



OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25486

To cite this version:

Wicker, Elise . *Utilisation d'une plateforme de mobilisation motorisée (ImooveVet® Allcare Innovations) en rééducation fonctionnelle chez le chien : intérêt dans le cadre de la rééducation proprioceptive*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 109 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

UTILISATION D'UNE PLATEFORME DE MOBILISATION MOTORISEE (IMOOVEVET® ALLCARE INNOVATIONS) EN REEDUCATION FONCTIONNELLE CHEZ LE CHIEN ; INTERET DANS LE CADRE DE LA REEDUCATION PROPRIOCEPTIVE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

WICKER Elise

Née, le 08 mars 1992 à STRASBOURG (67)

Directeur de thèse : M. Erik ASIMUS

JURY

PRESIDENT :

M. Paul BONNEVIALLE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSEESSEURS :

M. Erik ASIMUS

Mme Sophie PALIERNE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

Mme Ludivine JACQUEMIN-BIETRIX

Docteur Vétérinaire

REPARTITION DES ENSEIGNANTS PAR GRADE

(Mise à jour : 07/09/2018)

DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE (6)

Mme	CLAUW Martine	SECTION C.N.E.C.A. N° 8	
M.	CONCORDET Didier		3
M.	DELVERDIER Maxence		7
M.	ENJALBERT Francis		6
M.	PETIT Claude		1
M.	SHELCHER François		8

PROFESSEURS 1° CLASSE (17)

M	BAILLY Jean-Denis		4
M.	BERTAGNOLI Stéphane		1
M.	BERTHELOT Xavier		6
M.	BOUSQUET-MELOU Alain		7
M.	BRUGERE Hubert		10
Mme	CADIERGUES Marie-Christine		8
Mme	CHASTANT-MAILLARD Sylvie		6
M.	DUCOS Alain		6
M.	FOUCRAS Gilles		8
Mme	GAYRARD-TROY Véronique		7
M	GUERIN Jean-Luc		6
Mme	HAGEN-PICARD Nicole		6
M.	JACQUIET Philippe		8
M.	LEFEBVRE Hervé		7
M.	MEYER Gilles		8
M.	SANS Pierre		6
Mme	TRUMEL Catherine		7

PROFESSEURS 2° CLASSE (7)

Mme	BOULLIER Séverine		1
Mme	BOURGES-ABELLA Nathalie		7
M.	GUERRE Philippe		7
Mme	LACROUX Caroline		7
M.	MAILLARD Renaud		8
M	MOGICATO Giovanni		7
Mme	LETRON-RAYMOND Isabelle		7

PROFESSEUR CERTIFIÉ (P.C.E.A.)

Mme	MICHAUD Françoise, Professeur d'Anglais
M.	SEVERAC Benoît, Professeur d'Anglais

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE (11)

M.	BERGONIER Dominique		6
Mme	DIQUELOU Armelle		8
M.	JAEG Jean-Philippe		7
M.	JOUGLAR Jean-Yves		8
M.	LYAZRHI Faouzi		3
M.	MATHON Didier		8
Mme	MEYNADIER Annabelle		6
Mme	PRIYMENKO Nathalie		6
M.	RABOISSON Didier		6
M	VERWAERDE Patrick		8
M.	VOLMER Romain		1

MAITRES DE CONFERENCES classe normale (24)

M.	ASIMUS Erik		8
Mme	BENNIS-BRET Lydie		7
Mme	BIBBAL Delphine		4
Mme	BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle		1
Mme	BOUHSIRA Emilie		8
M	CONCHOU Fabrice		8
M	CORBIERE Fabien		8
M.	CUEVAS RAMOS Gabriel		8
Mme	DANIELS Hélène		1
Mme	DAVID Laure		4
Mlle	DEVIERS Alexandra		7
M.	DOUET Jean-Yves		8
Mme	FERRAN Aude		7
Mme	LALLEMAND Elodie		8
Mme	LAVOUE Rachel		8
M.	LE LOC'H Guillaume		8
M	LIENARD Emmanuel		8
Mme	MILA Hanna		6
Mme	MEYNAUD-COLLARD Patricia		8
M.	NOUVEL Laurent		6
Mme	PALIERNE Sophie		8
Mme	PAUL Mathilde		6
M.	VERGNE Timothée		7
Mme	WASET-SZKUTA Agnès		6

A.E.R.C. (6)

Mme	BLONDEL Margaux		8
M.	CARTIAUX Benjamin		7
M.	COMBARROS-GARCIA Daniel		8
Mme	COSTES Laura		4
M.	GAIDE Nicolas		7
M.	JOUSSERAND Nicolas		8

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUEL (2)

Mme	DORE-BORDE Laura		8
M.	LEYNAUD Vincent		8

Remerciements

A Monsieur le Professeur des Universités Paul BONNEVIALLE

Praticien hospitalier

Chirurgie orthopédique et traumatologie

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Hommages respectueux

A Monsieur le Docteur Erik ASIMUS

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Chirurgie des animaux de compagnie

Pour avoir accepté de m'encadrer et de me guider avec disponibilité tout au long de la rédaction de cette thèse,

Sincères remerciements

A Madame le Docteur Sophie PALIERNE

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Chirurgie des animaux de compagnie

Pour avoir accepté de prendre part à ce jury de thèse,

Sincères remerciements

A Madame le Docteur Ludivine Jacquemin-Bietrix

Docteur vétérinaire

Activité exclusive en rééducation fonctionnelle et physiothérapie

Présidente du GEREP (Groupe d'Etude en Rééducation et Physiothérapie de l'Association Française des Vétérinaires pour Animaux de Compagnie)

Pour m'avoir aidée à rédiger ma thèse, pour votre expertise, votre disponibilité et votre gentillesse tout au long de ce travail,

Mes remerciements les plus sincères et ma reconnaissance

TABLE DES MATIERES

Table des illustrations	11
Liste des abréviations	15
Introduction	17
Première partie : La proprioception : une base scientifique pour l'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée	19
1. Définition	19
a. Proprioception ou sensibilité proprioceptive	19
b. Neuroanatomie fonctionnelle	20
i. La proprioception : contexte anatomique	20
ii. Système informatif et récepteurs.....	23
2. Contrôle postural	26
a. Système sensori-moteur.....	26
b. Ajustements posturaux	28
i. Système de contrôle postural dit en boucle fermée - voie de rétroaction	28
ii. Système de contrôle postural dit en boucle ouverte - voie d'anticipation	29
3. Evaluation de la proprioception	29
a. Chez l'Homme.....	30
i. Méthodes d'évaluation analytiques.....	30
ii. Méthodes d'évaluation fonctionnelles	31
b. En pratique vétérinaire – tests de réactions posturales	33
4. Causes et conséquences de l'altération de la proprioception	37
a. Origines des déficits proprioceptifs	37
i. Affections neurologiques	37
ii. Affections orthopédiques	38
iii. Immobilisation	38
iv. Douleur.....	38
v. Fatigue musculaire	39
vi. Vieillesse.....	39
b. Conséquences cliniques du déficit de proprioception	39

Deuxième partie : Principes fondamentaux de la rééducation proprioceptive: de la kinésithérapie humaine vers la pratique vétérinaire	41
1. Historique de la rééducation proprioceptive	41
a. Travaux de Freeman, Castaing et Delplace	41
b. Analyse de Thonnard.....	42
2. La rééducation proprioceptive et son contexte actuel	42
a. Reprogrammation NeuroMotrice (RNM).....	42
b. Différentes techniques de rééducation proprioceptive chez l’homme.....	43
i. Amélioration des amplitudes de mouvement.....	43
ii. Amélioration de la réponse aux déséquilibres.....	44
3. Dispositifs disponibles chez l’homme.....	45
a. Plateforme et stabilométrie	45
b. Plans instables.....	46
c. Plateformes de mobilisation motorisées	50
i. Plateforme HUBER® (société LPG® Médical).....	51
ii. Plateformes Imoove® (société Allcare® Innovations)	52
d. Facteurs de progression	54
4. Exemples d’applications cliniques chez l’homme	56
a. Traumatologie.....	57
i. Entorse de cheville – traitement fonctionnel	57
ii. Affections du genou	57
b. Rééducation post-chirurgicale d’hernie discale.....	58
c. Atteinte de la posture et du rachis	58
5. Rééducation proprioceptive chez le chien.....	59
a. Examen clinique préalable.....	59
b. Examen spécifique préalable à une rééducation proprioceptive	59
i. Evaluation de l’amplitude des mouvements	59
ii. Evaluation de la masse musculaire.....	60
c. Bilan fonctionnel	61
d. Exercices de rééducation proprioceptive	62

i.	Mouvements passifs.....	62
ii.	Etirements.....	62
iii.	Mouvements actifs	63
iv.	Mouvements actifs assistés	65
v.	Evolution et progression dans la rééducation proprioceptive	65
6.	Efficacité de la rééducation proprioceptive.....	66

