36
Figure 19 : Passage du slalom en vue de face.	37
Figure 20 : Passage du slalom en déplaçant les deux membres thoraciques en même temps .	37
Figure 21 : Trajectoires du 2on-2off (a) et du running contact (b) sur une passerelle.	38
Figure 22 : Chien marchant sur un tapis roulant.	46
Figure 23 : Photo du tapis roulant spécifique pour chiens.	46
Figure 24 : Pourcentage du poids du corps allégé en fonction de la hauteur de l'eau.	48
Figure 25 : Chien en rééducation sur un tapis roulant immergé.	49
Figure 26 : Exercice aquatique dans une piscine.	50
Figure 27 : Chien s'exerçant sur un ballon.	51
Figure 28 : Mise en charge des postérieurs et "danse".	53
Figure 29 : ESNM de la chaîne du lever en rééducation sur un chien.	55
Figure 30 : Parcours de cavalettis sur tapis déstabilisant Airex Balance®.	56
Figure 31 : Slalom en cercle.	57
Figure 32 : Stabilisation rythmique sur un coussin à air.	60
Figure 33 : Exercice sur une planche proprioceptive de type plateau de Freeman.	61
Figure 34 : Plateformes motorisées.	61
Figure 35 : Appareil Imoove®-Vet et ses dimensions.	63
Figure 36 : Les trois mouvements élémentaires décrits par le plateau de l'Imoove®.	64
Figure 37 : Mouvements engendrés en fonction du positionnement sur la plateforme.	64
Figure 38 : Paramètres modifiables sur la tablette tactile de l'appareil.	65
Figure 39 : Miette en exercice sur le Imoove-Vet® en face de sa propriétaire.	69
Figure 40 : Azor en exercice sur le Imoove-Vet®.	70
Figure 41 : Ruban-mètre Gulick II® utilisé dans notre étude.	74
Figure 42 : Localisation des prises de mesure sur le membre thoracique au niveau du bras. ...	74
Figure 43 : Localisation des mesures sur le membre thoracique (avant-bras).	75
Figure 44 : Localisation des prises de mesure sur le membre pelvien.	76
Figure 45 : Prise de mesure avec le ruban-mètre Gulick II ®.	77
Figure 46 : Tapis GAITRite® et son ordinateur.	78

Figure 47 : Chien qui marche sur le tapis GAITRite®	79
Figure 48 : Schéma du parcours d'agility créé pour notre étude.....	82
Figure 49 : Photographies des trois parties du parcours d'agility.	83
Figure 50 : Evolution de la démarche chez le chien TANGO (groupe Imoove).....	98
Figure 51 : Evolution de de la démarche chez la chienne CERISE (groupe Imoove).	99
Figure 52 : Evolution de la démarche chez la chienne GOUACHE (groupe Imoove).	100

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Muscles sollicités en agility.....	39
Tableau II : Résumé de trois études sur les affections orthopédiques du chien d'agility.	42
Tableau III : Principales caractéristiques des chiens ayant participé à l'étude.	68
Tableau IV : Schéma du protocole avec le Imoove-Vet® sur les six semaines d'étude.	72
Tableau V : Test de Ridgway.	85
Tableau VI : Résumé des 3 principales étapes du protocole pour chaque chien.....	88
Tableau VII : Comparaison des périmètres des différents segments.....	90
Tableau VIII : Comparaison des différences pour chaque segment.	90
Tableau IX : Vitesses des passages sur le tapis GAITERite® lors des évaluations.	91
Tableau X : Synthèse pour les groupes Imoove et Témoin.	92
Tableau XI : Analyse qualitative de la locomotion (groupe témoin).	94
Tableau XII (a) : Analyse qualitative de la locomotion (groupe Imoove).....	95
Tableau XIII : Résultats de la pression maximale d'appui (Pmax).	102
Tableau XIV : Résultats de la force maximale (Fmax).	102
Tableau XV : Evolutions de la pression maximale d'appui.	103
Tableau XVI : Comparaison de la variation de la longueur moyenne de la foulée.....	103
Tableau XVII : Tableau récapitulatif des données du test de Ridgway.	104
Tableau XVIII : Différences de fréquences cardiaques lors du parcours d'agility.....	105
Tableau XIX : Résultats de l'analyse quantitative du parcours d'agility.....	107
Tableau XX : Grille d'interprétation du système de score du questionnaire.....	108
Tableau XXI : Score général d'évaluation par les propriétaires du groupe Imoove.	108
Tableau XXII : Récapitulatif des réponses aux questionnaires d'évaluation.	110
Tableau XXIII : Scores d'évaluation par les propriétaires (rubriques I, II et IV).	111
Tableau XXIV : Score d'évaluation des 5 chiens compétiteurs (rubriques III).	111

LISTE DES ABREVIATIONS

FC : Fréquence cardiaque

ESNM : Electrostimulation neuro-musculaire

TENS : Neuro-stimulation électrique transcutanée

INTRODUCTION

L'agility est un sport canin en pleine expansion. C'est une discipline où le chien, guidé par la voix et les gestes du conducteur, franchit une variété d'obstacles dans un ordre défini. Pour réaliser correctement un parcours d'agility, vitesse, souplesse, et grandes qualités d'équilibre et de coordination sont requises. L'entraînement doit être rigoureux, progressif et varié. La musculature doit être suffisante pour fournir une bonne stabilité à tout le corps afin de surmonter les exigences biomécaniques et prévenir les blessures. De ce fait, en plus des exercices propres à la discipline, la préparation sportive doit comporter aussi des exercices d'entraînement musculaire et d'éducation posturale et proprioceptive.

Des exercices actifs et proprioceptifs réguliers souvent dérivés des techniques de physiothérapie sont la base de cette préparation. Il en existe une grande variété, avec ou sans accessoires, ou avec du matériel plus ou moins volumineux. Parmi ces derniers, les plateaux motorisés pour la rééducation posturale et la préparation de l'athlète sont utilisés depuis plus dix ans chez l'homme. Le mouvement du plateau combine des mouvements dans les trois plans de l'espace induisant le déséquilibre et déclenchant la chaîne des réactions posturales correctrices. Ceci sollicite simultanément les centres de l'équilibre et différentes chaînes myo-fasciales du corps. Un de ces appareils, a été adapté très récemment pour une utilisation chez le chien, l'Imoove®-Vet. Le principe de cet appareil en fait, à priori, une méthode d'exercice qui pourrait être intéressante dans la préparation du chien d'agility.

Dans une première partie, nous verrons en quoi l'agility est une discipline qui nécessite d'importantes capacités physiques mais qui peut malgré cela engendrer de nombreuses blessures. Les techniques d'exercices musculaires et proprioceptifs pouvant être utilisés pour une préparation physique du chien à cette discipline sont abordées.

La seconde partie sera consacrée à notre étude expérimentale dont l'objectif est de vérifier si un protocole d'exercice avec l'appareil Imoove®-Vet peut avoir des effets bénéfiques sur les capacités physiques et les performances du chien d'agility.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Amélioration des performances du chien de sport, en particuliers du chien d'agility.

1. L'agility, un sport aux exigences physiques

1.1. Présentation de l'agility

1.1.1. *Introduction à l'agility*

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

L’agility est un sport dans lequel le conducteur dirige le chien sur un parcours de 15 à 22 obstacles dans un ordre précis. La discipline est ouverte à tous les chiens. Le chien n’est pas attaché par une laisse. Le conducteur ne peut toucher le chien ; il le mène par la voix, le mouvement et différents signaux corporels. L’entraînement et la coordination avec le conducteur est primordial. Il existe trois hauteurs de saut qui sont déterminés par la catégorie du chien (en fonction de la hauteur du chien au garrot). Les chiens de catégorie A mesurent moins de 37 cm au garrot, ceux de catégorie B de 37 à 47 cm et ceux de catégorie C plus de 47 cm. Une quatrième catégorie (catégorie D) comporte les chiens de grande taille, molosses, de races déterminées.

Selon les organisations, le chien ne peut concourir avant l’âge de 15 mois. Cependant, l’entraînement commence bien plus tôt.

Le but est de réaliser le parcours avec le moins de faute possible et dans la limite du temps de parcours standard. Un parcours d’agility est un équilibre entre qualité d’exécution et vitesse.

1.1.2. *Les agrès*

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

Les obstacles ne doivent présenter aucun danger pour le chien ou pour le conducteur. La fédération cynologique internationale a déterminé les obstacles homologués que sont : les haies, le mur et le viaduc, le saut en longueur, le pneu, la passerelle, la palissade, la balançoire, le tunnel souple et le tunnel rigide, le slalom et la table. Les dimensions de chacun sont déterminées par la fédération.

1.1.2.1. Les sauts

Plusieurs types d'obstacles sont franchis par le chien grâce à un saut. Ce sont la haie simple (figure 1) ou double, le mur ou le viaduc (figure 2), le pneu (Figure 3), et le saut en longueur (figure 4).

La haie est un obstacle simple dont le chien doit passer par-dessus une barre (figure 1) ou un panneau. Ces derniers doivent pouvoir tomber facilement pour éviter de blesser le chien. La hauteur de la haie simple est fonction de la catégorie dans laquelle appartient le chien. Les hauteurs ont été modifiées en 2017 :

- Catégorie A : 25-30 cm
- Catégorie B et D : 35-40 cm
- Catégorie C : 55-60 cm

La haie double (ou oxer) est constituée de deux haies à barres qui sont franchies d'un seul saut. Elles sont placées en hauteur croissante.

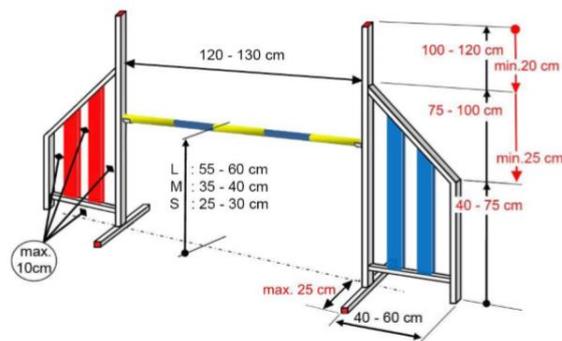


Figure 1 : Haie et ses dimensions homologuées.

(*“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017*)

Le mur et le viaduc sont des obstacles composés d’un panneau plein. Le viaduc comporte des ouvertures à la différence du mur (figure 2).

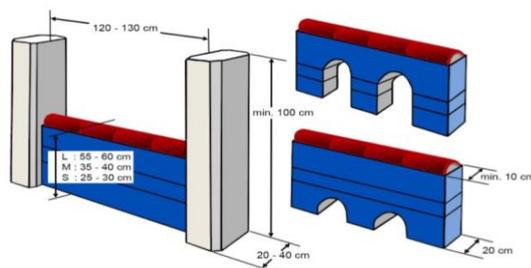


Figure 2 : Mur (à gauche) et viaducs (à droite).

(*“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017*)

Le pneu est formé d'un élément anti-choc circulaire dans lequel passe le chien (Figure 3). Son ouverture est de 45 à 60 cm. Là encore la hauteur du pneu dépend de la catégorie : 55 cm pour les catégories A, B et D et 80 cm pour la catégorie C. Il existe des pneus ouverts sur le bord inférieur, moins traumatisant si le chien le touche avec ses membres.

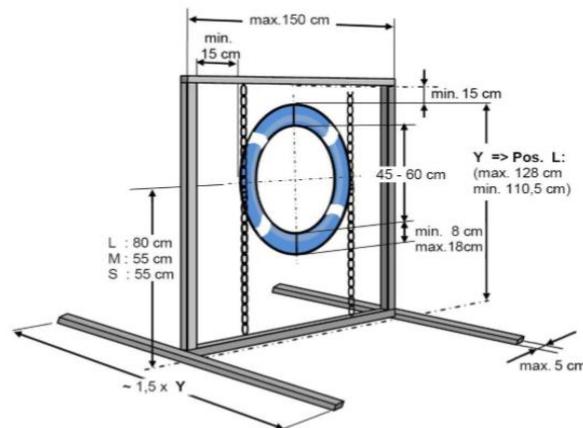


Figure 3 : Pneu et ses dimensions homologuées.

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

Le saut en longueur est composé d'éléments mesurant 1 m 20 de longueur placés les uns à côté des autres par ordre croissant de hauteur. Pour la catégorie A, deux éléments sont utilisés de sorte que la longueur de saut soit de 40 à 50 cm. Pour les catégories B et D, trois à quatre éléments pour une longueur de saut de 70 à 90 cm. En catégorie C, la longueur de 120 à 150 cm est réalisée grâce à 4 ou 5 éléments.

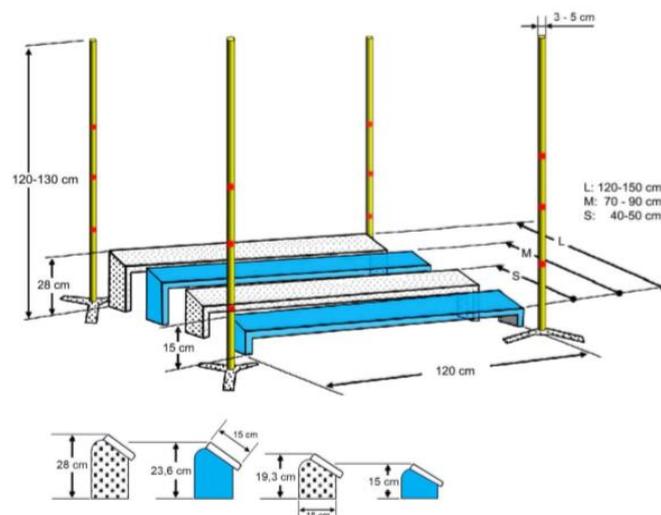


Figure 4 : Saut en longueur et ses dimensions homologuées.

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

1.1.2.2. Les obstacles à zones de contact

Les zones de contact sont des zones délimitées sur les extrémités de l'obstacle et sur laquelle le chien doit poser au moins une patte lors de la descente. Ces obstacles sont : la passerelle (figure 5), la balançoire (figure 6) et la palissade (figure 7). La balançoire doit obligatoirement toucher le sol avant que le chien ne la quitte.

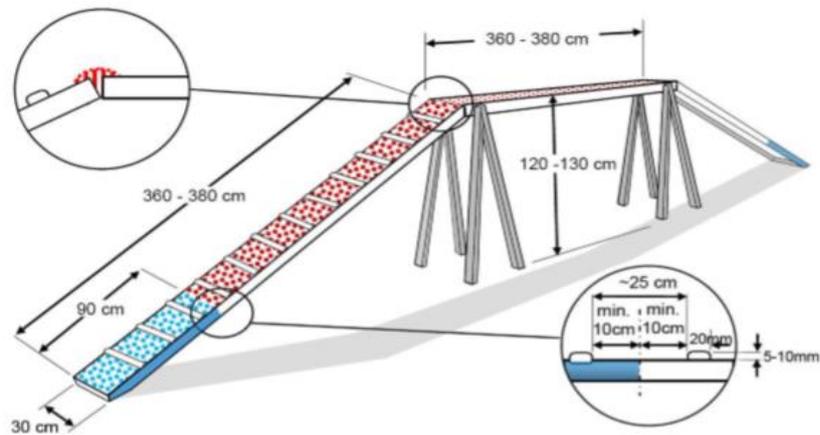


Figure 5 : Passerelle et ses dimensions homologuées.

(*“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017*)

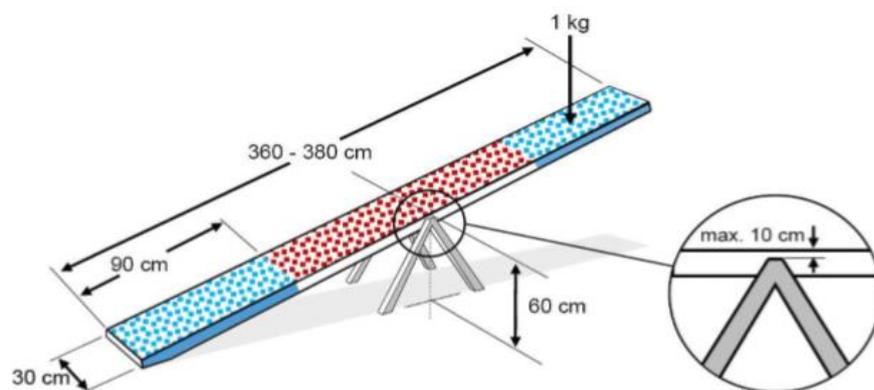


Figure 6 : Balançoire (ou bascule) et ses dimensions homologuées.

(*“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017*)

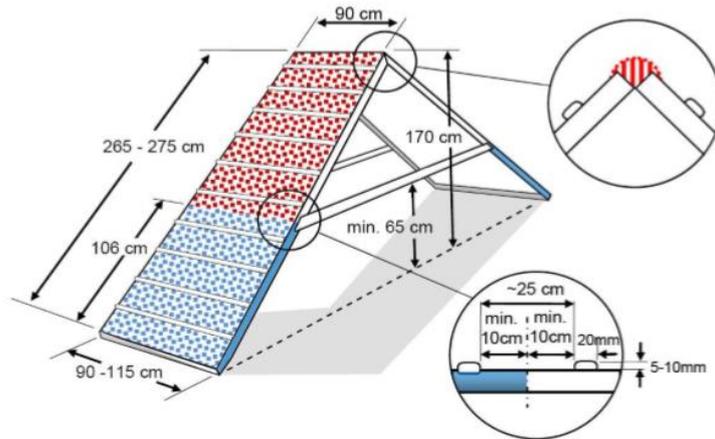


Figure 7 : Palissade (ou A) et ses dimensions.

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

1.1.1.3. Les autres obstacles

Les tunnels sont des obstacles dans lequel le chien doit passer. Ils peuvent être rigides ou souples (figure 8 et 9).

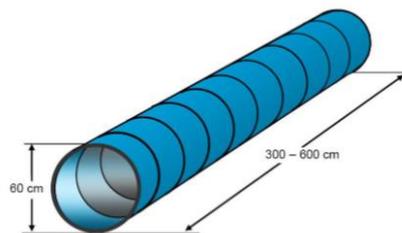


Figure 8 : Tunnel rigide.

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

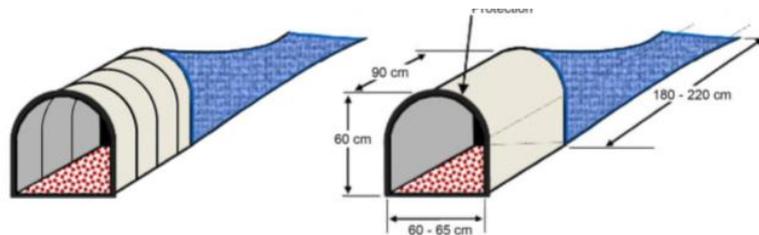


Figure 9 : Tunnels souples.

(“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017)

Le slalom correspond à 12 piquets alignés, espacés de 60 cm et entre lesquels le chien passe d'un côté ou de l'autre en alternant (figure 10). Le premier piquet doit se trouver à gauche du chien.

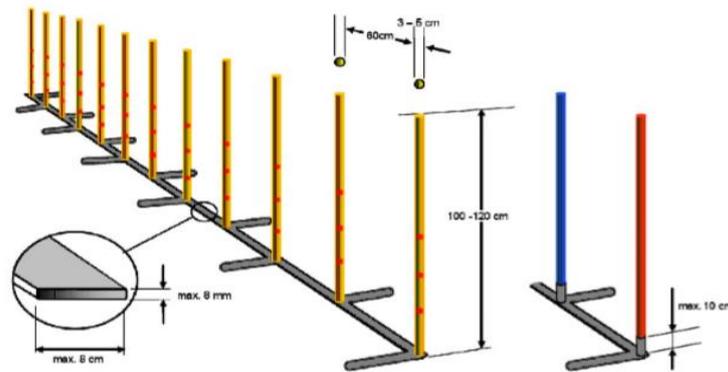


Figure 10 : Slalom.

(*“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017*)

La table (figure 11) ne fait plus partie des obstacles cités par la fédération internationale d’agility. Elle est néanmoins actuellement encore utilisée en France lors des entraînements. Le chien doit monter sur la table et y marquer un temps d’arrêt de 5 secondes dans la position de son choix sans en changer.

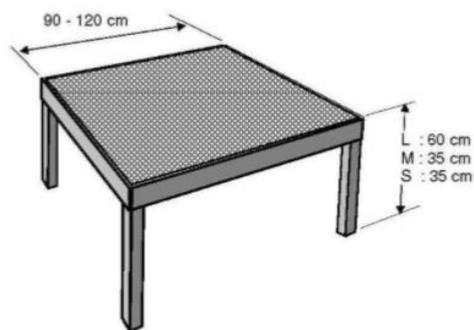


Figure 11 : Table.

(*“Règlement d’agility de la fédération cynologique internationale,” 2017*)

1.2. Exigences physiques

1.2.1. Principes généraux

Les trois principales qualités en agility sont l'équilibre, l'agilité et la vitesse (Marcellin-Little et al., 2005). Lors de la réalisation d'un parcours, le but est d'être le plus rapide possible tout en ne faisant pas tomber de barre ni commettant des fautes de zones. Ainsi, la trajectoire doit être la plus courte possible avec des virages les plus brefs et serrés possibles. Pour ce faire, le chien doit fournir un effort musculaire conséquent, non seulement en terme de puissance (vitesse par force) mais aussi en terme de contrôle de chaque segment du corps dans l'espace sur des appuis souvent asymétriques. De ce fait, un sens de l'équilibre et des facultés proprioceptives élevées sont primordiaux pour cette discipline sous peine de se blesser. Certains obstacles comme la passerelle, la balançoire ou le slalom sont particulièrement exigeants en terme d'équilibre et de souplesse.

1.2.2. Type d'effort

Bref rappel concernant les voies métaboliques de l'exercice

Pour permettre la réalisation du cycle contraction-relaxation du muscle, trois voies métaboliques fournissent de l'énergie sous forme d'ATP aux cellules musculaires. Elle se succèdent chronologiquement lors d'un effort physique (figure 12) :

- Au cours des premières secondes d'effort (jusqu'à dix secondes environ chez le chien), les fibres musculaires utilisent les stocks d'ATP, qu'elles reconstituent à partir de la phosphocréatine du muscle.
- Ensuite, après une dizaine de secondes et pendant environ une minute chez le chien, la fibre musculaire met en place la glycolyse anaérobie à partir du glucose sanguin, du glycogène endogène musculaire et hépatique produisant de l'ATP et de l'acide pyruvique transformé par fermentation anaérobie en acide lactique dans le cytoplasme de la cellule. C'est la voie anaérobie lactique.
- Enfin, après quelques minutes d'effort, une phosphorylation oxydative utilisant le glucose sanguin, le glycogène hépatique et des acides gras du tissu adipeux, se met en place par consommation d'oxygène (O₂), production de dioxyde de carbone (CO₂) et d'eau. C'est la voie aérobie.

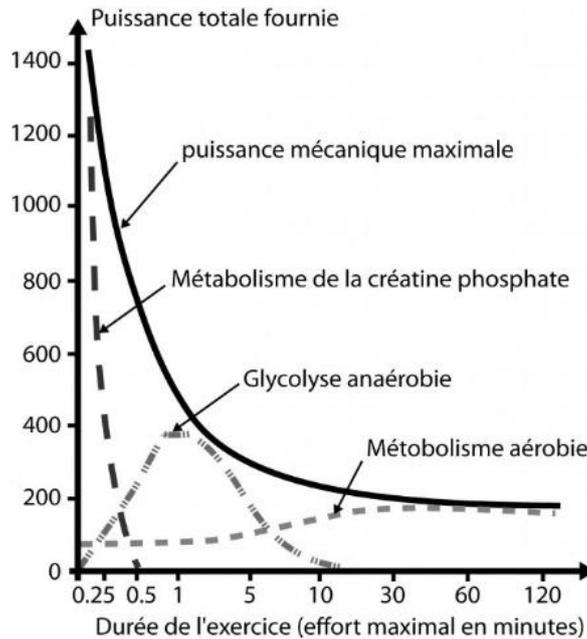


Figure 12 : Intervention des différentes voies du métabolisme de l'effort physique.
(Gogny and Souilem, 1995)

Voie anaérobie lactique et agility

Effort intense sur une durée de parcours de moins d'une minute en général, l'agility sollicite de façon prépondérante la voie anaérobie lactique (Marcellin-Little et al., 2005). La voie anaérobie lactique génère des protons qui acidifient la fibre musculaire. Cet effet, combiné à la grande production d'acide lactique, provoque au niveau du muscle une fatigue et des crampes, et au niveau systémique une acidose et une fatigabilité générale. Lors d'une compétition d'agility, il y a une augmentation significative de la lactatémie jusqu'à approximativement 4,5 mmol/L avec un retour à la valeur normale au bout de 15 minutes de repos (Rovira et al., 2007). La pratique régulière du sport peut accroître la puissance de cette voie anaérobie par renforcement de l'activité enzymatique permettant ainsi une meilleure tolérance du muscle face à l'acide lactique.

La voie aérobie est également sollicitée, mais à moindre degré, en agility (fin de parcours,). Le CO₂ produit diffuse facilement et est éliminé par voie respiratoire, évitant une accumulation dans le muscle. L'acide lactique est également oxydé par la cellule musculaire. Cette voie ne produit aucun déchet et permet une bonne endurance tant que les substrats sont présents : oxygène, glucose, acides gras libres. Elle permet une résistance à l'effort en fin de parcours d'agility ou lors d'entraînements avec efforts répétés sur plusieurs minutes etc. Cependant, sa puissance est limitée, si la demande en oxygène est supérieure aux réserves du muscle, la voie anaérobie est à nouveau sollicitée.

1.2.3. Contraintes biomécaniques

L'agility requiert une vitesse élevée avec des changements brusques de direction dans des voltes souvent très serrées.

1.2.3.1. Sauts

Lorsque le chien arrive devant la haie, au poser des antérieurs de la dernière foulée avant le saut, le thorax s'enfonce entre les membres thoraciques et l'encolure s'abaisse tandis qu'on assiste à une flexion importante de l'épaule et du coude et une hyperextension du carpe pour amortir l'effort. Ceci est immédiatement suivi d'une extension de la charnière cervico-thoracique associée à une hyperflexion thoraco-lombaire et lombo-sacrée permettant d'engager les membres postérieurs loin sous le ventre. Dès le poser des postérieurs, on assiste successivement à l'élévation de l'avant-main par la poussée des antérieurs, le redressement du tronc, et la propulsion de l'ensemble par un effort puissant des membres pelviens provoquant l'ouverture de la hanche du grasset et du jarret. Le passage de l'obstacle se fait idéalement par une extension lombo-sacrée. Dans la phase descendante du planer, le chien redresse son encolure, de façon à ce que l'ensemble des charnières vertébrales se trouvent simultanément extension et étend les membres thoraciques vers le sol. Dès le poser des antérieurs on assiste à nouveau à une hyperflexion thoraco-lombaire ramenant les membres postérieurs sous le ventre et près des antérieurs pour absorber l'impact et préparer la prochaine foulée (ZINK and DANIELS, 1996) (figure 13).



Figure 13 : Différentes phases lors du saut.

Crédit photo C.Galle.

Birch et Lesniak ont étudié l'effet de la hauteur de la haie sur les angles articulaires sur huit chiens d'agility (Birch and Leśniak, 2013). La hauteur des haies variait par rapport de la hauteur au garrot des chiens, de 7% en dessous du garrot jusqu'à 51% au-dessus. L'angle du tarse et de la région sacro-iliaque étaient significativement augmentés en extension lors du décollage quand on augmentait la hauteur du saut. De même, plus la hauteur de l'obstacle augmentait, plus la flexion radio-humérale, scapulo-humérale et à la base de l'encolure augmentaient au décollage. Cependant, aucune différence significative n'a été notée dans l'extension ou la flexion des articulations lors du planer ou de la réception pour les deux hauteurs de haie. Cependant, la distance de réception était augmentée significativement avec la hauteur de la haie contrairement au décollage.

Dans une seconde étude, Birch a évalué l'effet de la variation de la distance (3,6 m, 4 m, et 5 m) entre les obstacles sur 54 chiens d'agility de grande taille (BIRCH et al., 2015). Les chiens avaient une distance de décollage et de réception significativement plus courtes et une vitesse inférieure dans l'ordre suivant : 4 mètres, 3,6 mètres puis 5 mètres. La seule exception était la distance de réception pour 3,6 mètres et 4 mètres pour lesquelles il n'y avait aucune différence significative. Cela indiquerait que les chiens d'agility modifient leur saut pour s'adapter à l'espacement entre les obstacles, ce qui pourrait affecter la santé du chien.

La principale zone de contrainte lors du saut est le complexe « base de l'encolure-garrot-épaule ». En particulier, les muscles trapèze et rhomboïde qui relient le membre thoracique à l'axe vertébral, subissent un fort impact lors de la réception, mais aussi lors de la propulsion, contribuant à transmettre l'impulsion des antérieurs au rachis. Par ailleurs ces muscles sont aussi particulièrement sollicités dans toutes les circonstances, très fréquentes en agility, d'appuis asymétriques et mouvements latéraux des membres thoraciques et constituent une zone d'amortissement de contraintes lors des ondulations lors du slalom. La charnière cervico-thoracique joue également un rôle important en tant que support du balancier cervico-céphalique (orientation et équilibre) mais aussi en tant que zone d'amortissement et d'absorption des chocs aux impacts.

Une autre zone de stress majeure du membre thoracique est représentée par le carpe qui subit des efforts importants en hyperextension à chaque réception ou amortissement, ainsi qu'en fin de la phase de propulsion, à fortiori lorsque ces efforts se font fréquemment en appui asymétrique,

Le saut nécessite également un support postural important des membres pelviens en particulier des articulations coxo-fémorales, de façon à soutenir la région lombaire, la charnière lombo-sacrée et le bassin soumis à de fortes contraintes. Il en résulte une hypertrophie des muscles obliques internes et externes de l'abdomen dans le but de stabiliser la région. La stabilité lombaire est de même essentielle (Robertson and Mead, 2013).

Physiologiquement, le rapport de poids est de 57% au niveau des membres thoraciques et de 43% sur les membres pelviens chez les mammifères quadrupèdes (Cavagna et al., 1977). Des valeurs de 59/41% ont été rapportées pour des chiens au pas, 56/44% pour des chiens au trot (Lee et al., 1999) et 57/43% pour des chiens au galop (Walter and Carrier, 2007). Il a été démontré, lors d'un franchissement d'une haie, que la distribution du poids entre les membres antérieurs et postérieurs se modifiait avec un transvasement de 60% de la charge totale sur les

membres antérieurs lors de la réception (Pfau et al., 2011).

Le pic vertical de force de réaction du sol augmente à la réception du saut et peut atteindre 4,5 fois le poids du chien au niveau des membres thoraciques. Et plus la hauteur de l'obstacle augmente, plus l'impulsion verticale, le pic vertical de force et l'impulsion horizontale accélérative augmentent. C'est pourquoi, les blessures sont principalement subies par les membres thoraciques. L'impact est essentiellement amorti grâce à l'hyperextension du carpe du membre qui touche le sol en premier (Figure 14). Celui-ci doit être assez solide et ferme pour soutenir tout le poids du corps tout en étant suffisamment flexible pour adoucir le choc sur le sol.



Figure 14 : Hyperextension du carpe à la réception.

Crédit photo C.Galle.

1.2.3.2. Souplesse

Les virages sont généralement très serrés dans un parcours d'agility.

Les flip flops, les serpentines, le out ou les virages à 180 ou 270 degrés nécessitent une importante flexion latérale du rachis (Figure 15).

La plupart du temps, le chien n'aborde pas la haie véritablement de face (figure 16). Et il change de direction lors du planer et de la réception (figure 17). L'axe vertébral doit donc être souple afin de prendre la trajectoire la plus courte possible tout en étant stable pour éviter les blessures.

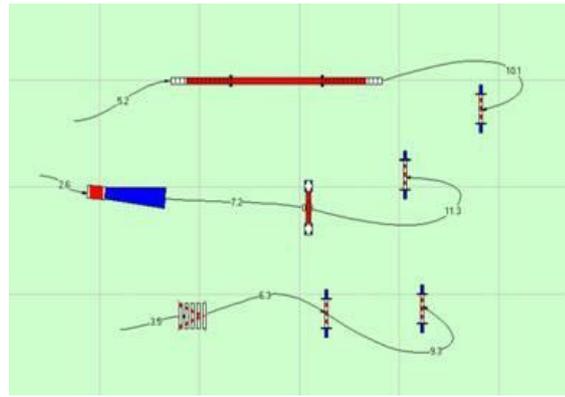


Figure 15 : A gauche : exemple d'un flip flop. A droite : exemples de out.

www.clubcaninsaintandre.fr



Figure 16 : Passage d'une haie de biais.

Crédit photo C.Galle.



*Figure 17 : Changement de direction lors du planer et à la réception du saut.
Crédit photo C.Galle.*

Le slalom requiert une grande souplesse afin de se mouvoir entre les poteaux (Figure 18).



*Figure 18 : Chien pratiquant un slalom.
Noter la flexion du rachis pour passer entre les poteaux. (Scheafer, 2003)*



Figure 19 : Passage du slalom en vue de face.

Crédit photo C.Galle.

Lors du passage du slalom, les efforts sont asymétriques. Deux façons de pratiquer le slalom est possible : par une alternance d'abductions/adductions (figure 19) ou en déplacement simultané des deux membres thoraciques du même côté (figure 20).



Figure 20 : Passage du slalom en déplaçant les deux membres thoraciques en même temps

Crédit photo C.Galle.

1.2.3.3. Impacts sur les articulations

L'angle entre le sol et l'obstacle est particulièrement important au niveau de la palissade. Les arrêts brutaux sont source de stress pour le corps du chien (ZINK and VAN DYKE, 2013). Les doigts, les carpes et les tarses sont particulièrement sollicités afin d'amortir le choc sur l'obstacle. Les carpes subissent une hyperextension qui amortit une partie de l'impact mais une répercussion se fait tout de même ressentir au niveau des coudes (en flexion) et des épaules (en flexion). La descente des obstacles à zones engendre un choc important sur les membres antérieurs. Ce choc a lieu en touchant directement le sol pour la passerelle et la palissade. C'est lorsque la balançoire frappe le sol que l'impact se fait ressentir pour cet obstacle.

Lorsque le chien pratique l'agility en 2-on, 2-off, il doit poser ses membres antérieurs sur le sol tandis que les membres postérieurs sont sur la zone de l'obstacle (figure 21). Une étude sur quatorze chiens d'agility a comparé l'effet du running contact au 2-on, 2-off par myographie acoustique (HoegCallesen, 2017). Trois paramètres étaient mesurés : la synchronisation de l'activation des motoneurones, le recrutement des fibres musculaires et la fréquence d'activation des motoneurones. Le triceps brachial était utilisé de manière plus coordonnée (faible fréquence d'activation des motoneurones) en pratiquant le 2on-2off qu'avec le running contact à la montée et à la descente de la palissade. Il en est de même pour le muscle fessier fessier moyen à la descente du A.



Figure 21 : Trajectoires du 2on-2off (a) et du running contact (b) sur une passerelle.
(Vetagro Sup)

La passerelle, et encore plus la palissade, nécessitent une forte puissance à la montée. Ceci notamment grâce à la propulsion des membres postérieurs. De plus, la hauteur de la palissade a son influence. Dans l'étude précédente, les chiens pratiquant le 2on-2off ont stimulé moins de fibres musculaires dans le muscle fessier moyen en passant une palissade basse qu'une palissade haute. Le muscle triceps brachial fonctionnait de manière plus coordonnée (meilleure synchronisation de l'activation des motoneurones) en descendant la palissade lorsque la hauteur du A était élevée comparé à lorsque la hauteur était faible, quelle que soit la méthode utilisée (HoegCallesen, 2017).

1.2.4. Muscles sollicités

L'effort physique ne peut être accompli que si muscles, tendons, ligaments et fascias sont fonctionnels car la force générée par le muscle doit être transmise correctement. Les muscles les plus sollicités sont ceux de l'épaule. Car comme nous l'avons vu, l'épaule joue un rôle essentiel lors de l'amorti du poids du corps contre le sol. Les muscles de la coiffe et le tendon proximal du biceps doivent être forts. Les principales sollicitations musculaires correspondent aux zones de tensions. Les principaux muscles soumis au stress mécanique sont résumés dans le tableau I.

Tableau I : Muscles sollicités en agility.

(Robertson and Mead, 2013).

Muscles ou groupes musculaires développés en agility
Pectoraux
Trapèze
Brachiocéphalique
Grand dorsal
Supra- et infra-épineux
Fléchisseurs du carpe
Biceps brachial
Brachial
Longissimus (partie lombaire notamment)
Iliocostal lombaire
Fléchisseurs de la hanche (en incluant les muscles iliaques et psoas)
Fessier moyen
Adducteurs de la cuisse
Extenseurs de la hanche en incluant les muscles quadriceps et sartorius)
Fémoraux caudaux

Une étude a mesuré l'activité musculaire par électromyographie intramusculaire sur quatre muscles du membre antérieur sur des chiens réalisant des passages sur des palissades et des haies. Le pic d'activité musculaire pendant ces obstacles étaient entre 1,7 et 10,6 fois plus élevé que lors de la marche (Cullen et al., 2017). De plus, le saut nécessitait un recrutement de fibres musculaire plus important que l'ascension ou la descente d'une palissade, pour tous les muscles étudiés.

Ainsi, le système locomoteur doit faire face à d'importants efforts s'appliquant sur les structures musculo-squelettiques des membres lors des franchissements répétés d'obstacles contraignants, ce qui accroît les risques de blessures chez les chiens d'agility. Les plus grandes forces rapportées s'appliquent aux membres thoraciques : 45 N/kg pour une configuration de sauts communément retrouvée sur le parcours d'agility (succession d'un saut de haie et d'un saut en longueur), alors que ces mêmes forces sont de 25 N/kg lors d'une course en ligne droite (Pfau et al., 2011).

1.3. Affections orthopédiques du chien d'agility

1.3.1. *Signes d'affections*

Les chiens d'agility sont généralement stoïques et ne montrent pas souvent des signes de douleur ou de boiterie. De plus, l'adrénaline sécrétée lors d'une course peut faire qu'ils ne ressentent pas la douleur. Des signes précoces et subtiles de boiterie telle qu'un raccourcissement de la phase d'appui ou un allongement de la phase de soutien pour le membre blessé alors que la boiterie est invisible à l'œil nu peuvent être mis en évidence avec des technologies d'analyse de la locomotion.

1.3.2. *Prédispositions à des blessures* (ZINK, 2013)

La variabilité de race de chiens pratiquant l'agility rend une généralisation des blessures complexe. En effet un Welsh Corgi doit passer la même hauteur de haie et de palissade qu'un Caniche Toy. Chaque race a ses particularités et donc ses prédispositions. Cela ne signifie pas que le Welsh Corgi ne peut pas être performant en agility, mais il est nécessaire que le propriétaire soit attentif à sa condition physique (musculature et souplesse) et planifie un entraînement réfléchi.

Selon Zink (2013), une façon d'évaluer le stress sur l'appareil musculo-squelettique du chien est de calculer le ratio du poids sur la hauteur du chien :

Ration : Poids (en pounds) / Hauteur au garrot (en inches)

Pour un Golden Retriever mâle, le ratio est d'environ $70/24 = 2.9$, pour un Welsh Corgi mâle d'environ $30/11 = 2.7$. Ainsi, malgré leur taille différente, cela suggère que ces deux races ont une charge sur l'appareil musculo-squelettique similaire.

Il est conseillé que les propriétaires de chiens dont le ratio est supérieur à 2,7 fassent uniquement courir leur chien sur des surfaces non glissantes et très compressibles et de les entraîner sur des sauts à hauteur réduite une partie du temps.

1.3.3. Principales affections du chien d'agility

1.3.3.1. Généralités sur les blessures du chien de sport

Les blessures spécifiques au sport sont rares chez le chien athlète (Johnson et al., 1994).

Elles peuvent résulter (Marcellin-Little et al., 2005) :

- 1) d'un traumatisme induit par l'activité ou par un accident lors de l'activité.
- 2) d'une surcharge chronique (par exemple, les fractures de l'os tarsal central du Greyhound ou la contracture du muscle infra-épineux chez le chien de chasse).
- 3) d'une maladie orthopédique préexistante

Les blessures traumatiques semblent être relativement inhabituelles chez le chien de sport sauf chez le chien exerçant une activité intense (Greyhound).