**Troisième partie : Utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée Imoove® Vet
chez le chien** 69

1.	Présentation de l'appareil	69
a.	Présentation technique	69
b.	Mouvement élisphérique® et paramètres de réglage	71
i.	Mouvement élisphérique®.....	71
ii.	Paramètres de réglage.....	74
2.	Indications d'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée chez le chien	76
a.	Affections neurologiques.....	76
i.	Les affections centrales.....	77
ii.	Les affections neuromusculaires périphériques	79
b.	Affections orthopédiques.....	80
i.	Traumatisme et rééducation post opératoire	80
ii.	Pathologies aiguës et chroniques des tissus mous: muscles, tendons et ligaments 83	
iii.	Dysplasie	84
c.	Affections dégénératives, gériatrie	85
i.	Gériatrie	85
ii.	Arthrose.....	86
d.	Remise en forme, mobilisation.....	89
e.	Entraînement, performance chien de sport ou de travail.....	89
3.	Contre-indications d'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée	91
4.	Intérêts de l'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée	91
a.	Intérêts pratiques.....	91

b. Intérêts médicaux.....	92
5. Effets, réalisation pratique.....	93
a. Réalisation pratique	93
b. Evaluation des effets.....	93
Conclusion.....	95
Bibliographie.....	98
Annexes	107

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Schéma anatomique du système afférent et place de la proprioception d'après A. Deviers (ENVT)	21
Figure 2 : Représentation schématique d'un fuseau neuromusculaire d'après Laporte et Emonet-Dénand.....	24
Figure 3 : Représentation d'un organe tendineux de Golgi d'après (Paillard, 2016).....	25
Figure 4 : Schéma bilan décrivant le système sensori-moteur	27
Figure 5 : Exemple de statokinésigramme chez l'homme et position de référence donnée par la plateforme de force SATEL® d'après (Couillandre, Duque Ribeiro, Thoumie, & Portero, 2008b).....	32
Figure 6 : Test de la marche en brouette effectué chez le chien lors d'un examen neurologique d'après (Prydie & Hewitt, 2015).....	35
Figure 7 : Différents déséquilibres pouvant être imposés aux articulations selon les axes et plans de l'espace d'après (Chanussot & Danowski, 2005)	46
Figure 8 : Plateau de Freeman (Photo personnelle)	47
Figure 9 : Plateau de proprioception dit de Freeman utilisé chez le chien d'après (« FitPAWS® Wobble Board », s. d.).....	47
Figure 10 : Plateau de Castaing d'après (Dufour et al., 2009).....	48
Figure 11 : Ballons de rééducation Klein Vogelbach (différents diamètres) d'après (Dufour et al., 2009).....	48
Figure 12 : Rouloplan d'après (Dufour et al., 2009).....	49
Figure 13 : Kinedisc d'après (Dufour et al., 2009)	49
Figure 14 : Plateforme HUBER® 360 Evolution (LPG Systems) d'après (« A propos - LPG Systems », s. d.).....	52
Figure 15 : Plateforme Imoove 600® d'après (« Imoove 600 - Dispositif médical - Santé - prévention -Performance », s. d.)	53
Figure 16 : Assymétrie maximale à gauche ou à droite et mouvements induits ; vue du dessus de la plateforme Imoove® avec écran tactile à droite de l'image d'après « Imoove Vidéo »	54
Figure 17 : Axes et plans de l'espace qui définissent la position d'une articulation donnée dans l'espace d'après (Seddiki, 2008)	56
Figure 18 : Goniomètre : un manche fixe et un autre mobile d'après (Prydie & Hewitt, 2015)	59

Figure 19 : Angles de flexion et d'extension du grasset mesurés grâce à un goniomètre chez un Golden Retriever d'après (Jaegger et al., 2002).....	60
Figure 20 : Utilisation d'un ruban-mètre à tensiomètre d'après (Prydie & Hewitt, 2015)	61
Figure 21 : Coussin pneumatique utilisé pour l'amélioration de la proprioception d'après (« FitPAWS® Balance Discs », s. d.)	64
Figure 22 : Plateau mobile instable multidirectionnel d'après (Prydie & Hewitt, 2015)	64
Figure 23 : Plateforme ImooveVet® d'après (« Imoove vet - Plateforme de déstabilisation 3D - Physiothérapie Vétérinaire », s. d.).....	70
Figure 24 : Interface de l'écran tactile d'après Ludivine Jacquemin-Bietrix	71
Figure 25 : Positions du chien et mouvements élisphériques® ressentis en chaque point du plateau (Photos personnelles).....	72
Figure 26 : Vue de la plateforme Imoove® prise du dessus : 4 exemples de mouvements élisphériques® avec une amplitude maximale et une vitesse de 50 % d'après « Imoove Vidéo »	73
Figure 27 : Autres exemples (en noir, violet et bleu) de mouvements élisphériques® selon le point du plateau sur la plateforme Imoove®; vue du dessus d'après « Imoove Vidéo ».....	74
Figure 28 : Nougat, Bichon frisé mâle de 6 ans en rééducation post-opératoire d'hernie discale extrusive T12-T13 sur l'Imoove Vet® (Photo Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix).....	79
Figure 29 : Jawal type American Staffordshire Terrier mâle de 4 ans en rééducation fonctionnelle sur l'ImooveVet® un mois après la seconde intervention de TPLO bilatérale (Photo Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix).....	82
Figure 30 : Utilisation d'un ballon pour soutenir le poids d'un chien souffrant d'arthrose en séance de rééducation sur l'ImooveVet® (Photo clinique vétérinaire EauVETO, PIBRAC(31))	87
Figure 31 : Nala, chienne croisée polyarthrosique de 12,5ans en rééducation fonctionnelle sur l'ImooveVet® (Photo Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix)	88

Tableaux

Tableau 1 : Définition anatomique du système nerveux	20
Tableau 2 : Système afférent et système efférent du système nerveux : place de la proprioception	22
Tableau 3 : Tableau regroupant les tests de réactions posturales.....	34
Tableau 4 : Facteurs de progression de la rééducation proprioceptive d'après (Chanussot & Danowski, 2005)	55
Tableau 5 : Correspondance entre pourcentage de vitesse et tours par minute (données Allcare® Innovations).....	75
Tableau 6 : Correspondance entre pourcentage d'amplitude et degré d'inclinaison de la plateforme (données Allcare® Innovations)	75

Annexes

Annexe 1 : Bilan fonctionnel d'après (Millis & Levine, 2013).....	107
---	-----

Liste des abréviations

APA : ajustements posturaux anticipés

AVC : accident vasculaire cérébral

FNM : fuseaux neuromusculaires

FNP : facilitation neuromusculaire proprioceptive

OTG : organes tendineux de Golgi

RNM : reprogrammation neuromotrice

RSM : reprogrammation sensorimotrice

SNC : système nerveux central

SNP : système nerveux périphérique

Introduction

La physiothérapie humaine est une discipline reconnue dans le monde médical. Elle s'appuie sur des techniques de choix qui sont utilisées lors de rééducation fonctionnelle chez des patients souffrant d'affections à répercussion motrice, ayant un handicap locomoteur d'origine dégénérative, vasculaire ou traumatique. La rééducation fonctionnelle est requise notamment lors d'hémiplégie suite à un accident vasculaire cérébral, lors de troubles neurologiques, rhumatologiques comme l'arthrose ou lors d'affections orthopédiques. Chez l'homme, la rééducation post-opératoire s'est beaucoup développée et a ainsi créé une demande croissante des propriétaires de chiens et de chats ayant subi une chirurgie.