De plus, les fractures de stress sont aussi assez rares (sauf chez le Greyhound : acetabulum, métacarpes, radius, os tarsal central, autres).

La plupart semble résulter des maladies orthopédiques (dysplasie des hanches, dysplasie des coudes, luxation de rotule, OCD), souvent non diagnostiquée pendant des mois ou des années jusqu'à une activité intense.

Ainsi les blessures que l'on retrouve fréquemment chez tous les sports canins sont : la rupture du ligament croisé antérieur et la luxation crânio-dorsale de la hanche.

La plupart du temps, le traitement de la blessure est chirurgical.

1.3.3.2. Les affections orthopédiques chez le chien d'agility

Chez le chien, 60% du poids du corps est porté par les membres thoraciques et 40% par les membres pelviens. Ceci explique le risque majoré de traumatismes au niveau des membres antérieurs, notamment lors de la réception des sauts et de la descente des obstacles à zones.

En comparant trois études sur le chien d'agility, il ressort que les chiens se blessaient à la fois à l'entraînement et en compétition (Cullen et al., 2013a, 2013b; Kerr et al., 2014; Levy et al., 2009). Dans l'étude de Levy et coll., un tiers des chiens se sont blessés. Cependant, en rapportant ces chiffres aux heures de pratique de l'agility, une tendance à l'atteinte lors des compétitions est montrée. Les chiens Border Collie sont à fort risque de blessure. L'expérience du chien et du conducteur peuvent avoir une influence sur le risque de blessures. Le plus souvent, ce sont les tissus mous qui sont touchés (entorse, élongation, contusions) au niveau de l'épaule et du dos principalement et surviennent lors d'un contact direct avec la palissade, d'une passerelle ou d'un saut. Le tableau II résume les résultats pour chaque étude.

Tableau II : Résumé de trois études sur les affections orthopédiques du chien d'agility.

Article	Levy et al. 2009	Cullen et al. 20013 a,b	Kerr et al. 2014
Risque	-33% de chiens blessés. -58% blessés en compétition et 42% en entraînement. -Border Collie	- 32% de chiens blessés - 46% en compétition et 45% en entraînement -Plus de risque de se blesser quand : a déjà été blessé, moins de 4 ans d'expérience, lors de l'utilisation de traitements alternatifs.	- 45% en compétition (1,74 blessures pour 10000 passages) et 47% en entraînement (1,72 blessures pour 10 000 heures) - Chiens suivis par un chiropracteur avaient 2,63 fois plus de risque de se blesser - Chiens qui reçoivent des massages ont 2,4 fois plus de risque de se blesser.
Type	Tissus mous (entorse, foulure, contusion)	Tissus mous (entorse, foulure, contusion)	Foulure, égratignures/coupures, entorse
Localisation de la blessure	-épaule 20% -dos 18% -grasset, hanche, carpe, phalanges	-épaule 23% -dos 19% -phalanges 13% -cou 12% <u>Haie</u> : épaule, grasset, carpe, avant-bras. <u>A</u> : épaule, phalanges. <u>Passerelle</u> : cage thoracique et tête.	- Extrémité des membres antérieurs : 23,7% - Epaule : 15.8%
Cause	- Contact direct avec un obstacle : 35% - Contact direct avec le sol : 18% - Glissade : 18% <u>Obstacles</u> : -Palissade : 29% -Passerelle : 19% -Haie : 17%	<u>Obstacles</u> : -Haie 16% -Palissade : 15% -Passerelle : 11% -Facteur environnementaux : 13%	- Contact direct avec un obstacle : 32% - Glissade/chute : 29% <u>Obstacles</u> : -Palissade : 11% -Tunnel : 11% -Pneu : 8% -Passerelle : 8%
Sévérité	-Blessures dues aux obstacles : 46% blessures mineures et 42% blessures sévères ou chroniques. -67% des mises à la retraite sont dues à des blessures.	-Entraînement : 55% blessures mineures et 45% blessures sévères. -Compétition : 52% mineures et 48% sévères.	- 26% blessures mineures, 26% blessures sévères. - 18% de blessures chroniques. - 5% nécessitant un traitement chirurgical.

Les chiens d'agility atterrissent toujours sur le même membre thoracique. Par conséquent, le membre dominant subit l'essentiel de l'impact, ce qui le prédispose à des blessures de surcharge (Baltzer, 2012).

L'explosivité lors du départ ou à la sortie d'un obstacle peut avoir des conséquences notamment au niveau musculaire (contractures, élongations, claquages, déchirures) et tendineux et ligamentaire (entorses, rupture du ligament croisé antérieur, etc).

Dans la thèse de Margaux Marie (2015), les pathologies musculaires les plus fréquemment rapportées sont l'élongation ou la déchirure du muscle ilio-psoas et du tendon du m. fléchisseur superficiel des doigts (MARIE, 2015). Concernant les tendons ou les ligaments, les affections les plus rencontrées correspondent à la rupture du ligament croisé crânial, la tendinite bicipitale, la tendinopathie du supraépineux, la contracture du tendon de l'infraépineux, l'instabilité du ligament gléno-huméral médial et divers types d'entorses et de luxations. Les affections ostéo-articulaires sont celles rencontrées classiquement chez le chien : l'arthrose, la dysplasie coxo-fémorale, la dysplasie du coude, la fragmentation du processus coronoïde médial traumatique (ou « jump down syndrom ») et les fractures. Les pathologies vertébrales telles que les déplacements vertébraux ou la dégénérescence des disques intervertébraux ne sont pas rares.

1.3.3.3. Autres affections du chien d'agility

Les affections digestives (diarrhée, vomissements) et métaboliques (syncopes, coups de chaleur, déshydratation) classiques du chien de sport sont également présentes chez le chien d'agility (MARIE, 2015).

Pour prévenir les blessures ou limiter leur évolution, un suivi régulier avec observation et examen attentifs du chien d'agility est nécessaire, de façon à détecter toute intolérance à l'effort, boiterie ou irrégularité ou allure inhabituelle, toute expression de la douleur ou gonflement musculaire ou articulaire. D'autre part, le repos est très important pour les chiens de sport fatigués. L'entraînement doit être correctement (qualité) réalisé et suffisant (quantité) pour limiter les blessures et atteindre (ou retrouver) le niveau exigé, tout en ne pas surentrainer.

2. Amélioration des qualités du chien d'agility

2.1. Apport et intérêt des techniques de la physiothérapie

Dans le suivi du chien sportif, la physiothérapie présente plusieurs intérêts : la préparation à l'effort et la prévention des traumatismes sportifs d'une part, le traitement et la rééducation fonctionnelle suite à une blessure d'autre part. Les propriétaires souhaitent en général une récupération sportive la plus rapide possible pour revenir au niveau sportif d'avant la blessure.

La recherche montre que l'on peut diminuer de 25% les blessures si le propriétaire réalise des actions préventives. : conditionnement, entraînement, étirements, examens cliniques réguliers, éventuels traitements (Canapp and ZINK, n.d.).

Au cours d'une prise en charge en rééducation fonctionnelle, le physiothérapeute met souvent à contribution le propriétaire pour compléter le travail réalisé en clinique par un programme d'exercices à réaliser à la maison. Il est important de bien expliquer et montrer avec précision chaque exercice avant d'exiger qu'il soit pratiqué à la maison. Le risque est que l'exercice soit mal réalisé et engendre des dégâts. Ce risque est de même présent pour les chiens athlète sain lors de son entraînement.

Un chien entraîné guérit plus rapidement car les muscles aident à supporter l'articulation blessée. La rééducation peut être accélérée pour revenir rapidement au niveau. Sur un athlète, la rééducation est souvent initiée plus tôt afin de prévenir la fonte musculaire et la baisse des performances cardiovasculaires.

2.2. Principes de la préparation du chien sportif (McCAULEY and VAN DYKE, 2013).

Chaque programme d'exercice doit avoir cinq paramètres variables :

- La fréquence (quotidien, plusieurs fois par jour, hebdomadaire)
- La vitesse/intensité (niveau afin de conserver la forme physique)
- La durée (en temps ou en distance)
- L'environnement (terrain, substrat...)
- L'impact (aucun, faible ou élevé)

Concernant la vitesse/intensité, l'efficacité du travail ne doit pas être mesurée par la fatigue du patient. Elle doit être en fonction de la qualité des mouvements. En effet, l'exercice qui mène à une fatigue peut mener à un surentraînement, à des blessures ou même à aggraver des blessures (McCAULEY and VAN DYKE, 2013).

L'entraînement du chien sportif, tout comme l'athlète humain, nécessite de travailler trois grands domaines d'exercice : les capacités physiologiques générales (« le fond »), les aptitudes musculaires et la proprioception, l'équilibre et la coordination des mouvements.

Ce qui suit sera essentiellement consacré aux aspects intéressant la préparation du chien d'agility, notamment du point de vue des exercices musculaires, posturaux et proprioceptifs.

2.3. Les capacités physiologiques générales

Bien que cela ne soit pas le type d'effort majeur en agility, le travail d'endurance qui met en jeu le système aérobie devrait être envisagé comme un entraînement de fond complémentaire et nécessaire dans cette discipline. Il modifie à la fois les systèmes cardiovasculaires et musculo-squelettiques. A long terme, l'entraînement d'endurance induit des adaptations cardiovasculaires (diminution de la fréquence cardiaque et augmentation de l'épaisseur du septum interventriculaire et du poids du cœur) (Stepienet al., 1998). Les systèmes musculaire et neurologique s'adaptent aussi à l'exercice, les fibres musculaires changent de composition (Seeneet al., 2009) devenant plus résistantes à la fatigue et acquérant des capacités de récupération accrues, et les connections neuronales se renforcent (augmentation de la fréquence et des réflexes spinaux) (Folland & Williams, 2007). De plus, le seuil de lactatémie supportée dans les muscles est augmenté ainsi que la VO_2 max. (consommation d'oxygène maximale) (Hiruntrakulet al., 2010). Enfin, un point important à relever en ce qui concerne le chien d'agility, est qu'un exercice de faible intensité et de longue durée, améliore la résistance des ligaments et des tendons, notamment à leur insertions, ce qui n'est pas le cas des exercices de courte durée et à intensité élevée (Cherdchutham et al., 2001; Tipton et al., 1975)

Optimiser l'endurance d'un chien peut requérir des instruments (tapis roulant, tapis roulant immergé) ou être réalisé facilement en extérieur en pratiquant le jogging ou de la nage.

Le jogging

Ne nécessitant aucun instrument ou technologie onéreuse, le jogging ou course à pied est le moyen le plus accessible et le plus facile à pratiquer avec le chien. En liberté, en laisse ou en cani-cross (à l'aide d'un harnais sur le chien, une ligne de trait élastique et d'une ceinture pour le coureur), les possibilités sont variées. Le cani-cross permet d'autant plus d'améliorer la puissance grâce à la traction qu'il peut réaliser. La durée de l'activité doit être augmentée très progressivement car le sol est généralement dur.

Le tapis roulant

En plus d'être un très bon moyen de rééducation active chez l'animal pris en charge en physiothérapie, l'exercice sur tapis roulant sec est excellent pour améliorer l'endurance chez le chien (LEVINE and Millis, 2013). Les tapis roulants humains peuvent être utilisés mais ceux conçus spécifiquement pour les chiens sont plus adaptés de par leur longueur permettant aux chiens de moyenne et de grande taille de trotter confortablement sur le tapis d'une part, et de par leur réglage de la vitesse de défilement permettant de l'adapter à différents formats (vitesse minimale de 0,4 ou 0,5 km/h) d'autre part. Ils sont également dotés de grilles ou de panneaux sur les côtés pour éviter qu'ils ne sautent du tapis roulant (Figure 22 et 23). Les tapis de course non électriques ne sont pas recommandés car les chiens ont du mal à initier le mouvement du tapis.



*Figure 22 : Chien marchant sur un tapis roulant.
(S. Sawaya, Vetagro Sup)*



*Figure 23 : Photo du tapis roulant spécifique pour chiens.
(Vetagro Sup)*

Il est important de savoir que trotter sur un tapis roulant ne fait pas travailler autant de muscles que trotter sur le sol. Il n'est donc pas recommandé comme seul entraînement d'endurance pour le chien d'agility. Le contrôle de la vitesse et de la pente permet d'introduire dans variations dans le programme d'endurance et permet une indépendance vis-à-vis de la météo extérieure. La durée et la vitesse peuvent être augmentées pour permettre d'améliorer l'endurance du chien. Il est possible de réaliser un travail en fractionné en alternant des phases de marche avec des phases de trot.

La durée de la phase d'appui et la longueur de foulée des chiens sont supérieures sur tapis roulant que sur le sol ferme. Mais aucune différence au niveau de la phase de soutien n'a été notée. L'amplitude des mouvements des membres pelviens et thoraciques sont similaires sur le sol et sur un tapis roulant (LEVINE and Millis, 2013). De plus, le tapis roulant peut-être incliné pour renforcer les membres antérieurs (pente descendante) ou les membres postérieurs (pente ascendante) (Lauer et al., 2009). A partir de 8% de pente ascendante, le travail des muscles de la propulsion (triceps brachial et quadriceps fémoral) est augmenté.

L'exercice sur tapis roulant a un effet sur la température rectale, la fréquence cardiaque, la lactatémie, la glycémie, la numération rouge et l'hématocrite sur des chiens beagles non entraînés (Piccione et al., 2012).

La vitesse de confort pour faire marcher un chien de taille moyenne à grande est de 3 à 4 km/h. Un trot moyen correspond à une vitesse d'environ 6 à 7,5 km/h.

Un bloc solide ou un step pour humain peut être utilisé pour ne faire travailler que certains membres. D'autres exercices peuvent être réalisés tel que placer une surface instable à la place du bloc, un Physioroll par exemple. Des bandes de résistance ou des poids peuvent être ajoutés (Millis et al., 2014).

Tapis roulant immergé

Utilisés surtout pour leur grand intérêt en rééducation fonctionnelle des chiens souffrant d'affections rhumato-orthopédiques ou neurologiques et en post-opératoire, les tapis immergés favorisent également l'endurance, l'agilité, la souplesse, le bien-être, ainsi que la force car la résistance au déplacement dans l'eau est supérieure que sur terre ferme (LEVINE and Millis, 2013). Les propriétés de l'eau mises en jeu sont : la flottabilité (poussée d'Archimède), la résistance (viscosité) et les propriétés hydrostatiques. Du fait de sa viscosité, l'eau exerce une force opposée aux mouvements du chien ce qui intensifie le travail musculaire. De plus, l'eau tiède (25°C-30°C) permet une relaxation musculaire.

L'intérêt majeur du tapis roulant immergé est l'impact minimal sur les articulations grâce à la Poussée d'Archimède qui allège le poids du corps dans l'eau. Plus le niveau d'eau est élevé, plus les membres sont déchargés du poids du corps. Une étude a comparé les changements du poids du corps sur le sol et à différents niveaux de hauteur d'eau (Levine et al., 2010). Les chiens qui ont le niveau de l'eau à hauteur du tarse, du grasset et du grand trochanter portent respectivement 91%, 85%, and 38% de leur poids corporel sur le sol (figure 24). Cela peut être très intéressant dans le cas de chiens ayant des déficits moteurs qui ont du mal à se tenir debout ou ayant des affections articulaires car cela allège le poids exercé sur les articulations douloureuses.

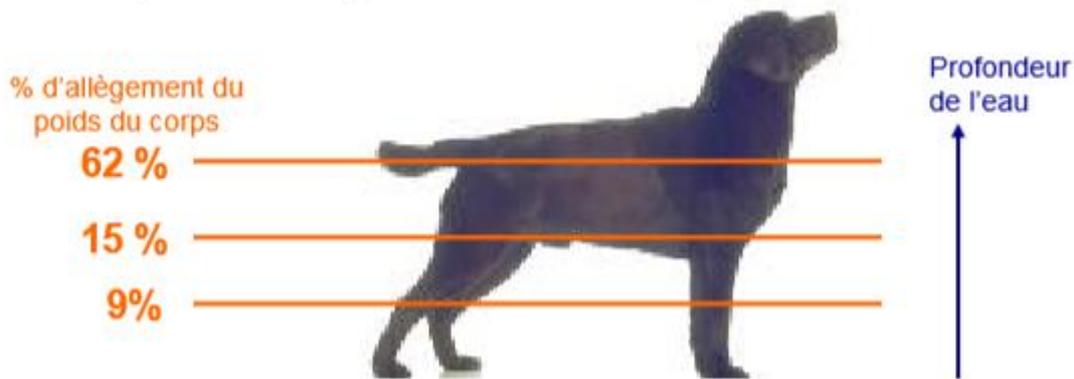


Figure 24 : Pourcentage du poids du corps allégé en fonction de la hauteur de l'eau.
(JOURDAIN DE MUIZON and LE BEIS, 2006, d'après l'étude de Levine et al, 2010)

De plus, l'effet des différents niveaux de l'eau sur l'amplitude des mouvements a été étudié sur des chiens marchant sur un tapis roulant immergé (JACKSON et al., 2002). La flexion de la hanche, du grasset, du jarret, de l'épaule et du coude sont supérieures en marchant dans l'eau que sur sol dur. Il a de même été étudié chez des chevaux sains, l'amplitude articulaire est supérieure sur tapis roulant immergé que non immergé (Mendez-Angulo et al., 2013). En règle générale, la flexion articulaire est supérieure lorsque le niveau d'eau est à hauteur ou au-dessus de l'articulation concernée. Cependant, l'extension articulaire est identique que ce soit sur un tapis roulant immergé ou un tapis roulant classique. La flexion et l'extension maximales et minimales sont fonction de la hauteur de l'eau.

Il y aurait un effet bénéfique d'un régime d'exercice encadré dans les programmes conventionnels de gestion du poids des chiens (Chauvet et al., 2011)(Vitger et al., 2016). De plus, la masse corporelle maigre serait conservée, contrairement à un régime diététique sans exercice physique (Vitger et al., 2016). De même, cet outil peut être utilisé pour conserver la forme physique du chien (ZINK and VAN DYKE, 2013).

La vitesse du tapis roulant dépend de l'objectif de l'exercice (Canapp and ZINK, n.d.). Une faible vitesse favorise le poids appliqué sur les membres et l'extension des hanches. En revanche, une vitesse élevée, augmente la résistance hydrodynamique et met en jeu les systèmes musculaires et cardiovasculaires chez les chiens obèses ou les chiens de sport. La vitesse initiale utilisée habituellement est d'entre 0,3 et 0,5 m/s (1 et 1,8 km/h environ) pour un chien de taille moyenne à grande. Les chiens de petite à très petite taille marchent confortablement entre 0,2 et 0,3 m/s (0,7 – 1 km/h environ) (figure 25). Des outils supplémentaires tels que des ballons, des poids ou des jets peuvent être ajoutés pour amplifier la difficulté de l'exercice.

Pour l'entraînement sportif, l'eau est utilisée plus froide et à une hauteur faible avec une vitesse élevée du tapis. (Saunders, 2007).

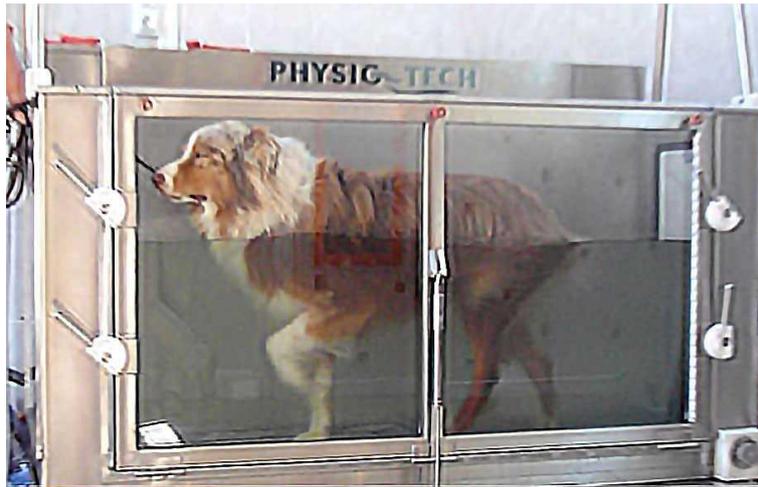


Figure 25 : Chien en rééducation sur un tapis roulant immergé.

(S.Sawaya - AVETAO)

La nage

La nage met en jeu les mêmes propriétés de l'eau. Ainsi, moins de charges et de contraintes sont exercées sur les articulations. La nage peut être réalisée dans une piscine (Figure 26), un lac ou une rivière. Toute la musculature du corps est stimulée pour le maintien du corps en équilibre dans l'eau (JOURDAIN DE MUIZON and LE BEIS, 2006).

L'amplitude articulaire de la hanche (uniquement chez le chien sain), du tarse et du grasset sont supérieures lors de la nage que lors de la marche chez des chiens sains et présentant une rupture du ligament croisé antérieur (Marsolais et al., 2003). Toutefois, ceci est le résultat de l'augmentation des amplitudes des flexions articulaires, sans effet sur les amplitudes en extension qui sollicitent les muscles posturaux.

Une étude menée par Nganvongpanit K. et al., a analysé l'effet de la température de l'eau sur la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire de 21 chiens (Nganvongpanit et al., 2014). Les chiens qui nageaient à 25°C avaient la fréquence cardiaque et la glycémie les plus élevées. La fréquence respiratoire la plus élevée a été mesurée sur des chiens qui nageaient dans l'eau à 37°C. La lactatémie augmentait rapidement après 20 minutes de nage à n'importe quelle température de l'eau. Cela suggère de faire nager les chiens à une température de 33°C dans le but de prévenir une tachycardie, une hyperventilation ou une hyperthermie.

Il est recommandé que le chien porte un gilet de sauvetage pour la sécurité mais aussi pour pouvoir guider le chien manuellement pendant la séance.

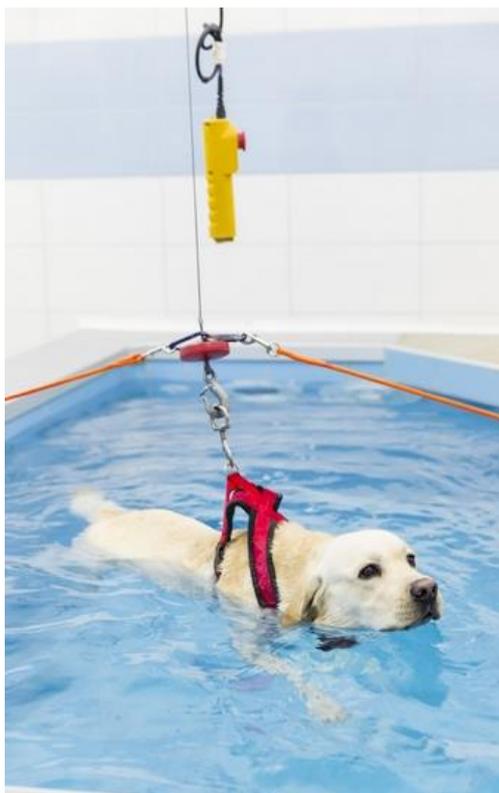


Figure 26 : Exercice aquatique dans une piscine.

(www.vetarche.fr)

2.4. Le renforcement musculaire

Le renforcement musculaire permet d'augmenter la force mais comprend aussi l'amélioration de la tonicité des muscles et de leur capacité à assurer le maintien postural et la stabilité active des articulations. L'amélioration de la force correspond à un entraînement avec résistance, c'est-à-dire un effort musculaire contre une force opposée, qui correspond à un travail en chaîne fermée. Il faut lentement et graduellement surcharger le système musculaire. A l'inverse, l'exercice en chaîne ouverte, sans résistance, est également de grand intérêt, car entraîne le travail de contrôle précis d'un mouvement, dans son amplitude et sa vitesse d'exécution, par la contraction excentrique de l'antagoniste. Le renforcement musculaire devrait concerner les membres et le tronc.

Renforcement de la musculature du tronc

Les muscles posturaux profonds (juxtavertébraux comme le multifide) sont très importants pour la stabilisation de l'axe vertébral et des hanches. Ils sont indispensables à la solidité de la charpente, condition nécessaire chez le chien de sport pour faire face aux contraintes supra-physiologiques, notamment quand il s'agit d'une discipline telle que l'agility où le rachis est soumis à des impacts importants lors des sauts et les changements brusques de direction.

Les exercices « assis-debout », le « debout-coucher », et de prendre « la position du prier » sur sol ferme, ou, mieux, sur un support instable tel qu'un coussin d'air, un matelas, un ballon de type Physioroll ou un trampoline, sont des exemples de renforcement plus particulièrement du muscle Erector Spinae, extenseur des trois charnières (cervico-thoracique, thoraco-lombaire et lombo-sacrale)(Figure 27).



*Figure 27 : Chien s'exerçant sur un ballon.
(Vetagro Sup)*

La nage en immersion (et non pas la marche sur tapis immergé) sollicite toute la chaîne myofasciale dorsale pour le maintien de l'ensemble du rachis en extension. Ce qui a un effet d'étirement par contraction excentrique des muscles antagonistes que sont les abdominaux et les muscles sous-lombaires (psoas, carré des lombes).

A l'inverse et, comme chez le cheval, le « reculer » sur plusieurs foulées, et le reculer sur une pente ascendante, sollicite plus particulièrement les chaînes myofasciales ventrales (abdominaux, psoas et carré des lombes) et étire le muscle Erector Spinae.

Des passages de cavalettis en sauts de puces, sollicite la flexibilité dans le plan sagittal de toutes les charnières et réalise un travail coordonné des deux chaînes myofasciales antagonistes du rachis, dorsale et ventrale.

Le slalom, le slalom en cercle, exécutés au pas lent, permettent un travail alterné des musculatures droite et gauche du tronc, sollicitant notamment les muscles, juxtavertébraux ou les faisceaux profonds du muscle Erector Spinae ainsi que les sangles abdominales (obliques et transverse de l'abdomen)

Il faut cependant faire attention chez les chiens présentant des affections du dos, des hanches ou des épaules. Il est préférable de combiner plusieurs exercices afin de faire travailler plusieurs groupes musculaires et éviter l'ennui du chien. (Canapp and ZINK, n.d.)

Renforcement de la musculature appendiculaire

Les exercices de « assis-debout » permettent de renforcer les muscles de la chaîne du lever qui sont les rétracteurs de la hanche et extenseurs du grasset et du jarret (muscles fessiers fémoraux caudaux, quadriceps fémoral, et gastrocnémiens) et améliorent l'amplitude des mouvements. Beaucoup de chiens connaissent l'ordre « assis », c'est donc un exercice facile à réaliser.

Monter des escaliers ou une pente et « danser » (dressé sur les membres postérieurs, figure 28), sont aussi des exercices simples et intéressants pour renforcer la musculature pelvienne (muscles quadriceps, semi-tendineux, semi-membraneux, gastrocnémiens et fessiers). La descente d'une pente favorise plutôt la force de l'avant-main (muscle triceps et muscles stabilisateurs de l'épaule) (LEVINE and MILLIS, 2013) et le travail excentrique des muscles fessiers et surtout fémoraux caudaux, ces derniers, en particulier dans le contrôle et la protection du genou au moment du poser.



*Figure 28 : Mise en charge des postérieurs et "danse".
(S. Sawaya - Vetagro sup)*

Des poids peuvent être placés aux extrémités des membres. Cela favorise le report de poids sur le membre controlatéral qui n'a pas de poids.

L'Electrostimulation neuro-musculaire

L'électrostimulation stimule les nerfs par dépolarisation. Elle est utilisée en physiothérapie pour obtenir des contractions musculaires lors de la rééducation d'affections orthopédiques ou neurologiques (on parle d'électrostimulation neuro-musculaire ou ESNM) ou pour réduire la douleur au moyen de courants à visée antalgique dont les plus connus sont les TENS (Neuro-stimulation électrique transcutanée).

En physiothérapie, l'ESNM est utilisée pour lutter contre l'amyotrophie, obtenir la contraction d'un muscle lors d'absence de mouvements volontaires, renforcer la stabilité active d'une articulation, ou augmenter la tonicité et la force d'un muscle ou d'un groupe de muscles (LEVINE and Millis, 2013) (figure 29). C'est surtout à partir des années 1970 et les travaux de Kotz démontrant l'accroissement de force musculaire chez le sportif que l'utilisation de l'ESNM s'est développé dans le domaine sportif et de nombreux travaux existe sur le sujet chez l'homme. Très peu de références scientifiques existent concernant l'application de l'ESNM chez les animaux dans le domaine sportif. Quelques travaux ont été réalisés chez le cheval, aucun, à notre connaissance, chez le chien.

Il a été démontré chez l'homme que la stimulation neuromusculaire recruterait les fibres musculaires dans l'ordre opposé de celui d'une contraction musculaire volontaire (type II rapide puis type I lente) (Knaflitz et al., 1990). En 1998, Gobelet C. a montré sur une population de chevaux qu'une électromyostimulation continue à basse fréquence développe les capacités aérobie des fibres stimulées lorsque des séances de plus de 4 heures sont réalisées quotidiennement pendant au moins 6 mois. Lors de l'usage de fréquences plus élevées, avec induction de contractions téaniques, ce sont les capacités aérobie et la force de contraction qui sont développées (Gobelet, 1998). En 1999, l'équipe de J.M. Denoix, compare l'épaisseur des

muscles de l'épaule de chevaux de niveau sportif moyen, avec et sans électrostimulation neuromusculaire, qui ne révèle pas de différence significative (ARNAULD DES LIONS and MICHAUX, 1999). L'électrostimulation neuromusculaire permet une diminution de la lactatémie inférieure et un dosage des enzymes aspartate aminotransférases supérieures à l'exercice physique sans stimulation neuromusculaire préalable. Un protocole expérimental au moyen d'un appareil de stimulation électrique sur des chevaux entraînés et en bonne santé n'avait induit aucune adaptations musculaire (Bergh et al., 2010) tandis qu'une étude réalisée par Marie Schwaab sur trois chevaux sans activité sportive ayant suivi un protocole progressif à raison de 3 séances d'ESNM par semaine sur six semaines montrerait une augmentation de la masse et de la force musculaires du dos comparativement à un groupe témoin (Schwaab, 2014). La contraction musculaire ne sera donc pas aussi puissante qu'une contraction volontaire maximale sur des individus en bonne santé mais pourrait avoir un effet sur des animaux peu entraînés.

Cependant, les chiens blessés sont souvent incapables d'effectuer des contractions musculaires maximales. Le recours à l'ESNM permet d'obtenir des contractions musculaires supérieures en intensité et plus efficaces (Fitzgerald et al., 2003). Cliniquement, une ESNM réalisée après une chirurgie orthopédique suivie d'une amyotrophie accroît la force musculaire et améliore l'utilisation fonctionnelle du muscle (Snyder-Mackler et al., 1994).

En ESNM les courants non téaniques (entre 2 et 15 Hz) ont des propriétés trophiques importantes. Ils augmentent considérablement l'irrigation et l'oxygénation des muscles, donc leurs capacités aérobies. Ces courants recrutent prioritairement les fibres de type I. Ces courants sont particulièrement intéressants pour préparer les muscles (surtout s'ils sont affaiblis) et améliorer leur résistance à la fatigue, notamment au cours des premières semaines d'un programme de rééducation ou d'ESNM à visée sportive. Ils sont également utilisés en début de séance pour préparer les muscles à des contractions téaniques. Les fibres de type I se téanisent aux environ de 30 Hz. Donc une ESNM à des fréquences inférieures à 40 Hz stimule préférentiellement les unités motrices lentes, donc améliore les qualités de tonicité et de force en particuliers des muscles posturaux, donc l'endurance des muscles. Les fibres de type II se téanisent à partir de 45 ou 50 Hz. Le travail d'ESNM à des fréquences supérieures à 50 Hz permet donc, en plus des fibres de type I, de recruter les fibres de type II et donc d'obtenir des contractions beaucoup plus puissantes et améliorer la force développée (SAWAYA, 2015).

La qualité et l'efficacité d'une ESNM dépend du bon positionnement des électrodes au niveau des points moteurs de muscles, et de la sélection pertinente des paramètres, en particulier de la durée d'impulsion qui doit être équivalente à la chronaxie des muscles à stimuler (SAWAYA, 2015; SAWAYA et al., 2009). L'intensité de stimulation doit être suffisante pour déclencher une contraction maximale confortable dans le but d'obtenir un gain de force (SCHWAAB 2014 ; SAWAYA 2015).



*Figure 29 : ESNM de la chaîne du lever en rééducation sur un chien.
(S. Sawaya - Vetagro Sup)*

2.5. Amélioration de la souplesse (McCAULEY and VAN DYKE, 2013)

Les cavalettis sont utilisés depuis de nombreuses années chez le cheval. Les patients doivent marcher au-dessus des barres sans les toucher (figure 30). Cet exercice améliore la proprioception, renforce les muscles fléchisseurs et allonge la longueur de foulée. Les cavalettis sont espacés d'une distance proche de la foulée naturelle du chien mais peuvent être espacés de la manière que l'on souhaite pour plus ou moins de difficulté. Les barres sont généralement composées de plastique PVC ou de bois.

La hauteur peut être augmentée au fur et à mesure. La hauteur des pôles détermine la flexion nécessaire pour passer au-dessus de l'obstacle.

Quatre à dix barres sont l'idéal, en particuliers si l'allongement de la foulée est le principal but de l'exercice. Plus l'allure est rapide, plus les pôles doivent être espacés. Au début, les barres doivent être légèrement au-dessus du carpe. En cas de rééducation, les barres peuvent initialement être positionnées au sol.



*Figure 30 : Parcours de cavalettis sur tapis déstabilisant Airex Balance®.
(S. Sawaya - Vetagro Sup)*

Les cônes peuvent aussi être utilisés pour faire réaliser un slalom ou une figure en huit. Le but est de marcher entre des plots avec coordination et de pivoter avec le plus de souplesse possible dans les virages. Tous les exercices nécessitant la négociation de virages favorisent la flexion latérale du rachis, renforcent les muscles abducteurs et adducteurs, et améliorent l'équilibre et la proprioception. Ils aident le chien à se préparer à des virages irréguliers.

Pour réaliser un slalom, placer un minimum de 6 plots espacés de 50 cm à 1m20 en fonction du gabarit du chien et de son niveau d'agilité (figure 31). Le chien doit garder son équilibre tout en négociant les virages. Il faut toutefois faire attention avec les chiens d'agility qui ont l'habitude de passer le slalom le plus vite possible, ne pas interférer avec leur apprentissage du slalom.

Pour l'exercice sur une figure en 8, il convient de commencer avec un 8 aux larges courbures (environ cinq fois la longueur du chien) puis raccourcir progressivement la figure (Figure 32). Le chien est d'abord guidé en laisse au pas avant de passer au trot.



Figure 31 : Slalom en cercle.

Travail de la souplesse du rachis et en déplacements latéraux des membres. Ici, phase d'abduction des membres pelviens

(S. Sawaya - Vetagro Sup)

Il est possible d'apprendre au chien à passer entre les jambes du manipulateur et d'effectuer plusieurs passages.

Des tunnels pour enfant, des tunnels d'agility, des chaises, des cavalettis placés au sommet de cônes de 50 cm ou une tringle de douche fixée en hauteur. Les tunnels entraînent les chiens à marcher près du sol ou à ramper. Ceci favorise la flexion des membres, et renforce leur musculature ainsi que celle du tronc (contractions excentriques des muscles propulseurs). Il est conseillé de commencer par des séries de 10 à 20 passages (Canapp and ZINK, n.d.).

2.6. L'équilibre et la proprioception

L'équilibre correspond à l'état d'un individu qui maîtrise sa position et ses mouvements. La proprioception est la capacité du cortex cérébral à situer la position et les mouvements de chaque partie du corps dans l'espace. Ceci est permis par les voies nerveuses provenant des mécanorécepteurs situés dans les tissus mous de l'articulation (capsule articulaire et ligaments) les tendons et les fascias. Ces récepteurs informent continuellement le système nerveux central sur la position du corps suscitant de sa part, via les voies efférentes, des réponses motrices permettant le maintien d'un équilibre ou des réajustements posturaux correcteurs (Hewett et al., 2002).

Tout dysfonctionnement de ces mécanorécepteurs va affecter la proprioception et donc la stabilité articulaire et ensuite la posture. La proprioception est altérée lors de blessures, de gonflement ou de douleur. Elle peut cependant être améliorée grâce à des exercices spécifiques utilisés en rééducation. Pour Zink, le travail proprioceptif est essentiel au rétablissement du chien blessé. (ZINK, 2013).

Intérêt des exercices proprioceptifs

Le bien-fondé de l'exercice réalisé en condition d'instabilité consiste à coupler le travail de renforcement des muscles locomoteurs aux muscles posturaux et équilibreurs. Plusieurs études chez l'homme montrent que la réalisation d'un exercice sur surface instable augmente significativement l'activité électromyographique des muscles posturaux par rapport au même exercice réalisé sur surface stable (Anderson and Behm, 2005)(Kornecki et al., 2001)(Norwood et al., 2007). Ainsi, Anderson & Behm (2005) rapportent une augmentation de l'activité EMG d'environ 30 % pour les muscles abdominaux et de 34 % pour les muscles spinaux en condition d'instabilité induite par des coussins de proprioception disposés en dessous des deux pieds par rapport à une condition stable. Par ailleurs, l'exercice en situation d'instabilité conduit à une augmentation de la co-contraction des muscles antagonistes au niveau des membres, comme en témoignent Behm et al. (2002), rapportant une augmentation de l'activité électromyographique de 31 % pour les antagonistes des fléchisseurs plantaires et de 40 % pour les antagonistes des extenseurs du genou en condition d'instabilité sur « swiss ball » comparé à une surface stable (Behm et al., 2002).

Des études chez l'humain ont montré l'importance de l'entraînement proprioceptif afin de diminuer la probabilité de blessures (Eils et al., 2010)(Hewett et al., 1999). Cependant, une revue d'études avance que s'il ressort que l'entraînement proprioceptif n'a aucun effet délétère, les preuves manquent encore quant aux réels bénéfices de ces exercices (Owen et al., 2006). Mais les revues systématiques plus récentes de Zech et al les amènent à conclure que les exercices proprioceptifs peuvent améliorer la rééducation posturale et le contrôle neuromusculaire, d'une part, et que des exercices proprioceptifs et neuromusculaires sont efficaces dans la récupération fonctionnelle et la prévention des récives suite à des blessures du genou et de la cheville, d'autre part (Zech et al., 2010, 2009). Cependant, l'effet de l'entraînement proprioceptif seul reste incertain.

Concernant l'athlète canin, les exercices proprioceptifs favorisent un contrôle neuromusculaire des mouvements et une stabilité articulaire.

Exemples d'exercices proprioceptifs chez le chien

Le principe des exercices proprioceptifs est de stimuler les réactions posturales correctrices ou adaptatrices en imposant un report de charge, des appuis asymétriques ou sur support instable, des variations de hauteur d'appui.

Des parcours proprioceptifs peuvent comporter des cavalettis ou des obstacles divers à hauteurs et espacements variables qui doivent être franchis d'abord au pas lent bien décomposé, puis à vitesse plus rapide. Quand l'intervalle entre les deux obstacles est moins long que la distance entre les membres thoraciques et pelviens, le chien se trouve en train de franchir simultanément une barre avec un antérieur et une autre avec un postérieur, ce qui augmente l'entraînement de la coordination motrice. Un parcours de cavalettis peut-être réalisé sur un

support déstabilisant, telle une suite de tapis d'équilibre Airex Balance® ou de matelas de différentes consistances et épaisseurs ou un matelas partiellement gonflé. Selon le même principe, on peut amener le chien à monter et descendre des escaliers, non pas à toute allure, mais au pas lent, marche par marche. Lors d'une séance de travail sur tapis roulant, une séquence peut être consacrée à un exercice à visée proprioceptive en modifiant de façon aléatoire, et toutes les deux à trois minutes, la pente du tapis de quelques degrés dans un intervalle entre -5 et + 5 degrés. Pour faire varier les perceptions tactiles et proprioceptives à l'appui, on peut s'inspirer de « l'allée de réadaptation sensorielle » décrite par Denoix et Pailloux (1997) pour concevoir un parcours sur sol de nature et consistance variables (Denoix et Pailloux, 1997). Dans la vie quotidienne, des exercices équivalents consisteraient à faire marcher son chien sur sols de nature variée, sur terrain très irrégulier (par ex. champ fraîchement labouré), sur du sable ou faire des zigzags sur une pente.

Des exercices de « balancement » ou de « stabilisation rythmique » sont des exercices de report de charge induisant un déséquilibre et suscitant donc des réajustements posturaux. Le chien étant placé debout sur le sol, les mains sont posées de part et d'autre en regard des hanches ou de la face latérale du bassin pour un travail sur l'arrière-train, ou sur les épaules pour un travail sur l'avant-main. Une légère poussée est alors rythmiquement appliquée de façon à faire balancer doucement l'animal d'avant en arrière, ou de droite à gauche. Le degré du déséquilibre induit peut être augmenté par des poussées progressivement plus appuyées. Le niveau de difficulté, et donc l'efficacité, de l'exercice est accru en le réalisant par exemple en appui monopodal antérieur ou postérieur (en supprimant l'appui d'un membre), et surtout sur sol instable. Cela peut être un tapis déstabilisant, ou un coussin de proprioception (figure 33), un matelas incomplètement gonflé, un ballon « cacahuète », ou un trampoline. En plus d'améliorer le feedback neuromusculaire des articulations, des ligaments et de l'unité musculo-tendineuse (équilibre et proprioception), ces exercices sont de très bons moyens de renforcer les muscles posturaux du chien, en particulier le triceps brachial et le quadriceps fémoral, ainsi que ceux de l'axe vertébral, les muscles proximaux des membres et les muscles abdominaux.



Figure 32 : Stabilisation rythmique sur un coussin à air.

(S.Sawaya - Vetagro Sup)

Les plateaux d'équilibre ou de proprioception très utilisés en cabinet de kinésithérapie sont également utilisables et intéressants chez le chien. Il en existe deux catégories : les planches rectangulaires permettant un mouvement unidirectionnel en équilibre sur un rouleau (« rocker board ») d'une part et le plateau de Freeman constitué d'une planche circulaire posée sur une demi-sphère créant un mouvement multidirectionnel (« wobble board ») (figure 34). Les membres pelviens ou les membres thoraciques sont placés sur le plateau d'équilibre, les autres sur le sol. Le manipulateur impose des perturbations de l'équilibre par des inclinaisons et des rotations du plateau dans différentes directions. Les chiens de petite taille peuvent être placés en entier sur le plateau. Les mouvements appliqués au plateau à amplitude et vitesse progressives ne doivent pas être réguliers afin de limiter leur anticipation par le chien. L'exercice peut être compliqué par l'utilisation d'un rouleau ou d'une sphère plus petits ou par augmentation de la fréquence des perturbations. Les membres en dehors du plateau peuvent être placés en hauteur ou sur une surface instable.



Figure 33 : Exercice sur une planche proprioceptive de type plateau de Freeman.
(S. Sawaya - Vetagro Sup)

Les plateformes motorisées

Les plateformes dynamiques sont des appareils munis d'un plateau motorisé doté d'un mouvement rotatoire dans les 3 plans de l'espace et destinés à la rééducation posturale et proprioceptive et à l'entraînement des athlètes. Elles correspondraient en quelque sorte à un plateau de Freeman motorisé et dont les paramètres de mouvements (sens, vitesse, inclinaison du plateau) sont contrôlés. Utilisés depuis une dizaine d'années chez l'homme (BOTTOIS and ROLLAND, 2007), deux machines de fabrication française existent actuellement sur le marché national et international, les plateformes Huber® (LPG medical, 26902 Valence Cedex 09) et Imoove® (Allcare Innovations, 26500 Bourg-lès-Valence) (figure 35).



Figure 34 : Plateformes motorisées.

A gauche : Huber® (www.lpgmedical.com). A droite : Imoove® (www.allcare-in.com).

Contrairement aux classiques planches de rééducation proprioceptive, ce n'est pas le patient, mais la position du plateau, qui induit le déséquilibre, déclenchant la chaîne des réactions posturales correctrices mettant en jeu des ajustements réactionnels et anticipés (Hureau, 2015; ZERBIB, 2011). Ils permettent de réaliser une rééducation active globale du corps sollicitant simultanément les différentes chaînes myo-fasciales et les centres de l'équilibre et de la coordination des mouvements.

Une étude de Couillandre et al. réalisée sur douze personnes en bonne santé a montré que la plateforme Huber® favorise les capacités d'équilibre (diminution de l'aire de distribution du centre de gravité) et les fonctions musculaires (Couillandre et al., 2008). L'équipe de R. Galozzi et M. Faina a réalisé une étude sur 22 athlètes entraînés avec la plateforme Huber® pendant deux mois. Le contrôle postural était mesuré avant et après l'entraînement par baropodométrie. L'aire de distribution du centre de gravité était diminuée et la force musculaire des membres inférieurs et supérieurs étaient augmentées (GALOZZI et al., 2005). Une autre étude, réalisée sur 41 personnes atteintes de sclérose en plaque dont 18 ayant suivi un protocole avec la plateforme Imoove® montre l'intérêt de cette dernière sur l'équilibre du patient (Saggini et al., 2017). D'autres études ont été publiées montrant l'intérêt des plateformes motorisées dans le cadre de troubles locomoteurs chez l'homme (Bojinca et al., 2007). Ainsi, les plateformes dynamiques renforceraient l'équilibre des individus sains, athlètes et atteints d'affections locomotrices.

La plateforme motorisée Imoove-Vet®

L'Imoove®-Vet correspond au modèle Imoove 100® de la gamme destinée en particulier à la rééducation des personnes âgées qui a été modifié et adapté pour un usage chez le chien (JACQUEMIN-BIETRIX, 2015). Les dimensions sont décrites figure 36.

Le plateau, reposant sur une demi-sphère, est animé par un mouvement, non pas sphéroïde, mais résultant de la combinaison de trois mouvements, rotation, excentration et inclinaison, donnant un tracé elliptique ou spiralé en trois dimensions et qualifié d'Elisphérique® par le fabricant (Figures 37).

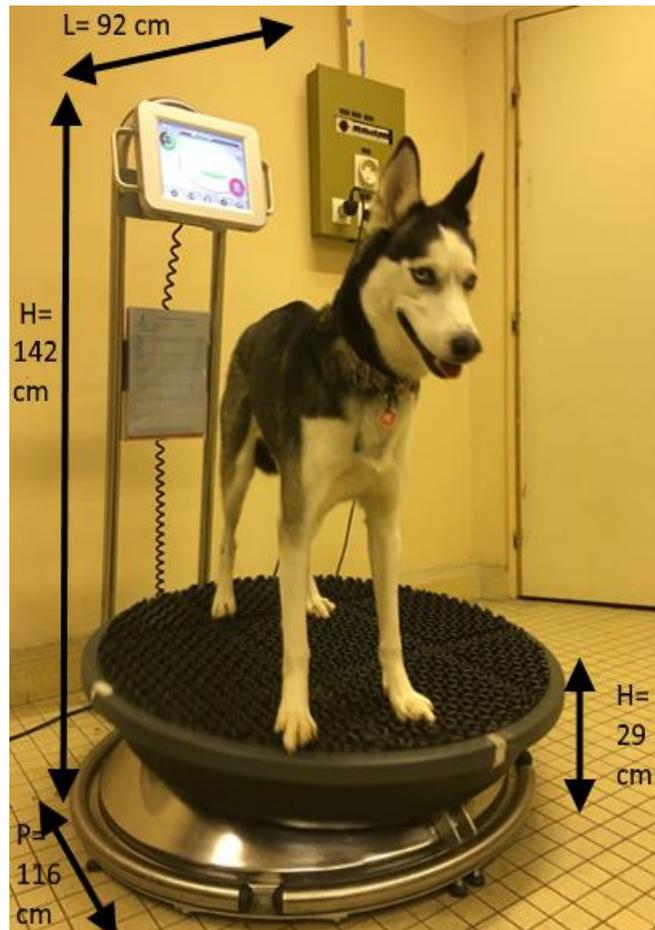


Figure 35 : Appareil Imoove®-Vet et ses dimensions.
(Vetagro Sup)

La partie postérieure du plateau montre une amplitude de mouvement plus ample que sa moitié antérieure. La perception du mouvement dépend du positionnement sur la plateforme. Pour un bipède, donc l'homme, à l'avant, le mouvement ressenti est un mouvement antéro-postérieur tandis qu'à l'arrière il est perçu dominant dans le sens latéro-latéral (Figure 38). Chez le chien, cette « asymétrie » du mouvement du plateau Imoove® serait, à priori, adaptée à la répartition du poids du corps et aux rôles respectifs des membres thoraciques et pelviens: les membres thoraciques supportant la plus grande partie du poids statique du corps (60%) et considérés comme « porteurs », « suspenseurs » et « amortisseurs » se trouvent positionnés dans la partie antérieure du plateau, tandis que les membres pelviens soulagés d'une partie de cette charge et considérés comme « propulseurs » se placent dans la partie postérieure du plateau.



Figure 36 : Les trois mouvements élémentaires décrits par le plateau de l'Imoove®.

www.allcare-in.com

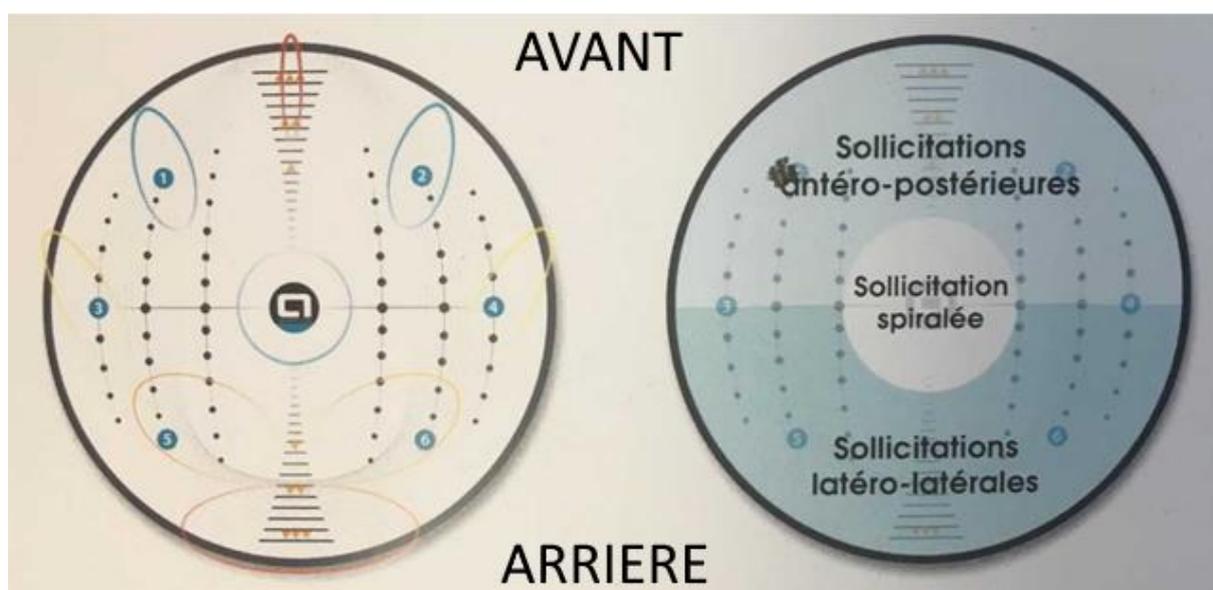


Figure 37 : Mouvements engendrés en fonction du positionnement sur la plateforme.

www.allcare-in.com

Sur l'écran tactile de commande, il est possible de sélectionner ou modifier les paramètres suivants : (Figure 39).

- La vitesse de rotation du plateau (V). L'échelle de la vitesse est graduée de 0 à 100 (incréméntation ou décrémentation par unité de 5) correspondant à une variation de 0 à 5,6 tours par minute.

- Le degré d'inclinaison du plateau (A pour « amplitude »). L'échelle sur l'écran est également graduée de 0 à 100 (incréméntation ou décrémentation par unité de 10) correspondant à une variation d'amplitude de 0 à 8,5°.

- Le sens de rotation (horaire et anti-horaire) du plateau. Il peut être modifié manuellement ou réglé automatiquement.

- La durée de la séance.

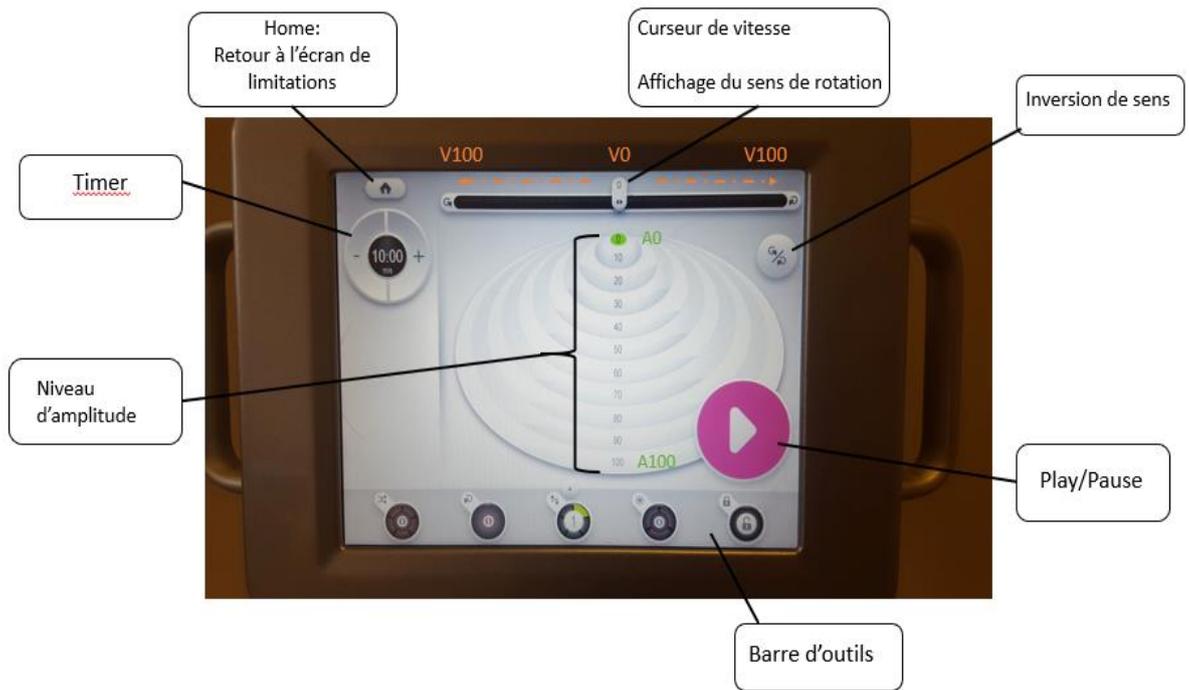


Figure 38 : Paramètres modifiables sur la tablette tactile de l'appareil.

Des programmes spécifiques qualifiés, quantifiés et reproductibles ainsi que des programmes en mode aléatoire, avec changement d'inclinaison et/ou de vitesse et changement de sens de rotation de façon imprévisible, sont également proposés par le fabricant.

Au cours des trois dernières années rapports et observations cliniques montrent une adaptation rapide des chiens à ce type d'appareil et des résultats encourageants en rééducation fonctionnelle et préparation sportive (JACQUEMIN-BIETRIX, 2015 ; SAWAYA S, communications personnelles, 2018). Mais à l'heure actuelle, les études scientifiques concernant le chien en exercice sur le plateau Imoove-Vet® sont encore extrêmement rares, à part une étude préliminaire mesurant l'activité électromyographique des muscles quadriceps et biceps fémoraux et ses variations avec la vitesse de rotation et l'inclinaison du plateau chez le chien (DUFRESNE and SAWAYA, 2017).

Chez le chien, trop souvent les entraînements sont axés essentiellement sur un travail en ligne droite favorisant la mobilité et les amplitudes en flexion et extension, négligeant les composantes latérales et rotatoires du mouvement. (Robertson and Mead, 2013). Or ces derniers sont ceux qui génèrent l'essentiel des informations proprioceptives et sont importants pour créer des voies neurales vers les nombreux muscles posturaux du tronc et des membres. Notamment, par exemple, la composante en abduction des muscles fessiers est primordiale pour la stabilité des hanches. Une faiblesse de ces derniers, diminue la stabilité des hanches (ou aggrave l'instabilité si elle est pré-existante) et fragilise le segment lombaire caudal d'une part et le grasset d'autre part.

Le type de mouvement dans les trois dimensions imposées par l'appareil Imoove® sollicite la mobilité rotatoire et latérale des différents segments du corps et pourrait constituer un bon exercice de renforcement musculaire et d'éducation proprioceptive et de l'équilibre chez le chien d'agility.

PARTIE EXPERIMENTALE

Etude de l'effet de la plateforme Imoove-Vet® sur les performances du chien d'agility.

Le protocole de cette étude a reçu l'agrément du Comité d'Ethique de Vétagro-sup sous le numéro N°1830.

1. Objectifs

Nous avons vu précédemment que la pratique de l'agility implique des contraintes importantes sur l'appareil musculo-squelettique du chien, à l'origine de blessures sportives fréquentes. Elle requiert, grâce à un entraînement adéquat, l'acquisition de capacités physiques spécifiques notamment en termes de vitesse, d'équilibre, de proprioception, non seulement pour améliorer la performance du chien, mais aussi pour limiter l'incidence et la gravité des blessures.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets - et donc l'intérêt - d'un cycle d'entraînement sur plusieurs semaines avec l'appareil Imoove-Vet® sur les performances du chien d'agility. C'est pourquoi, les moyens et méthodes mis en jeux sont destinés à étudier de paramètres permettant d'objectiver des modifications en rapport avec les fonctions musculaires, la posture et l'équilibre, et les capacités cardio-vasculaires : mesures morphométriques (circonférences des membres), analyse biomécanique de la marche, évaluation des performances sur différents obstacles d'agility, et tests d'aptitude et de récupération à l'effort.

2. Les chiens

L'étude a eu lieu entre janvier 2017 et janvier 2018. Dix-neuf couples maîtres-chiens pratiquant l'agility et en bonne santé ont participé à cette étude. Ils ont été recrutés par information auprès des Clubs d'Agility de la région Ouest-Lyonnaise, et auprès des étudiants du Campus Vétérinaire de Vétagro-sup. Les chiens de tous niveaux et tous âges étaient acceptés. Certains pratiquent l'agility en loisir, d'autres font de la compétition de niveau régional à international. Ci-dessous (tableau III), un tableau des principales caractéristiques de chaque chien. Voir annexe 2 pour plus d'informations sur ceux-ci.

Tableau III : Principales caractéristiques des chiens ayant participé à l'étude.

Imoove	Race	Age	Sexe	Niveau
Cerise	Cocker anglais	7	Femelle	loisir
Miette	Retriever de la nouvelle Ecosse	3	Femelle	débutant
End up gold	Berger shetland	8	Femelle	international
Diam's	BB Malinois	9	Femelle	international
Faëna	Berger australien	7	Femelle	compétition
Ikki	BB Malinois	4	Mâle	loisir
Kali	Cairn Terrier	5	Femelle	loisir
Gouache	Golden retriever	6	Femelle	loisir
Twitch	Berger hollandais	2	Mâle	débutant
Tango	Border collie x berger australien	4	Mâle	débutant
Azor	Border collie x berger australien	7	Femelle	compétition
Témoins				
Ivy	Golden retriever	3	Femelle	loisir
Loki	Border collie	2	Mâle	débutant
Choco	Royal bourbon	2	Mâle	loisir
Bakari	Border collie	2	Mâle	loisir
Indiana	BB Malinois	3	Femelle	loisir
Pixie	Border collie	3	Femelle	loisir
Leïka	Border collie	3	Femelle	loisir
Okami	Beagle	8	Femelle	loisir

Les chiens ont été répartis en deux groupes :

- **Groupe Imoove (Gr Imoove)** constitué de 11 chiens qui ont suivi le protocole d'exercice avec le plateau Imoove-Vet® ;

- **Groupe Témoin (Gr Témoin)** représenté par 8 chiens qui n'ont réalisé aucune séance de travail avec l'appareil.

Le principal critère d'inclusion dans le groupe Imoove a été la disponibilité du couple maître-chien pour la réalisation de 2 (minimum) à 3 séances par semaine de travail avec l'appareil sur 6 semaines.

Pendant toute la durée de l'étude les chiens ne devaient être sous aucun traitement antalgique ou anti-inflammatoire. Tout chien présentant au cours de l'étude une affection, orthopédique ou autre, nécessitant la mise en place d'un traitement médical ou chirurgical était exclu de l'étude.

Un questionnaire d'information portant notamment sur l'activité sportive du chien (niveau en agility, nombre de séances et type d'entraînement par semaine, compétition ...), ses antécédents pathologiques (traumatismes sportifs) et un éventuel suivi médical (physiothérapie, ostéopathie) a été rempli par les propriétaires avant de débiter l'étude (annexe 1). Un tableau récapitulatif de ces informations sur chaque chien est visible en annexe 2.

3. Matériel et méthodes

3.1. Protocole d'exercice avec l'appareil Imoove-Vet®

Caractéristiques de l'Imoove-Vet® :

L'appareil Imoove-Vet® qui a servi dans cette étude a été mis à la disposition du service de Physiothérapie-Rééducation-Ostéopathie de Vetagro-Sup par la société Allcare Innovations (26500 Bourg-lès-Valence). Cet appareil correspond au modèle Imoove 100® de la gamme destinée en particulier à la rééducation des personnes âgées qui a été modifié et adapté pour un usage chez le chien (JACQUEMIN-BIETRIX, 2015).



Figure 39 : Miette en exercice sur le Imoove-Vet® en face de sa propriétaire.

Protocole des séances d'exercice avec le Imoove-Vet®

Les chiens du « groupe Imoove » suivent le protocole pendant 6 semaines, à raison de 2 à 3 séances par semaine. Deux séances étant séparées par au moins une journée sans exercice avec l'appareil.

En l'absence de toute publication scientifique sur le sujet chez le chien, nous avons mis en place un protocole progressif évoluant sur 6 semaines, résumé ci-dessous :

- Le chien est placé debout au centre du plateau, face au propriétaire (Figure 40).
- La première séance est une séance de prise de connaissance avec l'appareil et avec le mouvement du plateau, à faibles vitesse et inclinaison (A10/V10 - A20/V20) pendant 10 minutes.
- Par la suite, la durée de la séance est augmentée de 5 minutes par paliers d'une semaine.
- Le sens de rotation du plateau est inversé toutes les trente secondes pour les chiens de petit format, ou toutes les minutes pour les chiens de grande taille.
- A chaque séance l'exercice débute à faible intensité (A20/V20). Ensuite, l'inclinaison du plateau dans un premier temps, puis la vitesse de rotation du plateau dans un second temps, sont incrémentées progressivement (+10 unités sur les échelles de vitesse et d'amplitude) jusqu'aux valeurs maximales confortables pour le chien. L'incrémentation de l'amplitude et/ou de la vitesse a lieu toutes les minute pour les chiens de petites races ou toutes les deux minutes pour les chiens de grand format.



Figure 40 : Azor en exercice sur le Imoove-Vet®.
(Différents temps du cycle de rotation).

- Les amplitudes et vitesse maximales confortables sont ensuite augmentées par paliers d'une semaine (figure 41).

- Quand le niveau de compétence du chien est jugé satisfaisant, c'est-à-dire que l'exercice à inclinaison et vitesses élevées est réalisé de façon confortable et sans difficulté, des séquences progressives en mode aléatoire sont rajoutées. Les variations d'amplitudes et de vitesses en mode aléatoires étant comprises dans les limites des amplitudes et vitesses maximales confortables pour chaque chien.

- A partir de la 2^{ème} semaine, les 2 à 4 dernières minutes de la séance sont consacrées à un travail de « retour au calme » et de « récupération » à amplitude et vitesse faibles (V20/A20 ou V30/A30, selon le chien).

Le tableau IV montre de façon synthétique le schéma d'évolution du protocole d'exercice avec le Imoove-Vet® sur les six semaines d'étude.

Tableau IV : Schéma du protocole avec le Imoove-Vet® sur les six semaines d'étude.

Semaine	Inversement sens de rotation	Durée de la séance (en minutes)	Amplitude	Vitesse	Mode aléatoire	Récupération
S1	Petit chien : 30'' Grand chien : 1'	10 minutes	A10→A20	V10→V20	Non	Non
S2	Petit chien : 30'' Grand chien : 1'	15 minutes	A20→A50	V20→V50	Non	2 minutes
S3	Petit chien : 30'' Grand chien : 1'	20 minutes	A20→A70	V20→V70	Non	2 minutes
S4	Petit chien : 30'' Grand chien : 1'	25 minutes	A20→A80	V20→V80	Oui	4 minutes
S5	Petit chien : 30'' Grand chien : 1'	30 minutes	A20→A100	V20→V100	Oui	4 minutes
S6	Petit chien : 30'' Grand chien : 1'	35 minutes	A20→A100	V20→V100	Oui	4 minutes

3.2. Moyens et méthodes d'évaluations

3.2.1. Principe

Le but des évaluations initiale et finale est d'essayer de déterminer si une différence est visible entre le début et la fin du protocole Imoove®-Vet. Les chiens avec le protocole Imoove® et les chiens témoins sont évalués à l'aide de différents paramètres avant et après le protocole (ou après 6 semaines pour les témoins). Ensuite, les différences entre les mesures au début et la fin du protocole sont comparées à celles des témoins et ainsi déterminer s'il y a une différence significative grâce à l'appareil entre le début et la fin du protocole entre le groupe témoin et le groupe testé.

3.2.2. Mesure de circonférence des membres

La mesure de la circonférence des segments des membres est recommandée dans le suivi du chien sportif pour vérifier la symétrie des masses musculaires, évaluer une condition corporelle, détecter ou suivre l'évolution lors d'amyotrophie, de gonflements ou d'œdèmes (ZINK and VAN DYKE, 2013)(Carr and Canapp, 2014).

Dans notre étude, afin d'objectiver une éventuelle augmentation de la masse musculaire suite aux 6 semaines d'exercice au moyen du plateau Imoove-Vet®, nous avons mesuré la circonférence des bras et avant-bras, des cuisses et des jambes au moyen d'un ruban-mètre.

Le Ruban-mètre Gulick II ®

A cet effet, nous avons utilisé le ruban-mètre Gulick II ® (*County Technology, Inc. Gays Mills, Wisconsin, USA*) muni d'un tensiomètre (Figure 42). Ceci permet d'exercer sur les extrémités du ruban-mètre une tension constante et reproductible d'une séance de mesure à l'autre, limitant ainsi le biais du manipulateur par rapport à un ruban classique (Millis et al., 1999) (Baker et al., 2010).



Figure 41 : Ruban-mètre Gulick II® utilisé dans notre étude.

Prise des mesures

Afin de limiter au maximum les biais liés aux prises de mesures, ces dernières étaient toujours réalisées par la même personne, le chien en position debout statique, les membres bien d'aplomb et les périmètres mesurés en s'appuyant sur des repères anatomiques aisément détectables et palpables. Pour les bras et les cuisses, la circonférence moyenne est calculée à partir des périmètres relevés respectivement en deux et trois endroits (figures 43, 44, 45 et 46).

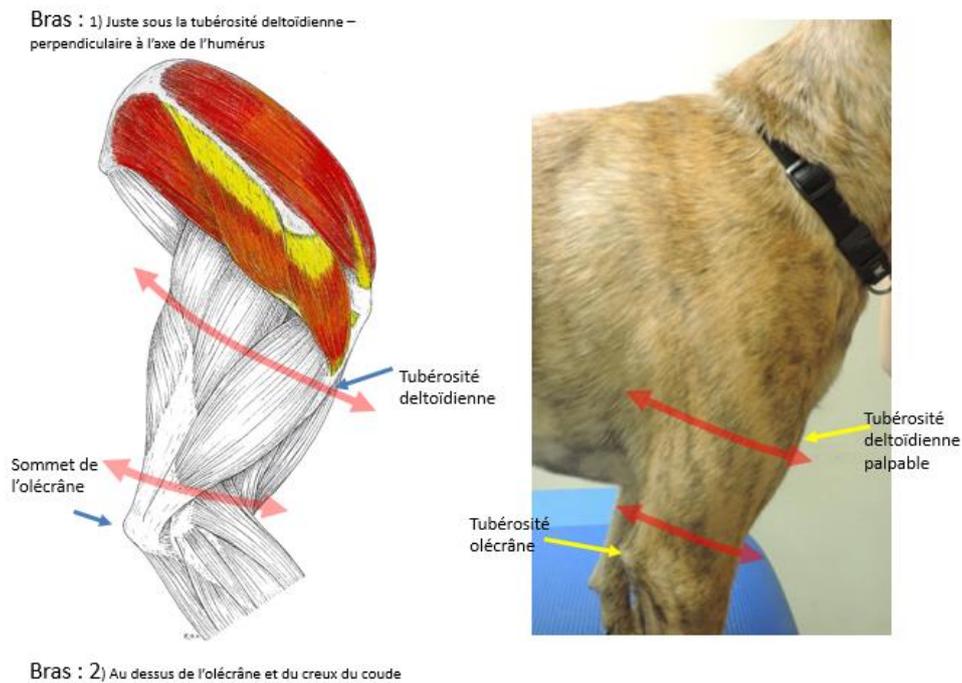


Figure 42 : Localisation des prises de mesure sur le membre thoracique au niveau du bras.

S.Sawaya – Vetagro-Sup.

Avant-bras : juste distal à l'insertion du tendon distale du biceps brachial sur le radius – Perpendiculaire à l'axe du radius



Tendon distal du m. biceps brachial

Vue médiale



Reliefs du muscle et tendon distal du biceps

Figure 43 : Localisation des mesures sur le membre thoracique (avant-bras).

S.Sawaya – Vetagro-Sup.

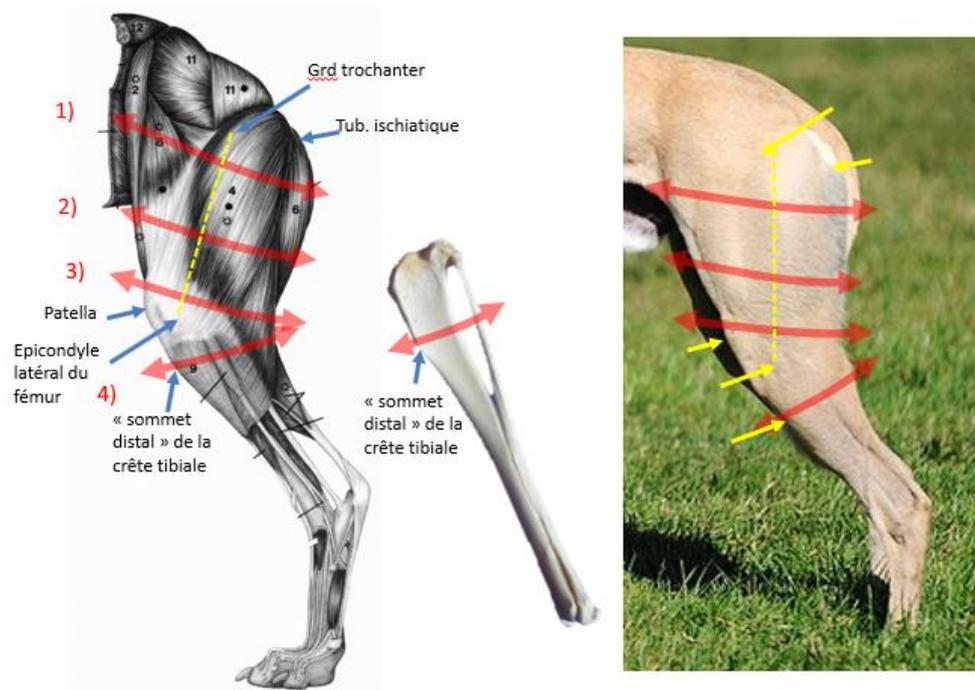


Figure 44 : Localisation des prises de mesure sur le membre pelvien.

S.Sawaya – Vetagro-Sup.

Cuisse : 1) Juste distal à la tubérosité ischiatique – perpendiculaire à l’axe du fémur. 2) Au milieu de la ligne joignant le relief du sommet du grand trochanter à l’épicondyle latéral du fémur – Perpendiculaire à l’axe du fémur. 3) Juste proximal à la base de la patella - Perpendiculaire à l’axe du fémur

Jambe : Juste au niveau du « sommet distal’ de la crête tibiale - Perpendiculaire à l’axe du fémur



Figure 45 : Prise de mesure avec le ruban-mètre Gulick II ®.

S.Sawaya – Vetagro-Sup.

(Ici le chien est couché, dans notre étude les mesures ont été réalisées sur les chiens debout pour avoir la même position des segments d'une évaluation à l'autre.)

3.2.3. Evaluation biomécanique de la marche au moyen du système GAITRite®

L'analyse biomécanique de la marche dans notre étude a pour but d'objectiver un éventuel effet de l'entraînement avec l'appareil Imoove-Vet® concernant, en particulier, deux points :

- Dans le cas de chiens montrant une irrégularité ou une asymétrie significative de la démarche, est-ce que cet entraînement postural et proprioceptif permet de corriger ou rééquilibrer la répartition des contraintes sur les quatre membres, ou la symétrie temporelle de l'allure ?
- Est-ce que cet exercice se traduit par une augmentation détectable des paramètres reflétant le travail musculaire (pression et force exercées par les membres, longueur de la foulée) ?

Le système GAITRite®

Nous avons eu recours au système d'analyse de la marche GAITRite® (*CIR Systems, Inc, Franklin, New Jersey, USA*) appartenant à l'unité de recherche ICE (Interactions Cellule Environnement) de Vetagro-Sup (Pr E. Viguier). Il permet une acquisition aussi bien de paramètres cinétiques (pressions) que spatio-temporels (durée de la phase d'appui, vitesse, longueur de foulée etc.) enregistrés lors de la phase d'appui de chaque foulée de chacun des quatre membres en simultané.

Le dispositif est composé d'un tapis de marche (L = 4,6 m, l = 0,8 m) au sein duquel sont incorporés plus de 16000 capteurs de pression. Ces capteurs génèrent des signaux électriques proportionnels aux pressions mécaniques appliquées, dont les données sont enregistrées par un

ordinateur relié au tapis par un câble (Cutlip et al., 2000) (Figure 47). Il est associé à un système d'exploitation des données, le logiciel GAITFour®, adapté aux quadrupèdes par les travaux de Viguier E et ses collaborateurs à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon (LE QUANG, 2009)(LE QUANG et al., 2007)(LEQUANG et al., 2009)(VIGUIER et al., 2007) (figure 48).

Ce système existe depuis le début des années 2000 et a fait l'objet de nombreuses études aussi bien chez l'homme que chez le chien. Comparaisons avec d'autres techniques de référence d'analyse de la marche (plateaux de force, cinématique) (Cutlip et al., 2000)(McDonough et al., 2001)(Lascalles et al., 2006), évaluations de la locomotion de chiens souffrant de boiteries (MAITRE, 2005)(LEQUANG et al., 2009)(Maitre et al., 2008), recherche de corrélation entre résultats de l'examen clinique et les paramètres spatio-temporels enregistrés (GIBERT, 2009), études de suivis de la récupération fonctionnelle après traitement chirurgical ou médical (Canapp et al., 2016) (BERGERAULT, 2006) ou en rééducation fonctionnelle (DEMARE, 2007)(FREULON, 2007)(SAWAYA et al., 2010)(SAWAYA et al., 2014), ont permis de valider le système GAITRite® et montrer sa fiabilité pour une analyse quantitative objective de la locomotion.

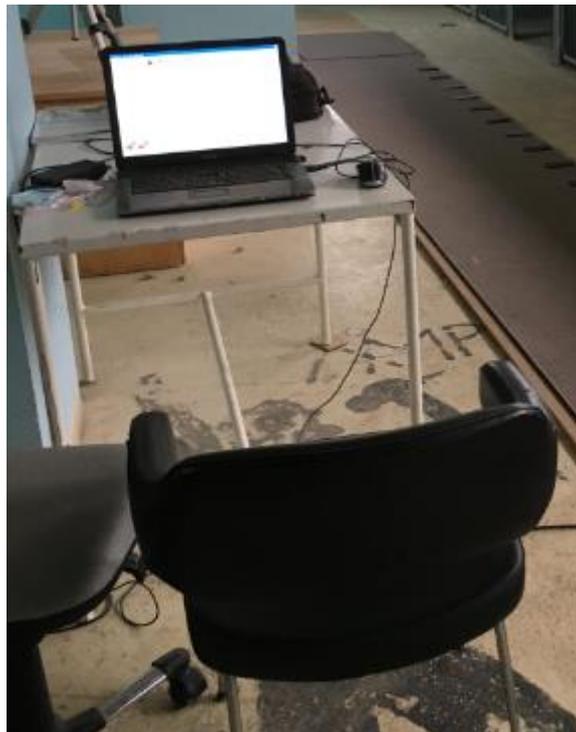


Figure 46 : Tapis GAITRite® et son ordinateur de l'unité de recherche ICE de Vetagro Sup.



*Figure 47 : Chien qui marche sur le tapis GAITRite®
de l'unité de recherche ICE de Vetagro-Sup.*

Les paramètres étudiés

Paramètres enregistrés

Au cours d'un passage du chien sur le tapis, le système GAITRite ® permet d'enregistrer pour chaque membre les paramètres suivants :

- La pression maximale d'appui (Pmax)
- Le nombre de capteurs activés (Nc). Connaissant la surface de chaque capteur (12,7 mm²), on peut connaître la surface d'appui au sol.
- La durée de la phase d'appui (DPA)
- La vitesse de chaque foulée et sa longueur.

Indices de symétrie (Ratios)

A partir de ces données le logiciel permet de calculer pour chacun de ces paramètres les **indices de symétrie ou ratios** entre les deux membres thoraciques (AG/AD), entre les deux membres pelviens (PG/PD), entre les bipèdes gauche et droit (G/D) et entre les antérieurs et postérieurs (Ant/Post). Ces ratios reflètent la modification de la répartition du poids du corps sur les 4 membres lors d'une démarche anormale ou une boiterie.

Les valeurs normales de références de ces ratios ont été déterminés :

- Elles sont équivalentes à $1 \pm 5\%$ (**0,95 -1,05**) pour les rapports G/D, AG/AD et PG/PD pour tous les paramètres (Durée de la phase d'appui, Pmax, Nombre de capteurs activés) indépendamment de la race, du format et du poids du chien, ainsi que de la vitesse de déplacement (LE QUANG, 2009)(LE QUANG et al., 2007)(LEQUANG et al., 2009)(MAITRE, 2005)

- Elle en moyenne de $1,47 \pm 0,14$ (**1,33-1,61**) pour la Pmax en rapport avec la répartition des pressions entre les antérieurs (60%) et postérieurs (40%), de $1,3 \pm 0,5$ (**1,25 -1,35**) pour le Nc et de $1,1 \pm 0,10$ (**1 - 1,2**) pour la DPA (LE QUANG, 2009)(LE QUANG et al., 2007)(LEQUANG et al., 2009)(MAITRE, 2005). Mais il existe des variations significatives raciales et en fonction du format dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats (Light et al., 2010)(CARR et al., 2015).

Autres paramètres calculés

- **La Pmax relative (Pmax%)** : Afin de se détacher des variations dues au format des chiens et à leur vitesse de déplacement, et de comparer de façon plus objective l'évolution des Pmax de chaque membre, nous avons recours à la valeur relative de Pmax qui est égale, pour un membre donné à : $Pmax\% = Pmax \times 100 / (\text{Somme des Pmax des 4 membres})$. Chez un chien sain, la répartition des Pmax% est comparable celle du poids en statique : 30% pour chaque membre thoracique et 20% pour chaque membre pelvien.

-**Force maximale exercée par chaque membre (Fmax)** : connaissant Pmax, le nombre de capteurs activés (Nc) et la surface de chaque capteur (12,7 mm), il est possible de calculer la force maximale exercée par un membre pendant sa phase d'appui par la relation fondamentale $P = F/S$ d'où $F = P.S$, donc $Fmax = Pmax . (Nc .Surface des capteurs)$.