Le modèle animal a permis l'avancée de la recherche en physiothérapie et rééducation fonctionnelle humaine. Aujourd'hui, la physiothérapie est une partie intégrante de la prise en charge thérapeutique d'animaux souffrant de pathologies locomotrices. Elle regroupe des techniques non invasives variées qui permettent de rétablir, maintenir et favoriser des fonctions motrices et nerveuses perdues. Elle s'est développée depuis les années 1980 et montre une littérature croissante depuis ces 10 dernières années grâce notamment au progrès des traitements médicaux et chirurgicaux prodigués aux animaux domestiques. (Marcellin-Little, Levine, & Millis, 2015)

Chez le chien, les indications sont similaires à celles chez l'homme mais l'utilisation et l'adaptation des techniques sont plus récentes. Tous les chiens souffrant d'une affection neurologique ou orthopédique (post-opératoire chirurgical inclus) sont des candidats à la rééducation, mais aussi les chiens de travail ou de sport pour soutenir leur activité physique. Les objectifs du plan de rééducation fonctionnelle sont multiples. Celui-ci permet un travail des amplitudes de mouvement, un travail de renforcement musculaire, mais également une reprogrammation neuro-motrice, appelée également rééducation proprioceptive.

Cette thèse abordera l'importance de la reprogrammation neuro-motrice dans la rééducation fonctionnelle et tout particulièrement grâce à un nouveau dispositif utilisé en physiothérapie vétérinaire : la plateforme de mobilisation motorisée Imoove Vet® (Allcare Innovations). Cette plateforme existe depuis 2016 et est l'adaptation vétérinaire d'une plateforme de mobilisation utilisée en rééducation humaine depuis 2008. Elle est destinée au chien et au chat, mais nous allons nous concentrer dans cette thèse uniquement à son utilisation chez le chien. Très peu de littérature existe à ce jour sur l'utilisation de cette plateforme en physiothérapie vétérinaire. L'objectif de cette thèse est d'apporter une base bibliographique sur la rééducation

proprioceptive pour justifier ses indications d'utilisation chez le chien qui sont variées. Le mouvement de la plateforme crée une instabilité dynamique dans les trois plans de l'espace pour permettre un contrôle postural, une stabilité neuromusculaire et un renforcement des muscles posturaux sans mobilisation articulaire. L'intérêt réside dans la réaction du corps suite au déséquilibre induit.

La première partie de cette thèse se concentre sur le principe de proprioception, son évaluation clinique chez l'homme mais également chez le chien et sur les causes et conséquences cliniques d'altération de la proprioception. La deuxième partie porte sur les principes fondamentaux de la rééducation proprioceptive et l'évolution de la pratique en kinésithérapie humaine vers la pratique vétérinaire. La troisième partie détaille l'utilisation de la plateforme motorisée Imoove Vet® (Allcare Innovations) chez le chien dans ce contexte de rééducation proprioceptive.

Première partie : La proprioception : une base scientifique pour l'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée

L'étude de la proprioception s'appuie principalement sur la littérature concernant la médecine humaine, car l'acuité proprioceptive s'évalue de façon très fine chez l'homme, contrairement au chien.

1. Définition

a. Proprioception ou sensibilité proprioceptive

La proprioception est un terme apparu au début du vingtième siècle grâce aux travaux de Sherrington qui la définissait comme un système faisant référence à des informations en provenance de capteurs internes spécifiques appelés propriocepteurs. Elle a pour but selon lui de moduler les réponses motrices. (Gasq, Montoya, & Dupui, 2012a)

Littéralement « perception de soi », la proprioception fait référence aux afférences permettant d'informer le système nerveux central sur l'état du corps. (Gasq et al., 2012a)

Selon le Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine-version 2018, la proprioception est « la sensibilité de l'organisme à la position de chacun de ses membres et à son propre mouvement ».

Proprioception ou sensibilité proprioceptive sont deux termes similaires. La proprioception est la perception consciente ou non de la position relative des parties du corps dans l'espace. (Mazevet D, Pradat-Diehl P, & Katz R, 2004) Elle représente ainsi la connaissance de la position (la statesthésie), des mouvements (la kinesthésie) dans l'espace des différentes parties du corps, et également la connaissance de la tension musculaire développée. (Gasq et al., 2012a)

Elle regroupe les informations provenant de différents récepteurs internes au niveau de la peau, des muscles, des articulations, des os et des tendons.

La proprioception se compose de deux types de voies : la proprioception inconsciente et la proprioception consciente qui permettent d'acheminer les informations nécessaires au contrôle de l'équilibre et au contrôle moteur.

b. Neuroanatomie fonctionnelle

Les bases anatomiques et physiologiques sont essentielles à la bonne compréhension du système informatif qu'est la proprioception, système qui se rapporte aux afférences permettant d'informer le système nerveux central (SNC) sur l'état du corps dans l'espace.

Nous allons définir le contexte anatomique de la proprioception.

i. La proprioception : contexte anatomique

Le regroupement de corps cellulaires neuronaux porte le nom de substance grise dans le SNC, et le nom de ganglions dans le système nerveux périphérique (SNP).

Le regroupement de fibres nerveuses porte le nom de substance blanche dans le SNC, et le nom de nerfs périphériques dans le SNP, qui sont crâniens ou spinaux. (Tableau 1)

Tableau 1 : Définition anatomique du système nerveux

	SNC	SNP
Regroupement des corps cellulaires neuronaux	Substance grise	Ganglions
Regroupement des fibres myélinisées	Substance blanche	Nerfs périphériques

La substance grise regroupe les centres nerveux primaires (ou segmentaires, en relation avec le SNP) et secondaires (ou supra segmentaires, centres nerveux en relation avec les centres nerveux primaires).

La substance blanche regroupe les voies nerveuses (cordon, pédoncule, tractus, faisceaux, lemnisques).

La proprioception fait partie du système afférent somatique.

Le fonctionnement du système afférent ou sensitivo-sensoriel se présente ainsi : après stimulation de récepteurs spécifiques, il y a transmission d'influx nerveux (information sensitive ou sensorielle) depuis ces récepteurs jusqu'aux centres segmentaires du SNC (moelle épinière ou encéphale) mais aussi depuis les centres primaires du SNC jusqu'à des centres supra-segmentaires particuliers (par les voies ascendantes ou voies de la sensibilité). (figure 1)