- **Les ratios entre les bipèdes diagonaux (Dg (PD-AG) / Dd (PG-AD) pour les différents paramètres mesurés.** Lors de boiteries dues à des affections orthopédiques, l'essentiel du report des charges a lieu sur le diagonal opposé au membre boiteux. D'autre part, quand apparait une asymétrie concernant les paramètres cinétiques (Pmax, Nc), un ratio Dg/Dr restant dans les limites de la normale ($1 \pm 0,05$) tend à montrer que le chien a bien pu compenser et ne présente en général pas de boiterie (SAWAYA et al., 2014).

Réalisation des tests

Les chiens sont examinés au pas et au trot, allures régulières et symétriques.

Au préalable, un temps d'adaptation au tapis et à son environnement est laissé au maître et à son chien. L'enregistrement des passages ne commence qu'une fois le chien se déplace correctement sur le tapis : au milieu du tapis, en ligne droite, à allure et vitesse constantes, sans à-coups et avec des foulées régulières, sans se retourner à droite et à gauche pour regarder son maître.

Chaque chien réalise plusieurs passages (environ 15 passages) au pas puis au trot. Seuls les passages corrects (selon les critères énoncés plus haut) sont enregistrés.

De même lors de l'analyse des données les passages avec des foulées irrégulières, une vitesse inconstante, des valeurs aberrantes de paramètres ou des vitesses très différentes des autres passages sont éliminées.

Seuls les passages corrects permettant, pour chaque évaluation, de réaliser les calculs et l'analyse des résultats sur au moins dix foulées régulières, homogènes et de vitesse équivalente (à 0,5 km/h près) sont retenus.

3.2.4. Evaluation de la performance sur un parcours d'agility standardisé

Création d'un parcours d'agility standardisé

Afin de pouvoir évaluer un éventuel impact de l'entraînement avec le Imoove-Vet® sur la performance des chiens en exercice sur des obstacles d'agility, un parcours standardisé a été créé pour les besoins de l'étude, sur le terrain d'agility du Campus Vétérinaire de Lyon.

Le parcours a été élaboré avec l'avis et les conseils éclairés de moniteurs et de compétiteurs expérimentés de la discipline de façon à répondre aux critères suivants :

- Pouvoir grouper sur un même site les différents lieux de l'étude (salle d'exercice avec le Imoove-Vet®, salle d'analyse de la marche, terrain d'agility) de façon à limiter également les déplacements des propriétaires des chiens s'étant portés volontaires pour l'étude ;

- Être simple afin de limiter l'influence du conducteur et de ses éventuelles erreurs dans le guidage du chien ;

- Être constitué d'obstacles choisis pour leurs exigences physiques, en particulier en termes d'équilibre, de coordination motrice et de contrôle du schéma corporel en mouvement et dans l'espace ;

- Pouvoir être réalisé par des chiens de différents niveaux, même avec difficulté ou des erreurs par des chiens débutants ;

- Être rapidement et aisément reconstitué de façon reproductible d'une séance d'évaluation à l'autre. A cet effet les obstacles ont été placés en regard de repères fixes de l'environnement du terrain ou créés dans le terrain.

Le parcours ainsi réalisé mesurait approximativement 100 mètres et était composé d'une passerelle, deux sauts, une balançoire, une palissade et un slalom (Figure 49 et 50). Lors des saisons humides et froides les obstacles étaient protégés par des bâches.

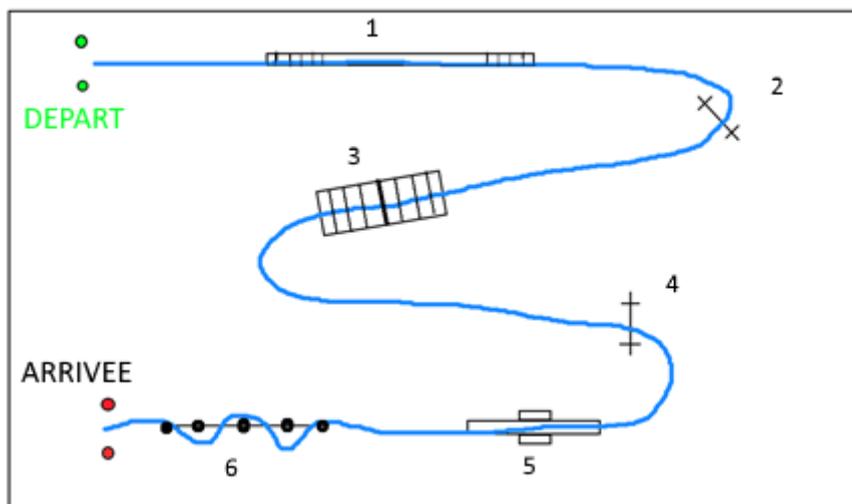


Figure 48 : Schéma du parcours d'agilité créé pour notre étude.

1 : passerelle ; 2 et 4 : haies (hauteur standards A, B ou C selon la taille du chien) ; 3 : palissade ; 5 : balançoire ; 6 : slalom (5 piquets).

Les sauts ont été volontairement placés au niveau de virages serrés afin d'évaluer la trajectoire par enregistrement vidéo.



*Figure 49 : Photographies des trois parties du parcours d'agility.
Les numéros des obstacles correspondent à la figure 49.*

Méthode d'évaluation

Avant chaque session d'évaluation les propriétaires échauffaient leur chien pendant une dizaine de minutes en leur faisant faire le parcours plusieurs fois. Ensuite chaque chien réalise 2 à 3 passages complets enregistrés au moyen d'une caméra disposée de façon à avoir un angle de vue englobant l'ensemble du parcours.

Exploitation des images

Dans un premier temps, pour chaque chien, les vidéos des parcours d'avant et de fin d'étude sont visionnés et comparés qualitativement avec l'aide de Mme Pauline Mignot, préparateur physique canin à Dog Form (Rives, 38) et compétitrice de niveau international en agility.

Dans un second temps, une étude quantitative est réalisée au moyen d'un logiciel courant de lecture de films vidéos permettant une visualisation au ralenti, image par image, la décomposition précise des foulées d'approche et de sortie des obstacles ainsi que des arrêts sur image à l'aide du logiciel Lecteur Windows (Microsoft). Sont quantifiées les fautes sur zones ou les barres, la durée et le nombre de foulées lors de la réalisation de chaque obstacle et dans les intervalles entre les obstacles.

3.2.5. Mesures de la fréquence cardiaque

La mesure de la fréquence cardiaque a été effectuée dans le but :

- D'évaluer si un exercice régulier avec le Imoove-Vet® sur 6 semaines peut engendrer un travail cardiaque susceptible d'influer sur les capacités de récupération post-effort d'une part ;
- et de vérifier si toute contre-performance sur le parcours d'agility en début ou à la fin de l'étude ne serait pas liée à un déficit des capacités cardio-vasculaires, d'autre part.

Deux tests ont été réalisés, le premier est un test d'aptitude à l'effort réalisé en dehors du terrain d'agility ; le second est un test de récupération post-effort réalisé lors de l'évaluation sur le parcours d'agility.

- Test d'aptitude à l'effort (test de Ridgway adapté)

A notre connaissance, aucun test d'aptitude à l'effort n'est décrit ou validé chez le chien à l'heure actuelle. Nous avons adapté le test de mesure de « l'Indice de Récupération Cardiaque » (Cardiac Recovery Index, CRI) connu sous le nom de « test de Ridgway » chez le cheval (Ridgway, 1992).

-La fréquence cardiaque est prise au repos (Fc0), avant la course.

-Puis le chien parcourt 100 mètres avec son propriétaire au trot ou au petit galop en ligne droite (Dans le test original de Ridgway, le cheval parcourt 30 mètres).

-La fréquence cardiaque est de nouveau mesurée une minute après l'arrêt de la course (Fc1).

La fréquence cardiaque est relevée sur 15 secondes à l'aide d'un stéthoscope, puis multipliée par 4 pour l'obtenir en battement par minute.

Le test repose sur le calcul de l'Indice de Récupération Cardiaque (IRC) : $\Delta = Fc1 - Fc0$ (Tableau 5).

Plus le chien est performant du point de vue sportif, plus Fc1 est proche de Fc0.

Tableau V : Test de Ridgway.

Interprétation en fonction de la valeur de l'Indice de Récupération Cardiaque. (Ridgway, 1992)

Fc1 – Fc0 < 4% de la valeur de Fc0	Condition physique correcte (Bonne récupération)
Fc0 + 4% < Fc1 < Fc0 + 8%	Entrainement insuffisant.
Fc1 – Fc0 > 10%	Mauvaise condition physique, inapte à l'activité ou pathologie.

- Mesure de la fréquence cardiaque sur parcours d'agility :

Une première mesure est réalisée avant le passage sur le parcours d'agility. Ensuite, la Fréquence cardiaque est relevée à 1 minute puis 5 minutes après la fin du parcours (elle est mesurée sur 15 secondes à l'aide d'un stéthoscope puis convertie en battement par seconde en multipliant le nombre obtenu par 4). En fonction de l'état de motivation du chien et de la météo, les chiens réalisaient deux ou trois passages sur le parcours d'agility.

3.2.6. Evaluation par les propriétaires

Les propriétaires sont souvent très attentifs et observateurs de subtiles variations dans les performances, l'aspect physique et le comportement de leur chien (ZINK, 2013). Leur avis est précieux et permet de compléter l'évaluation et l'interprétation des résultats scientifiques. C'est pourquoi, un questionnaire a été distribué à chaque propriétaire de chien du groupe Imoove. Cette évaluation comporte quatre principales rubriques : le comportement hors terrain d'agility et hors situation d'exercice, le comportement sur terrain d'agility et en situation d'exercice, les performances en concours, et une appréciation globale après le cycle d'entraînement avec l'appareil. Un système de notation simple est proposé (Forte dégradation 0 pt - Légère dégradation 1 pt- Aucun changement 2 pts – légère amélioration 3 pts – Forte amélioration 4 points) de façon à pouvoir mettre en place un système de score permettant une comparaison (voir annexe 3). Les questionnaires sont à remplir un mois et trois mois après la fin du protocole. Ainsi, nous avons un suivi des performances du chien après le protocole : avis du propriétaire et résultats aux compétitions. Le questionnaire est identique pour les deux dates et permet de les comparer.

3.3. Analyse des résultats

Les résultats des évaluations finales (à 6 semaines, S6) sont comparés à ceux des évaluations initiales (J0), pour le groupe témoin, pour le groupe Imoove et entre les deux groupes. L'analyse statistique des résultats est basée essentiellement sur une comparaison des moyennes. Après vérification si les séries de résultats suivent une répartition selon la loi Normale (Test de Shapiro-Wilk), des tests paramétriques (Student) ou non paramétriques (Mann-Whitney ou Wilcoxon signé) sont appliqués. Les tests ont été réalisés à l'aide du logiciel R (R Core Team, Nouvelle Zélande). Le degré de significativité est fixé à $p < 0,05$.

3.4. Procédure (ou protocole) générale de l'étude

1) Evaluations initiales (« J0 »).

Les propriétaires, préalablement informés du principe et des objectifs de l'étude ainsi que des contraintes inhérentes au protocole, signent le formulaire de consentement éclairé.

Après un examen orthopédique global et transmission du questionnaire d'informations générales aux propriétaires, tous les chiens sont soumis aux différents tests d'évaluation :

- Mesures morphométriques (circonférences des segments des membres) ;
- Analyse biomécanique de la marche (GAITRite®) ;
- Test d'aptitude à l'effort (« Ridgway ») ;
- Evaluations sur terrain d'agility avec mesure de la fréquence cardiaque post-effort.

Pour des causes pratiques, de disponibilités des couples maîtres/chiens et de l'examineur, et pour limiter la pénibilité et la longueur de la séance pour les chiens, ces évaluations ont lieu généralement sur deux jours.

2) Entre S1 et S6 :

- Les chiens du groupe Imoove suivent le protocole d'exercice avec l'appareil Imoove-Vet® à raison de 2 à 3 séances par semaine sur 6 semaines.
- Les chiens du groupe témoin, ne suivent aucune séance de travail avec l'appareil.

3) Evaluations finales (« S6 »)

Tous les chiens sont soumis aux mêmes tests d'évaluations réalisés à J0.

Un questionnaire est transmis aux propriétaires des chiens du groupe Imoove et en deux exemplaires pour une évaluation à 1 mois puis 3 mois après l'étude.

4. Résultats

4.1. Déroulement général de l'étude

Tous les chiens recrutés initialement (19) ont suivi le protocole jusqu'au bout de l'étude. Tous ceux du groupe Imoove ce sont rapidement adaptés à l'exercice sur le plateau dynamique dès les premières séances. La grande majorité des chiens montrait même du plaisir et de l'entrain à réaliser l'exercice. Au fil des séances, il était nettement évident que les chiens devenaient de plus en plus entraînés et compétents et s'adaptaient progressivement à des valeurs de plus en plus élevées d'inclinaison et de vitesse de rotation du plateau, notamment lors d'adjonction des phases de travail en mode aléatoire.

Les protocoles pour chaque chien a été résumé tableau VI en trois principales étapes.

Tableau VI : Résumé des 3 principales étapes du protocole pour chaque chien.

	S1	S3	S6
TANGO	10 min A 10 à 30 V 10 à 30	15 min. (+ 2 min à V20/A20) V 20 à 50 A 20 à 50	30 min. (+ 2 min à V30/A30) A20/V20 à A70/V70 Mode aléatoires 3 et 4 (10 min)
TWITCH	10 puis 15 min A 10 à 60 V 10 à 50	20 min (+ 2 min à V30/A30) A 30 à 70 V 30 à 70	30 min (+ 2 min à V30/A30) A30/V30 à A80/V80 Modes aléatoires 3 et 4 (10 min)
AZOR	10 puis 15 min A 20 à 60 V 20 à 40	20 min (+ 2 min à V30/A30) A 30 à 70 V 30 à 70	30 min (+ 2 min à V30/A30) A30/V30 à A80/V80 Modes aléatoires 3 et 4 (10 min)
GOUACHE	10 puis 15 min A 10 à 60 V 10 à 40	20 min (+ 2 min à V30/A30) A 30 à 80 V 30 à 70	35 min (+ 2 min à V30/A30) A30/V30 à A80/V80 Modes aléatoires 3 puis 4 (15 min)
KALI	10 puis 15 min A 10 à 60 V 10 à 50	18 min (+ 2 min à V30/A30) A 30 à 70 V 30 à 70	27 min (+ 3 min à V30/A30) A 30 à 70 - V 30 à 70 Modes aléatoires 3, 4 et 5 (10 min)
MIETTE	15 min A 10 à 80 V 10 à 60	23 min (+ 2 min à V30/A30) A 30 à 70 V 30 à 70	30 min (+ 3 min à V30/A30) A 30 à 70 - V 30 à 70 Modes aléatoires 3, 4 (10 min)
CERISE	15 min A 10 à 80 V 10 à 60	23 min (+ 2 min à V30/A30) A 30 à 70 V 30 à 70	30 min (+ 3 min à V30/A30) A 30 à 80 - V 30 à 80 Modes aléatoires 3, 4 (10 min)
IKKI	15 min A 10 à 60 V 10 à 40	25 min A 30 à 90 V 30 à 80	42 Min (+ 3 min à V30/A30) A 30 à 100 - V 30 à 100 Modes aléatoires 3,4 et 5 (12 min)
END	10 min A 10 à 50 V 20	20 min A 20 à 70 V 30	30 min A 30 à 100 V 30 à 60
FAËNA	15 min A 10 à 70 V 10 à 40	25 min A 30 à 100 V 30 à 100	40min A 40 à 100 - V 40 à 100 Modes aléatoires 3,4 et 5 (12 min)
DIAM'S	10 min A 10 à 50 V 20	20 min A 20 à 70 V 30	30 min A 20 à 90 V 30 à 55

En fin de protocole, au cours des semaines 5 et 6, tous les chiens avaient atteint des niveaux élevés en termes d'intensité de travail atteignant des couples vitesse/amplitude de v80/a80 chez la majorité d'entre eux, même chez les chiens de petit format (comme Kali, v70/a70) ou débutants (comme Tango : v70/a70 ou Twitch : v80/v80). Les capacités maximales du plateau ont été atteints (v100/a100) avec des chiens très entraînés comme Diam's et Ikki.

Les séances accumulées sur 6 semaines ont été très bien tolérées et aucun accident ou affection inhérents à l'utilisation de l'appareil sont à signaler. Deux chiens ont présenté des

signes d'inconfort associés à des douleurs musculaires en début de la 5^{ème} semaine, Azor (contractures des muscles fémoraux caudaux aux deux postérieurs) et Cerise (tensions des mm. Iliopsoas et Sartorius bande crâniale associées à une dysfonction sacro-iliaque gauche). Ces gênes étaient apparues au cours ou à la suite de séances de travail intensif au cours du week-end précédant la séance avec l'Imoove-Vet®, et il n'est pas certain qu'elles soient directement liées aux séances de travail avec l'appareil. Traitées par une séance de thérapies manuelles, elles ne sont plus réapparues jusqu'à la fin de l'étude. Le chien Tango a montré également une légère boiterie de l'antérieur droit associée à de fortes contractures de l'épaule suite à des jeux violents avec des congénères au cours de la 2^{ème} semaine. Le problème s'est résolu avec les séances de travail avec le Imoove-Vet® (Voir partie résultats de l'évaluation biomécanique).

4.2. Mesure des circonférences des membres

Les périmètres des bras, avant-bras, cuisses et jambes ont été mesurés à J0 puis à S6 au moyen du ruban-mètre Gullick II®. L'ensemble des mesures sont présentées en annexes 4 et 5.

Pour chaque groupe, les valeurs obtenues à S6 par segment (côté gauche et droit) sont comparées à celles mesurées à J0, et les valeurs entre les deux groupes sont comparées à J0 pour chaque segment.

Toutes les séries de mesures ne suivent pas une répartition selon la loi Normale (tests de Shapiro-Wilks), de ce fait, nous avons recours aux tests statistiques non paramétriques pour la comparaison des moyennes.

-A J0, il n'existe aucune différence significative, pour chaque segment, entre les groupes Témoin, et Imoove.

- A S6, et pour tous les segments des membres des chiens du groupe Imoove, une augmentation significative du périmètre est mise en évidence comparativement aux valeurs mesurées à J0. Aucune différence n'est mise en évidence pour le groupe Témoin.

- La moyenne des différences entre les valeurs à S6 et J0 et le pourcentage de cette différence par rapport à la valeur à J0, sont significativement différentes et augmentées pour le groupe Imoove comparativement au groupe témoin pour tous les segments.

Ces résultats sont résumés dans les tableaux VII et VIII.

Tableau VII : Comparaison des périmètres des différents segments.

	Avant-bras	Bras	Jambe	Cuisse
Gr Témoin J0	14,5 ± 1,2 cm	19,1 ± 1,9 cm	17,4 ± 1,5 cm	31,5 ± 2,6 cm
Gr Témoin S6	14,4 ± 1,2 cm	19,1 ± 1,7 cm	17,1 ± 1,3 cm	31,5 ± 2,3 cm
<i>p</i> -value (Test de Wilcoxon)	<i>p</i> = 0,409	<i>p</i> = 0,454	<i>p</i> = 0,025	<i>P</i> = 0,875
Gr Imoove J0	14,6 ± 2,4 cm	18,9 ± 3,8 cm	17,1 ± 2,5 cm	31,6 ± 6,2 cm
Gr Imoove S6	15,0 ± 2,3 cm	19,8 ± 3,7 cm	17,4 ± 2,4 cm	33,0 ± 5,9 cm
<i>p</i> -value (Test de Wilcoxon)	<i>p</i> = 0,001	<i>p</i> < 0,001	<i>p</i> = 0,021	<i>p</i> < 0,001
Comparaison à J0 entre Gr Témoin et Gr Imoove – Test de Mann-Whitney	<i>p</i> = 0,507	<i>p</i> = 0,882	<i>p</i> = 0,595	<i>p</i> = 0,544

Dernière ligne du tableau : comparaison des valeurs à J0 entre les deux groupes. Différence significative si $p < 0,05$.

Tableau VIII : Comparaison des différences pour chaque segment.

	Avant-bras		Bras		Jambe		Cuisse	
	Différence (cm)	%	Différence (cm)	%	Différence (cm)	%	Différence (cm)	%
Gr Imoove	0,4 (± 0,4)	2,5 (± 3,6)	1,1 (± 1,3)	6,2 (± 7,6)	0,3 (± 1,9)	1,9 (± 3,2)	1,4 (± 1)	4,9 (± 3,8)
Gr Témoin	-0,07 (± 0,3)	-0,48 (± 1,9)	- 0,1 (± 0,4)	- 0,2 (± 2,1)	-0,3 (± 0,6)	-1,6 (± 3,6)	0,0 (± 0,5)	0,1 (± 1,7)
P-value (Test de Mann- Withney)	<i>p</i> = 0,002		<i>p</i> < 0,0001		<i>p</i> = 0,001		<i>p</i> < 0,0001	

Différence : Moyenne (± écart-type) des différences entre les valeurs à S6 et les valeurs à J0
- % : Pourcentage moyen (± écart-type) des différences par rapport à la valeur initiale à J0 -
Différence significative si $p \leq 0,05$.

Les segments proximaux, les bras et les cuisses, montrent les augmentations moyennes les plus notables : plus de 1 cm pour le bras, et proche de 1,5 cm pour les cuisses, soit un pourcentage moyen d'augmentation d'environ + 5% par rapport à J0.

Les augmentations globales (moyennes pour tous les segments) sont constatées chez les chiens pratiquant des compétitions internationales, End (+ 8,5%), Diam's (+6,5%) et Faena (3,8%), puis chez les compétiteurs en agility ou autres disciplines comme Azor (+ 3 %) ou Cerise (+3,2%).

En résumé concernant les mesures morphométriques :

- **Augmentation significative des périmètres pour tous les segments pour le groupe Imoove**
- **Aucun changement pour le groupe témoin**

4.3. Evaluation biomécanique de la locomotion

Les chiens des deux groupes ont été évalués à J0 et à S6 au moyen du système d'analyse de la marche GAITERite®. L'ensemble des paramètres spatio-temporels mesurés et calculés sont présentés en annexes 6 pour chaque chien. Les données du chien Bakari du groupe témoin n'ont pu être enregistrées à S6 du fait d'un problème technique. Il ne sera donc pas tenu compte des résultats de ce chien pour l'évaluation biomécanique.

4.3.1. Vitesse d'examen

Les vitesses moyennes de passage sur le tapis sont présentées dans le tableau IX.

Tableau IX : Vitesses des passages sur le tapis GAITERite® lors des évaluations.

Comparaison entre J0 et S6 pour les deux groupes.

Groupe IMOOVE			Groupe TEMOIN		
	Vitesse à J0 (km/h)	Vitesse à S6 (Km/h)		Vitesse à J0 (km/h)	Vitesse à S6 (Km/h)
Azor	2,29	2,25	Leika	3,6	3,5
Cerise	1,60	1,59	Pixie	3,3	3,2
Diam's	2,46	2,52	Ivy	1,9	1,9
Faena	2,39	2,38	Okami	2,7	2,7
Gouache	2,07	2,05	Choco	3,9	4,0
Ikki	3,96	3,92	Loki	2,3	2,4
Miette	1,63	1,66	Indiana	2,1	2,0
Tango	3,48	3,44	Moyenne	2,8	2,8
End	2,34	2,44	Ecart-Type	0,8	0,8
Kali	2,55	2,52			
Twitch	2,24	2,20			
Moyenne	2,46	2,45			
Ecart-Type	0,7	0,7			

D'une part, les moyennes des vitesses de passage ne montrent aucune différence entre J0 et S6 et, d'autre part, pris individuellement, aucun chien ne montre une différence de passage supérieure de 5% en valeur absolue d'autre part.

Le nombre moyen de foulées analysées est de 15 à J0 et de 16 à S6 pour le groupe témoin, et de 18 à J0 et de 20 à S6 pour le groupe Imoove.

4.3.2. Analyse globale : effet sur les irrégularités et les asymétries de la démarche

Cette première analyse qualitative se base sur l'étude chien par chien des paramètres qui reflètent la qualité de la démarche de façon à identifier des asymétries et reports de charge, et leur évolution à S6. Nous nous intéressons plus particulièrement aux indices de symétrie (ratios) des paramètres présentés dans le chapitre « matériel et méthodes » ainsi qu'à la répartition relative des charges entre les 4 membres (%Pmax et %Fmax).

Les résultats des analyses sont présentés sous formes de tableaux (X, XI pour le groupe témoin et XII pour le groupe Imoove). Le tableau X compare de façon synthétique les résultats des deux groupes.

- 2 chiens du groupe témoin (Loki et Leika) et un chien du groupe Imoove (Faëna) ne montrent aucune asymétrie de la démarche à J0 ni à S6.

- 7 chiens sur 10, soit plus du deux-tiers des chiens du groupe Imoove montrent une amélioration ou une correction posturale notables à S6. Cette amélioration n'est retrouvée que chez 1 chien sur 7 du groupe témoin, soit moins d'un cinquième.

Tableau X : Synthèse pour les groupes Imoove et Témoin.

Présence d'asymétrie de la démarche avec report de charges, et évolution entre J0 et S6.

	Aucune asymétrie ou report de charge à J0 - Aucune modification à S6	Asymétrie, report de charge notables à J0 Accentuation ou aggravation à S6	Asymétrie, report de charge notables à J0 Pas de modification notable à S6	Asymétrie, report de charge notables à J0 Correction incomplète ou légères améliorations à S6	Asymétrie, report de charge notables à J0 Correction totale ou améliorations notables à S6
Groupe témoin	2 chiens Loki, Leika	2 chiens Indiana, Pixie	2 chiens Okami, choco	1 chien Ivy	
Groupe Imoove	1 chien Faena	2 chiens Ikki, End	1 chien Miette	3 chiens Azor, Twitch, Diam's,	4 chiens Cerise, Tango, Kali, Gouache

Dans la quasi-totalité des cas des deux groupes où il a été mis en évidence des modifications de répartition des charges, ces dernières concernent le rapport antérieurs/postérieurs. Ce rapport est corrigé chez 7 chiens sur 10 du groupe Imoove et chez 1 chien sur 5 du groupe témoin.

Les exemples de ces corrections posturales chez les chiens Tango, Cerise et Gouache du groupe Imoove qui montraient à J0 une démarche asymétrique (associée à une boiterie pour Tango) avec des modifications importantes de la répartition des charges et des indices de symétrie sont schématisés dans les figures 51, 52 et 53.

Tableau XI : Analyse qualitative de la locomotion (groupe témoin).

Chien	J0	S6
Leika	Tous les paramètres sont dans les limites normales – Aucune asymétrie	Tous les paramètres sont dans les limites normales – Aucune asymétrie
Loki	Tous les paramètres sont dans les limites normales – Aucune asymétrie	Tous les paramètres sont dans les limites normales – Aucune asymétrie
Ivy	- A/P légèrement augmentée pour Pmax (1,57) Nc (1,37) et Fmax (2,15) ; - PG/PD diminué pour Nc (0,91) → surface d'appui et Fmax plus faibles pour le PG ⇒ Asymétrie PG et report de charge sur les antérieurs	- A/P dans les limites des valeurs normales - PG/PD légèrement augmenté pour Pmax (1,06), Nc (1,06) et Fmax (1,13) → Pmax et Fmax plus faibles pour le PD ⇒ Correction rapport Ant/Post Légère asymétrie du PD
Choco	- A/P augmentée pour la DPA (1,21), la Pmax (1,63), le Nc (1,45) et Fmax (2,36) - PG/PD : diminuée pour la vitesse, longueur de foulée et Pmax (0,94) ⇒ Asymétrie PG et report de charge sur les antérieurs	- A/P dans les limites supérieures pour la DPA, la Pmax (1,57), mais toujours augmentées pour Nc(1,44) et Fmax (2,26) - PG/PD vitesse et longueur de foulée plus faibles pour PG – Pmax dans l'intervalle des valeurs normales ⇒ Report de charge sur les antérieurs -
Okami	- A/P augmentée pour la DPA (1,19), Pmax (1,63), Nc (1,43) et Fmax (2,42).- - Discrète asymétrie Postérieure (%Pmax et %Fmax du PG légèrement inférieurs que le PD) mais ratios dans les limites normales ⇒ Report de charge sur les antérieurs	- A/P augmentée pour la Pmax, Nc et Fmax Et dans les limites supérieures des valeurs normales pour DPA (1,19) ⇒ Idem qu'à J0 : Report de charge sur les antérieurs
Pixie	- A/P augmentée pour DPA (1,26), Nc (1,45), Fmax (2,21). - AG/AD augmentée pour Pmax (1,09) et Fmax (1,11) → pression et force exercées par AD plus faibles - PG/PD diminuée pour Nc (0,89) et Fmax (0,86) → Fmax plus faible pour le PG - DiagG/DiagD augmenté pour Pmax (1,07) Nc et Fmax 1,14) ⇒ Asymétrie du diagonal PG –AD (AD surtout irrégulier avec report de charge surtout sur l'AG	- A/P accentuation de l'augmentation pour tous les paramètres – Report de charge important sur les antérieurs - AG/AD dans les limites normales - PG/PD augmentée pour Nc et Fmax → surface d'appui et force exercée plus faibles pour le PD - DiagG/DiagD dans les limites des valeurs normales ⇒ réduction de l'asymétrie droite/gauche et diagonale, mais accentuation du report de charge sur les antérieurs.
Indiana	- A/P très augmentée pour Pmax (1,75), Nc (1,75) et Fmax (2,56) - PG/PD diminuée pour vitesse et longueur de la foulée (0,90), Pmax (0,94), et Fmax (0,91) ; %Fmax et %Pmax du PG diminuées par rapport au PD → Asymétrie PG avec fort report de charge sur les antérieurs	- A/P accentuation de l'augmentation pour tous les paramètres (Pmax : 1,94, Nc 1,73, Fmax 3,35) - Forte asymétrie avec diminution des rapports G/D et AG/AD pour Nc et Fmax (< 0,90). - PG/PD dans les limites des valeurs normales pour tous les paramètres. - DiagG/DiagD diminué pour Nc (0,93) et Fmax (0,89) → Asymétrie du diagonal gauche accentuée avec report de charge surtout sur l'antérieur droit

DPA = Durée de la Phase d'appui – % Pmax = Pression maximale d'appui relative – Nc = Nombre de capteurs activés – % Fmax = Force maximale relative exercée par le membre – Intervalles des valeurs normales : ratios G/D, PG/PD ; AG/AD, DiagG/DiagD= [0,95 – 1,05] pour tous les paramètres sauf pour Fmax = [0,90 – 1,10]. Ratios A/P : DPA [1 – 1,2] ; Pmax [1,33 – 1,61] ; Nc [1,25-1,35] ; Fmax [1,90 – 2,10]

Tableau XII (a) : Analyse qualitative de la locomotion (groupe Imoove).

Chien	J0	S6
TANGO	<p>- A/P dans les limites supérieures des valeurs normales</p> <p>- AG/AD fortement augmenté pour Pmax (1,21), Nc (1,12), Fmax (1,33)</p> <p>- %Pmax et %Fmax de l'AD diminuées.</p> <p>- PG/PD très augmenté pour Pmax (1,25), Nc (1,21) et Fmax (1,51). %Pmax et %Fmax très diminués.</p> <p>- Diag G/Diag Dr diminué pour la DPA (0,92)</p> <p>⇒ Forte asymétrie du bipède droit associée à une boiterie de l'AD – Report de charge vers PG et AG</p>	<p>- A/P dans les limites supérieures des valeurs normales pour Nc (1,35) et Fmax (2,11), augmentée pour DPA (1,35)</p> <p>- Tous les autres ratios (G/D ; AG/AD ; PG/PD ; DiagG/DiagD sont dans les intervalles des valeurs normales. Rééquilibrage de la répartition des %Pmax et %Fmax</p> <p>⇒ Correction de toutes les asymétries, réduction de la boiterie de l'AD</p>
Cerise	<p>- A/P Forte diminution de Pmax (1,19), Nc (1,03), Fmax (1,25) ⇒ report de charge important vers les postérieurs .</p> <p>- G/D : forte diminution de la DPA (0,93), Pmax (0,86), Fmax (0,75)</p> <p>- AG/AD fortement diminuée pour longueur de la foulée (0,80), Pmax (0,82), Fmax (1,63) – %Pmax et %Fmax de l'AG diminués par rapport à l'AD. .</p> <p>- PG/PD très diminué pour DPA et Pmax (0,90),</p> <p>- DiagG/Diag diminué pour Pmax, Fmax, Nc, longueur de foulée.</p> <p>⇒ Forte asymétrie du bipède gauche en rapport à une irrégularité de l'AG. Report de charge important sur les AD et PD. Pas de compensation</p>	<p>- A/P augmentation jusqu'aux valeurs supérieures (Pmax 1,60) ou plus grandes (Nc 1,46), Fmax (2,34)</p> <p>- G/D : forte diminution de la DPA (0,93), Pmax (0,86), Fmax (0,75)</p> <p>- G/D, AG/AD, PG/PD et DiagG/DiagD : retour dans les limites de valeurs normales</p> <p>⇒ Correction de toutes les asymétries. Chez les chiens de petites races, la répartition du poids (donc des %Pmax et de %Fmax) est souvent plus importante sur les antérieurs par rapport aux valeurs usuelles</p>
Kali	<p>- A/P augmentée pour DPA (1,26), Pmax (1,73), Nc (1,46) et Fmax (2,51)</p> <p>- AG/AD légèrement augmentée pour Pmax (1,06)</p> <p>- PG/PD légèrement diminué pour Pmax (0,94) et à la limite inférieure pour Fmax (0,91) → %Pmax et %Fmax diminuées pour le PG par rapport à PD</p> <p>⇒ Asymétrie du diagonal PG – AD et report de charge sur les antérieurs surtout sur l'AG</p>	<p>- A/P diminuées par rapport à J0 mais restent juste au dessus des limites supérieures des valeurs usuelles (Pmax 1,62 ; Nc 1,44, Fmax 2,33) qui peuvent être élevées chez les petites races.</p> <p>- AG/AD limites inférieures des valeurs usuelles Pmax 0,95, Fmax 0,90</p> <p>- PG/PD dans les limites des valeurs normales. %Pmax et %Fmax du Pg augmentées.</p> <p>⇒ Correction du rapport Ant/Post et de l'asymétrie du diagonal PG-AD ; rééquilibrage des charges entre AG et AD et entre PG :PD</p>
Gouache	<p>- A/P légèrement augmentée pour la Pmax (1,59), le Nc (1,36) et Fmax (2,17)</p> <p>- PG/PD : à la limite inférieure des valeurs normales, Pmax (0,95) et Fmax (0,91)</p> <p>⇒ Légère asymétrie Postérieure (PG) avec Report de charge sur les antérieurs, surtout l'AD</p>	<p>- A/P pas de changement par rapport à J0</p> <p>- PG/PD dans les limites des valeurs normales</p> <p>⇒ Correction de l'asymétrie postérieure (PG) et rééquilibrage de la répartition des %Pmax et %Fmax entre AG et AD et entre PG et PD</p>

DPA = Durée de la Phase d'appui – % Pmax = Pression maximale d'appui relative – Nc = Nombre de capteurs activés – % Fmax = Force maximale relative exercée par le membre – **Intervalles des valeurs normales** : ratios G/D, PG/PD ; AG/AD, DiagG/DiagD= [0,95 – 1,05] pour tous les paramètres sauf pour Fmax = [0,90 – 1,10]. Ratios A/P : DPA [1 – 1,2] ; Pmax [1,33 – 1,61] ; Nc [1,25-1,35] ; Fmax [1,90 – 2,10]

Tableau XIIIb : Analyse qualitative de la locomotion (groupe Imoove, 2^{ème} partie).

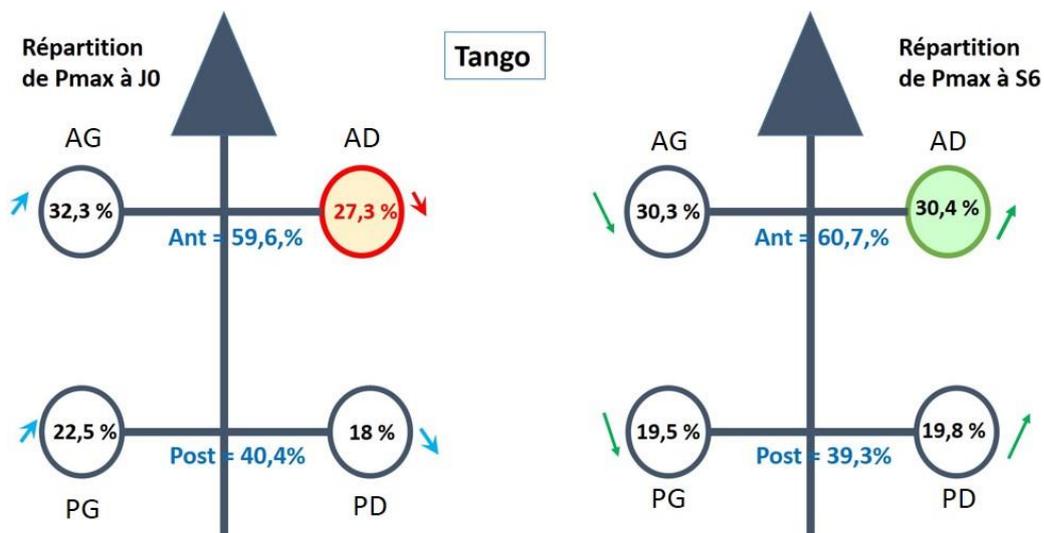
Chien	J0	S6
Twitch	<p>- A/Plégèrement augmentée, pour la Pmax (1,57), Nc (1,39) et Fmax (2,21).- - AG/AD légèrement augmentéePmax (1,07), Nc (1,07) et Fmax (1,12) → diminution %Pmax et %Fmax de AD - DiagG/Diag D légèrement augmenté pour Pmax (1,06) et Fmax (1,10) ⇒ Report de charge sur les antérieurs et légère asymétrie PG-AD</p>	<p>- A/PPas de changement par rapport à J0 - AG/ADPmax dans les limites normales (1,03), Fmax à la limite supérieure (1,12) - Autres ratios dans les limites des valeurs normales ⇒ Correction de l'asymétrie PG/AD . Pas de modification du rapport A/P</p>
Azor	<p>- A/P augmentée pour Pmax (1,67), Nc (1,41), Fmax (2,37). - discrètes asymétries G/D, AG/AD et PG/PD concernant longueur de foulée et vitesse mais pas les paramètres cinétiques, en rapport avec biais de passage sur tapis. ⇒ Report de charge important sur les antérieurs</p>	<p>- A/P dans l'intervalle des valeurs normales (Pmax 1,58 ; Nc 1,33, Fmax 2,09) - AG/AD dans les limites normales - PG/PD limite supérieures pour Nc(1,08) et Fmax(1,11) → PD appuie moins bien (biais de passage ?) ⇒ Correction du report exagéré des charges sur les antérieurs</p>
Diam's	<p>- A/P augmentée pou DPA (1,12) Pmax (1,63), Nc (1,32) et Fmax (2,14) - AG/AD Pmax augmentée (1,08), %Pmax et %Fmax de l'AD < AG - PG/PD légère asymétrie de la longueur de foulée (PG > PD) mais paramètres cinétiques normaux → Surcharge des antérieurs, légère asymétrie/irrégularité de l'AD</p>	<p>- A/P dans l'intervalle des valeurs normales Pmax : 1,55, Nc 1,33, Fmax 2,07) - AG/AD accentuation asymétrie Pmax (1,10) et Fmax (1,13) - PG/PD dans l'intervalle des valeurs normales. - DiagG/DiagD à la limite supérieure pour Fmax (1,09) → Correction de l'équilibre des charges Antérieurs/postérieurs et augmentation de la mise en charge des postérieurs. Persistance d'une asymétrie de l'AD</p>
Faëna	<p>-A/P diminué (?) pour Pmax(1,29), Nc(1,23) et Fmax (1,6) Les autres ratios sont dans les limites des valeurs normales → Report de charge sur les postérieurs qui ont des %Pmax (43,6%) et %Fmax (38%) élevés. Pas d'asymétrie. (Inhérent à la race chez ce berger australien ?)</p>	<p>- A/P diminué (?) pour Pmax(1,11), Nc(0,99) et Fmax (1,10) - Les autres ratios sont dans les limites des valeurs normales → Même report de charge sur les postérieurs accentué pour Fmax (42,7%). Pas d'asymétrie (Caractéristique de race chez ce berger australien ?)</p>
Miette	<p>-A/P dans les limites inférieures des valeurs normales avec léger report de charges sur les postérieurs (%Pmax 42% ; %Fmax 35%) - PG/PD discrète asymétrie, Pmax = 0,94 → tendance à report de charge sur les postérieurs (race ?). discrète asymétrie du PG</p>	<p>- A/P idem J0 avec léger équilibrage des Pmax (%Pmax des postérieurs = 41%) - AG/AD à la limite inférieure Pour Pmax (0,96) et légèrement diminué pour Fmax(0,87) – Pmax et Fmax légèrement dimoinués pour l'AG → Léger rééquilibrage du report de charge sur les postérieurs. Légère asymétrie AG</p>

DPA = Durée de la Phase d'appui – % Pmax = Pression maximale d'appui relative – Nc = Nombre de capteurs activés – % Fmax = Force maximale relative exercée par le membre – Intervalles des valeurs normales : ratios G/D, PG/PD ; AG/AD, DiagG/DiagD= [0,95 – 1,05] pour tous les paramètres sauf pour Fmax = [0,90 – 1,10]. Ratios A/P : DPA [1 – 1,2] ; Pmax [1,33 – 1,61] ; Nc [1,25-1,35] ; Fmax [1,90 – 2,10]

Tableau XIIIc : Analyse qualitative de la locomotion (groupe Imoove, 3^{ème} partie).

Chien	J0	S6
End	<ul style="list-style-type: none"> - A/P diminué pour Pmax(1,22), Nc(1,25) et Fmax(1,52) - PG/PD fortement diminué pour Pmax(0,92), Nc(0,87) et Fmax(0,79) - DiagG/DiagD a la limite supérieure de la normale pour Nc et Fmax (1,10) →Report important de charge sur les postérieurs qui ont des %Fmax (39,7) et %Pmax (45%) élevés (caractéristique de race ??) – Forte asymétrie postérieure, PG avec Pmax et Fmax diminuées par rapport au PD 	<ul style="list-style-type: none"> - A/P augmenté par rapport à J0 Pmax(1,33), Nc(1,34) et Fmax(1,74). - Asymétrie G/D marquée DPA (0,88), Nc(0,92), Pmax (0,90), Fmax(0,83) - AG/AD diminué pour Nc(0,90) et Fmax(0,88). Fmax et Pmax de l'AG plus faibles que celles de l'AD - PG/PD fortement diminué pour DPA (0,74), Pmax (0,84), et Fmax (0,79) - DiagG/DiagD a la limite supérieure de la normale pour Nc et Fmax (1,10) →léger rééquilibrage du report de charge sur les postérieurs mais accentuation de l'asymétrie du bipède gauche. Pmax et Fmax des AG et PG fortement diminuées.
Ikki (c)	<ul style="list-style-type: none"> - A/P DPA dans les limites supérieures des valeurs normales (1,19) - PG/PD légèrement diminué pour la longueur de foulée (0,94), Pmax(0,94), Fmax(0,90) →Légère asymétrie postérieure. PG avec %Pmax diminué. 	<ul style="list-style-type: none"> - A/P DPA (1,15), et légèrement augmenté pour Nc (1,38) et Fmax (2,11) - PG/PD fortement diminué pour Pmax (0,87), et Fmax (0,82). %Pmax et %Fmax du PG diminués. - DiagG/DiagD augmenté pour Pmax (1,07) et Fmax (1,10) →Asymétrie postérieure accentuée, Pmax et Fmax du PG plus faibles

DPA = Durée de la Phase d'appui – % Pmax = Pression maximale d'appui relative – Nc = Nombre de capteurs activés – % Fmax = Force maximale relative exercée par le membre – **Intervalle des valeurs normales :** ratios G/D, PG/PD ; AG/AD, DiagG/DiagD= [0,95 – 1,05] pour tous les paramètres sauf pour Fmax = [0,90 – 1,10]. Ratios A/P : DPA [1 – 1,2] ; Pmax [1,33 – 1,61] ; Nc [1,25-1,35] ; Fmax [1,90 – 2,10]



Ratios de la Pmax à J0

A/P	G/D	AG/AD	PG/PD	DiagG/ DiagD
1,47	1,21	1,19	1,25	1,01

Ratios de la Pmax à S6

A/P	G/D	AG/AD	PG/PD	DiagG/ DiagD
1,60	0,95	0,95	0,96	0,98

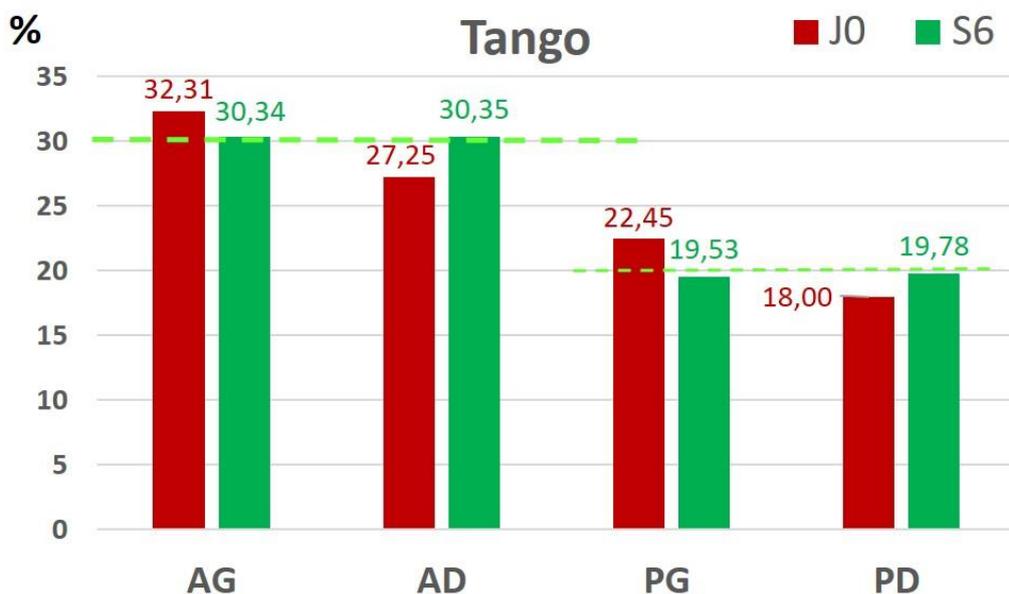
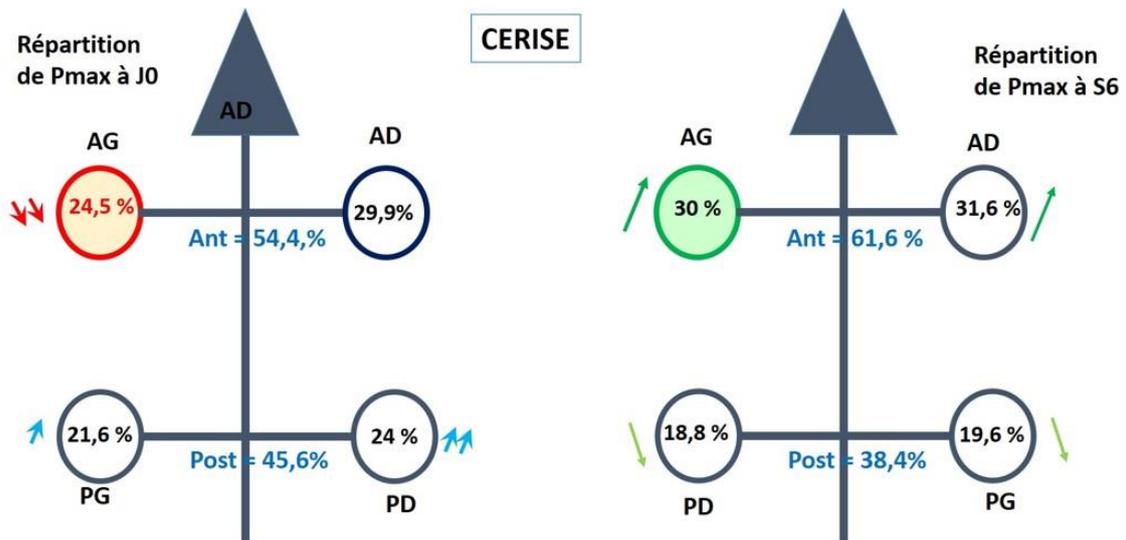


Figure 50 : Evolution de la démarche chez le chien TANGO (groupe Imoove).

Evolution de la Pmax relative (%Pmax). La répartition normale est de 60% sur les membres thoraciques et 40% sur les membres pelviens. En haut, schématisation de la répartition de la Pmax sur les 4 membres. A J0, Tango montre une forte irrégularité de l'AD qui se traduit par une forte chute de sa %Pmax. Elle s'accompagne d'une diminution de la mise en charge du PD et un report de charge sur le bipède gauche. A S6, la boiterie a régressé et on note un rééquilibrage de la répartition des Pmax sur les 4 membres.



Ratios de la Pmax à J0

A/P	G/D	AG/AD	PG/PD	DiagG/ DiagD
1,19	0,86	0,82	0,90	0,94

Ratios de la Pmax à S6

A/P	G/D	AG/AD	PG/PD	DiagG/ DiagD
1,60	0,95	0,95	0,96	1,60

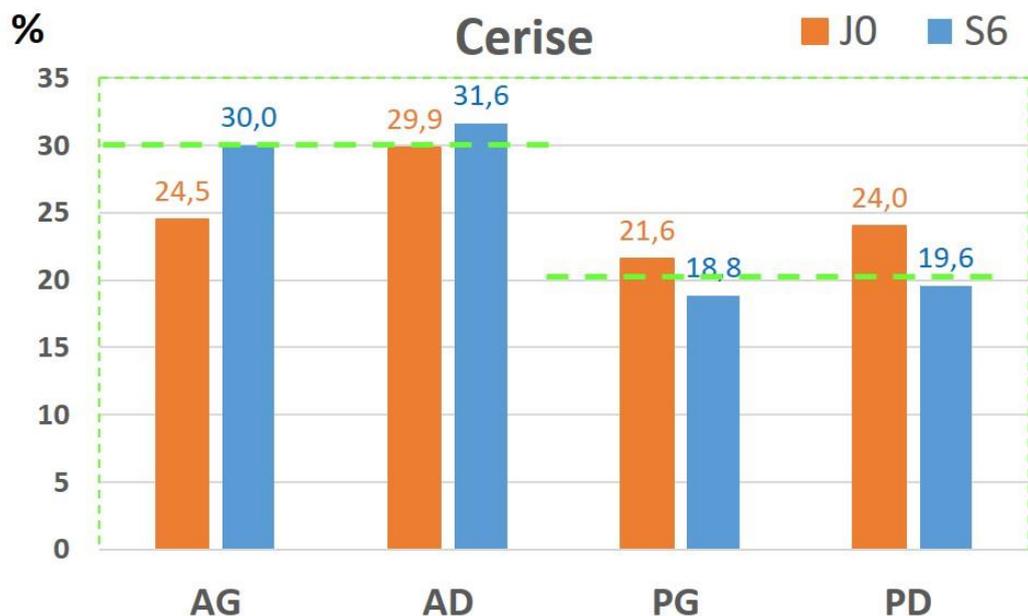


Figure 51 : Evolution de de la démarche chez la chienne CERISE (groupe Imoove).

Evolution de la Pmax relative (%Pmax). La répartition normale est de 60% sur les membre thoraciques et 40% sur les membres pelviens. En haut, schématisation de la répartition de la Pmax sur les 4 membres. A J0, Cerise montre une forte asymétrie antérieure avec diminution sévère de la Pmax de l'AG et report de charge surtout sur les deux postérieurs (%Pmax = 45,5%). A S6, on observe un rééquilibrage de la répartition des charges sur les 4 membres, et une normalisation de tous les ratios, notamment A/P.

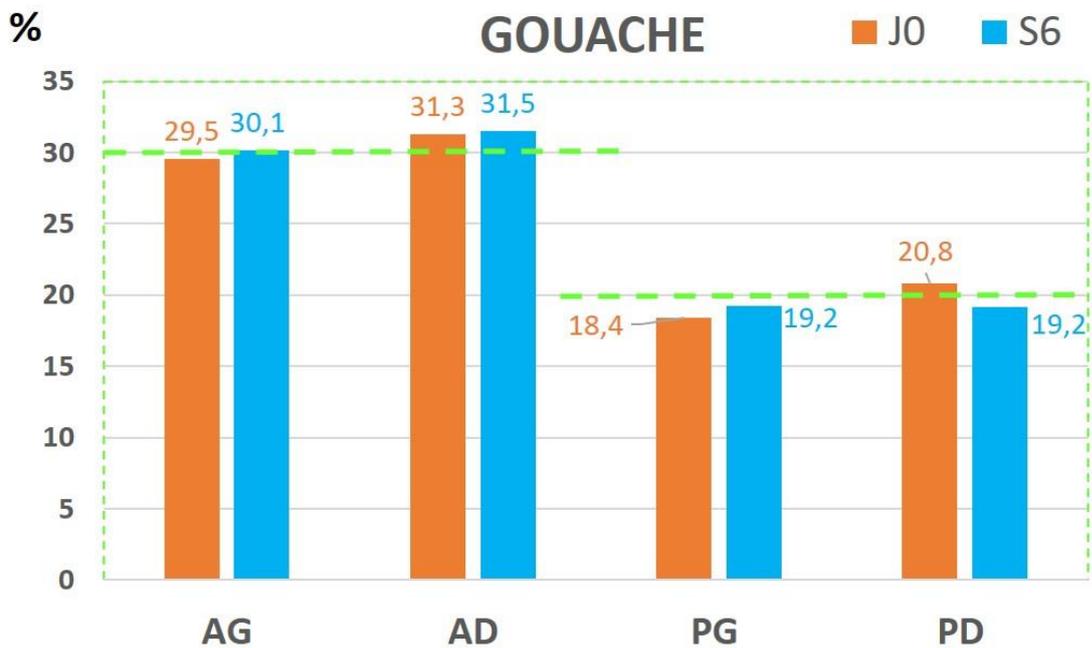
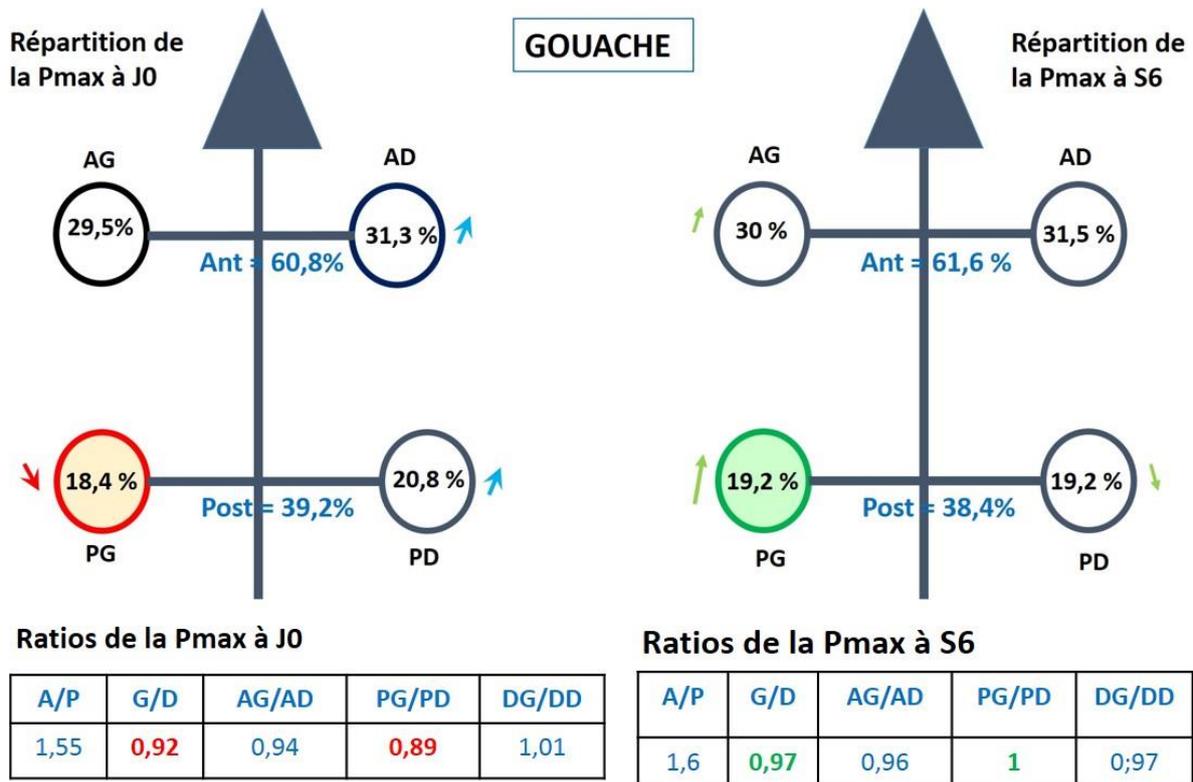


Figure 52 : Evolution de la démarche chez la chienne GOUACHE (groupe Imoove).

Evolution de la Pmax relative (%Pmax). La répartition normale est de 60% sur les membre thoraciques et 40% sur les membres pelviens. En haut, schématisation de la répartition de la Pmax sur les 4 membres. A J0, Gouache montre une asymétrie postérieure avec diminution de la Pmax du PG et report de charge vers le bipède droit, surtout le PD. A S6, l'asymétrie a disparue, la %Pmax du PG est augmentée et la répartition des charges sur les 4 membres est rééquilibrée, avec une normalisation de tous les ratios.

4.3.3. Pression maximale d'appui et Force maximale

La pression maximale d'appui (Pmax) et le nombre de capteurs activés (Nc) sont enregistrés lors du passage du chien. La force maximale appliquée par chaque membre est évaluée en multipliant la Pmax par Nc et par la surface de chaque capteur qui est une constante ($k = 12,7 \text{ mm}^2$). Donc le produit Pmax. Nc permet d'évaluer la Fmax.

Les vitesses de passage à J0 et à S6 étant pratiquement équivalentes, il nous est possible de comparer les valeurs brutes de Pmax et de Fmax.

Une première analyse par approche globale et comparaison des moyennes par groupe est réalisée. Les sommes des Pmax et des Fmax des 4 membres, des membres thoraciques et des membres pelviens sont comparées (tableaux XIII et XIV).

- **Le groupe témoin ne montre aucune différence entre J0 et S6.** Voire, les moyennes globales paraissent même en très légère baisse.

- **Pour le groupe Imoove, la Pmax et la Fmax montrent à S6, et dans tous les cas, une légère augmentation, de 2,8 à 2,9% et de 5 à 5,5% respectivement, de leur valeur à J0.**

- Toutefois ses différences ne s'avèrent pas statistiquement significatives aux tests de comparaisons des moyennes.

Une seconde approche est réalisée en tenant compte des résultats individuels de chaque chien. En considérant significative une modification de $\pm 5\%$ par rapport à la valeur initiale il ressort que (Tableau XV) :

- Dans le groupe Imoove, 8 chiens sur 11 (soit environ 73%) montrent une augmentation de leur Pmax et de leur Fmax. Cette augmentation est de plus de 5% pour 5 chiens concernant la Pmax, et pour 6 chiens concernant la Fmax (soit environ 55%).

- Dans le groupe témoin 3 chiens sur 7 (soit environ 43 %) ont une augmentation de la Pmax et de Fmax, avec une différence de plus de 5% concernant deux chiens (soit 28%).

Tableau XIII : Résultats de la pression maximale d'appui (Pmax).

	Somme des Pmax	Somme des Pmax des Antérieurs	Somme des Pmax des Postérieurs
Gr Témoin J0	140,03 ± 27,9	86 ± 15,6	54,06 ± 10,5
Gr Témoin S6	139,2 ± 30,5	85 ± 18	53,6 ± 13
Pourcentage de différence (%)	-0,75 (± 6,6)	-0,38 (±5,8)	- 1,9 (±8,9)
<i>P value – Test de Wilcoxon signé</i>	<i>p = 0,938</i>	<i>p = 0,938</i>	<i>p = 0,938</i>
Gr Imoove J0	129,31 ± 52,1	77,27 ± 31,8	52,04 ± 20,57
Gr Imoove S6	131,74 ± 51,9	78,9 ± 32,6	52,80 ± 19,7
Pourcentage de différence (%)	+ 2,8 (± 6,1)	+ 2,9 (± 9,9)	+ 2,86 (±8,6)
<i>P value – Test de Wilcoxon signé</i>	<i>P = 0,278</i>	<i>P = 0,365</i>	<i>P = 0,520</i>

Tableau XIV : Résultats de la force maximale (Fmax).

	Somme des Fmax	Somme des Fmax des Antérieurs	Somme des Fmax des Postérieurs
Gr Témoin J0	1717 ± 560	1190±396	527± 163
Gr Témoin S6	1713±609	1188±407	525±213
Pourcentage de différence (%)	-0,55 (±10,3)	-0,17 (± 9,06)	- 1,68 (± 15,9)
<i>P value – Test de Wilcoxon signé</i>	<i>p = 0,938</i>	<i>p = 0,813</i>	<i>p = 0,938</i>
Gr Imoove J0	1676 ± 1093	1114,53 ± 731	561 ± 365
Gr Imoove S6	1720 ± 1131	1148 ± 777	571 ± 860
Pourcentage de différence (%)	+ 5% (± 9,4)	+ 5,24 % (±15,9)	+ 5,53 (±18,6)
<i>P value – Test de Wilcoxon signé</i>	<i>p = 0,278</i>	<i>p = 0,520</i>	<i>p = 0,638</i>

Tableau XV : Evolutions de la pression maximale d'appui.

	Pmax à S6 diminuée de \geq 5% de sa valeur à J0	Pmax à S6 diminuée de < 5% sa valeur à J0	Pmax à S6 égale à Pmax à J0 (\pm 1%)	Pmax à S6 augmentée de < 5% sa valeur à J0	Pmax à S6 augmentée de \geq 5% sa valeur à J0
Gr Témoin	2 chiens : Indiana et Okami	1 chien : Loki	1 chien : Choco	1 chien : Pixie	2 chiens : leika ; Ivy
Gr Imoove	1 chien : Twitch	2 chiens : Faena et Gouache	-	3 chiens : Azor, Ikki, End	5 chiens : Cerise, Miette, Kali, Diam's, Tango

4.3.4. Longueur de la foulée

La longueur moyenne des foulées de 4 membres est calculée et comparée à J0 et S6. Aucune différence significative n'est mise en évidence (Tableau XVI).

Tableau XVI : Comparaison de la variation de la longueur moyenne de la foulée.

Longueur moyenne de la foulée (cm)	J0	S6	Moyenne des différences	Pourcentage de différence S6-J0 (%)	P value (Test de Wilcoxon)
Groupe Témoin	40,8 \pm 5,8	41,4 \pm 6,1	<i>0,57 \pm 0,7</i>	<i>1,37 (\pm2,6)</i>	<i>0,147</i>
Groupe Imoove	37,33 \pm 8,2	37,83 \pm 8,3	<i>0,50 \pm 0,9</i>	<i>1,35 (\pm1,8)</i>	<i>0,063</i>

En résumé concernant l'analyse biomécanique de la marche :

- Correction ou ré-équilibrage de la répartition des charges sur les 4 membres chez la grande majorité des chiens du groupe Imoove.
- Tendance à l'augmentation de la Pmax et de la Fmax des chiens du groupe Imoove, et pas chez le groupe témoin. Toutefois, cette augmentation n'est pas statistiquement significative.

4.4. Mesure de la fréquence cardiaque

L'ensemble des résultats des mesures des fréquences cardiaques sont présentées en annexe 7 et 8.

4.4.1. Test de Ridgway

Les écarts entre les fréquences cardiaques à t_0 , à t_1 , et les écarts entre les différences t_1-t_0 sont comparés entre J0 et S6 d'une part pour chaque groupe d'une part et entre les groupes témoin et Imoove d'autre part (Tableau XVII).

Tableau XVII : Tableau récapitulatif des données du test de Ridgway.

	Moyenne des différences entre J0 et S6 pour Fc0	Moyenne des différences entre J0 et S6 pour Fc1	Moyenne des différences entre J0 et S6 pour Fc1-Fc0
Imoove	2,89 ± 9,4	2,44 ± 13,2	-0,44 ± 7,8
Témoins	10,4 ± 19,6	5,2 ± 15,6	-5,2 ± 9,7
p-value	p=0.59	p=0.73	p=0.32
Différence	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Les p-values étant toutes supérieures à 0,05, aucune différence significative n'est observable pour le test de Ridgway entre J0 et S6 entre le groupe Imoove et le groupe témoin.

4.4.2. Test de récupération post-effort sur parcours d'agility

La différence entre les fréquences cardiaques à S6 et à J0, au temps t_0 (avant le parcours), t_1 et t_5 (respectivement 1 minute et 5 minutes après la fin du parcours) est calculée et comparée entre les deux groupes (tableau XVIII) :

Tableau XVIII : Différences de fréquences cardiaques lors du parcours d'agility.

	DTo	DT1	Dt5	Dt1-t0	Dt5-t1
Imoove	-5,9 ± 14,9	-3 ± 14,2	-5,9 ± 13,5	2,9 ± 10,8	-5,6 ± 9,2
Témoins	2,6 ± 17,6	0,7 ± 8,0	6,5 ± 19,0	-1,9 ± 18,4	5,7 ± 18,7
	p=0.48	p=0.28	p=0.16	p=0.34	p=0.24
p-value	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

t1 : Fréquence cardiaque 1 minute après le parcours à la fin du protocole - Fréquence cardiaque 1 minute après le parcours au début du protocole.

Dt5 : Fréquence cardiaque 5 minute après le parcours à la fin du protocole - Fréquence cardiaque 5 minute après le parcours au début du protocole.

Dt1-to = Dt1-Dto

Dt5-t1 = Dt5-Dt1)

Les fréquences cardiaques avant le parcours d'agility, une minute et cinq minutes après le parcours, sont inférieures à S6 par rapport à J0 chez les chiens ayant suivi le protocole d'exercice avec l'appareil Imoove-Vet® d'une part et comparativement à ceux du groupe témoin d'autre part. De même que pour la phase de récupération (t5-t1) qui montre une plus grande chute de la fréquence cardiaque.

Ceci suggère une **tendance à une meilleure récupération après l'effort chez les chiens du groupe Imoove que chez le chiens témoins. Néanmoins, les tests de comparaison des moyennes montrent que ces différences ne sont pas statistiquement significatives.**

En résumé concernant les mesures de fréquence cardiaque :

- Absence de différences significatives entre J0 et S6 et entre les deux groupes.
- Légère tendance à une récupération après l'effort (réduction plus importante de la fréquence cardiaque) chez les chiens du groupe Imoove.

4.5. Evaluation de la performance sur parcours d'agility

Tous les chiens de deux groupes ont été évalués à J0 et à S6 sur un parcours d'agility standardisé crée à cet effet. Chaque chien a effectué en moyenne 3 parcours complets (2 à 4) au cours de la séance, filmés avec une caméra vidéo.

4.5.1. *Evaluation qualitative*

Avec l'aide de Mme P. Mignot nous avons visionné attentivement les vidéos en ayant recours à des passages au ralenti et à des arrêts sur image de façon à comparer, pour chaque chien, la qualité des parcours réalisés à J0 et à S6. Sont notamment appréciés : l'attitude générale du chien (concentration, stress), la qualité de franchissement de chaque obstacle, le nombre de fautes, les trajectoires, les enchaînements réceptions –voltes.

Les appréciations sont présentes annexe 11 et 12. Des photographies sont adjointes aux commentaires si la photographie était possible.

De façon générale, il ressort que :

- Aux tests à S6, les chiens du groupe Imoove semblent globalement réaliser mieux les parcours dès les premiers essais, tandis que les chiens témoins sont moins performants « à froid » ;
- Comparativement à J0, des améliorations sont observables à S6 chez 10 chiens sur 11 du groupe Imoove tandis qu'elles sont visibles chez 4 chiens sur 8 du groupe Témoin ;
- Les améliorations sont propres à chaque chien, mais le plus souvent elles concernent les franchissements des haies et le slalom, et, dans une moindre mesure le A.

4.5.2. *Evaluation quantitative*

A partir de chaque vidéo de passage sur le parcours d'agility, sont identifiés et notés les différentes fautes et refus, et sont mesurées les durées de l'ensemble du parcours et de franchissement de chaque obstacle. Grâce aux fonctions « arrêt sur image » et de défilement image par image, il est possible de déterminer de façon reproductible des repères précis des instants délimitant le franchissement de chaque obstacle. L'ensemble des résultats peuvent être consultés en annexes 9 et 10.

Des tests non paramétriques de comparaison de moyennes (Mann-Whitney, Wilcoxon) sont réalisés pour chaque paramètre (tableau XIX). Il en ressort une différence significative entre le groupe Imoove et le groupe témoin concernant le nombre de fautes de zones de contact ($p=0,02$), le nombre de fautes totales ($p=0,03$) ainsi que pour la durée de passage du slalom ($p=0,04$). Huit chiens sur dix ayant suivi le protocole avec l'Imoove®-Vet ont gagné en rapidité au slalom.

Tableau XIX : Résultats de l'analyse quantitative du parcours d'agility.

	Diffé- rence fautes saut	Diffé- rence fautes zones	Diffé- rence fautes totales	Diffé- rence Durée passe- relle- haie	Diffé- rence Durée haie-A	Diffé- rence Durée A-haie	Diffé- rence Durée passe- relle	Diffé- rence Durée A	Diffé- rence Durée balan- çoire	Diffé- rence Durée slalom
Imoove	-0,03 ± 0,21	-0,22 ± 0,64	-0,24 ± 0,67	-0,1 ± 0,37	0,06 ± 0,25	0,16 ± 0,54	0,5 ± 1,17	0,05 ± 0,42	-0,26 ± 0,63	-0,21 ±0,58
Témoin	0,96 ± 0,16	0,58 ±0,59	0,54 ±0,62	0,01 ± 0,36	0,36 ± 0,88	0,29 ± 0,90	-0,2 ± 0,66	-0,11 ±0,54	-0,11 ±0,32	0,41 ±0,96
p-value	0,96	0,02	0,03	0,48	0,83	0,77	0,26	0,56	0,65	0,04

En résumé concernant l'évaluation sur parcours d'agility :

- Une grande majorité des chiens du groupe Imoove (10/11) contre la moitié des chiens témoins (4/8) montrent des progrès dans la réalisation du parcours d'agility lors des essais à S6 comparativement à J0. Ces progrès concernant le plus souvent le franchissement des haies et le slalom
- Les chiens du groupe Imoove font significativement moins de fautes de parcours, notamment des fautes de zones de contact, que les chiens du groupe témoin à S6 ;
- La durée du franchissement du slalom est significativement plus rapide chez les chiens du groupe Imoove comparés au groupe témoin

4.6. Evaluation par les propriétaires

Tous les propriétaires des chiens ayant suivi le protocole avec l'Imoove®-Vet, c'est-à-dire des 11 chiens, ont répondu au questionnaire. Ils les ont remis un mois puis 3 mois après la dernière séance sur la plateforme. Une synthèse des appréciations pour chaque chien est présentée en annexes 34 et 35. Le tableau 24 comptabilise le nombre de chiens ayant présenté chaque caractéristique.

Pour chaque chien un score global est calculé et ramené à la valeur 20 comme nombre de points de référence correspondant à « aucune modification ». Il est procédé de même pour les résultats de chacune des rubriques du questionnaire. Le tableau XX montre la grille d'interprétation des scores.

Tableau XX : Grille d'interprétation du système de score du questionnaire.

Score	0	10	20	30	40
Interprétation	Forte dégradation	Légère dégradation	Aucune modification	Légère amélioration	Forte amélioration

4.6.1. Score général

Au cours du mois suivant la fin du protocole, l'ensemble du groupe montre un score moyen général de 23,5 correspondant à une amélioration légère (Tableau XXI). Un test de conformité comparant la moyenne à la note 20 « pas de modification » prise comme valeur de référence montre que cette **amélioration est significative** ($t = 3,93 > t_{\alpha} = 2,228$ de la table de Student, pour $p = 0,05$ et 10 degrés de liberté).

Tableau XXI : Score général d'évaluation par les propriétaires du groupe Imoove.

	Score à 1 mois	Score à 3 mois
TWITCH	24,2	23,5
MIETTE	20	20
KALI	24,8	26,7
IKKI	23,8	27,4
GOUACHE	23,1	24,6
CERISE	19,8	20
AZOR	20,6	20,9
END	24	21,3
DIAM'S	22,8	20,7
FAENA	29	24,7
TANGO	26,1	25,7
Moyenne	23,5	23,2
Ecart-Type	2,7	2,8

Il en est de même pour l'évaluation trois mois plus tard pour un score moyen ($23,2 \pm 2,8$) ne montrant aucune différence avec le résultat à 1 mois.

Les chiens obtenant les meilleurs scores sont ceux pratiquant la compétition (Faëna : 29 ; Kali : 24,8 ; End : 24) ou les jeunes débutants (Tango : 26,1 ; Twitch : 24,2).

4.6.2. Comportement hors terrain d'agility et situation d'exercice

(Tableaux XXII et XXIII)

Le score moyen de l'ensemble des chiens à 1 mois ($20,4 \pm 1,3$) ne montre aucun changement significatif après les six semaines d'entraînement avec le Imoove-Vet® (*Test de conformité $t = 1,3 < t_{\alpha} = 2,228$ de la table de Student, pour $p = 0,05$ et 10 degrés de liberté*). Il est légèrement augmenté, mais de façon non significative, trois mois plus tard. Cette augmentation est essentiellement due au changement du comportement du chien Ikki faisant suite à un traitement hormonal et des séances d'ostéopathie.

4.6.3. Comportement sur le terrain d'agility et en situation d'exercice

(Tableaux XXII et XXIII)

Un mois après la fin du protocole, sur 11 chiens, 5 chiens semblent plus concentrés. Du point de vue des capacités physiques, 8 chiens sur 11 seraient plus rapides et plus puissants, 7 seraient plus habiles et 6 présenteraient un meilleur équilibre. Les réponses sont plus variables selon les obstacles : 6 chiens sur 11 passeraient mieux les haies et 4 chiens sur 11 la palissade et le slalom. Trois chiens semblent faire moins d'erreurs à la suite du protocole. De plus, le temps de parcours et la récupération a été améliorée chez 4 chiens sur 11. Ces améliorations se maintiennent dans l'ensemble au cours des trois mois suivant la fin du protocole.

L'ensemble du groupe présente des scores moyens de $24,4 \pm 3,4$ à 1 mois et légèrement diminué à $23,5 \pm 3$, mais de façon non significative (*test de Wilcoxon signé, $p = 2,13$*), à 3 mois. Ceci correspond à une amélioration légère (*test de conformité, $t = 4,3 > t_{\alpha} = 2,228$ de la table de Student, pour $p = 0,05$ et 10 degrés de liberté*).

Tableau XXII : Récapitulatif des réponses aux questionnaires d'évaluation.

	1 mois	3 mois
I - Comportement hors terrain d'agility et situation d'exercice		
Plus calme	2	2
Caractère général légèrement dégradé à maison	1	0
Plus obéissant à la maison	1	1
Meilleur caractère	0	1
Légèrement plus stressée à la maison	1	0
II- Comportement hors terrain d'agility et situation d'exercice		
Plus calme	1	2
Plus concentré	5	5
Plus obéissant	0	1
Plus motivé	3	2
Moins excité	1	1
Moins stressé	1	1
Plus rapide	8	8
Plus puissant	8	6
Plus habile	7	5
Plus d'équilibre	6	4
Moins bien sur la passerelle	1	0
Meilleure sur la passerelle	3	3
Mieux sur les haies	6	6
Franchit moins bien le A	1	0
Franchit mieux le A	4	6
Mieux au slalom	4	5
Mieux sur la balançoire	2	2
Plus d'erreurs	1	0
Moins erreurs	3	2
III – Performance en concours		
Meilleur temps	4	2
Meilleur classement concours	2	0
Meilleure récupération	4	2
IV – Appréciation globale		
Aucune amélioration	2	4
Légère amélioration	6	6
Amélioration moyenne	2	1
Forte amélioration	1	0

Questionnaire complété par les propriétaires des chiens ayant suivi le protocole avec l'Imoove®-Vet. Nombre de réponses par question.

Tableau XXIII : Scores d'évaluation par les propriétaires (rubriques I, II et IV).

	Rubrique I : Comportement hors terrain et hors situation d'exercice		Rubrique II : Comportement sur terrain d'agility et en situation d'exercice		Rubrique IV : Appréciation globale	
	+ 1 Mois	+ 3 Mois	+ 1 Mois	+ 3 Mois	+ 1 Mois	+ 3 Mois
TWITCH	22,5	20,0	24,7	24,7	30	30
MIETTE	20,0	20,0	20,0	20,0	20	20
KALI	20,0	22,5	26,7	28,2	35	35
IKKI	20,0	30,0	25,3	25,9	35	35
GOUACHE	21,3	21,3	23,6	24,7	30	30
CERISE	20,6	20,0	19,4	20,0	20	20
AZOR	17,5	20,6	21,7	20,6	30	30
END	20,0	20,0	25,0	22,2	30	20
DIAM'S	20,0	20,0	23,3	20,6	35	20
FAENA	20,0	20,0	31,1	26,1	40	30
TANGO	22,5	26,3	27,5	25,3	30	30
Moyenne	20,4	21,9	24,4	23,5	30,0	26,8
Ecart Type	1,3	3,1	3,4	3,0	5,9	5,6

Tableau XXIV : Score d'évaluation des 5 chiens compétiteurs (rubriques III).

Evaluation concernant les performances en concours.

	Rubrique III : Performances en concours	
	+ 1 Mois	+ 3 Mois
KALI	23,3	Non notée
AZOR	20,0	Non notée
END	26,7	20,0
DIAM'S	23,3	23,3
FAENA	36,7	26,7
Moyenne	26,00	23,33

Seuls deux chiens (Miette et Cerise) ne montrent aucune modification selon leur propriétaire. Les neuf chiens restants montrent tous une amélioration notée légère à moyenne sur le terrain d'agility. Les chiens les mieux notés sont la majorité des chiens compétiteurs (Faëna, End, Kali,) et les jeunes débutants (Tango Twitch).

4.6.4. Performance en concours

(Tableaux XXII et XXIV)

Deux chiens sur les 5 chiens pratiquant l'agility en compétition ont eu de meilleurs classements aux concours. Le score moyen de ces 5 chiens est nettement augmenté (26) à 1 mois grâce à la notable amélioration des performances des chiens End et Faëna.

A 3 mois, deux des chiens de ce groupe, Azor et Kali, n'ayant pas participé à des concours pendant cette période n'ont pas été notés. Les performances d'un des chiens restant (Diam's) restent stables tandis qu'elles sont nettement diminuées pour les deux derniers (End et Faëna).

4.6.5. Appréciation globale

(Tableaux XXII et XXIII)

Selon leurs propriétaires, sur les 11 chiens du groupe, 2 ne présenteraient aucune amélioration et 9 montreraient une amélioration légère (6 chiens), moyenne (2 chiens) ou forte (1 chien). Le score moyen du groupe est de $30 \pm 5,9$ à 1 mois, montrant une amélioration globale significative perçue par les propriétaires suite à l'entraînement sur 6 semaines avec l'appareil Imoove ($t = 5,62 > t_{\alpha} = 2,228$ de la table de Student, pour $p = 0,05$ et 10 degrés de liberté). Cette amélioration s'atténue légèrement après 3 mois (4 chiens ne présentent pas ou plus d'amélioration, 6 une légère amélioration et 1 chien une amélioration moyenne, pour un score moyen de $26 \pm 5,6$), mais reste significative ($t = 3,317$) et statistiquement non différente du score à 1 mois (test de Wilcoxon signé, $p = 0,102$).