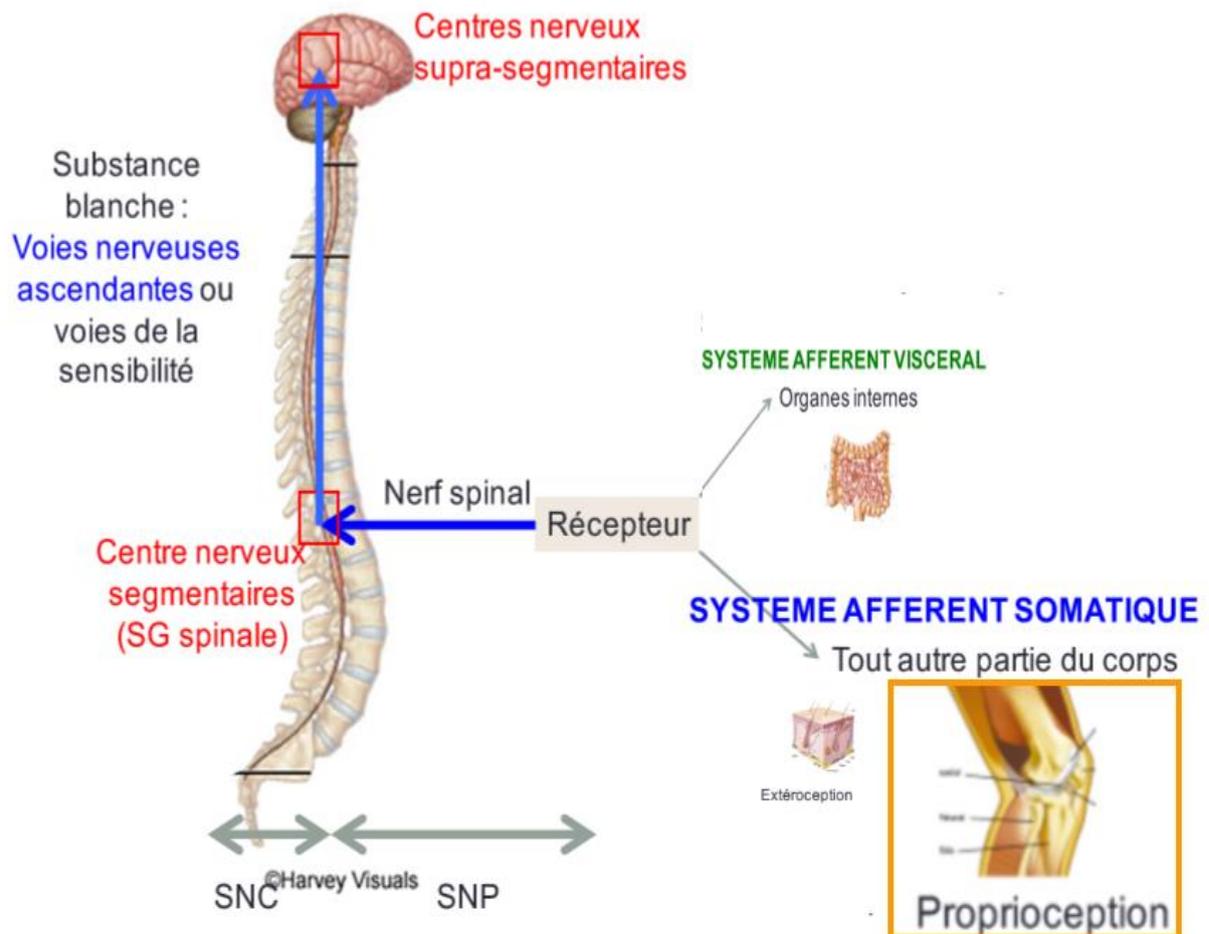


Figure 1 : Schéma anatomique du système afférent et place de la proprioception d'après A. Deviers (ENVT)

SG spinale : substance grise spinale, SNC : système nerveux central, SNP : système nerveux périphérique

Le système somatique regroupant le système somatique afférent (proprioception et extéroception) et le système somatique efférent (muscles striés squelettiques), concerne les fonctions qui déterminent la relation de l'organisme avec le milieu extérieur, par opposition au système viscéral. (tableau 2)

Tableau 2 : Système afférent et système efférent du système nerveux : place de la proprioception

SYSTEME AFFERENT	Système afférent somatique	EXTEROCEPTION Toucher, thermoception, vision, audition PROPRIOCEPTION Perception de la position des segments corporels (tendons, muscles, peau, articulations)
	Système afférent viscéral	INTEROCEPTION (organes internes)
	SYSTEME EFFERENT	Système efférent viscéral
	Système efférent somatique	MOTRICITE VOLONTAIRE (muscles striés squelettiques) <ul style="list-style-type: none">• Pyramidale• Extrapyramidale

On distingue les voies proprioceptives conscientes et inconscientes : (Mazevet D et al., 2004)

- les voies ascendantes allant jusqu'au cortex cérébral permettent la perception consciente grâce aux voies lemniscales. Elles permettent de définir le sens de la position du corps dans l'espace et la position des différents segments de membres les uns par rapport aux autres.
- les voies proprioceptives n'atteignant pas le cortex cérébral permettent la perception inconsciente grâce au neurone afférent, au réflexe myotatique et aux voies ascendantes spino cérébelleuses. Elles décrivent les mécanismes proprioceptifs d'adaptation rapide intervenant dans le contrôle de la contraction musculaire, de la station debout et des ajustements posturaux.

Les informations proprioceptives permettent à l'individu de maintenir sa posture et son équilibre et contribuent à la coordination des mouvements volontaires grâce à différents récepteurs et afférences sensorielles.

ii. Système informatif et récepteurs

Il existe un grand nombre de récepteurs capables de fournir les informations sur la position articulaire, musculaire et sur la force développée du corps. Il existe également des récepteurs renseignant sur la position et le mouvement des segments du corps dans l'espace à distance des articulations et des muscles. (Mazevet D et al., 2004)

Les informations proprioceptives proviennent des capsules articulaires et ligaments, des structures tendinomusculaires et des récepteurs de la peau.

Les propriocepteurs à l'origine de ces informations sont des mécanorécepteurs qui établissent la transduction d'une information mécanique en signal électrique.

Nous n'aborderons pas dans notre travail les récepteurs vestibulaires et afférences dues à la vision périphérique qui complètent les informations kinesthésiques données par les propriocepteurs, sur lesquelles nous nous concentrerons.

Les fuseaux neuromusculaires (Gasq et al., 2012a; Mazevet D et al., 2004; Paillard, 2016)

Les fuseaux neuromusculaires (FNM) sont situés dans la partie charnue des muscles squelettiques, parallèlement aux fibres musculaires extrafusales, et subissent donc les mêmes variations de longueur. Un FNM contient des fibres musculaires striées miniatures enfermées dans une capsule de tissu conjonctif et appelées fibres intrafusales. Les fibres musculaires intrafusales sont constituées de deux pôles contractiles séparés par une aire équatoriale dépourvue de myofibrilles. Elles ont une innervation sensitive par les fibres Ia et les fibres II, et une innervation motrice par les motoneurones γ (gamma) et β (béta). Les motoneurones γ (gamma) sont les plus petits et innervent uniquement les fibres intrafusales et les motoneurones β (béta) ont une taille intermédiaire et innervent à la fois les fibres extrafusales et les fibres intrafusales.

Les fibres Ia et II renseignent sur la longueur du muscle (sensibilité statique) et les fibres Ia sur la vitesse d'étirement du muscle (sensibilité dynamique).

L'innervation motrice permet d'activer la contraction des fibres intrafusales et permet de régler la sensibilité à l'étirement.

Les FNM sont des fibres musculaires spécialement modifiées pour recevoir un enroulement de terminaisons nerveuses, formant ainsi un réseau. Ils sont fusiformes, attachés au tissu conjonctif intramusculaire. Ils sont considérés comme les propriocepteurs les plus importants, notamment en raison de leur grande sensibilité et du fait que leur densité varie selon les groupes musculaires illustrant une adéquation avec des demandes fonctionnelles différentes selon les parties du corps. (Ghez, Hening, & Gordon, 1991; Proske & Gandevia, 2012)