En résumé concernant l'évaluation par les propriétaires

- Pour la grande majorité des chiens (9/11) les propriétaires ont perçu une amélioration globale de leurs chiens suite aux 6 semaines d'exercice avec le plateau Imoove-Vet®.
- L'amélioration globale est notée légère (6 chiens), moyenne (2 chiens) à forte (1 chien) ;
- Elle concerne surtout le comportement à l'exercice (puissance, rapidité, sens de l'équilibre, meilleures récupération) le franchissement de certains obstacles (haies, A et slalom) et les performances en compétition.
- Elle est statistiquement significative (scores).
- Bien qu'elle s'atténue légèrement au cours des 3 mois suivant la fin du protocole, elle reste globalement significative.

5. Discussion

5.1. Concernant les chiens recrutés dans l'étude

Les effectifs des groupes testé (11 chiens) et témoins (8 chiens) sont faibles. Les chiens inclus dans ce travail sont des chiens pratiquant l'agility dans un club canin proche de Vetagro Sup ou dans le club d'agility de l'école vétérinaire. La disponibilité des propriétaires pour réaliser les deux à trois séances sur la plateforme Imoove®-Vet ainsi que la durée des séances évaluations très chronophages (environ deux fois 3 heures) étaient des facteurs limitant le recrutement des chiens.

Deux autres circonstances ont contribué également à limiter le recrutement des chiens : d'une part le fait que le système d'analyse de la marche GAITERite® n'ait pas été disponible du fait de pannes au cours de deux périodes (entre Mai et Octobre 2016 et entre Juin et Octobre 2017), et d'autre part le fait des facteurs climatiques rendant le terrain d'agility inutilisable pendant de longs mois en hiver. Ceci réduit considérablement les périodes où il était possible de réaliser les évaluations.

Un nombre plus élevé de chiens aurait été souhaité, et aurait pu permettre de donner plus de poids aux tests statistiques et éventuellement à certains de nos résultats qui montrent des tendances ou des différences évidentes entre les deux groupes, sans qu'elles soient statistiquement significatives.

Les deux groupes de chiens ne sont pas très équivalents ni très homogènes. La moyenne d'âge des chiens du groupe Imoove est de 5,6 ans tandis que celle du groupe témoin est de 3,3 ans. Le groupe témoin est donc plus jeune et moins expérimenté. Il est constitué principalement des chiens d'étudiants vétérinaires pratiquant l'agility en loisir. Leur forme physique est donc plus variable en fonction des périodes d'activité. Le groupe Imoove comporte aussi bien des chiens débutants, des chiens pratiquant la compétition au niveau national ou international et des chiens dont les maîtres pratiquent l'agility pour le loisir. Par ailleurs, le groupe Imoove comporte des chiens de formats variés dont certains de petites races (Cairn terrier, berger shetland) tandis que le groupe témoin est composé essentiellement de chiens de format moyen (Borders collie) à grand (Malinois). Ceci peut expliquer des écarts-types importants pour certaines mesures (notamment les périmètres, Pmax et Fmax) et peut influencer le degré de significativité de certains tests statistiques, en particulier sur de faibles échantillons. L'idéal aurait été de pouvoir bénéficier de plus d'homogénéité dans la population de chien, en ne recrutant par exemple que des chiens Border Collie afin d'avoir une motivation constante qu'elle que soit la situation. Mais les limitations évoquées plus haut dans la réalisation de ce travail ne nous permettaient pas d'envisager ce type de recrutement, ni de faire un tirage au sort pour déterminer la constitution des groupes, car les disponibilités et les souhaits des propriétaires (faire partie du groupe Imoove étant beaucoup plus contraignant et chronophage pour le couple maître/chien) devaient coïncider aussi avec des facteurs climatiques, de la disponibilité du matériel de mesure et de la nôtre.

5.2. Concernant les résultats obtenus

5.2.1. Mesures de circonférence des membres

Les mesures étaient prises grâce à des repères anatomiques, des reliefs osseux précis. Comme recommandé (MILLIS and LEVINE, 2014) nous avons utilisé un ruban-mètre muni d'un tensiomètre qui permet d'exercer une tension identique d'un examen à l'autre et d'avoir de meilleures reproductibilité et fiabilité qu'un ruban-mètre classique. En effet, les mesures de circonférence peuvent être biaisées par les attentes du manipulateur. C'est pourquoi, à la différence des rubans de mesures classiques, les rubans à ressort sont recommandés ainsi que les repères de mesure (MAYLIA et al., 1999).

Le périmètre du bras dans sa partie proximale était le plus difficile à mesurer du fait des masses musculaires des pectoraux qui font glisser le ruban chez le chien à la station debout, et donc la moins reproductible. L'épaisseur et la longueur des poils longs (nombreux Borders Collies dans notre échantillon) peut aussi amener à diminuer la précision et la fiabilité des mesures même avec des repères précis et un avec un ruban-mètre à ressort. La tonte pour marquer un repère peut être utilisée mais peu de propriétaire l'acceptent, en particulier ceux des chiens qui participent à des compétitions ou à des concours d'exposition. Des méthodes plus précises et surtout plus objectives pour évaluer les masses musculaires directement peuvent être envisagées. La plus adaptée dans notre cas aurait été l'échographie qui aurait permis de mesurer directement les périmètres et les surfaces des sections transversales échographiques des masses musculaires ou de muscles bien précis. D'autres méthodes ont été évoquées telles l'imagerie par résonance magnétique (IRM), l'examen tomодensitométrique, ou encore l'absorptiométrie par rayons X à double énergie (DEXA), (MILLIS and LEVINE, 2014; MILLIS and CIUPERCA, 2015). Cependant, ces méthodes n'étaient ni réalisables ni envisageables dans notre étude, ne serait-ce du fait de la lourdeur et de la difficulté d'organiser de telles évaluations supplémentaires d'une part, sans parler de la nécessité de tondre pour l'échographie, ou de la nécessité et les risques de l'anesthésie nécessaire pour l'IRM ou le Scanner. Le ruban fut la méthode la plus adaptée à notre étude par son côté pratique, rapide et à moindre frais.

Les mesures de circonférence des membres ont présenté une différence significative entre le groupe testé et le groupe témoin. Ainsi, les séances sur la plateforme ont permis une augmentation de la circonférence des membres thoraciques et pelviens. Or, la circonférence des membres aurait une bonne corrélation avec la masse musculaire squelettique au niveau de l'avant-bras, mi-cuisse, mollet et mi-bras (MILLIS and LEVINE, 2014). Nous pouvons ainsi avancer l'idée que notre groupe de chiens ayant reçu les séances sur la plateforme Imoove®-Vet aurait gagné en masse musculaire. Ceci est en corrélation avec les observations préliminaires de (DUFRESNE and SAWAYA, 2017) étudiant l'activité des muscles de la cuisse par électromyographie chez le chien en exercice sur le plateau Imoove-Vet®. Elles montrent notamment une augmentation importante en intensité et en durée de l'activité des muscles biceps fémoral et quadriceps fémoral pour des inclinaisons et des vitesses croissantes du plateau. A

partir d'une vitesse de v50 et d'une amplitude de a60/70 la contraction de ces deux muscles devient presque de type isométrique. Ceci correspond aux paramètres appliqués à partir environ de la 3^{ème} semaine du protocole. Une thèse en kinésithérapie humaine, a observé une meilleure capacité des muscles à la contraction mais n'a montré aucune hypertrophie musculaire après un protocole de 4 semaines avec l'appareil Imoove® (SANTAGATA and SAGGINI, 2009). On peut penser que l'exercice progressif initial des premières semaines à vitesse inférieure à V50 et amplitude croissante est essentiellement un travail proprioceptif et postural, travaillant surtout les muscles posturaux riches en fibres de type I (« lentes » ou « endurantes ») dont la puissance de contraction et dont l'augmentation de volume sont faibles comparativement aux fibres de type II (« rapides »). Ces dernières vont être surtout sollicitées dans les dernières semaines de l'exercice avec la contraction isométrique recrutant toutes les types d'unités motrices des muscles. Il aurait été intéressant de réaliser des mesures à temps intermédiaires afin de déterminer à partir de combien de semaines d'exercice cette augmentation commence à être significative. Ce qui permettrait de fixer une durée minimale de travail

Certains chiens montrent une diminution notable du périmètre comme celui de la cuisse chez le chien Tango. Ceci pourrait être attribué à une perte de tissu adipeux sous-cutané au cours de ces 6 semaines d'exercice, chez ce chien débutant en agility et qui est à la limite du surpoids. En effet, l'épaisseur de la peau et du tissu sous-cutané est un facteur affectant la circonférence des membres (DOXEY, 1987). Une comparaison du poids avant et après le protocole aurait pu nous orienter vers cette idée.

5.2.2. *Analyse biomécanique de la marche*

L'analyse biomécanique de la marche avec le système GAITRite® a montré deux résultats intéressants :

Le premier est une correction des asymétries et un rééquilibrage de la répartition des pressions et des forces entre les quatre membres chez la majorité des chiens du groupe Imoove (7/10) qui montraient une asymétrie à J0, alors que ce n'était le cas que chez une minorité du groupe Témoin (1/5). Ceci est comparable ce qui a été montré chez des chiens pris en charge en physiothérapie ou en thérapies manuelles (BERGERAULT, 2006; DUFRESNE and SAWAYA, 2017; FREULON, 2007; SAWAYA et al., 2014). Deux autres chiens du groupe Imoove ont montré à S6 une accentuation des asymétries mise en évidence à J0. Ces deux chiens, Ikki et End, présentent respectivement pour l'un une arthrose des hanches due à une discrète dysplasie et pour l'autre des séquelles d'une fracture tarso-métatarsienne. Ils ne présentaient de boiterie ou d'irrégularité notables lors de l'évaluation sur le parcours d'agility à S6 et sont suivis régulièrement en ostéopathie. Il est possible que cette accentuation des signes soit imputable à l'exercice intense des dernières semaines du protocole avec le Imoove. Mais il est tout aussi possible que cela soit en rapport avec des circonstances n'ayant aucun rapport avec le protocole Imoove (autres efforts ou exercices intensifs : entraînement, jeux etc) récents au moment de l'évaluation à S6. Comme il est aussi probable que l'amélioration des asymétries mise en évidence à S6 soit le résultat de l'entraînement et le travail effectué par le propriétaire ou le

moniteur. Quoi qu'il en soit, la différence observée avec le groupe témoin nous permet de penser que ces corrections posturales sont le fait de l'exercice régulier pendant 6 semaines avec l'Imoove-vet®. Un nombre de chiens plus important aurait probablement permis d'être plus affirmatif.

Le second résultat notable est que la pression maximale d'appui et la force maximale exercées par les membres montrent en moyenne des valeurs supérieures à S6 comparativement à J0 pour le groupe Imoove et aucune modification pour le groupe témoin. Ceci peut être mise en rapport avec l'augmentation des masses musculaires des cuisses et des bras. Malgré ceci, le test statistique ne montre pas de différence significative. Dans l'étude de Couillandre et al., la force et l'équilibre sont améliorés chez les sujets sains grâce à 8 semaines de séances sur la plateforme (COUILLANDRE et al., 2007). Comme nous l'évoquions plus haut, encore une fois, un plus grand nombre de chiens aurait peut-être permis d'avoir une différence significative entre les deux groupes.

5.2.3. Evaluation sur le parcours d'agility

Les chiens du groupe Imoove montrent une réduction significative du nombre d'erreurs sur le parcours d'agility ainsi qu'une efficacité augmentée dans le franchissement de certains obstacles, en particulier une réduction significative du temps de passage du slalom.

Il n'est pas possible de faire la part de ce qui pourrait être attribué au protocole de six semaines d'exercice avec le Imoove-Vet® et de ce qui est le résultat de l'entraînement habituel des chiens.

La qualité de l'entraînement selon les compétences et les qualifications du moniteur peuvent certainement avoir de l'influence sur ces résultats. D'autre part, un jeune chien débutant (comme Twitch ou Tango) présenteraient à priori un potentiel d'apprentissage important, qui peut montrer des améliorations significatives, en quelques semaines, sans que cela soit en rapport nécessairement avec le travail avec le Imoove.

Les résultats de l'évaluation sur le parcours d'agility peuvent être influencés par d'autres facteurs ; les premiers desquels sont les conditions climatiques variables. En effet, le terrain était en extérieur et non abrité. Ainsi, les températures pouvaient être très différentes entre l'évaluation initiale et l'évaluation finale. De même, le terrain pouvait être sec, boueux ou gelé. L'idéal serait de réitérer l'expérience sur un terrain intérieur avec un sol synthétique.

Deuxièmement, est le fait que de nombreuses erreurs commises par le chien sont dues à des erreurs de conduite du chien par son propriétaire d'une part, et que l'expérience, la compétence et la condition physique de ce dernier peuvent tout aussi varier du débutant au compétiteur international. L'idée initiale était de faire un parcours d'agility simple afin de limiter le rôle du conducteur. Ainsi, le parcours ne possédait que 6 obstacles dont deux haies et mesurait approximativement 100 mètres tandis que la norme correspond à 15 à 22 obstacles dont 7 haies avec un parcours de 100 à 200 mètres (Règlement d'agility de la fédération

cynologique internationale 2017, www.fci.be). Malgré cela, des erreurs du conducteur étaient évidentes et visibles sur les vidéos. Pour limiter cela, nous aurions pu faire courir tous les chiens avec une même personne expérimentée. Cependant, certains chiens n'aiment pas courir avec une autre personne que son propriétaire et un autre biais aurait été présent. Le fait que le chien soit comparé avec lui-même entre le début et la fin du protocole et avec le même conducteur permet de limiter un minimum ce biais.

5.2.4. *Mesures de fréquence cardiaque*

Les fréquences cardiaques ont été mesurées sur 15 secondes au moyen d'un stéthoscope. Ce n'est donc pas une valeur instantanée mais plutôt une moyenne sur 15 secondes. L'utilisation d'un cardio-fréquencemètre avait été envisagée en début d'étude mais des tests préliminaires sur un chien avec un cardio-fréquencemètre de la marque POLAR® n'avait pas permis de réaliser de bonnes mesures. Une bonne fixation de la ceinture portant les capteurs aurait nécessité une tonte large ce qui n'était pas désiré par la majorité des maîtres, et la position correcte sur le thorax distrayait les chiens et aurait interféré avec les mouvements du membre thoracique (qui l'aurait déplacée et modifié le contact). Nous avons donc préféré la mesure à l'aide d'un stéthoscope, d'autant plus que les valeurs instantanées au cours du parcours ne nous intéressaient pas particulièrement.

Une étude réalisée par C. Chavalon en 2012 a montré que l'Imoove® n'induisait pas des fréquences cardiaques aussi élevées qu'une course sur tapis roulant (CHALAVON, 2012). En revanche, la fréquence cardiaque observée sur Imoove® était d'autant plus importante que la vitesse et l'amplitude de rotation du plateau étaient élevées. Autrement dit, plus les déséquilibres induits par les mouvements du plateau sont conséquents, plus le travail cardiaque du sujet est important. Nous pouvons rapprocher ces résultats de ceux obtenus dans notre étude. En effet, la plateforme n'induirait peut-être pas assez de travail cardiaque pour obtenir une modification de la fréquence cardiaque du chien au bout de 6 semaines. De plus, les vitesses et amplitudes sont augmentées progressivement. Peut-être qu'un protocole plus long fournirait plus de temps pour que le cœur s'adapte. Cependant, dans son étude, C. Chavalon n'excluait pas que l'augmentation de fréquence cardiaque à forte amplitude et vitesse soit essentiellement due à du stress (crainte d'être déséquilibré et de chuter). Chez des chiens en particuliers de nature stressée, ceci ne peut être exclu. Il aurait été intéressant de mesurer la fréquence cardiaque chez les chiens pendant l'exercice sur le plateau et étudier son évolution à différents stades d'évolution du protocole.

5.2.5. *Evaluation par les propriétaires*

Les questionnaires rapportent que le protocole avec la plateforme Imoove® est bénéfique pour le chien d'agility.

Les potentiels physiques semblent renforcer, en particuliers la rapidité, l'habileté, l'équilibre et la puissance. Ce sont des caractéristiques essentielles en agility. Des résultats similaires concernant l'équilibre et la force ont été obtenus en médecine humaine dans l'étude de Couillandre et al. en 2007 chez des sujets sains (COUILLANDRE et al., 2007). Nous pouvons peut-être rapprocher le gain en puissance avec l'augmentation de la circonférence des membres que nous avons observé car la puissance s'accompagne généralement d'une hypertrophie musculaire.

De plus, les obstacles seraient mieux réalisés. Cependant, les progrès sont variables en fonction de l'obstacle pour chaque chien. Peut-être la plateforme Imoove®-Vet apporte-t-elle au chien ce dont il a besoin pour les obstacles avec lequel il a le plus de mal. Les haies, la palissade et le slalom sont les obstacles sur lesquels les chiens ont le plus progressé. Trois chiens sur cinq participant à des compétitions d'agility ont eu de meilleurs résultats par la suite. L'Imoove®-Vet jouerait aussi un rôle au niveau de la récupération physique. En règle générale, les propriétaires rapportent un apport de la plateforme pour la condition physique de leur chien. Les deux chiens ne présentant aucune amélioration sont des chiens très entraînés grâce à des exercices de proprioception et d'équilibre. Une étude de Thoumie et Portero a montré une amélioration de la fatigabilité musculaire et de la posture chez 12 personnes adultes saines ainsi qu'une augmentation de la contraction d'extension du genou chez les sujets sédentaires (THOUMIE et al., 2006). Cela suggérerait que l'entraînement sur la plateforme Huber® conviendrait plus à une population avec un faible niveau d'activité physique au départ et que des effets plus marqués pourraient être obtenus en augmentant l'intensité des exercices. Des résultats similaires sont recueillis dans l'étude de Couillandre et al. (COUILLANDRE et al., 2007). L'Imoove®-Vet serait donc peut-être plus bénéfique pour des chiens qui ne travaillent pas régulièrement l'équilibre et la souplesse. Pour les chiens pratiquant la fitness régulièrement, un protocole avec un plus grand nombre de séances et de plus longue durée apporterait probablement plus de bénéfices visibles.

Au bout de trois mois après la fin du protocole, les progrès s'estompent légèrement mais restent toujours visibles.

Il faut toutefois garder à l'esprit que les questionnaires sont complétés par les propriétaires. Il y a donc un certain biais car le propriétaire sait que son chien a reçu les séances sur la plateforme. Un « effet placebo » peut être présent. Les résultats aux concours sont en revanche un paramètre objectif qui ne dépend pas de l'avis du propriétaire.

6. Conclusion et perspectives

Certains de nos résultats restent sans conclusion : ils suggèrent une tendance à l'amélioration chez le groupe Imoove comparativement au groupe Témoin, sans que cela soit confirmé par les tests statistiques (Augmentation de la pression maximale et de la force maximale exercées par les membres, et tendance à une meilleure récupération post-effort).

D'autres montrent des améliorations significatives tels que l'augmentation de la circonférence des segments des membres en rapport avec celle de la masse musculaire, une amélioration de certains paramètres sur le parcours d'agility (erreurs, temps de franchissement du slalom) et coïncidant avec l'avis des propriétaires.

Ces différents résultats convergents et nous permettent d'avancer la conclusion qu'un protocole progressif d'exercice avec le plateau motorisé Imoove-Vet® semble apporter un bénéfice objectivable chez des chiens pratiquant l'agility.

Cette première étude sur le sujet mérite d'être complétée et peut servir de base pour des études plus complètes :

- Portant sur un effectif plus grand et homogène (par exemple, seulement des chiens border collie d'âge et de niveau proches). Ceci permettrait d'augmenter la puissance des tests statistiques et éventuellement confirmer nos résultats qui ont montré des modifications évidentes sans qu'elles soient significatives entre le groupe testé et le groupe témoin.
- Avec un plus grand nombre de chiens pratiquant l'agility en compétition qui permettrait de pouvoir étudier leurs résultats aux concours qui suivent le protocole afin de les étudier et les comparer (résultats plus objectifs que l'avis des propriétaires).
- Incluant des mesures morphométriques par échographie réalisées sur des muscles précis ce qui permettrait une meilleure objectivation d'une augmentation de la masse musculaire.
- La mise en place de tests quantitatifs permettant d'évaluer l'équilibre et la proprioception ;
- La réalisation d'évaluations à des temps intermédiaires, ce qui permettrait d'avoir un meilleur suivi de l'évolution des paramètres étudiés et pouvoir établir la durée optimale de l'exercice pour obtenir des résultats

CONCLUSION

En pleine expansion depuis une dizaine d'année, l'agility est un sport canin qui exige d'importantes capacités athlétiques. Vitesse, puissance, souplesse et, surtout, grandes capacités de coordination, d'équilibre et du contrôle des mouvements du corps dans l'espace sont les qualités physiques requises pour passer correctement la variété d'obstacles d'un parcours d'agility. Ces efforts, réalisés à grande vitesse et en un temps très court, soumettent l'appareil musculo-squelettique à de fortes contraintes à l'origine de fréquents traumatismes articulaires ou musculo-tendineux, concernant en particulier les membres thoraciques. Les plus fréquentes sont les tendinopathies proximales du m. biceps brachial et les entorses de l'épaule et du carpe.

Outre les exercices de renforcement musculaire, et d'amélioration de la mobilité et de la souplesse des différents segments du corps, les exercices entraînant le sens de l'équilibre et la proprioception sont particulièrement indiqués chez le chien d'Agility. Récemment adapté pour une utilisation chez le chien, le plateau motorisé Imoove-Vet®, par son mouvement déséquilibrant dans tous les plans de l'espace, est destiné à déclencher des réactions posturales correctrices mettant en jeu différentes chaînes myofasciales et les centres de l'équilibre. A l'instar de ce qui a été montré chez l'homme, cet appareil, serait, à priori, particulièrement adapté à la rééducation et à l'entraînement posturaux et proprioceptifs chez le chien.

Nous avons réalisé une étude dans le but d'évaluer l'impact d'un entraînement avec la plateforme Imoove®-Vet sur les performances du chien d'agility.

Notre travail a porté sur dix-neuf chiens d'agility dont huit ont constitué un groupe témoin, et onze ont suivi un protocole de deux séances d'exercice par semaine avec l'appareil Imoove®-Vet sur six semaines. L'évaluation réalisée avant (J0) et après les six semaines (S6) a porté sur différents paramètres: Mesure de la circonférence des différents segments des membres avec un ruban-mètre à ressort, analyse spatio-temporelle de la marche au moyen du système GAITERite®, mesures de la fréquence cardiaque (tests d'effort et de récupération post-effort) et analyse vidéographique (mesures des temps de passages et comptage d'erreurs) des chiens réalisant un parcours d'agility standardisé créé pour les besoins de l'étude. L'avis des propriétaires est également sollicité avec un questionnaire d'évaluation portant sur les éventuelles modifications perçues en dehors du terrain, au travail sur les différents obstacles et en compétition.

Tous les chiens ont bien toléré le protocole. Certains montraient même du plaisir à l'idée de monter sur l'appareil. Les résultats les plus significatifs objectivés sont:

- **Une augmentation des périmètres de tous les segments des membres, en particulier des bras et des cuisses**, attribuable probablement à une augmentation de la masse musculaire.
- Sur le terrain d'agility, une **réduction des fautes dans les zones de contact** d'une part **et de la durée de passage du slalom** d'autre part, qui seraient en rapport avec un meilleur contrôle moteur et une meilleure habileté des chiens entraînés.

D'autres résultats intéressants à signaler montrent **une tendance à la correction des paramètres spatio-temporels de la marche** chez la grande majorité des chiens présentant des asymétries de la démarche, ainsi qu'une **meilleure répartition de la pression maximale d'appui entre les membres thoraciques et pelviens** d'une part, et une **tendance à une meilleure récupération cardiaque post-effort** chez les chiens du groupe Imoove d'autre part. Toutefois, ces derniers résultats ne se sont pas avérés significatifs aux tests statistiques.

Une amélioration légère à moyenne de la condition physique de leur chien est rapportée par la grande majorité des propriétaires des chiens testés. Les chiens entraînés avec l'appareil sont surtout perçus **plus performants dans la réalisation des haies, de la palissade et du slalom** et semblent **mieux récupérer après l'effort**.

Cette étude est la première évaluant avec des moyens objectifs et quantitatifs les effets de l'exercice avec ce type d'appareil chez le chien de sport. **Elle montre un impact positif d'un protocole d'entraînement sur six semaines avec le plateau Imoove-Vet® sur les capacités physiques et les performances du chien d'agility.**

Ces observations encourageantes donnent des perspectives méritant d'être approfondies lors de travaux ultérieurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, K., BEHM, D., 2005. Trunk Muscle Activity Increases With Unstable Squat Movements. *Can. J. Appl. Physiol. Rev. Can. Physiol. Appliquée* 30, 33–45.
- BAKER, S.G., ROUSH, J.K., UNIS, M.D., WODISKE, T., 2010. Comparison of four commercial devices to measure limb circumference in dogs. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol. VCOT* 23, 406–410.
- BEHM, D.G., ANDERSON, K., CURNEW, R.S., 2002. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *J. Strength Cond. Res.* 16, 416–422.
- BERGERAULT, E., 2006. Etude de la locomotion du chien après resection de la tête et du col du fémur - Utilisation d'un tapis de marche de type GAITFour®. Thèse de Médecine Vétérinaire, Vetagro Sup, Université Claude Bernard Lyon 1. 119 pages.
- BOJINCA, M., BOJINCA, V., BIDA, D., MIHAI, C., MILISESCU, M., CORNEA, R., 2007. Usefulness of exercise program with the Huber system comparison with classic exercise program for patients with chronic low back pain.
- BOTTOIS, J., ROLLAND, J., 2007. Renforcement musculaire sur plateforme, gadget ou innovation ? *Kinésithérapie Sci.* 79–80.
- CANAPP, D., ZINK, n.d. Preventing injuries. *Clean Run*, juillet 2008, 60-62.
- CANAPP, S.O., CANAPP, D.A., IBRAHIM, V., CARR, B.J., COX, C., BARRETT, J.G., 2016. The Use of Adipose-Derived Progenitor Cells and Platelet-Rich Plasma Combination for the Treatment of Supraspinatus Tendinopathy in 55 Dogs: A Retrospective Study. *Front. Vet. Sci.* 3, 61.
- CARR, B.J., CANAPP, D., 2014. Sports Medicine Assessment of the Agility Dog. *Clean Run*.
- CARR, B.J., CANAPP, S.O., ZINK, M., 2015. Quantitative Comparison of the Walk and Trot of Border Collies and Labrador Retrievers, Breeds with Different Performance Requirements. *Proceedings of the 8th International Symposium on Rehabilitation and Physical Therapy in Veterinary Medicine*. Corvallis, OR.
- CHALAVON, C., 2012. Comparatif plateforme Elisphérique Imoove® / course à pied : mesure et analyse de fréquence cardiaque et de déplacement angulaire du membre inférieur. Jean Monnet. Université Jean Monnet, Saint Etienne.
- CHERDCHUTHAM, W., MEERSHOEK, L.S., VAN WEEREN, P.R., BARNEVELD, A., 2001. Effects of exercise on biomechanical properties of the superficial digital flexor tendon in foals. *Am. J. Vet. Res.* 62, 1859–1864.
- CHIQUOINE J, Mc CAULEY L, VAN DYKE J.B (2013): Aquatic Therapy. In ZINK, M., VAN DYKE, J *Canine sports medicine and rehabilitation*. Wiley and Blackwell, Iowa USA; pp. 158-175.

- COUILLANDRE, A., DUQUE RIBEIRO, M.-J., THOUMIE, P., PORTERO, P., 2008. Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: a study on healthy subjects. *Ann. Readaptation Med. Phys. Rev. Sci. Soc. Francaise Reeducation Fonct. Readaptation Med. Phys.* 51, 59–73.
- COUILLANDRE, A., PORTERO, P., Duque Ribeiro, M.-J., THOUMIE, P., 2007. Incidence sur la fonction motrice d'un programme d'exercices de renforcement réalisés sur plateforme mobile. *JOURNÉE DE MÉDECINE ORTHOPÉDIQUE ET DE RÉÉDUCATION.*
- DEMARE, E., 2007. Les ondes de choc extracorporelles (ESWT) : évaluation de l'efficacité clinique des ESWT radiales au moyen de l'appareil Swiss DolorClastVet® chez le chien. Thèse de Médecine Vétérinaire – Vetagro Sup, Université Claude Bernard Lyon 1. 144 pages.
- DENOIX J-M et PAILLOUX J-P, 1997, Approche de la kinésithérapie du cheval. 2ème Edition, Maloine, Paris. 197 pages.
- DOXEY, G., 1987. The Association of Anthropometric Measurements of Thigh Size and B-mode Ultrasound Scanning of Muscle Thickness. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 8, 462–468.
- DUFRESNE, M., SAWAYA, S., 2017. Interest of motorized platforms for proprioceptive and postural rehabilitation. Surface electromyography and kinematic study in the dog training on an Imoove-Vet. platform. Presentation of the study and preliminary results. 4th Congr. Eur. Vet. Soc. Osteopat. EVSO, 21-23 septembre 2017, Vetagro-Sup Campus Vét. Lyon Marcy L'Etoile, 53–58.
- EILS, E., SCHRÖTER, R., SCHRÖDER, M., GERSS, J., ROSENBAUM, D., 2010. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42, 2098–2105.
- FREULON, A.-L., 2007. Les thérapies manuelles chez le chien : Etude clinique et biomécanique. Thèse de Médecine Vétérinaire, Vetagro Sup, Université Claude Bernard Lyon 1. 124 pages.
- GALOZZI, R., FAINA, R., FAINA, M., 2005. HUBER ® platform: an innovative methodology for postural re-education techniques. 15ème congrès mondial de médecine esthétique. 5-8 mai 2005, Rome (Italie), 1 page.
- HEWETT, T.E., LINDENFELD, T.N., RICCOBENE, J.V., NOYES, F.R., 1999. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am. J. Sports Med.* 27, 699–706.
- HEWETT, T.E., PATERNO, M.V., MYER, G.D., 2002. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clin. Orthop.* 76–94.
- HUREAU, T., 2015. Mécanismes de régulation du niveau de fatigue périphérique à l'exercice : implications sur la performance motrice et applications à l'exercice réalisé sur plateforme élisphérique. Thèse de doctorat Sophia Antipolis, Nice, 309 pages.

- KORNECKI, S., KEBEL, A., SIEMIENSKI, A., 2001. Muscular co-operation during joint stabilisation, as reflected by EMG. *Eur. J. Appl. Physiol.* 84, 453–461.
- LASCELLES, B.D.X., ROE, S.C., SMITH, E., REYNOLDS, L., MARKHAM, J., MARCELLIN-LITTLE, D., BERGH, M.S., BUDSBERG, S.C., 2006. Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.* 67, 277–282.
- LE QUANG, T., 2009. Analyse spatio-temporelle de la locomotion chez les chiens sains et pathologiques. Thèse de l'Université Claude Bernard-Lyon 1- Ecole Doctorale MEGA), 158 pages.
- LEQUANG, T., MAITRE, P., ROGER, T., VIGUIER, E., 2009. Is a pressure walkway system able to highlight a lameness in dog? *J. Anim. Vet. Adv.* 8, 1936–1944.
- LE QUANG, T., MAITRE, P., ROGER, T., VIGUIER, E., 2007. The GAITRite® system for evaluation of the spatial and temporal parameters of normal dogs at a walk. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.* 10, 109–110.
- LEVINE, D., MILLIS, D.L., 2014. Exercises for proprioception and balance. In LEVINE, D., MILLIS, D.L., *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, SAUNDERS W.B. ed., pp. 484-494.
- LEVINE, D., MILLIS, D.L., FLOCKER, J., MACGUIRE, L., 2014. Aquatic therapy. In LEVINE, D., MILLIS, D.L., *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, SAUNDERS W.B. ed., pp. 526-542.
- LIGHT, V.A., STEISS, J.E., MONTGOMERY, R.D., RUMPH, P.F., WRIGHT, J.C., 2010. Temporal-spatial gait analysis by use of a portable walkway system in healthy Labrador Retrievers at a walk. *Am. J. Vet. Res.* 71, 997–1002.
- MAITRE, P., LEQUANG, T., FAU, and D., GENEVOIS, and J.P., and, E.V., 2008. Hip dysplasia in dogs: correlation between clinical lameness score, radiographic findings and walkway gait analysis. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.* 11, 153–154.
- MAYLIA, E., FAIRCLOUGH, J.A., NOKES, L.D.M., JONES, M.D., 1999. Can Thigh Girth Be measured Accurately? A Preliminary Investigation. *J. Sport Rehabil.* 8, 43–49.
- Mc CAULEY L, VAN DYKE J.B, 2013. Therapeutic Exercises. In ZINK, M., VAN DYKE, J *Canine sports medicine and rehabilitation*. Wiley and Blackwell, Iowa USA; pp. 132–157.
- MILLIS, D.L., CIUPERA, I.A., 2015. Evidence for canine rehabilitation and physical therapy. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 45, 1–27.
- MILLIS, D.L., DRUM, M., LEVINE, D., 2014. Therapeutic exercises : early limb use exercises. In LEVINE, D., MILLIS, D.L., *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, SAUNDERS W.B. ed., pp. 495-505.

- MILLIS, DL., DRUM, M., LEVINE, D., 2014. Therapeutic exercises : joint motion, strengthening, endurance, and speed exercises. In LEVINE, D., MILLIS, D.L., Canine Rehabilitation and Physical Therapy, SAUNDERS W.B. ed., pp. 506-525.
- MILLIS, DL., LEVINE, D., 2014. Assessing and measuring outcomes. In LEVINE, D., MILLIS, D.L., Canine Rehabilitation and Physical Therapy, SAUNDERS W.B. ed., pp. 220-242.
- MILLIS, D.L., SCROGGS, L., LEVINE, D., 1999. Variables Affecting Thigh Circumference Measurements in Dogs. Proceedings of The First International Symposium on Rehabilitation and Physical Therapy in Veterinary Medicine. Corvallis, OR. 157.
- NORWOOD, J.T., ANDERSON, G.S., GAAETZ, M.B., TWIST, P.W., 2007. Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *J. Strength Cond. Res.* 21, 343–347.
- OWEN, J.L., CAMPBELL, S., FALKNER, S.J., BIALKOWSKI, C., WARD, A.T., 2006. Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes without previous ACL injury? *Phys. Ther.* 86, 1436–1440.
- RIDGWAY, K.J., 1992. Inside veterinary examination, postride examination, and judging of best condition. *Proc. Annu. Conv. Am. Assoc. Equine Pract. USA* 815–826.
- SAGGINI, R., ANCONA, E., SIPPLIZI, M., BARASSI, CARMIGNANO, S., BELLOMO, R., 2017. Effect of Two Different Rehabilitation Training with a Robotic Gait System in Body Weight Support and a Proprioceptive Sensory-motor Exercises on Unstable Platforms in Rehabilitation of Gait and Balance Impairment and Fatigue in Multiple Sclerosis. *Int. J. Phys. Med. Rehabil.* 5 : 419.
- SANTAGATA, M., SAGGINI, R., 2009. Neuro-muscular adaptations to exercise global sensory-motor system with Imoove. Investigation with surface electromyography. Thèse de Doctorat de l'Université G. D'Annunzio Chieti-Pescara, 66 pages.
- SAWAYA, S., 2015. Intérêt et application de l'électrostimulation neuro-musculaire (ESNM) dans la prise en charge des animaux souffrant d'ataxies et de paralysies des membres postérieurs suite à des affections médullaires. *Proc. Congrès GEAO*, 29-31 mai 2015, Les sables d'Olonnes, 45–49.
- SAWAYA, S., DEMARE, E., LE QUANG, T., VIGUIER, E., 2010. Clinical and biomechanical evaluations after radial shockwave therapy in 8 dogs presenting severe hip osteoarthritis. *3rd World Vet. Orthop. Congr. 15th ESVOT Congr.* 606–607.
- SAWAYA, S., FREULON, A.-L., LE QUANG, T., VIGUIER, E., 2014. Evaluation de l'impact de séances de thérapies manuelles sur les paramètres spatio-temporels de la marche au moyen du système « GAITE-Rite ». *1st Congr. Eur. Vet. Soc. Osteopat. EVSO, Uzwil, Suisse*, 19-20 septembre 2014, 28–29.
- SAWAYA, S., MEALLIER, E., COMBET, C., THIEBAULT, J., CHANOIT, G., LEVINE, D., Marcellin-Little, D.J., 2009. Comparison of several hind limb muscles chronaxies in human, dog and horse . *JVet Intern Med* 412–413.

- THOUMIE, P., PORTERO, P., COUILLANDRE, A., DUQUE, N., 2006. Modifications de la posture, de l'équilibre et de la force de sujets sains suite à un entraînement sur le système Huber®. Proceeding du 15^{ème} Congrès de Médecine Physique et rééducation, 16-20 mai 2006 ; Madrid, 477.
- TIPTON, C.M., MATTHES, R.D., MAYNARD, J.A., CAREY, R.A., 1975. The influence of physical activity on ligaments and tendons. *Med. Sci. Sports* 7, 165–175.
- VIGUIER, E., LE QUANG, T., MAITRE, P., GAUDIN, A., RAWLING, M., HASS, D., 2007. The validity and reliability of the GAITRite® system's measurement of the walking dog. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.* 10, 113–114.
- ZECH, A., HÜBSCHER, M., VOGT, L., BANZER, W., HÄNSEL, F., PFEIFER, K., 2010. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *J. Athl. Train.* 45, 392–403.
- ZECH, A., HÜBSCHER, M., VOGT, L., BANZER, W., HÄNSEL, F., PFEIFER, K., 2009. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41, 1831–1841.
- ZERBIB, O., 2011. Nouvelles technologies pour les kinésithérapeutes. *Kinésithérapie Sci.* 1–4.
- ZINK C.M (2013) Conditionning and retraining the canine athlete. In ZINK, M., VAN DYKE, J Canine sports medicine and rehabilitation. Wiley and Blackwell, Iowa USA; pp. 176-200.
- ZINK, C., What is a canine athlete?. In ZINK, M., VAN DYKE, J., 2013. Canine sports medicine and rehabilitation. pp. 1-18.

Sites internet :

- Site internet de Allcare innovations : www.allcare-in.com
- Site internet de LPG medical : www.lpgmedical.com
- Site internet du club Saint André à Ergué Gabéric (29) : www.clubcaninsaintandre.fr
- Site internet de la fédération cynophile internationale : www.fci.be

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire d'information.

I) Informations générales sur le chien :

Age :

Race :

Sexe :

Dernière vaccination (avec valences) :

Dernier antiparasitaire externe :

Dernier antiparasitaire interne :

II) Alimentation

Nourrissez-vous votre chien avec un aliment spécifique pour son activité sportive ?

Avec quel aliment le nourrissez-vous ?

Modifiez-vous ou adaptez-vous son alimentation :

- En saison sportive ? Comment ?

- En période de compétition ? Comment ?

- Hors période sportive ? Comment ?

Donnez-vous à votre chien des compléments alimentaires pour l'aider dans son activité sportive ?

Pourriez-vous préciser lesquels et dans quel but :

II) Antécédents pathologiques et affections actuelles :

Votre chien a-t-il des antécédents pathologiques graves ou assez sévères ayant nécessité l'interruption de son activité sportive pendant une longue période (plus de 3-4 semaines) ? Précisez sa nature, la date (environ) et le traitement reçu :

Votre chien présente-t-il actuellement une affection, et quel traitement reçoit-il (précisez la durée) ?

III) Suivi en Ostéopathie et/ou Physiothérapie.

Votre chien est-il suivi régulièrement par un vétérinaire ostéopathe /physiothérapeute ?

Combien de fois par an environ ?

Votre chien a-t-il eu des soins d'ostéopathie et/ou de physiothérapie suite à une atteinte en rapport avec son activité sportive ? Merci de préciser l'affection, le type de soins et nombre de séances.

IV)Agility

Niveau :

Nombre de séances d'entraînement par semaine :

Quels sont ses points forts ?