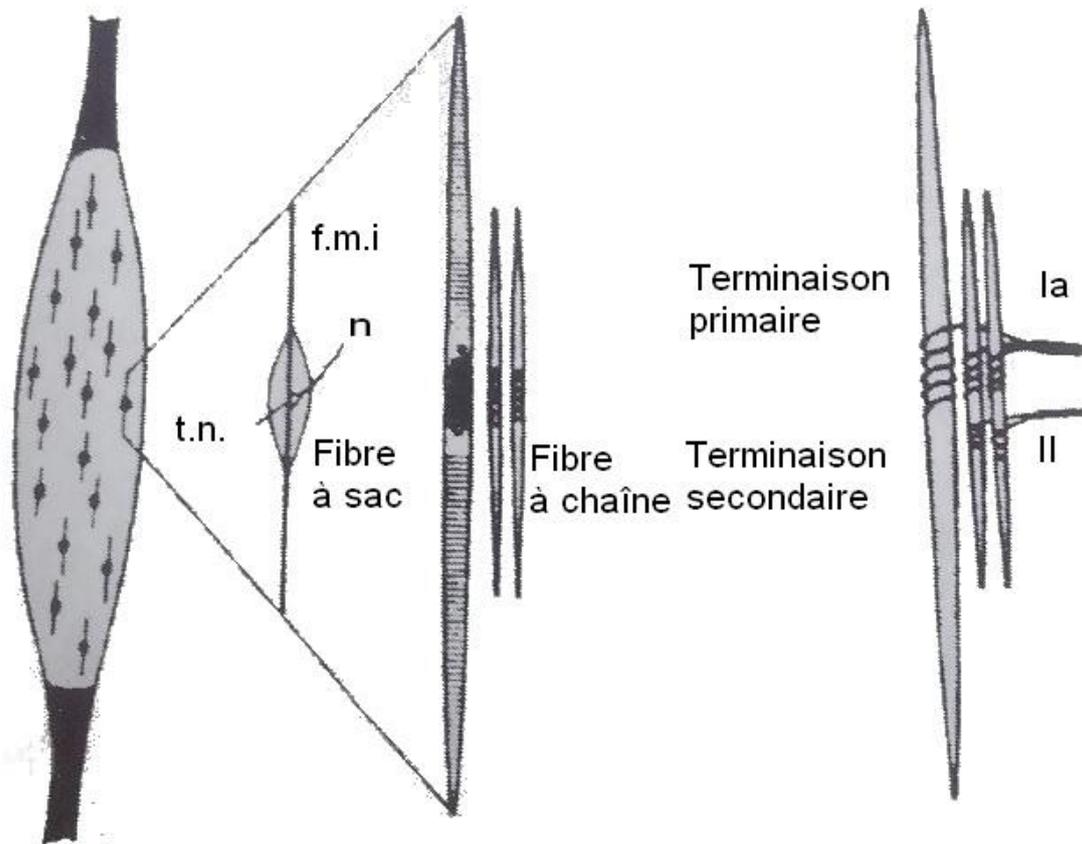


Figure 2 : Représentation schématique d'un fuseau neuromusculaire d'après Laporte et Emonet-Dénand.

A gauche disposition des fibres musculaires intrafusales (f.m.i), à droite fibres musculaires intrafusales avec leur innervation sensitive ; n : branche nerveuse innervant un fuseau ; t.n. : terminaisons nerveuses ; Ia et II : fibres afférentes (Mazevet D et al., 2004)

L'information sur la longueur du muscle, ou son degré d'étirement, fournie par le FNM permet d'assister le SNC à déterminer la position et l'orientation des membres et des articulations d'une part et à signaler toute perturbation du système, par exemple lié à l'environnement d'autre part. (Paillard, 2016)

La force de gravité tend en permanence à allonger les muscles anti gravitaires (muscles extenseurs) et donc à activer les FNM de ces muscles. Le réflexe myotatique, défini par la

contraction du muscle consécutive à son propre allongement, est essentiel à la conservation de la posture érigée en maintenant le tonus musculaire.

Les organes tendineux de Golgi (OTG)

Ce sont des structures tendineuses entourées d'une enveloppe de tissu conjonctif au niveau des jonctions musculo-tendineuses. Ils sont reliés en série avec les fibres musculaires extrafusales et sont composés d'une seule connexion afférente (fibre Ib) et dépourvus de fibres efférentes. (figure 3)

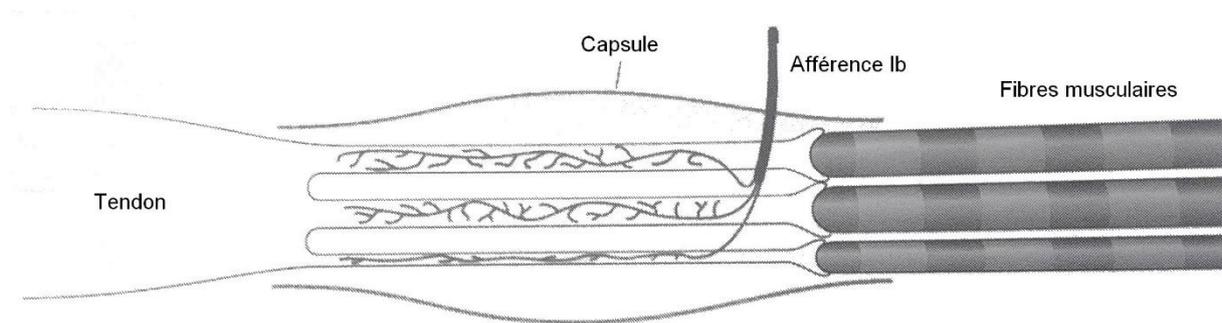


Figure 3 : Représentation d'un organe tendineux de Golgi d'après (Paillard, 2016)

Leur stimulus spécifique est la tension exercée sur le muscle, qu'elle soit due à la contraction ou à l'allongement des fibres musculaires. (Schmidt, 1999) Le niveau de force nécessaire à l'excitation de l'OTG va dépendre du mode d'activation. Ils sont davantage excités lors des contractions musculaires que lors d'étirements passifs. Ainsi ces OTG donnent des informations sur l'aspect dynamique de la contraction des unités motrices.

Les récepteurs articulaires

Ils regroupent les récepteurs encapsulés comme les corpuscules de Ruffini, les OTG ou encore les corpuscules pacciniformes et des terminaisons libres.

Les corpuscules de Ruffini sont situés au niveau des capsules et ligaments articulaires et sont formés de plusieurs corpuscules globulaires; ils renseignent sur la position et le déplacement d'une articulation mais aussi sur la vitesse angulaire et la pression intra-articulaire. Ils ont un seuil de sensibilité bas et sont constamment réactifs lors du mouvement de l'articulation. Ils permettent de coder l'intensité et la durée d'un stimulus.

Les corpuscules pacciniformes ou corpuscules de Pacini, sont peu nombreux et sont situés dans la capsule articulaire. Ils sont sensibles aux vibrations, ont un seuil de détection faible pour les contraintes mécaniques et sont impliqués lors de mouvements articulaires rapides.

Les récepteurs de la peau

Les récepteurs proprioceptifs sont dans l'épaisseur de la peau et sont stimulés par les mouvements segmentaires qui induisent un étirement de la peau d'un côté de l'articulation concernée, et le relâchement ou le plissement de l'autre partie. (Paillard, 2016) Ils sont à différencier des récepteurs extéroceptifs qui sont des récepteurs cutanés superficiels. Ils regroupent entre autres les corpuscules de Pacini et les terminaisons de Ruffini dans le derme (couches plus profondes de la peau) et réagissent à différents stimuli comme par exemple un étirement lié au mouvement ou une pression plus ou moins durable de la peau.

Les corpuscules de Ruffini se présentent sous la forme de faisceaux intégrés à la matrice de collagène (comme les OTG) et renseignent sur l'étirement de la peau.

La structure des corpuscules de Pacini est quant à elle formée d'une multitude de couches qui renferment une terminaison nerveuse sensible à de très fines déformations. Ces nombreuses couches servent de filtres mécaniques.

Grâce à ces récepteurs, la proprioception décrit des informations afférentes qui arrivent de zones périphériques internes à l'organisme et contribuent au contrôle de la posture, à la stabilité articulaire et à plusieurs sensations conscientes. (Riemann & Lephart, 2002)

2. Contrôle postural

a. Système sensori-moteur

(Gasq et al., 2012a) La proprioception est une partie intégrante du contrôle moteur. Le contrôle moteur est un système biologique qui permet de réaliser une activité motrice grâce aux processus nerveux et musculaires qui le constituent. Il a pour but d'anticiper, de maintenir ou de restaurer la stabilité globale du corps mais également la stabilité segmentaire articulaire.

La proprioception permet donc de résoudre la plupart des problématiques liées au mouvement grâce aux informations proprioceptives permanentes codées en trois dimensions autour de chaque articulation.

Le système sensori-moteur est un terme utilisé pour décrire l'intégration neuro-sensorielle et les procédés impliqués dans la stabilité articulaire lors de mouvements (figure 4). (Riemann & Lephart, 2002)

S'il y a moins de stabilité mécanique de l'articulation, il y a suffisamment de mécanismes compensatoires pour apporter la stabilité supplémentaire nécessaire. Ces mécanismes se mettent en place grâce à une optimisation du contrôle moteur.

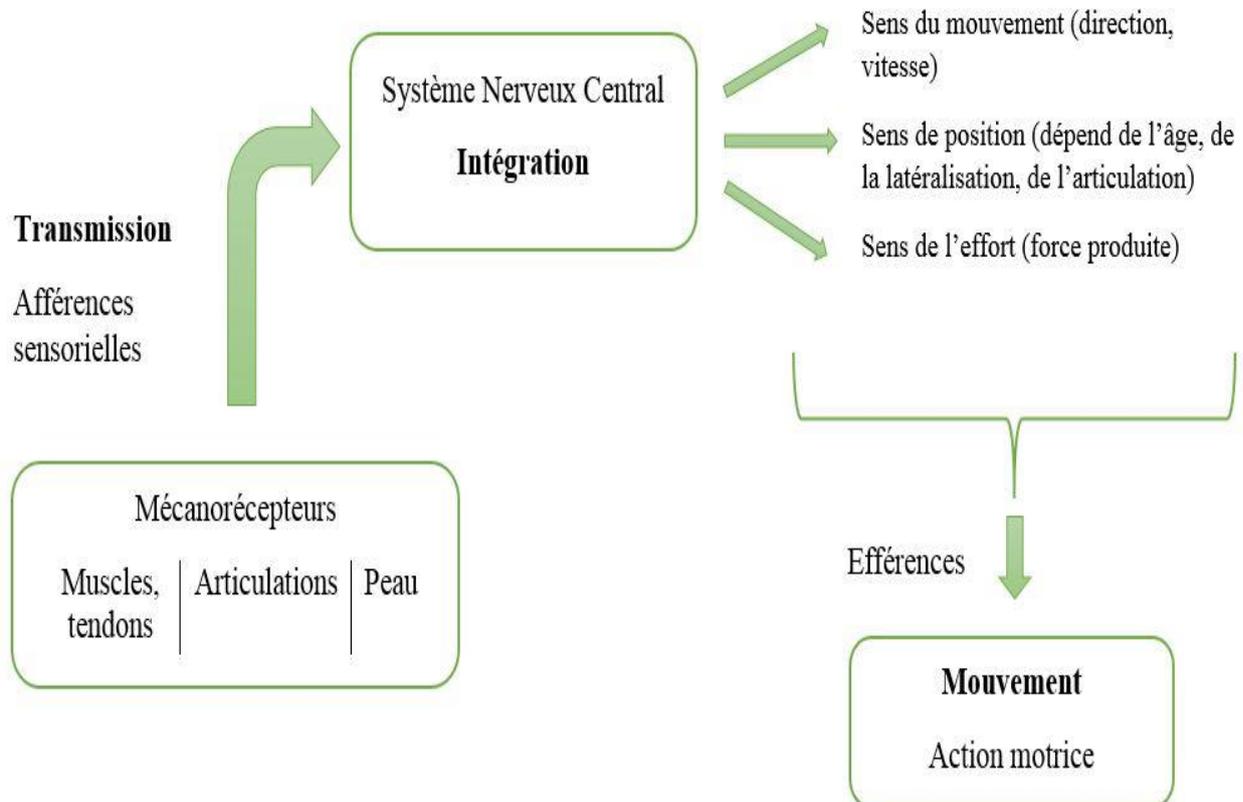


Figure 4 : Schéma bilan décrivant le système sensori-moteur

Les afférences sensorielles suite à une stimulation des mécanorécepteurs sont transmises au SNC. Après intégration du signal, les efférences correspondantes sont traitées pour réaliser l'action motrice et le mouvement.

Il faut d'abord avoir un contrôle de l'équilibre statique du corps pour réaliser un mouvement. Ce mouvement est une succession d'états d'équilibre. On parle d'équilibre dynamique.

b. Ajustements posturaux

La proprioception inconsciente intervenant dans le contrôle postural et les ajustements posturaux repose sur des réflexes médullaires permettant des ajustements rapides. (Mazevet D et al., 2004) La proprioception consciente quant à elle, s'appuie sur les informations relatives au toucher, à la pression et aux vibrations pour déterminer la position des articulations. (Paillard, 2016)

Il existe de faibles oscillations du corps dans le plan sagittal et dans le plan frontal lors de la station debout, suite à quoi le corps réagit par la contraction de différents muscles pour contre balancer ces oscillations. Les afférences utilisées pour la stabilisation de la posture sont d'origine visuelle, vestibulaire, proprioceptive et tactile. (Mazevet D et al., 2004)

Dans ce manuscrit nous nous intéresserons uniquement aux afférences proprioceptives. La prise en charge des troubles de l'équilibre est détaillée dans la deuxième partie.

Les ajustements posturaux sont des adaptations à des perturbations de plus grande amplitude. Ils accompagnent le déplacement des segments corporels lié au mouvement volontaire pour réduire les perturbations de la posture liées au mouvement. Une compensation est alors mise en place pour retrouver une stabilité fonctionnelle, grâce à une optimisation du contrôle moteur. (Gasq et al., 2012a)

Les informations proprioceptives provenant notamment des FNM permettent la mise en place de réactions posturales efficaces : lors de perte d'informations provenant de certains récepteurs (lors de traumatisme), un ajustement des mécanismes d'intégrations primaires (centres nerveux segmentaires) et secondaires (centres nerveux supra segmentaires) a lieu. Le contrôle moteur et donc l'action motrice qui en découle doivent s'effectuer avec les informations encore présentes et non altérées pour pallier à l'instabilité posturale.

i. Système de contrôle postural dit en boucle fermée - voie de rétroaction

Le contrôle postural en boucle fermée, dit de rétroaction, est initié par une stimulation sensorielle extérieure détectée par l'organisme sain et est connu sous le nom d'ajustement compensatoire de la posture. S'en suit une réponse corrective prenant en compte l'environnement. (Riemann & Lephart, 2002)

Ce rétrocontrôle est caractérisé par un processus continu d'informations afférentes qui permettent une réponse immédiate en boucle fermée. Il en résulte une réaction adaptatrice aux variations (contraintes) imposées par des déséquilibres imprévus. Ce processus réactionnel est

une régulation périphérique prenant naissance dans les récepteurs proprioceptifs spécialisés. (Chanussot & Danowski, 2005)

ii. Système de contrôle postural dit en boucle ouverte - voie d'anticipation

C'est un processus anticipatoire, une régulation anticipée du tonus des muscles par rapport au déplacement du centre de gravité. Cette régulation ne fait pas intervenir la proprioception car c'est un système de contrôle prédictif qui implique l'activation de muscles des membres et du tronc avant d'avoir une perturbation de la posture : c'est un système d'anticipation dit APA pour Ajustements Posturaux Anticipés. (Mohapatra, Kukkar, & Aruin, 2014)

Ce type de contrôle est utilisé en intermittence jusqu'à ce que la boucle de rétroaction se mette en place.

Les deux types de contrôle postural à savoir la voie de rétroaction et la voie d'anticipation ne sont pas aussi simples à différencier en pratique. Les deux fonctionnent souvent ensemble pour maintenir un contrôle postural et une stabilité neuromusculaire mais seule la voie de rétroaction met en jeu la proprioception.

3. Evaluation de la proprioception

Evaluer la proprioception a pour but de prévenir le risque de blessures et d'instaurer une prise en charge optimale du patient en rééducation, que ce soit chez l'homme ou chez le chien.

Différentes méthodes d'évaluation de la proprioception utiles à une pratique clinique sont exposées ici, mais ceci n'est pas une liste exhaustive.

L'analyse clinique de la proprioception consiste à explorer la perception consciente du mouvement d'un segment de membre par rapport à un autre d'une part, et l'appréciation de la position d'un segment de membre par rapport à un autre d'autre part.