Quelles sont ses difficultés (quel obstacle, ...) :

La préparation sportive de votre chien (entourez la (ou les) réponse(s) adéquates) : ① *Consiste uniquement en des séances de travail sur les obstacles sur le terrain* --- ② *Comporte des séances spécifiques ou des stages de travail sur l'équilibre et la proprioception* --- ③ *Comporte aussi un travail de fond en endurance (trotting, tapis roulant etc)*

Se blesse-t-il souvent ?

Quel type de blessure + traitement :

Appréciation de l'entraîneur :

Votre chien pratique -t-il une autre activité sportive canine que l'agility ? (niveau ?, compétition ?)

Compétitions d'agility(niveau, classement, temps, erreurs (points, obstacles),...)

➤ Année précédente :

-

-

-

-

-

➤ Juste avant le protocole :

-

-

-

-

-

ANNEXE 2 : Tableau d'informations sur les chiens participant à l'étude.

	Race	Age	Niveau	Autre activité	Antécédants médicaux	Travail d'endurance	Exercices d'équilibre/proprioception	Problèmes lors du protocole
Imoove								
Cerise	Cocker anglais	7	loisir	frisbee compétition	Elongation iliopsoas/ contracture à l'épaule		oui	
Miette	Retriever de la nouvelle Ecosse	3	débutant	frisbee, treibball	Elongation semi-tendineux et iliopsoas, rupture LCA à gauche?		oui	
End up gold	Berger shetland	8	international		Surpoids, fracture métatarse-tarse	oui		
Diam's	BB Malinois	9	international		Voile du palais trop long?, arthrose, entorse à un doigt,	oui	oui	
Faëna	berger australien	7	compétition	canicross, VTT	Se bloque bassin, splénectomie, épillet interdigité, hypothyroïdie	oui	oui	
Ikki	BB Malinois	4	loisir		Dysplasie des hanches		oui	
Kali	Cairn Terrier	5	loisir		Hernie discale	oui		
Gouache	Golden retriever	6	loisir		Se bloque le bassin			
Twitch	Berger hollandais	2	débutant				oui	
Tango	border collie x berger australien	4	débutant		Boiterie		oui	Boiterie
Azor	border collie x berger australien	7	compétition	Flyball	Arthrose hanche gauche		oui	
Témoins								
Ivy	Golden retriever	3	loisir					
Loki	Border collie	2	débutant	frisbee, canicross	Entorse jarret	oui	oui	
Choco	Royal Bourbon	2	loisir					
Bakari	Border collie	2	loisir					
Indiana	BB Malinois	3	loisir					
Pixie	Border collie	3	loisir					
Leïka	Border collie	3	loisir	frisbee, canicross		oui	oui	
Okami	Beagle	8	loisir					

ANNEXE 3 : Questionnaire d'évaluation par le propriétaire en fin de protocole.



Impact d'un protocole d'exercice au moyen de la plateforme motorisée Imoove-Vet® chez des chiens pratiquant l'agility

Questionnaire d'évaluation par le propriétaire en fin de protocole

Nom du propriétaire	Nom du chien
---------------------	--------------

I) Comportement hors terrain d'agility et situation d'exercice (A la maison, avec l'entourage etc.)

➔ Suite au programme de travail sur Imoove-Vet®, avez-vous noté une modification chez votre chien concernant

1) son comportement à la maison :	Fortement dégradé	Légèrement dégradé	Inchangé	Légèrement amélioré	Fortement amélioré
- Caractère général	0	1	2	3	4
- Calme	0	1	2	3	4
- Obéissance	0	1	2	3	4
- Stress	0	1	2	3	4

2) son comportement avec les autres chiens	Fortement dégradé	Légèrement dégradé	Inchangé	Légèrement amélioré	Fortement amélioré
- Caractère général	0	1	2	3	4
- Calme	0	1	2	3	4
- Obéissance	0	1	2	3	4
- Stress	0	1	2	3	4
- (Eventuelle agressivité)	0	1	2	3	4

↳ Autres observations ?

II - Comportement sur terrain d'agility et en situation d'exercice

➔ Attitude générale : Suite au programme de travail sur Imoove-Vet®, comment trouvez-vous votre chien au cours des séances d'agility, concernant:

	Fortement dégradé	Légèrement dégradé	Inchangé	Légèrement amélioré	Fortement amélioré
- Motivation	0	1	2	3	4
- Calme	0	1	2	3	4
- Excitation	0	1	2	3	4
- Stress	0	1	2	3	4
- Discipline/obéissance	0	1	2	3	4
- Concentration	0	1	2	3	4
- Rapidité	0	1	2	3	4
- Puissance/force	0	1	2	3	4
- Habileté	0	1	2	3	4
- Equilibre/stabilité	0	1	2	3	4
- Nombre d'erreurs	0	1	2	3	4

II - Comportement sur terrain d'agility et en situation d'exercice (Suite)

➡ **Obstacles :** Concernant les obstacles du parcours d'agility, comment jugez-vous la qualité du passage des obstacles par votre chien :

	Fortement dégradé	Légèrement dégradé	Inchangé	Légèrement amélioré	Fortement amélioré
- Plateforme	0	1	2	3	4
- Sauts	0	1	2	3	4
- Palissade (A)	0	1	2	3	4
- Balançoire	0	1	2	3	4
- Slalom	0	1	2	3	4
Autres obstacles :					
-	0	1	2	3	4
-	0	1	2	3	4
-	0	1	2	3	4
-	0	1	2	3	4

➡ **Récupération post-effort :** Comment trouvez-vous la qualité de la récupération post-effort de votre chien

	Fortement dégradé	Légèrement dégradé	Inchangé	Légèrement amélioré	Fortement amélioré
- Après chaque séance d'entraînement	0	1	2	3	4
- Après des épreuves d'un concours	0	1	2	3	4

III) **Performances en concours :** Avez-vous noté une modification des performances en concours de votre chien :

	Fortement dégradé	Légèrement dégradé	Inchangé	Légèrement amélioré	Fortement amélioré
- Score	0	1	2	3	4
- Temps de parcours	0	1	2	3	4
- Classement	0	1	2	3	4

IV) Appréciation globale

➡ En définitive, avez-vous perçu une influence bénéfique ou non de ce programme de travail sur Imoove-Vet® sur votre chien ?

	Fortement Détérioration	Légère détérioration	Aucune influence	Légère amélioration	Fortement amélioration
	0	1	2	3	4

V) Autres observations – commentaires

ANNEXE 4 : Pourcentage de différence pour chaque région et côté.

	Avt bras D	Avt bras G	Bras D	Bras G	Jambe D	Jambe G	Cuisse D	Cuisse G	Moy	ET
End	11,1	11,1	8,8	26,1	11,1	-2,5	13,6	6,5	10,7	7,9
Diam's	9,5	7,6	2,5	7,7	0,0	-0,6	12,6	13,1	6,5	5,4
Miette	2,9	2,1	4,5	2,5	0,0	1,8	0,3	1,8	2,0	1,4
Tango	0,0	0,6	1,3	5,5	5,2	2,0	0,8	-0,8	1,8	2,3
Azor	4,0	0,7	1,5	2,7	0,6	3,3	4,1	6,5	2,9	2,0
Faëna	1,8	0,0	7,1	6,6	1,5	3,1	5,0	5,3	3,8	2,6
Ikki	3,0	3,7	1,4	3,4	-12,2	-3,9	5,0	3,2	0,4	5,8
Cerise	0,0	0,0	3,3	0,0	7,5	6,0	4,1	4,4	3,2	2,9
Kali	3,8	-0,8	1,8	1,2	2,6	0,0	4,6	4,3	2,2	2,0
Twitch	0,0	1,9	2,7	0,5	1,1	0,5	2,3	2,2	1,4	1,0
Gouache	-0,6	0,0	22,5	22,6	0,5	-1,6	5,5	4,2	6,6	10,1
moy	3,2	2,4	5,2	7,2	1,6	0,8	5,3	4,6	3,8	
ET	3,9	3,7	6,2	8,9	5,8	2,9	4,3	3,5	3,0	

	Avt bras D	Avt bras G	Bras D	Bras G	Jambe D	Jambe G	Cuisse D	Cuisse G	Moy	ET
End	11,1	11,1	8,8		11,1	-2,5	13,6	6,5	8,5	5,3
Diam's	9,5	7,6	2,5	7,7	0,0	-0,6	12,6	13,1	6,5	5,4
Miette	2,9	2,1	4,5	2,5	0,0	1,8	0,3	1,8	2,0	1,4
Tango	0,0	0,6	1,3	5,5	5,2	2,0	0,8	-0,8	1,8	2,3
Azor	4,0	0,7	1,5	2,7	0,6	3,3	4,1	6,5	2,9	2,0
Faëna	1,8	0,0	7,1	6,6	1,5	3,1	5,0	5,3	3,8	2,6
Ikki	3,0	3,7	1,4	3,4		-3,9	5,0	3,2	2,2	2,9
Cerise	0,0	0,0	3,3	0,0	7,5	6,0	4,1	4,4	3,2	2,9
Kali	3,8	-0,8	1,8	1,2	2,6	0,0	4,6	4,3	2,2	2,0
Twitch	0,0	1,9	2,7	0,5	1,1	0,5	2,3	2,2	1,4	1,0
Gouache	-0,6	0,0			0,5	-1,6	5,5	4,2	1,3	2,8
moy	3,2	2,4	3,5	3,3	3,0	0,8	5,3	4,6	3,3	
ET	3,9	3,7	2,6	2,7	3,8	2,9	4,3	3,5	2,3	

ANNEXE 5 : Résultats des mesures des circonférences des segments des membres.

Gr Imoove					
Avant-bras		AvB - J0 - Im	AvB - S6 - Im	Différence	% DIFF
Droite	End	9,00	10,00	1,00	11,11
	Diam's	13,70	15,00	1,30	9,49
	Miette	13,80	14,20	0,40	2,90
	Tango	17,60	17,60	0,00	0,00
	Azor	15,00	15,60	0,60	4,00
	Faëna	16,70	17,00	0,30	1,80
	Ikki	16,60	17,10	0,50	3,01
	Cerise	12,00	12,00	0,00	0,00
	Kali	13,10	13,60	0,50	3,82
	Twitch	15,80	15,80	0,00	0,00
	Gouache	16,60	16,50	-0,10	-0,60
Gauche	End	9	10	1	11,11
	Diam's	14,4	15,5	1,1	7,64
	Miette	14	14,3	0,3	2,14
	Tango	17,7	17,8	0,1	0,56
	Azor	15,2	15,3	0,1	0,66
	Faëna	16,9	16,9	0	0,00
	Ikki	16,3	16,9	0,6	3,68
	Cerise	12	12	0	0,00
	Kali	13	12,9	-0,1	-0,77
	Twitch	15,7	16	0,3	1,91
	Gouache	16,9	16,9	0	0,00
	MOY	14,6	15,0	0,4	2,5
	ET	2,4	2,3	0,4	3,6
Gr Témoin					
Avant- bras		AvB- J0- Tém	AvB - S6 - Tém	Différence	% DIFF
Droite	Leika	13,30	13,50	0,20	1,50
	Pixie	14,30	14,40	0,10	0,70
	Ivy	16,00	16,30	0,30	1,88
	Okami	12,70	12,60	-0,10	-0,79
	Choco	16,20	16,00	-0,20	-1,23
	Loki	14,50	14,30	-0,20	-1,38
	Bakari	14,10	14,30	0,20	1,42
	Indiana	15,00	14,40	-0,60	-4,00
Gauche	Leika	13,3	13	-0,3	-2,26
	Pixie	14	14,4	0,4	2,86
	Ivy	16	16,2	0,2	1,25
	Okami	12,5	12,4	-0,1	-0,80
	Choco	15,7	15,7	0	0,00
	Loki	14,4	14,2	-0,2	-1,39
	Bakari	14,5	14,1	-0,4	-2,76
	Indiana	15,2	14,8	-0,4	-2,63
	MOY	14,48	14,41	-0,07	-0,48
	ET	1,16	1,19	0,28	1,94

Gr Imoove					
BRAS		J0- Im- Bras	S6 - Im - Bras	Diff	%
Droite	End	11,4	12,4	1	8,8
	Diam's	18,25	18,7	0,45	2,5
	Miette	17,85	18,65	0,8	4,5
	Tango	22,55	22,85	0,3	1,3
	Azor	20,65	20,95	0,3	1,5
	Faëna	20,45	21,9	1,45	7,1
	Ikki	25,1	25,45	0,35	1,4
	Cerise	15,35	15,85	0,5	3,3
	Kali	16,3	16,6	0,3	1,8
	Twitch	20,65	21,2	0,55	2,7
Gouache	20,65	22,5	4,65	22,5	
Gauche	End	9,95	12,55	2,60	26,1
	Diam's	18,25	19,65	1,4	7,7
	Miette	17,9	18,35	0,45	2,5
	Tango	21,95	23,15	1,2	5,5
	Azor	20,55	21,1	0,55	2,7
	Faëna	20,5	21,85	1,35	6,6
	Ikki	25	25,85	0,85	3,4
	Cerise	15,65	15,65	0	0,0
	Kali	16,2	16,4	0,2	1,2
	Twitch	20,75	20,85	0,1	0,5
Gouache	20,6	22,6	4,65	22,6	
	<i>Moy</i>	18,9	19,8	1,1	6,2
	<i>ET</i>	3,8	3,7	1,3	7,6
Gr Témoin					
BRAS		J0 - Tém - Bras	S6 - Tém - Bras	Diff	%
Droite	Leika	18,0	18,0	-0,1	-0,3
	Pixie	16,3	17,0	0,6	4,0
	Ivy	19,3	19,7	0,4	2,1
	Okami	16,0	16,1	0,1	0,6
	Choco	21,5	21,3	-0,2	-0,9
	Loki	19,6	19,6	0,1	0,3
	Bakari	19,4	19,8	0,4	2,1
	Indiana	20,5	20,4	-0,1	-0,5
Gauche	Leika	18,0	18,0	-0,1	-0,3
	Pixie	18,0	17,7	-0,3	-1,7
	Ivy	21,2	20,0	-1,2	-5,7
	Okami	16,2	16,4	0,2	1,2
	Choco	21,7	21,6	-0,1	-0,7
	Loki	19,7	19,6	0,0	-0,3
	Bakari	20,1	19,7	-0,5	-2,2
	Indiana	20,9	20,6	-0,3	-1,4
	Moy	19,1	19,1	-0,1	-0,2
	ET	1,9	1,7	0,4	2,1

Gr Imoove					
Jambe		Jbe J0 - Im	Jbe S6 - Im	Différence	%
Droite	End	10,80	12,00	1,20	11,11
	Diam's	17,00	17,00	0,00	0,00
	Miette	16,30	16,30	0,00	0,00
	Tango	19,20	20,20	1,00	5,21
	Azor	18,00	18,10	0,10	0,56
	Faëna	19,60	19,90	0,30	1,53
	Ikki	21,30	18,70	-2,60	-12,21
	Cerise	14,60	15,70	1,10	7,53
	Kali	15,60	16,00	0,40	2,56
	Twitch	18,80	19,00	0,20	1,06
	Gouache	18,30	18,40	0,10	0,55
Gauche	End	12,2	11,9	-0,3	-2,5
	Diam's	17,1	17,0	-0,1	-0,6
	Miette	16,3	16,6	0,3	1,8
	Tango	19,8	20,2	0,4	2,0
	Azor	18,0	18,6	0,6	3,3
	Faëna	19,2	19,8	0,6	3,1
	Ikki	20,5	19,7	-0,8	-3,9
	Cerise	15,1	16,0	0,9	6,0
	Kali	16,0	16,0	0,0	0,0
	Twitch	18,6	18,7	0,1	0,5
	Gouache	18,8	18,5	-0,3	-1,6
MOY		17,32	17,47	0,15	1,19
ET		2,41	2,13	0,85	4,46
Gr Témoin					
Jambe		Jbe-J0-Tém	Jbe - S6 - Tém	Différence	%
Droite	Leika	15,2	15,0	-0,2	-1,4
	Pixie	18,8	17,6	-1,2	-6,4
	Ivy	18,4	18,3	-0,1	-0,5
	Okami	15,3	15,2	-0,1	-0,7
	Choco	18,1	18,2	0,1	0,6
	Loki	16,0	17,2	1,2	7,5
	Bakari	18,0	17,1	-0,9	-5,0
	Indiana	17,8	17,5	-0,3	-1,7
Gauche	Leika	15,2	15	-0,2	-1,32
	Pixie	18,8	17,2	-1,6	-8,51
	Ivy	19,9	19	-0,9	-4,52
	Okami	15,3	15,2	-0,1	-0,65
	Choco	18,1	18,1	0	0,00
	Loki	17	17,2	0,2	1,18
	Bakari	18	17,7	-0,3	-1,67
	Indiana	18,3	17,9	-0,4	-2,19
Moy		17,4	17,1	-0,3	-1,6
ET		1,5	1,3	0,6	3,6

Gr Imoove					
CUISSE		Cuisse - J0 - Im	Cuisse - S6 - Im	Différence	%
Droite	End	18,3	20,8	2,5	13,6
	Diam's	28,2	31,8	3,6	12,6
	Miette	31,7	31,8	0,1	0,3
	Tango	39,8	40,1	0,3	0,8
	Azor	33,8	35,2	1,4	4,1
	Faëna	35,9	37,7	1,8	5,0
	Ikki	37,0	38,8	1,8	5,0
	Cerise	25,8	26,8	1,1	4,1
	Kali	26,6	27,9	1,2	4,6
	Twitch	35,0	35,8	0,8	2,3
	Gouache	37,3	39,4	2,1	5,5
Gauche	End	18,9	20,1	1,2	6,5
	Diam's	26,8	30,3	3,5	13,1
	Miette	32,0	32,6	0,6	1,8
	Tango	40,1	39,8	-0,3	-0,8
	Azor	32,6	34,7	2,1	6,5
	Faëna	35,4	37,2	1,9	5,3
	Ikki	36,6	37,8	1,2	3,2
	Cerise	25,5	26,7	1,1	4,4
	Kali	26,4	27,5	1,1	4,3
	Twitch	34,4	35,2	0,8	2,2
	Gouache	36,9	38,4	1,5	4,2
MOY		31,6	33,0	1,4	4,9
ET		6,2	5,9	1,0	3,8
Gr Témoin					
CUISSE		Cuisse - J0 - Tém	Cuisse - S6 - Tém	Différence	%
Droite	Leika	31,5	31,2	-0,3	-0,8
	Pixie	29,3	29,8	0,5	1,8
	Ivy	31,9	32,8	0,9	2,8
	Okami	27,4	27,8	0,4	1,5
	Choco	35,8	35,6	-0,1	-0,4
	Loki	31,7	31,8	0,1	0,2
	Bakari	29,7	29,6	-0,1	-0,3
	Indiana	34,0	32,9	-1,1	-3,1
Gauche	Leika	31,3	31,2	-0,2	-0,5
	Pixie	29,0	29,8	0,9	3,0
	Ivy	33,5	33,8	0,3	0,9
	Okami	27,2	27,2	0,0	0,0
	Choco	35,5	35,5	0,0	0,0
	Loki	32,5	31,9	-0,6	-1,7
	Bakari	29,7	30,0	0,3	1,0
	Indiana	34,0	33,1	-0,9	-2,6
MOY		31,5	31,5	0,0	0,1
ET		2,6	2,4	0,5	1,7

ANNEXE 6 : Résultats des analyses de la marche au moyen du système GAITRite®.

EVALUATION INITIALE AZOR	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui rela- tif (%) tps d'appui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre capteurs ac- tivés Nc	Pression maximale relative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,37	58,61	65,03	40,64	38,36	14,21	30,95	42,9
Avant D (RF)	0,38	60,08	62,57	39,51	39,21	12,86	31,64	39,7
Arrière G (LH)	0,33	53,84	68,74	42,23	22,71	9,79	18,33	17,5
Arrière D (RH)	0,34	53,64	62,12	38,69	23,64	9,36	19,08	17,4
<i>Sommes</i>				40,34	123,93	46,21	100,00	117,6

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,12	1,10	0,98	0,99	1,67	1,41	1,67	2,37
Symétrie G/D	0,97	0,99	1,07	1,06	0,97	1,08	0,97	1,06
Symétrie AG/ AD	0,96	0,98	1,04	1,03	0,98	1,11	0,98	1,08
Symétrie PG/PD	0,99	1,00	1,11	1,09	0,96	1,05	0,96	1,00
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	0,99	0,97	0,97	1,00	1,04	1,00	1,06

EVALUATION FINALE AZOR	Durée phase d'appui (sec)	Appui rela- tif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb capteurs ac- tivés)	Pression maximale relative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	40,30	37,91	62,26	39,97	37,87	13,47	30,01	510
Avant D (RF)	39,31	38,82	60,82	39,2	39,33	13	31,17	511
Arrière G (LH)	42,03	25,00	65,67	42	24,93	10,4	19,76	259
Arrière D (RH)	38,51	23,55	60,77	38,14	24,07	9,67	19,07	233
				39,83	126,2	46,53	100	1513

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,12	1,10	0,97	0,99	1,58	1,32	1,58	2,08
Symétrie G/D	0,99	0,98	1,05	1,06	0,99	1,05	0,99	1,03
Symétrie AG/ AD	0,97	0,97	1,02	1,02	0,96	1,04	0,96	1
Symétrie PG/PD	1,01	1,00	1,08	1,1	1,04	1,08	1,04	1,11
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,99	0,96	0,96

EVALUATION INITIALE CERISE	Durée phase d'appui (sec)	Appui rela- tif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb cap- teurs acti- vés)	Pression maximale relative (%)	Force d'appui
Avant G (LF)	0,31	56,49	39,90	21,78	16,00	6,80	24,50	109
Avant D (RF)	0,31	57,14	50,59	26,86	19,50	8,80	29,86	172
Arrière G (LH)	0,28	50,85	47,10	25,72	14,10	7,60	21,59	107
Arrière D (RH)	0,33	57,60	39,83	22,54	15,70	7,50	24,04	118
Sommes				25,91	65,30	30,70	100,00	505
RATIOS					35,50	15,60	54,36	280,40
					29,80	15,10	45,64	224,91
Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,01	1,05	1,04	1,01	1,19	1,03	1,19	1,25
Symétrie G/D	0,93	0,94	0,96	0,96	0,86	0,88	0,86	0,75
Symétrie AG/ AD	1,01	0,99	0,79	0,81	0,82	0,77	0,82	0,63
Symétrie PG/PD	0,85	0,88	1,18	1,14	0,90	1,01	0,90	0,91
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,09	1,06	0,82	0,84	0,94	0,87	0,94	0,81
EVALUATION FINALE CERISE	Durée phase d'appui (sec)	Appui rela- tif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb cap- teurs acti- vés)	Pression maximale relative (%)	Force d'appui
Avant G (LF)	0,37	58,81	44,02	28,03	21,73	8,93	29,96	194
Avant D (RF)	0,38	59,02	44,09	27,98	22,93	9,33	31,62	214
Arrière G (LH)	0,34	53,64	44,65	28,58	13,67	6,40	18,84	87
Arrière D (RH)	0,34	53,95	43,78	27,73	14,20	6,13	19,58	87
Sommes				27,7	72,53	30,80	100,00	583
RATIOS					44,67	18,27	61,58	408,20
					27,87	12,53	38,42	174,56
Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,10	1,10	1,00	0,99	1,60	1,46	1,60	2,34
Symétrie G/D	1,00	1,00	1,01	1,02	0,95	0,99	0,95	0,94
Symétrie AG/ AD	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,96	0,95	0,91
Symétrie PG/PD	1,00	0,99	1,02	1,03	0,96	1,04	0,96	1,00
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,96	0,98	0,93

EVALUATION INITIALE DIAM'S	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,36	58,49	69,72	42,76	42,78	13,11	32,16	44,1
Avant D (RF)	0,36	58,80	67,88	41,63	39,56	13,11	29,74	40,9
Arrière G (LH)	0,32	51,19	71,71	44,38	25,33	10,33	19,05	20,6
Arrière D (RH)	0,32	51,49	63,96	39,72	25,33	9,56	19,05	19,1
Sommes				42,12	133,00	46,11	100,00	124,6

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,12	1,14	1,01	1,00	1,63	1,32	1,63	2,14
Symétrie G/D	1,00	0,99	1,07	1,07	1,05	1,03	1,05	1,08
Symétrie AG/ AD	1,00	0,99	1,03	1,03	1,08	1,00	1,08	1,08
Symétrie PG/PD	0,99	0,99	1,12	1,12	1,00	1,08	1,00	1,08
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,00	0,96	0,96	1,05	0,97	1,05	1,03

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,36	59,06	71,51	44,10	45,44	14,28	31,89	51,1
Avant D (RF)	0,36	58,80	70,19	43,32	41,17	14,00	28,89	45,3
Arrière G (LH)	0,31	49,40	71,17	44,84	28,00	10,50	19,65	23,1
Arrière D (RH)	0,33	51,47	66,62	42,23	27,89	10,72	19,57	23,5
Sommes				43,62	142,50	49,50	100,00	143,1

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,14	1,17	1,03	1,00	1,55	1,33	1,55	2,07
Symétrie G/D	0,98	0,98	1,04	1,04	1,06	1,00	1,06	1,08
Symétrie AG/ AD	1,00	1,00	1,02	1,02	1,10	1,02	1,10	1,13
Symétrie PG/PD	0,96	0,96	1,07	1,06	1,00	0,98	1,00	0,98
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,02	1,02	0,98	0,98	1,06	1,02	1,06	1,09

EVALUATION INITIALE END	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,20	43,83	64,91	29,21	14,00	6,00	27,45	6,6
Avant D (RF)	0,19	41,70	68,80	30,27	14,00	5,67	27,45	6,2
Arrière G (LH)	0,17	37,13	59,87	27,94	11,00	4,33	21,57	3,8
Arrière D (RH)	0,16	35,53	66,74	30,48	12,00	5,00	23,53	4,7
Sommes				29,48	51,00	21,00	100,00	21,3

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,15	1,18	1,06	1,02	1,22	1,25	1,22	1,52
Symétrie G/D	1,07	1,05	0,92	0,94	0,96	0,97	0,96	0,94
Symétrie AG/ AD	1,07	1,05	0,94	0,96	1,00	1,06	1,00	1,06
Symétrie PG/PD	1,06	1,05	0,90	0,92	0,92	0,87	0,92	0,79
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,10	1,04	1,13

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,22	44,06	60,36	29,58	13,71	6,14	27,59	6,6
Avant D (RF)	0,21	42,37	57,76	28,30	14,43	6,86	29,02	7,7
Arrière G (LH)	0,17	34,50	58,86	28,76	9,86	4,71	19,83	3,6
Arrière D (RH)	0,23	38,64	59,29	29,39	11,71	5,00	23,56	4,6
Sommes				29,01	49,71	22,71	100,00	22,7

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,07	1,18	1,00	1,00	1,30	1,34	1,30	1,74
Symétrie G/D	0,88	0,97	1,02	1,01	0,90	0,92	0,90	0,83
Symétrie AG/ AD	1,03	1,04	1,04	1,04	0,95	0,90	0,95	0,85
Symétrie PG/PD	0,74	0,89	0,99	0,98	0,84	0,94	0,84	0,79
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,17	1,08	1,03	1,03	1,05	0,96	1,05	0,98

EVALUATION INITIALE FAENA	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,36	58,27	65,24	40,11	36,79	13,26	27,03	38,4
Avant D (RF)	0,36	58,42	67,87	41,58	38,58	13,16	28,34	40
Arrière G (LH)	0,33	55,19	69,64	42,11	30,11	10,79	22,12	25,6
Arrière D (RH)	0,34	56,05	66,83	40,27	30,63	10,95	22,51	26,4
Sommes				41,02	136,11	48,16	100,00	130,3

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,07	1,05	0,98	0,99	1,24	1,22	1,24	1,51
Symétrie G/D	1,00	0,99	1,00	1,00	0,97	1,00	0,97	0,96
Symétrie AG/ AD	1,00	1,00	0,96	0,96	0,95	1,01	0,95	0,96
Symétrie PG/PD	0,99	0,98	1,04	1,05	0,98	0,99	0,98	0,97
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,01	0,96	0,96	0,98	1,01	0,98	0,99

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,38	58,93	62,17	39,63	37,40	12,47	27,64	36,7
Avant D (RF)	0,38	59,93	65,52	41,24	37,13	12,60	27,44	36,9
Arrière G (LH)	0,36	58,07	66,29	41,32	30,47	11,60	22,51	27,8
Arrière D (RH)	0,36	57,81	63,91	40,01	30,33	11,27	22,41	26,9
Sommes				40,55	135,33	47,93	100,00	128,3

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,04	1,03	0,98	0,99	1,23	1,10	1,23	1,34
Symétrie G/D	1,00	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01
Symétrie AG/ AD	1,00	0,98	0,95	0,96	1,01	0,99	1,01	1,00
Symétrie PG/PD	1,00	1,00	1,04	1,03	1,00	1,03	1,00	1,03
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	0,99	0,96	0,96	1,00	0,98	1,00	0,98

EVALUATION INITIALE <u>GOUACHE</u>	Durée phase d'appui (sec)	Appui relatif (%) tps d'appui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb capteurs activés)	Pression maximale relative (%)	Force d'appui	Nombre de foulée par s
Avant G (LF)	0,39	58,89	57,79	38,56	48,71	15,79	29,52	769	1,50
Avant D (RF)	0,39	58,92	56,47	37,51	51,64	15,93	31,30	823	1,51
Arrière G (LH)	0,35	53,70	60,89	40,23	30,36	11,29	18,40	343	1,51
Arrière D (RH)	0,38	57,86	55,20	36,47	34,29	12,14	20,78	416	1,51
Sommes				38,19	165,00	55,14	100,00	2351	1,51
					100,36	31,71	60,82	1591,59	
					64,64	23,43	39,18	758,93	
RATIOS									
Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,07	1,06	0,98	0,99	1,55	1,35	1,55	2,10	
Symétrie G/D	0,97	0,96	1,06	1,06	0,92	0,96	0,92	0,90	
Symétrie AG/ AD	1,01	1,00	1,02	1,03	0,94	0,99	0,94	0,93	
Symétrie PG/PD	0,93	0,93	1,10	1,10	0,89	0,93	0,89	0,82	
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,04	1,04	0,96	0,97	1,01	1,03	1,01	1,02	

EVALUATION FINALE	Durée phase d'appui (sec)	Appui relatif (%) tps d'appui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb capteurs activés)	Pression maximale relative (%)	Force d'appui	Nombre de foulée par s
Avant G (LF)	0,41	60,04	59,23	40,90	47,24	15,12	30,11	714	1,45
Avant D (RF)	0,41	59,12	54,12	37,51	49,41	16,12	31,50	796	1,44
Arrière G (LH)	0,39	56,70	57,76	39,48	30,18	11,18	19,24	337	1,46
Arrière D (RH)	0,39	56,86	56,21	38,59	30,06	11,65	19,16	350	1,46
Sommes				39,12	156,88	54,06	100,00	2198	1,45
					96,65	31,24	61,60	1510,49	
					60,24	22,82	38,40	687,36	
RATIOS									
Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,06	1,05	0,99	1,00	1,60	1,37	1,60	2,20	
Symétrie G/D	1,00	1,01	1,06	1,06	0,97	0,95	0,97	0,92	
Symétrie AG/ AD	1,01	1,02	1,09	1,09	0,96	0,94	0,96	0,90	
Symétrie PG/PD	0,99	1,00	1,03	1,02	1,00	0,96	1,00	0,96	
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,01	1,01	1,03	1,03	0,97	0,98	0,97	0,94	

EVALUATION INITIALE <u>IKKI</u>	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,19	43,17	108,86	49,11	60,89	18,22	29,26	87,4
Avant D (RF)	0,19	43,29	107,99	48,47	62,11	18,11	29,85	88,6
Arrière G (LH)	0,16	36,38	106,62	47,98	41,00	13,56	19,70	43,8
Arrière D (RH)	0,16	36,57	113,34	50,88	44,11	14,00	21,20	48,7
Sommes				49,11	208,11	63,89	100,00	268,3

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,18	1,19	0,99	0,99	1,45	1,32	1,45	1,90
Symétrie G/D	1,00	1,00	0,97	0,98	0,96	0,99	0,96	0,96
Symétrie AG/ AD	0,99	1,00	1,01	1,01	0,98	1,01	0,98	0,99
Symétrie PG/PD	1,01	0,99	0,94	0,94	0,93	0,97	0,93	0,90
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	1,00	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02	1,03

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,19	42,83	107,96	48,58	65,00	19,00	30,62	97,2
Avant D (RF)	0,20	44,46	112,16	50,05	63,50	18,50	29,92	92,5
Arrière G (LH)	0,17	37,20	106,78	47,79	39,00	13,25	18,37	40,7
Arrière D (RH)	0,17	38,53	111,53	50,33	44,75	14,00	21,08	49,4
Sommes				49,19	212,25	64,75	100,00	279,8

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,14	1,15	1,01	1,01	1,53	1,38	1,53	2,11
Symétrie G/D	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,99	0,96	0,97
Symétrie AG/ AD	0,98	0,96	0,96	0,97	1,02	1,03	1,02	1,05
Symétrie PG/PD	0,96	0,97	0,96	0,95	0,87	0,95	0,87	0,82
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,01	1,00	1,00	1,01	1,07	1,04	1,07	1,10

EVALUATION INITIALE KALI	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,15	41,10	69,33	25,04	29,44	9,22	32,55	21,3
Avant D (RF)	0,15	41,63	72,73	26,30	27,81	9,13	30,75	20
Arrière G (LH)	0,12	31,77	69,25	25,13	16,31	6,09	18,04	7,8
Arrière D (RH)	0,12	32,88	71,87	26,10	16,88	6,50	18,66	8,7
Sommes				25,64	90,44	30,94	100,00	57,8

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,26	1,28	1,01	1,00	1,73	1,46	1,73	2,51
Symétrie G/D	0,98	0,98	0,96	0,96	1,02	0,98	1,02	1,02
Symétrie AG/ AD	0,99	0,99	0,95	0,95	1,06	1,01	1,06	1,07
Symétrie PG/PD	0,97	0,97	0,96	0,96	0,97	0,94	0,97	0,91
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,01	1,01	0,99	0,99	1,05	1,03	1,05	1,08

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,15	40,24	67,97	25,29	28,65	9,00	30,17	20,3
Avant D (RF)	0,15	41,11	72,20	26,84	30,09	9,56	31,69	22,7
Arrière G (LH)	0,12	33,07	69,77	26,02	18,18	6,62	19,14	9,4
Arrière D (RH)	0,13	33,65	70,20	26,06	18,03	6,29	18,99	8,9
Sommes				26,05	94,94	31,47	100,00	61,3

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,21	1,22	1,00	1,00	1,62	1,44	1,62	2,33
Symétrie G/D	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,99	0,97	0,94
Symétrie AG/ AD	0,97	0,98	0,94	0,94	0,95	0,94	0,95	0,90
Symétrie PG/PD	0,99	0,98	0,99	1,00	1,01	1,05	1,01	1,06
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	1,00	0,97	0,97	0,97	0,95	0,97	0,91

EVALUATION INITIALE <u>MIETTE</u>	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,40	60,51	45,77	30,46	26,44	10,10	29,45	21,0
Avant D (RF)	0,41	61,47	45,35	30,17	25,74	9,74	28,68	19,8
Arrière G (LH)	0,37	54,83	45,80	30,50	18,18	7,44	20,25	10,6
Arrière D (RH)	0,37	54,93	44,51	29,76	19,41	7,44	21,62	11,3
Sommes				30,22	89,77	34,72	100,00	62,8

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,11	1,11	1,01	1,01	1,39	1,33	1,39	1,85
Symétrie G/D	0,99	0,99	1,02	1,02	0,99	1,02	0,99	1,02
Symétrie AG/ AD	0,98	0,98	1,01	1,01	1,03	1,04	1,03	1,06
Symétrie PG/PD	0,99	1,00	1,03	1,02	0,94	1,00	0,94	0,94
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	0,99	0,99	0,99	1,04	1,02	1,04	1,07

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,40	61,56	46,45	29,80	27,79	9,49	28,60	20,8
Avant D (RF)	0,41	63,70	45,86	29,46	29,41	10,26	30,26	23,8
Arrière G (LH)	0,36	55,90	47,55	30,63	19,92	7,51	20,50	11,8
Arrière D (RH)	0,36	55,54	44,58	28,76	20,05	7,49	20,63	11,8
Sommes				29,66	97,18	34,74	100,00	68,1

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,12	1,12	1,00	1,00	1,43	1,32	1,43	1,89
Symétrie G/D	0,98	0,99	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96	0,92
Symétrie AG/ AD	0,97	0,97	1,01	1,01	0,95	0,93	0,95	0,87
Symétrie PG/PD	1,01	1,01	1,07	1,07	0,99	1,00	0,99	1,00
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,97	0,92

EVALUATION INITIALE TANGO	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,25	53,95	101,44	47,96	65,81	19,44	32,31	100,7
Avant D (RF)	0,29	61,14	93,36	44,05	55,50	18,41	27,25	80,5
Arrière G (LH)	0,20	41,21	96,66	46,40	45,72	15,31	22,45	55,1
Arrière D (RH)	0,19	40,27	94,92	44,97	36,66	12,63	18,00	36,5
Sommes				45,85	203,69	65,78	100,00	272,8

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,39	1,41	1,02	1,01	1,47	1,35	1,47	1,98
Symétrie G/D	0,94	0,94	1,05	1,06	1,21	1,12	1,21	1,33
Symétrie AG/ AD	0,88	0,88	1,09	1,09	1,19	1,06	1,19	1,25
Symétrie PG/PD	1,03	1,02	1,02	1,03	1,25	1,21	1,25	1,51
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,92	0,92	1,03	1,03	1,01	0,95	1,01	1,01

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,27	54,86	96,26	47,67	66,00	19,24	30,34	100
Avant D (RF)	0,26	53,22	97,63	48,22	66,03	19,58	30,35	101,8
Arrière G (LH)	0,20	39,58	92,84	46,65	42,48	14,09	19,53	47,2
Arrière D (RH)	0,21	40,66	95,22	48,01	43,03	14,36	19,78	48,7
Sommes				47,64	217,55	67,27	100,00	297,6

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,32	1,35	1,03	1,01	1,54	1,36	1,54	2,11
Symétrie G/D	1,00	1,01	0,98	0,98	0,99	0,98	0,99	0,98
Symétrie AG/ AD	1,03	1,03	0,99	0,99	1,00	0,98	1,00	0,98
Symétrie PG/PD	0,97	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	0,99	0,97
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,03	1,03	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00

EVALUATION INITIALE <u>TWITCH</u>	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,42	60,32	62,55	43,18	49,30	16,07	31,73	62,4
Avant D (RF)	0,42	60,33	61,28	42,17	46,00	15,33	29,61	55,5
Arrière G (LH)	0,39	56,69	60,80	41,79	29,59	11,15	19,05	26,0
Arrière D (RH)	0,39	56,50	64,50	44,50	30,48	11,37	19,62	27,3
Sommes				42,91	155,37	53,93	100,00	171,2

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,07	1,07	0,99	0,99	1,59	1,39	1,59	2,21
Symétrie G/D	1,00	1,00	0,98	0,98	1,03	1,02	1,03	1,07
Symétrie AG/ AD	1,01	1,00	1,02	1,02	1,07	1,05	1,07	1,12
Symétrie PG/PD	1,00	1,00	0,94	0,94	0,97	0,98	0,97	0,95
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,00	1,04	1,04	1,06	1,04	1,06	1,10

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,42	59,64	61,36	43,37	43,90	15,61	31,22	53,9
Avant D (RF)	0,43	60,39	60,70	42,96	42,48	14,42	30,21	48,3
Arrière G (LH)	0,41	56,94	59,93	42,67	27,39	11,06	19,48	23,9
Arrière D (RH)	0,41	56,99	62,12	44,08	26,84	10,87	19,09	23,0
Sommes				43,27	140,61	51,97	100,00	149,1

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,05	1,05	1,00	1,00	1,59	1,37	1,59	2,18
Symétrie G/D	0,99	0,99	0,99	0,99	1,03	1,05	1,03	1,09
Symétrie AG/ AD	0,99	0,99	1,01	1,01	1,03	1,08	1,03	1,12
Symétrie PG/PD	1,00	1,00	0,96	0,97	1,02	1,02	1,02	1,04
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	0,99	1,02	1,02	1,01	1,04	1,01	1,07