En pratique vétérinaire, l'évaluation de la proprioception se limite à l'appréciation de tests réalisés lors d'un examen neurologique, détaillés dans le deuxième paragraphe ci-dessous.

a. Chez l'Homme

i. Méthodes d'évaluation analytiques

Electromyographie en stimulodétection

L'électromyographie en stimulodétection est une méthode d'évaluation analytique de la proprioception utilisée pour étudier l'état des voies de conduction. (Gasq et al., 2012a) Cette méthode est adaptée pour la mise en évidence de lésions anatomiques comme une lésion du tronc nerveux ou des voies lemniscales impliquées dans la transmission des afférences proprioceptives. Cette méthode est basée sur la prise de conscience par le sujet des informations proprioceptives.

Elle n'est donc pas transposable en pratique vétérinaire. Nous allons simplement citer quelques exemples utilisés en médecine humaine.

Evaluation du sens de la position

La précision du système de détection de la position d'un segment du corps par rapport aux autres segments est déterminée grâce au moyen d'une tâche dite de repositionnement comparé (« *Matching task* »). Elle mesure l'acuité proprioceptive d'un individu en utilisant exclusivement les informations proprioceptives. (Forestier, 2012)

Le but de ce test est de mesurer la capacité du patient à percevoir la position d'un de ses segments dans l'espace et donc à pouvoir replacer une articulation (ou un membre) à un angle articulaire déterminé dans la même position spatiale que le segment initial en utilisant exclusivement les informations proprioceptives. C'est la raison pour laquelle ce test ne peut pas être transposable en pratique vétérinaire. Le principe des tests évaluant le sens de la position est de placer un membre dans une certaine position caractérisée, de déplacer le membre puis de demander au sujet de replacer son membre à la position initiale. (Paillard, 2016) On mesure ensuite l'écart entre la position initiale et la position produite par le sujet.

Plusieurs facteurs peuvent modifier la précision du test comme l'âge, la latéralisation des sujets, le choix de l'articulation ou du segment ou encore le choix de l'outil de mesure.

Evaluation du sens du mouvement (kinesthésie)

La kinesthésie est la connaissance des mouvements dans l'espace des différentes parties du corps, et la statesthésie est définie par la position d'un membre dans l'espace. (Laboute et al., 2016)

La kinesthésie peut être analysée grâce à des tests multiples. Plusieurs procédures d'évaluation existent, mais le principe de mesure est identique à toutes les articulations du corps humain. (Dolin & Julia, 2012) Certains tests évaluent la capacité du sujet à ressentir le mouvement à partir d'une phase immobile, aussi appelée seuil de détection du mouvement. Lors de ces tests, l'expérimentateur mobilise l'articulation alors que le sujet ne peut pas voir son membre bouger. L'expérimentateur mesure alors l'amplitude articulaire effectuée au moment où le sujet annonce qu'il perçoit le mouvement. Il est également possible d'évaluer la capacité de l'individu à discriminer les mouvements, c'est-à-dire faire la différence entre un type de mouvement et un mouvement opposé. Enfin la kinesthésie peut aussi être évaluée via des tests de suivi de trajectoire qui consistent à demander au patient de suivre une trajectoire prédéterminée en mobilisant l'articulation évaluée. (Paillard, 2016)

Evaluation du sens de la production de force

Le sens de la force fait partie intégrante de la proprioception et permet au SNC d'avoir la perception d'une charge qui pèse sur une partie du corps. (Dolin & Julia, 2012) Il s'agit alors d'évaluer la précision du patient à reproduire un niveau de force prédéterminé. Par exemple, la capacité à maintenir immobile un membre ou un objet et la capacité à exercer et à maintenir un niveau de pression sont des tests évaluant le sens de production de force. (Paillard, 2016) Il est possible également d'utiliser un dynamomètre manuel pour demander en comparaison gauche/droite d'exercer deux forces identiques et de mesurer la différence entre les valeurs obtenues. Pour travailler et tester le sens de la force d'appui du membre inférieur, un pèse personne peut être utilisé.

D'autres tests ont été développés sur l'analyse de la posture et font partie de l'analyse fonctionnelle de la proprioception.

ii. Méthodes d'évaluation fonctionnelles

Les méthodes d'évaluation fonctionnelles n'aboutissent pas à une évaluation directe de la proprioception car elles consistent à étudier la qualité de réalisation d'une tâche motrice nécessitant l'intégration d'informations proprioceptives (Gasq et al., 2012a). Elles sont ainsi transposables chez le chien.

Les informations proprioceptives peuvent être évaluées indirectement dans une situation fonctionnelle, car la qualité du contrôle moteur est en partie liée à la précision et à la qualité de traitement de ces informations.

Evaluation de la posture

Grâce aux plateformes de force, il est possible de quantifier un profil postural. (Laboute et al., 2016)

Une plateforme de force permet de mesurer les positions successives du centre de pression dans le temps. Le centre de pression est le point d'application résultant de la composante verticale de la force de réaction du sol. Lorsqu'un patient est debout sur une plateforme de force, il est soumis à son poids et à la force de réaction du sol appliquée au niveau de ses appuis. Ainsi la plateforme de force est un outil d'évaluation de la stabilisation posturale.

La stabilométrie consiste en l'évaluation des capacités de stabilisation sur cette plateforme.

Les paramètres sont analysés à travers un statokinésigramme (figure 5) qui est la représentation des positions successives du centre de pression. La stabilométrie est utile chez un patient atteint d'instabilité articulaire par exemple. Elle quantifie les troubles de l'équilibre et la performance de stabilisation du patient en enregistrant les oscillations du centre de pression sur une plateforme de force.

Une altération de la stabilisation posturale est mise en évidence par une augmentation des oscillations du patient (Gasq, Montoya, & Dupui, 2012b). Elle peut être due, entre autres, à une perte de certaines informations proprioceptives ce qui provoque cette augmentation des oscillations et des réactions musculaires.

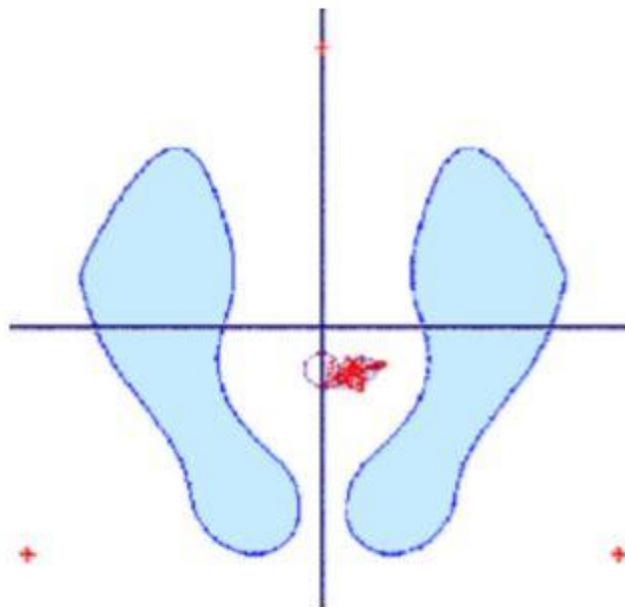


Figure 5 : Exemple de statokinésigramme chez l'homme et position de référence donnée par la plateforme de force SATEL® d'après (Couillandre, Duque Ribeiro, Thoumie, & Portero, 2008b)
En rouge les positions successives du centre de pression du sujet statique
En bleu l'appui bipodal du sujet sur une plateforme de force statique SATEL®

Les systèmes de baropodométrie quant à eux consistent à mesurer la répartition des pressions cutanées au niveau de la plante du pied dans des conditions statiques ou dynamiques. Ils utilisent une plateforme de baropodométrie constituée d'une matrice de capteurs de pressions fixée à la surface d'un plateau rigide. Cette plateforme donne les forces d'appui plantaires sous la forme d'un graphe de couleurs avec des teintes chaudes pour les pressions les plus élevées, mais ne permet pas une mesure fiable des indices posturographiques.

La plateforme de mobilisation motorisée peut être également utilisée pour une évaluation dynamique de la posture. Cela est développé dans la deuxième partie de ce manuscrit.

L'utilisation de plateforme de force peut être pratiquée en médecine vétérinaire.