EVALUATION INITIALE CHOCO	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,22	45,56	108,80	51,35	58,13	15,60	30,61	71,4
Avant D (RF)	0,21	44,05	110,10	52,11	59,33	15,60	31,24	72,9
Arrière G (LH)	0,18	36,13	104,54	50,04	35,07	10,93	18,46	30,2
Arrière D (RH)	0,18	36,59	111,91	53,04	37,40	10,53	19,69	31,0
<i>Sommes</i>				51,64	189,93	52,67	100,00	205,5

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,21	1,23	1,01	1,00	1,62	1,45	1,62	2,36
Symétrie G/D	1,02	1,01	0,96	0,96	0,96	1,02	0,96	0,98
Symétrie AG/ AD	1,04	1,03	0,99	0,99	0,98	1,00	0,98	0,98
Symétrie PG/PD	1,00	0,99	0,93	0,94	0,94	1,04	0,94	0,97
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	0,98	1,01	0,99

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,21	42,94	110,88	52,95	57,00	15,44	29,90	69,3
Avant D (RF)	0,21	43,56	111,00	53,14	59,44	15,81	31,18	74,0
Arrière G (LH)	0,17	35,83	106,25	51,20	37,44	10,69	19,64	31,5
Arrière D (RH)	0,17	35,71	115,13	55,41	36,75	11,06	19,28	32,0
<i>Sommes</i>				53,17	190,63	53,00	100,00	206,8

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,19	1,21	1,00	1,00	1,57	1,44	1,57	2,26
Symétrie G/D	0,99	0,99	0,96	0,96	0,98	0,97	0,98	0,95
Symétrie AG/ AD	0,98	0,99	1,00	1,00	0,96	0,98	0,96	0,94
Symétrie PG/PD	1,00	1,00	0,92	0,92	1,02	0,97	1,02	0,98
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	0,99	1,04	1,04	0,97	1,00	0,97	0,96

EVALUATION INITIALE <i>INDIANA</i>	Durée phase d'appui (sec)	Appui relatif (%) tps d'appui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb capteurs activés)	Pression maximale relative (%)	Force d'appui
Avant G (LF)	0,39	60,16	56,48	36,80	44,84	13,53	32,21	607
Avant D (RF)	0,39	60,07	59,20	38,17	43,74	14,21	31,42	622
Arrière G (LH)	0,36	55,82	53,84	34,99	24,58	9,32	17,66	229
Arrière D (RH)	0,38	57,98	59,64	38,74	26,05	9,63	18,71	251
Sommes				37,17	139,21	46,68	100,00	1708
RATIOS	Ant				88,58	27,74	63,63	1228,07
	Post				50,63	18,95	36,37	479,90
Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,06	1,06	1,02	1,02	1,75	1,46	1,75	2,56
Symétrie G/D	0,99	0,98	0,93	0,93	0,99	0,96	0,99	0,96
Symétrie AG/ AD	1,01	1,00	0,95	0,96	1,03	0,95	1,03	0,98
Symétrie PG/PD	0,97	0,96	0,90	0,90	0,94	0,97	0,94	0,91
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	0,98	1,04	1,01

<i>EVALUATION FINALE</i>	Durée phase d'appui (sec)	Appui relatif (%) tps d'appui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Surface d'appui (nb capteurs activés)	Pression maximale relative (%)	Force d'appui
Avant G (LF)	0,39	59,55	55,37	36,66	40,84	12,95	32,36	529
Avant D (RF)	0,39	59,45	56,76	37,43	42,42	14,53	33,61	616
Arrière G (LH)	0,37	54,65	52,56	35,80	21,47	7,95	17,01	171
Arrière D (RH)	0,38	59,09	56,70	37,60	21,47	7,95	17,01	171
Sommes				36,87	126,21	43,37	100,00	1486
RATIOS	Ant				83,26	27,47	65,97	1145,02
	Post				42,95	15,89	34,03	341,32
Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,04	1,05	1,03	1,01	1,94	1,73	1,94	3,35
Symétrie G/D	0,99	0,96	0,95	0,97	0,98	0,93	0,98	0,89
Symétrie AG/ AD	1,00	1,00	0,98	0,98	0,96	0,89	0,96	0,86
Symétrie PG/PD	0,97	0,92	0,93	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,02	1,04	1,03	1,01	0,98	0,93	0,98	0,89

EVALUATION INITIALE IVY	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,48	61,33	51,52	39,95	47,73	16,36	30,58	61,5
Avant D (RF)	0,48	62,25	51,67	40,06	47,36	15,64	30,34	58,3
Arrière G (LH)	0,45	57,95	49,77	38,91	30,64	11,00	19,63	26,5
Arrière D (RH)	0,44	55,98	52,54	41,22	30,36	12,09	19,45	28,9
Sommes				40,04	156,09	55,09	100,00	175,3

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,07	1,08	1,01	1,00	1,56	1,39	1,56	2,16
Symétrie G/D	1,01	1,01	0,97	0,97	1,01	0,99	1,01	1,01
Symétrie AG/ AD	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01	1,05	1,01	1,05
Symétrie PG/PD	1,03	1,04	0,95	0,94	1,01	0,91	1,01	0,92
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,98	0,98	1,03	1,03	1,00	1,07	1,00	1,07

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,46	60,78	54,16	41,19	48,14	16,24	29,19	61,6
Avant D (RF)	0,48	62,34	52,38	39,89	49,81	15,90	30,21	62,4
Arrière G (LH)	0,44	57,70	53,52	40,86	34,48	12,52	20,91	34,0
Arrière D (RH)	0,43	56,30	52,43	40,07	32,48	11,81	19,69	30,2
Sommes				40,50	164,90	56,48	100,00	188,1

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,08	1,08	1,01	1,00	1,46	1,32	1,46	1,93
Symétrie G/D	1,00	1,00	1,03	1,03	1,00	1,04	1,00	1,03
Symétrie AG/ AD	0,97	0,97	1,03	1,03	0,97	1,02	0,97	0,99
Symétrie PG/PD	1,02	1,02	1,02	1,02	1,06	1,06	1,06	1,13
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,98	0,98	1,01	1,01	0,96	0,99	0,96	0,95

EVALUATION INITIALE LEIKA	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,20	45,40	98,77	43,01	32,50	11,05	29,27	28,3
Avant D (RF)	0,20	45,58	102,88	44,57	33,64	11,55	30,29	30,6
Arrière G (LH)	0,17	37,33	96,81	43,04	22,27	8,23	20,06	14,4
Arrière D (RH)	0,17	37,33	102,20	44,83	22,64	8,50	20,38	15,1
Sommes				43,86	111,05	39,32	100,00	88,4

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,19	1,22	1,01	1,00	1,47	1,35	1,47	1,99
Symétrie G/D	1,00	1,00	0,95	0,96	0,97	0,96	0,97	0,93
Symétrie AG/ AD	1,00	1,00	0,96	0,97	0,97	0,96	0,97	0,92
Symétrie PG/PD	1,01	1,00	0,95	0,96	0,98	0,97	0,98	0,95
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,99	1,00	1,01	1,00	0,99	0,99	0,99	0,96

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,20	44,38	97,76	44,84	36,00	12,26	29,87	34,7
Avant D (RF)	0,21	44,73	97,16	44,52	35,90	11,69	29,78	33,1
Arrière G (LH)	0,17	35,63	96,02	44,71	23,79	8,85	19,74	16,5
Arrière D (RH)	0,17	36,07	95,03	44,47	24,85	8,95	20,61	17,5
Sommes				44,64	120,54	41,74	100,00	101,9

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,21	1,24	1,02	1,00	1,48	1,35	1,48	1,99
Symétrie G/D	0,99	0,99	1,01	1,01	0,98	1,02	0,98	1,02
Symétrie AG/ AD	0,99	0,99	1,01	1,01	1,00	1,05	1,00	1,05
Symétrie PG/PD	0,98	0,99	1,01	1,01	0,96	0,99	0,96	0,95
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,03	1,02	1,05

EVALUATION INITIALE LOKI	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,33	57,39	63,26	36,20	38,08	12,57	29,76	37,7
Avant D (RF)	0,33	56,19	63,03	36,49	40,16	13,11	31,39	41,4
Arrière G (LH)	0,32	56,45	64,98	37,32	24,73	9,62	19,33	18,7
Arrière D (RH)	0,32	54,89	61,22	35,42	24,97	9,59	19,52	18,9
Sommes				36,36	127,95	44,89	100,00	116,8

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,02	1,02	1,00	1,00	1,57	1,34	1,57	2,10
Symétrie G/D	1,01	1,02	1,03	1,02	0,96	0,98	0,96	0,94
Symétrie AG/ AD	1,01	1,02	1,00	0,99	0,95	0,96	0,95	0,91
Symétrie PG/PD	1,02	1,03	1,06	1,05	0,99	1,00	0,99	0,99
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,00	0,97	0,97	0,97	0,98	0,97	0,94

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,32	57,75	66,80	36,89	37,26	12,13	30,47	35,6
Avant D (RF)	0,31	56,03	67,14	37,22	37,91	12,74	31,00	21,3
Arrière G (LH)	0,31	55,98	70,96	38,63	23,91	9,52	19,55	18,0
Arrière D (RH)	0,29	53,43	65,06	35,75	23,22	9,30	18,98	17,0
Sommes				37,12	122,30	43,70	100,00	108,6

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,05	1,04	0,98	1,00	1,60	1,32	1,60	2,11
Symétrie G/D	1,03	1,04	1,04	1,03	1,00	0,98	1,00	0,97
Symétrie AG/ AD	1,03	1,03	1,00	0,99	0,98	0,95	0,98	0,94
Symétrie PG/PD	1,04	1,05	1,09	1,08	1,03	1,02	1,03	1,05
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	0,99	0,95	0,96	0,98	0,96	0,98	0,94

EVALUATION INITIALE <u>OKAMI</u>	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,19	40,53	75,39	35,58	33,50	11,11	30,43	29,3
Avant D (RF)	0,19	40,34	71,62	33,46	34,78	11,14	31,59	30,5
Arrière G (LH)	0,15	32,68	73,00	34,31	20,44	7,33	18,57	11,8
Arrière D (RH)	0,15	31,73	74,29	35,00	21,36	7,69	19,40	12,9
Sommes				34,59	110,08	37,28	100,00	84,6

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,25	1,26	1,00	1,00	1,63	1,48	1,63	2,42
Symétrie G/D	1,02	1,02	1,02	1,02	0,96	0,98	0,96	0,95
Symétrie AG/ AD	1,02	1,00	1,05	1,06	0,96	1,00	0,96	0,96
Symétrie PG/PD	1,03	1,03	0,98	0,98	0,96	0,95	0,96	0,91
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	0,99	1,03	1,04	0,99	1,02	0,99	1,00

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,18	38,26	76,07	36,63	31,21	10,59	30,59	26,0
Avant D (RF)	0,18	37,57	72,33	34,65	32,06	10,76	31,42	27,2
Arrière G (LH)	0,16	32,24	74,81	35,84	19,79	7,24	19,40	11,3
Arrière D (RH)	0,15	31,34	75,48	36,14	18,97	7,29	18,59	10,9
Sommes				35,82	102,03	35,88	100,00	75,4

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,19	1,19	0,99	0,99	1,63	1,47	1,63	2,40
Symétrie G/D	1,03	1,02	1,02	1,02	1,00	0,99	1,00	0,98
Symétrie AG/ AD	1,02	1,02	1,05	1,06	0,97	0,98	0,97	0,96
Symétrie PG/PD	1,03	1,03	0,99	0,99	1,04	0,99	1,04	1,03
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	1,00	1,03	1,03	0,97	0,99	0,97	0,96

EVALUATION INITIALE PIXIE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,23	50,16	91,65	41,98	45,60	14,30	31,25	51,3
Avant D (RF)	0,23	50,15	92,33	42,10	41,90	13,80	28,72	45,5
Arrière G (LH)	0,18	39,80	91,04	41,79	28,70	9,20	19,67	20,8
Arrière D (RH)	0,18	39,33	92,56	42,48	29,70	10,30	20,36	24,1
Sommes				42,09	145,90	47,60	100,00	141,7

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,26	1,27	1,00	1,00	1,50	1,44	1,50	2,16
Symétrie G/D	1,01	1,01	0,99	0,99	1,04	0,98	1,04	1,04
Symétrie AG/ AD	1,00	1,00	0,99	1,00	1,09	1,04	1,09	1,13
Symétrie PG/PD	1,02	1,01	0,98	0,98	0,97	0,89	0,97	0,86
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	1,00	0,99	1,00	1,01	1,07	1,07	1,07	1,14

EVALUATION FINALE	Durée phase d'ap- pui (sec)	Appui relatif (%) tps d'ap- pui/tps foulée	Vitesse (cm/s)	Longueur foulée (cm)	Pression maximale	Nombre cap- teurs activés Nc	Pression maximale re- lative (%)	Force d'ap- pui
Avant G (LF)	0,24	50,98	88,26	41,88	45,61	14,33	30,88	51,5
Avant D (RF)	0,26	54,19	87,22	41,38	45,72	14,28	30,95	51,4
Arrière G (LH)	0,18	38,48	88,64	42,05	28,67	10,39	19,41	23,5
Arrière D (RH)	0,18	37,95	86,49	41,28	27,72	9,44	18,77	20,6
Sommes				41,65	147,72	48,44	100,00	146,9

RATIOS

Symétrie Antérieurs/ Postérieurs	1,37	1,38	1,00	1,00	1,62	1,44	1,62	2,33
Symétrie G/D	0,97	0,97	1,02	1,02	1,01	1,04	1,01	1,04
Symétrie AG/ AD	0,94	0,94	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
Symétrie PG/PD	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,10	1,03	1,14
Symétrie diagonale (PDAG/PGAD)	0,96	0,96	0,99	1,00	0,99	0,96	0,99	0,96

ANNEXE 7 : Tableau des résultats du test de fréquence cardiaque.

Gr IMOOVE	J0				S6			
	t0 - J0 - lm	t1 - J0 - lm	t1-t0	% -J0- lm	t0 - S6	t1 - S6	t1-t0	%
Miette	90,0	84,0	-6,0	-6,7	98,0	94,0	-4,0	-4,1
Tango	66,0	64,0	-2,0	-3,0	76,0	72,0	-4,0	-5,3
Azor	64,0	90,0	26,0	40,6	56,0	78,0	22,0	39,3
Faëna	76,0	84,0	8,0	10,5	92,0	96,0	4,0	4,3
Ikki	82,0	82,0	0,0	0,0	70,0	76,0	6,0	8,6
Cerise	98,0	90,0	-8,0	-8,2	100,0	96,0	-4,0	-4,0
Kali	90,0	102,0	12,0	13,3	88,0	90,0	2,0	2,3
Twitch	96,0	102,0	6,0	6,3	108,0	128,0	20,0	18,5
Gouache	84,0	90,0	6,0	7,1	84,0	80,0	-4,0	-4,8
Moy	82,9	87,6	4,7	6,7	85,8	90,0	4,2	6,1
ET	11,5	10,8	9,8	13,9	15,4	16,0	9,7	13,9

Gr TEMOIN	J0				S6			
	t0 - J0 - T	t1 - J0 - T	t1-t0	% J0 T	t0 - S6	t1 - S6	t1-t0	% Dif S6
Leika	102,0	120,0	18,0	17,6	88,0	104,0	16,0	18,2
Okami	82,0	86,0	4,0	4,9	104,0	100,0	-4,0	-3,8
Choco	100,0	118,0	18,0	18,0	98,0	126,0	28,0	28,6
Loki	90,0	108,0	18,0	20,0	100,0	104,0	4,0	4,0
Indiana	76,0	84,0	8,0	10,5	112,0	108,0	-4,0	-3,6
Moy	90,0	103,2	13,2	14,2	100,4	108,4	8,0	8,7
ET	11,2	17,2	6,7	6,3	8,8	10,2	13,9	14,3

ANNEXE 8 : Résultats des mesures de fréquence cardiaque lors du parcours d'agility.

	AVANT								APRES							
	To - IMOOVE	T1	t5	t1-t0	t5-t1	t5-t0	% dif t1-t0	% dif t5-t0	To	T1	t5	t1-t0	t5-t1	t5-t0	% T1- T0	%T5- T0
Miette	97,3	112	104	14,7	-8	6,7	15,11	6,89	97,3	101,3	94,7	4	-6,7	-2,6	4,11	-2,67
Tango	76	74,7	73,3	1,3	0	-2,7	1,71	-3,55	76	77,3	73,3	1,3	-1,3	-2,7	1,71	-3,55
Azor	105,3	122,7	101,3	17,3	21,3	-4	16,43	-3,80	90,6	110,7	96	20	14,7	5,4	22,08	5,96
Faëna	105,3	118,7	106,7	13,3	-12	1,4	12,63	1,33	100	98,7	99,3	-1,3	-2,7	-0,7	-1,30	-0,70
Ikki	97,3	100	93,3	2,7	-6,7	-4	2,77	-4,11	100	100	96	0	-6,7	-4	0,00	-4,00
Cerise	112	116	116	4	0	4	3,57	3,57	84	109,3	94,7	25,3	-12	10,7	30,12	12,74
Kali	85	82	81	1	-1	-4	1,18	-4,71	86,7	97,3	88	3,6	-9,3	1,3	4,15	1,50
Twitch	125,3	129,3	124	3	-4	-1,3	2,39	-1,04	94	113	97	19	-16	3	20,21	3,19
Gouache	90	104	104	14	0	14	15,56	15,56	88	101,3	88	13,3	-13,3	0	15,11	0,00
Moy	99,28	106,60	100,40	7,92	-1,16	1,12	7,93	1,13	90,73	100,99	91,89	9,47	-5,92	1,16	10,69	1,38
ET	14,80	18,41	15,92	6,69	9,43	6,17	6,75	6,71	8,00	10,54	7,96	10,02	9,10	4,65	11,41	5,35

	AVANT								APRES							
	To	T1	t5	t1-t0	t5-t1	t5-t0	% dif t1-t0	% dif t5-t0	To	T1	t5	t1-t0	t5-t1	t5-t0	% T1- T0	%T5- T0
Leika	105,3	128	106,7	22,7	-21,3	1,4	21,56	1,33	102,7	121,3	100	18,7	-21,3	-2,7	18,21	-2,63
Pixie	48	92	38	44,5	-40	-10	92,71	-20,83	88	93,7	88	5,3	-5,3	0	6,02	0,00
Ivy	76	89,3	76	13,3	-13,3	0	17,50	0,00	74	86	81	12	-19	7	16,22	9,46
Okami	100	100	104	0	4	4	0,00	4,00	109,3	116	112	6,7	-4	2,7	6,13	2,47
Choco	102,7	112	100	9,3	-12	-2,7	9,06	-2,63	100	108	100	8	-8	0	8,00	0,00
Loki	116	108	101,3	-8	-6,7	-14,7	-6,90	-12,67	94,7	116	97,3	21,3	-18,7	2,6	22,49	2,75
Bakari	88	94	90,7	6	-3,3	2,7	6,82	3,07	82,7	86,7	80	4	-6,7	-2,7	4,84	-3,26
Indiana	108	124	106,7	16	-17,3	-1,3	14,81	-1,20	113,3	125,3	116,7	12	-8,6	3,4	10,59	3,00
Moy	93,00	105,91	90,43	12,98	-13,74	-2,58	19,44	-3,62	95,59	106,63	96,88	11,00	-11,45	1,29	11,56	1,47
ET	22,00	14,65	23,54	15,89	13,29	6,52	31,02	8,66	13,43	15,73	13,40	6,28	6,99	3,29	6,59	4,01

ANNEXE 9 : Tableau d'analyse du parcours d'agility (groupe Imoove).

Chien		Fautes saut	Fautes zones	Total fautes	Nombre pas pas- serelle	Nombre pas A	Nombre pas ba- lançoire	Durée passe- relle-haie	Durée haie-A	Durée A- haie	Chrono passerelle	Chrono A	Chrono balan- çoire	Chrono slalom
End	avant	0	2,8	2,8	7,3	5	4,3	1,2	2,2	2,3	2,13	1,5	1,9	0,99
	après	0	1,5	1,5	9	5	5	1,2	2,1	2,3	2,15	1,4	1,8	0,93
Diam's	avant	0	0	0	6	5	4	1,3	2	2,3	1,8	1,4	1,4	1,02
	après	0	0	0	7,5	5	4,5	1,2	1,9	2,6	2,25	1,5	1,3	0,98
Miette	avant	0,3	1,7	2	8,7	6	4,7	1,1	2,3	3,1	2,53	1,8	1,4	1,1
	après	0,3	1	1,3	8	5	4	1,2	2,3	3,4	2,2	1,6	1,3	1
Tango	avant	0,3	0	0,3	12,7	5,7	Non réalisé	4,9	5,2	7,1	7,63	2,1	Non réalisé	5,13
	après	0	0	0	12	6,7	Non réalisé	3,8	4,8	7,9	6,8	2,8	Non réalisé	4,27
Azor	avant	0,5	0	0,5	7,5	5,3	4	1,3	2,2	3,3	2,08	1,6	1,3	1,18
	après	0	0	0	7	5,7	4	1,2	2,1	2,5	1,93	1,7	1,2	1,11
Faëna	avant	0,3	0	0,3	8	5	4,7	1,6	2,1	3,2	3,33	1,9	1,4	1,06
	après	0,5	0	0,5	7,7	5,7	4,5	1,6	2,6	3,7	3	2,4	1,5	1,14
Ikki	avant	0	0,7	0,7	8	5,7	5	1,4	2,6	3,6	2,93	2,2	1,6	2,16
	après	0,3	0,7	1	10,7	6	4,7	1,6	2,8	4,1	3,5	2,2	1,4	2,66
Cerise	avant	0,3	0,7	1	8,7	5,7	5,7	1,7	3,3	4,1	3,17	2,3	2,5	3,15
	après	0,3	1,3	1,7	9,7	6,7	4,7	1,5	3,3	5,1	3,77	2,2	2,2	1,47
Kali	avant	0	2	2	19,7	9,3	9,3	2,6	4,4	5,1	10,85	3,8	5,8	2,42
	après	0	1	1	22,3	8,7	6,7	2,9	4,6	5	12,83	4,4	3,8	2,41
Twitch	avant	0	1	1	8	6,7	5	2	2,4	4	3,5	2,6	2,4	1,41
	après	0	0,25	0,25	8	5	5	1,8	2,8	3,7	3,18	1,9	2,3	1,41
Gouache	avant	0	0	0	8,5	7,5	4,5	1,4	2,7	3,8	3,3	2,9	1,7	1,53
	après	0	0,7	0,7	10,7	5,7	5	1,4	2,7	3,4	4,8	2,6	2	1,46

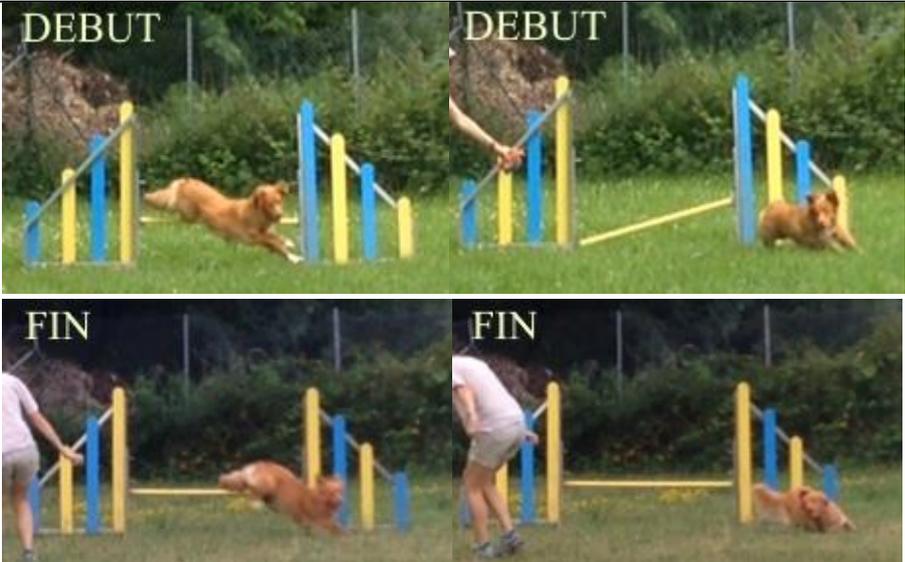
ANNEXE 10 : Tableau d'analyse du parcours d'agility (groupe témoin).

Leika	avant	0	0	0	9	5,7	5,7	1,2	1,8	2,6	2,7	1,7	1,8	0,97
	après	0	0	0	9	6	6	1,3	1,9	2,3	2,6	1,8	1,7	1,12
Pixie	avant	0	1	1	9	4	5	1,3	2,6	3,7	3,6	1,5	1,7	1,3
	après	0	2	2	8,7	4,7	5	1,9	2,1	4,1	4,4	1,5	1,9	1,48
Ivy	avant	0	0,3	0,3	8	5,7	6	1,6	2,5	3,7	3,6	2,4	1,6	1,48
	après	0	1	1	8,3	6,8	5,7	1,5	2,5	3,4	3,4	3	2	1,48
Okami	avant	0	0,3	0,3	8	4	4	1,4	2,4	3,3	2,8	1,7	1,4	1,08
	après	0,3	0,3	0,7	9	4,7	3,7	1,5	2,3	3,3	3,1	1,6	1,5	1,07
Choco	avant	0	0,3	0,3	8	5,7	5,3	1,6	2,4	3,3	3,3	2,5	2,5	2,77
	après	0	1	1	8	5	5,3	1,6	2,7	3,5	2,9	2	2,3	2,19
Loki	avant	0	0	0	8	6,3	5,3	1,5	2,2	3,6	2,7	2,6	2,1	2,19
	après	0	1,7	1,7	8	4,3	5	1,7	4,4	3,8	2,9	1,6	1,6	2,5
Bakari	avant	0	0,5	0,5	9	6,8	4,7	2,1	2,1	4,4	3,4	2,3	2,1	2,11
	après	0	1	1	7	6,7	5	1,4	3,2	6,8	2,3	2,8	2,1	2,03
Indiana	avant	0,3	0	0,3	8,7	7	5,3	1,4	2,9	2,8	3,6	2,7	1,9	1,19
	après	0	0	0	7,3	5,7	4,7	1,3	2,7	2,5	2,5	2,2	1,4	1,14

ANNEXE 11 : Evaluation qualitative sur parcours d'agility des chiens du groupe Imoove.

Chien	Commentaire	Photographies
Azor	Qualité des parcours améliorée à S6 par rapport à J0- Meilleure prise de virage et souplesse (slalom amélioré)	   
Cerise	Qualité des parcours améliorée à S6 par rapport à J0- Meilleure attitude au slalom et réception des sauts améliorée	 
Diam's	Qualité des parcours améliorée à S6 par rapport à J0- -A plus rapide -Plus souple -S'allonge plus au slalom	 
End	Légers progrès en S6 par rapport à J0 Passerelle plus rapide (stoppe au dernier moment sur la zone)	 

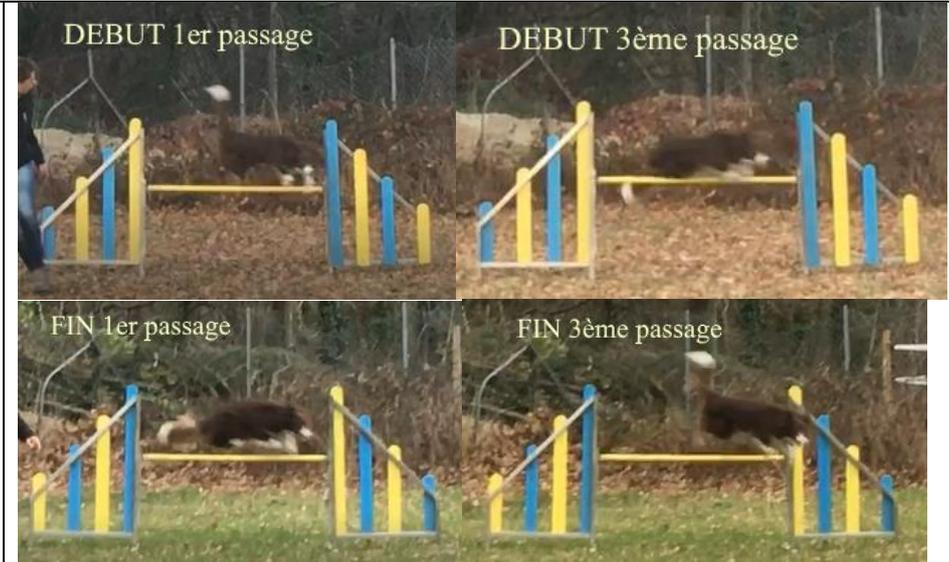
Faëna	Légers progrès en S6 par rapport à J0 -Meilleure qualité de saut (Piétinait, à J0 ; saute dans le mouvement, et s'allonge mieux à S6)	
Gouache	Aucune différence notable entre les parcours à J0 et les parcours à S6	
Kali	Progrès en S6 par rapport à J0 - Meilleure montée du A, franchit mieux les haies. Slalom plus fluide	
Ikki	Légers progrès en S6 par rapport à J0 - Meilleure trajectoire de la 1 ^{ère} haie et passe mieux le slalom. Plus grande souplesse du rachis (portait un harnais à J0)	

<p>Miette</p>	<p>Légers progrès en S6 par rapport à J0 –Est plus rapide mais commet plus de fautes. Meilleure 1^{ère} haie (se ramasse moins à la réception, meilleur enchainement). Amélioration de la réception du A et du slalom au dernier essai à S6</p>	
<p>Tango</p>	<p>Progrès nets en S6 par rapport à J0 (Boiterie de l'antérieur droit à J0) -Plus à l'aise à l'appui à cause meilleure attitude de course Meilleure amplitude -A S6 est plus rapide, ne commet pas de fautes, est plus à l'aise sur le A, réalise mieux le slalom <i>(chien débutant en apprentissage)</i> (Difficultés au virage après le A, visible même au ralenti, signe d'un problème à l'AD)</p>	

<p>Twitch</p>	<p>Progrès en S6 par rapport à J0 (<i>Jeune chien en apprentissage</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Meilleure descente A -Meilleur abord du slalom -2 sauts plus allongés - A en deux foulées <p>Plus à l'aise mais dû à la propriétaire ou apprentissage ?</p>	
---------------	---	--

ANNEXE 12 : Evaluation qualitative sur parcours d'agility des chiens du groupe témoin.

Chien	Commen- taire		
Choco (témoin)	Aucune dif- férence no- table entre les tests à J0 et les tests à S6	<p>DEBUT</p>	<p>FIN</p>
Ivy (témoin)	<p>Nets pro- grès en S6 par rapport à J0</p> <p>A S6 est plus rapide commet beaucoup moins de fautes. La qualité des sauts et du slalom est améliorée. Plus grande souplesse du rachis (slalom et voltes)</p>	<p>DEBUT 1er passage</p> <p>FIN 1er passage</p>	<p>DEBUT 3ème passage</p> <p>FIN 3ème passage</p>

<p>Leika (témoin)</p>	<p>Légers progrès en S6 par rapport à J0 -</p>	
<p>Dans les deux cas, est moins bien à froid lors des premiers essais (attitude ramassée avec postérieurs sous elle). S'améliore à chaud (s'allonge sur les sauts avec extension lombo-sacrée). A S6 amélioration de l'enchaînement réception-volte au A et meilleures trajectoires dans les courbes.</p>		
<p>Loki (Témoin)</p>	<p>Qualité globale des parcours à S6 nettement moins bonne qu'à J0. Est moins concentré, fait plus de fautes (de zone ++), légère amélioration au slalom à chaud au dernier essai.</p>	
<p>Okami (Témoin)</p>	<p>Qualité globale des parcours à S6 nettement moins bonne qu'à J0. Est moins concentrée, fait plus de fautes (surtout haies et A). Légère amélioration de la réception du A (se « ramasse » moins et enchaîne mieux avec la volte vers la gauche (plus de souplesse du rachis).</p>	
<p>Indiana (Témoin)</p>	<p>Légers progrès en S6 par rapport à J0. Moins concentrée et fait plus de fautes à S6 (réalise moins bien les slaloms). Mais plus rapide, et amélioration de la qualité des sauts, des enchaînements réceptions/voltes et des trajectoires.</p>	
		

<p>Bakari (Témoïn)</p>	<p>Qualité des parcours à S6 moins bonne qu'à J0. Est plus rapide à S6, et contrôle mieux les réceptions (du A surtout) et les trajectoires, mais n'est pas concentré sur le parcours et commet plus de fautes à S6 (passerelle, slalom et haie N°2)</p>	
<p>Pixie (Témoïn)</p>	<p>Nets progrès en S6 par rapport à J0 Fait beaucoup moins de fautes (Amélioration ++ pour les zones) Meilleures réceptions (haies et A), Enchaînements avec voltes serrées et meilleures trajectoire Plus de fautes au slalom à S6.</p>	<div data-bbox="954 775 1474 1048" data-label="Image"> <p>J0</p> </div> <div data-bbox="954 1115 1474 1491" data-label="Image"> <p>S6</p> </div>
	<div data-bbox="355 1032 916 1301" data-label="Image"> <p>J0</p> </div>	
	<div data-bbox="355 1319 916 1541" data-label="Image"> <p>S6</p> </div>	

ANNEXE 13 : Appréciations recueillies au moyen du questionnaire (1 mois).

End	Diam's	Miette	Tango	Azor	Faëna	Ikki	Cerise	Kali	Twitch	Gouache
Bcp plus rapide	Plus rapide		Meilleur caractère général avec chiens	Caractère général légèrement dégradé à maison	Bcp plus motivé agility	Plus motivé en agility	Monte plus facilement en voiture	Plus motivé	Plus motivé	Haie mieux
Bcp plus puissance	Plus puissance		Moins stressé avec chiens	Légèrement plus stressée à maison	Plus concentrée	Plus concentrée	Moins bien sur le A	Plus concentrée	Plus obéissant avec chiens	Plus calme à maison
Plus habile	Plus habile		Plus calme	Plus calme en agility	Plus rapide	Plus rapide	Moins bien sur la plateforme	Plus rapide	Plus concentré	Mieux rapidité
Bcp meill équilibre	Meilleur équilibre		Moins excité	Moins d'erreur	Bcp plus puissance	Plus puissance	Mieux slalom	Plus puissance	Plus rapide	Mieux puissance
Meilleur haie	Récup mieux entraînement		Plus obéissant	Mieux haie	Bcp plus habile	Bcp plus habile		Bcp plus habile	Plus puissance	Plus habile
Récup mieux entraînement	Récup mieux concours		Plus concentré		Bcp plus équilibre	Meilleur équilibre		Bcp plus d'équilibre		Meilleur équilibre
chrono concours mieux	Meilleur chrono concours		Plus rapide		Bcp moins d'erreurs	Plus d'erreur		Mieux plateforme	Mieux plateforme	Moins d'erreur
Classement concours mieux			Plus puissant		Bcp mieux sauts	Mieux haie		Mieux haie	Mieux balançoire	
souplesse			Plus habile		Meilleur A	Mieux balançoire		Bcp mieux A	Bcp mieux slalom	
garder poids			Plus d'équilibre		Bcp meilleur slalom	Meilleure récupération		Mieux chrono	Plus obéissant en agility	
			Meilleur plateforme		Récup mieux entraînement					
			Mieux haie		Bcp meilleur récup concours					
			Mieux A		Bcp moins erreurs concours					
			Mieux slalom		Meilleur chrono concours					
					Bcp meilleur classement					
Légère amélioration	Légère/forte amélioration	Pas d'amélioration	Légère amélioration	Légère amélioration	Forte amélioration	Légère amélioration	Pas d'amélioration	Légère/forte amélioration	Légère amélioration	Légère amélioration

ANNEXE 14 : Appréciations recueillies au moyen du questionnaire (3 mois).

End	Diam's	Miette	Tango	Azor	Faëna	Ikki	Cerise	Kali	Twitch	Gouache
Plus rapide	Plus rapide		Bcp plus calme à maison	Plus calme en agility	Plus concentrée	Moins excité en agility		Meilleur comportement général à maison	Plus motivé en agility	Plus calme maison
Plus puissance	Meilleur chrono concours		Meilleur caractère général à maison	Fait de nouveau tomber des barres	Plus rapide	Plus obéissant en agility		Meilleure obéissance à maison	Moins stress	Plus concentrée
Plus habile Meilleur équilibre			Meilleur caractère général Plus calme en agility Moins excité en agility		Plus puissance Bcp plus habile	Plus concentré Plus rapide		Meilleure motivation en agility Bcp plus concentré	Plus rapide Plus puissant Bcp mieux haies	Bcp plus rapide Plus puissance Plus habile
			Plus concentré		Plus équilibre Bcp moins d'erreurs	Moins d'erreur Meilleur plateforme		Plus rapide	Mieux A	Mieux haie
			Plus rapide		Meilleur haie	Mieux haie		Plus puissance	Mieux slalom	Mieux A
			Plus puissant		Mieux A	Mieux A		Plus habile Meilleur équilibre Mieux plateforme		Mieux slalom
			Plus habile		Mieux slalom Récup mieux entraînement Récup mieux concours	Mieux slalom Mieux balançoire		Mieux haie		
			Plus d'équilibre Meilleur plateforme		Moins erreurs			Bcp mieux A Mieux balançoire Meilleure récupération		
			Mieux haie		meilleur chrono					
			Mieux A Mieux slalom							
Pas d'amélioration	Pas d'amélioration	Pas d'amélioration	Légère amélioration	Légère amélioration	Légère amélioration	Légère amélioration	Pas d'amélioration	Légère/forte amélioration	Légère amélioration	Légère amélioration

SAUSSAC Angélique

**IMPACT D'UN PROTOCOLE D'EXERCICE AU MOYEN DE LA
PLATEFORME MOTORISEE IMOOVE-VET® CHEZ DES CHIENS
PRATIQUANT L'AGILITY.**

Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Lyon, le 11 octobre 2018

RESUME :

En pleine expansion depuis une dizaine d'année, l'agility est un sport canin qui exige d'importantes capacités athlétiques : vitesse, puissance, souplesse, coordination et équilibre.

Dans la première partie, l'auteur présente l'agility, ses contraintes biomécaniques ainsi que les traumatismes de l'appareil musculo-tendineux et articulaire les plus fréquents. L'intérêt des exercices de renforcement musculaire, d'amélioration de la mobilité et de la souplesse et des exercices entraînant le sens de l'équilibre et la proprioception (en présentant notamment la plateforme Imoove-Vet®) est de même abordée. La seconde partie est consacrée à l'étude expérimentale dont le but est d'évaluer l'impact d'un entraînement avec la plateforme Imoove-Vet® sur les performances chez le chien d'agility.

Le travail a porté sur dix-neuf chiens d'agility dont huit ont constitué un groupe témoin, et onze ont suivi un protocole de deux séances d'exercice par semaine avec l'appareil Imoove®-Vet sur six semaines. L'évaluation réalisée avant et après les six semaines a porté sur différents paramètres : mesure de la circonférence des différents segments des membres avec un ruban-mètre à ressort, analyse spatio-temporelle de la marche au moyen du système GAITERite®, mesures de la fréquence cardiaque et analyse vidéographique sur un parcours d'agility standardisé. L'avis des propriétaires est également sollicité avec un questionnaire d'évaluation.

Les résultats les plus significatifs objectivés sont une augmentation des périmètres de tous les segments des membres (probablement attribuable à une augmentation de la masse musculaire) et une réduction des fautes dans les zones de contact et de la durée de passage du slalom (probable meilleur contrôle moteur et meilleure habilité des chiens entraînés).

L'étude montre donc un impact positif d'un protocole d'entraînement sur six semaines avec le plateau Imoove-Vet® sur les capacités physiques et les performances du chien d'agility.

MOTS CLES :

- Physiothérapie
- Exercices physiques
- Posture
- Agility
- Performance (sports)

JURY :

Président : Monsieur le Professeur G. RODE
1er Assesseur : Monsieur le Docteur S. SAWAYA
2ème Assesseur : Monsieur le Docteur J-J. THIEBAULT

DATE DE SOUTENANCE : 11 octobre 2018