Tests d'équilibre

Les paramètres posturaux dépendent de beaucoup de facteurs comme par exemple la position des pieds, la concentration du sujet, la consigne donnée, la durée d'enregistrement etc.

L'évaluation de la posture se fait en condition statique ou dynamique avec dans ce dernier cas un support instable, comme une plateforme de mobilisation motorisée par exemple qui permet d'illustrer le rôle de la proprioception dans le contrôle de l'équilibre.

Les tests d'équilibre évaluent la stabilité articulaire posturale. Lors de l'évaluation fonctionnelle du genou chez l'homme par exemple, le test est réalisé debout en appui sur un seul pied pour individualiser chaque membre inférieur et les comparer. Mais la régulation de l'équilibre fait intervenir à la fois différents systèmes sensoriels et le contrôle moteur ainsi ces tests ne sont pas spécifiques à la proprioception. (Röijezon, Clark, & Treleaven, 2015)

En situation de privation visuelle, les afférences disponibles pour se stabiliser proviennent essentiellement du système vestibulaire et des propriocepteurs périphériques. Ainsi il est intéressant de travailler dans ce contexte pour mettre en évidence une compensation d'un déficit proprioceptif avec les afférences visuelles par exemple (Gasq et al., 2012b).

b. En pratique vétérinaire – tests de réactions posturales

Chez le chien, on évalue la proprioception dans le cadre d'un examen nerveux.

Après la prise des commémoratifs et l'observation du chien en mouvement pour évaluer son état de conscience, son port de tête, son attitude et son polygone de sustentation, sa démarche et la présence ou non de mouvements anormaux comme une poussée au mur ou des tremblements, la proprioception s'évalue grâce aux tests de réactions posturales.

Ils mettent en évidence les déficits neurologiques sans pour autant neurolocaliser la lésion. Ce sont des tests non spécifiques. (tableau 3)

Tableau 3 : Tableau regroupant les tests de réactions posturales

Les colonnes de droite présentent successivement l'évaluation des tests pour chaque membre AD pour l'antérieur droit, AG pour l'antérieur gauche, PD pour le postérieur droit et PG pour le postérieur gauche. L'évaluation de chaque test se fait par score où NEV = non évalué, 0 = absent, 1 = réduit, 2 = normal, 3 = augmenté, 4 = clonique.

	AD	AG	PD	PG
Placers proprioceptifs				
Placers tactiles				
Placers visuels				
Sautillement				
Hémi-locomotion				
Brouette				
Signe de Romberg				
Signe de poussée arrière				

Ils doivent être réalisés dans le calme et répétés plusieurs fois pour ne pas être interprétés trop vite. (Cauzinille, 2007)

Les placers proprioceptifs testent la proprioception consciente et consistent à placer l'extrémité d'un des membres du chien à l'envers, face dorsale au sol puis à observer à quelle vitesse le chien remet son membre dans la bonne position. Il doit repositionner immédiatement l'extrémité de son membre en position physiologique. Il faut bien soutenir l'animal pour le soulager du poids de son corps en plaçant un bras sous l'abdomen ou entre les antérieurs. Une bonne réponse à ces placers proprioceptifs indique l'intégrité des voies afférentes, des centres nerveux, des voies efférentes et des muscles effecteurs.

Les tests suivants sont à réalisés si les placers proprioceptifs sont douteux ou s'ils ont montré un déficit proprioceptif.

Les placers tactiles permettent d'évaluer la proprioception consciente et l'extéroception en cachant la vue de l'animal. Ils renseignent sur l'interrelation de la sensibilité extéroceptive et du cortex moteur. En soulevant l'animal, on approche sa patte vers une table par exemple sans lui montrer et lorsque la patte heurte la table il doit la replacer sur la table immédiatement. C'est le contact de la surface dorsale du membre avec la table qui déclenche la réponse de repositionnement.

Les placers visuels sont les mêmes exercices précédents mais avec la vue préservée. Ces placers visuels testent en plus de la proprioception consciente le nerf optique, le cortex visuel pour l'intégration du message et le cortex moteur qui réagit. L'animal étant porté dans les bras, en voyant une surface qui s'approche de lui, doit anticiper une réponse en projetant son membre libre pour aller le poser sur la dite surface.

Le sautellement évalue la proprioception inconsciente de façon dynamique, un membre après l'autre puis un côté après l'autre. Le sautellement sur un seul membre se réalise avec le poids du corps de l'animal sur le membre testé, les autres membres n'étant plus en appui ; l'animal est déplacé d'un côté puis de l'autre en décrivant un arc de cercle. Ce test est plus difficile à réaliser chez les chiens de grande taille. La réponse attendue est un sautellement du membre testé afin de corriger de façon adéquate la position du centre de gravité du chien suite au déséquilibre. La réponse doit être la même des deux côtés. Une réaction trop tardive ou absente est en faveur d'un déficit proprioceptif.

L'hémilocomotion évalue également la proprioception inconsciente et est similaire au test de sautellement, avec seulement deux membres en appui. Elle teste la capacité du chien à marcher sur les membres droits par exemple en tenant les membres gauches. On évalue la vitesse et la coordination des mouvements.

La marche en brouette, le signe de Romberg et le signe de poussée arrière sont d'autres tests d'évaluation de la proprioception inconsciente. Lors de la marche en brouette, le chien doit avancer avec ses antérieurs et non pas s'écrouler lorsqu'on le soulève par le bassin de telle sorte que ses postérieurs ne reposent plus au sol (figure 6). Il s'agit d'une intégration cérébelleuse donc il doit inconsciemment avancer les pattes quand on le pousse en avant.



Figure 6 : Test de la marche en brouette effectué chez le chien lors d'un examen neurologique d'après (Prydie & Hewitt, 2015)

Le signe de Romberg consiste à réaliser la marche en brouette avec la vision cachée (cou étendu) pour supprimer les afférences visuelles qui pourraient compenser un déficit proprioceptif.

Le signe de poussée arrière consiste à soulever le chien par les aisselles de telle sorte que ses antérieurs ne reposent plus au sol et le chien doit pouvoir se déplacer vers l'avant et vers l'arrière.

Toute asymétrie de démarche est alors facilement mise en évidence lors de ces trois derniers tests.

L'examen neurologique se poursuit avec l'évaluation des réflexes médullaires pour neurolocaliser c'est-à-dire trouver l'origine des troubles nerveux observés, l'évaluation des nerfs crâniens si l'on suspecte une atteinte centrale et l'évaluation de la sensibilité et de la perception de la douleur.

En cas de compression médullaire, la proprioception est perdue en premier, puis la motricité volontaire, la sensibilité superficielle et enfin la sensibilité profonde. (Prydie & Hewitt, 2015)

L'analyse clinique de la proprioception a pour but principal d'adapter une méthode thérapeutique pour réaliser une rééducation optimale et efficace ainsi qu'un suivi du patient. Elle permet également de savoir quelles parties du système proprioceptif sont concernées (les afférences proprioceptives, les processus de régulation des activités motrices réflexe ou volontaire, les processus centraux d'élaboration des perceptions conscientes de position, de mouvement et d'action des différents segments du corps). (Rodineau & Ribinik, 2004)

4. Causes et conséquences de l'altération de la proprioception

Un déficit proprioceptif peut être dû à des facteurs externes comme la fatigue musculaire, les variations environnementales, la douleur, ou à des facteurs internes liés réellement à la structure anatomique lésée (Vanbiervliet, 2012).

a. Origines des déficits proprioceptifs

Le schéma bilan du système sensori-moteur (figure 4) présenté précédemment permet d'illustrer les différents niveaux d'altération de la proprioception:

- Au niveau des mécanorécepteurs d'où provient l'information proprioceptive
- Au niveau des voies périphériques de transmission de l'information
- Au niveau central lors de l'intégration de l'information

i. Affections neurologiques

Un déficit proprioceptif présent lors d'atteinte centrale ou périphérique peut être mis en évidence lors de l'examen clinique. Différentes pathologies peuvent en être à l'origine.

Lésions aiguës et chroniques de la moelle épinière et de l'encéphale

Les lésions aiguës de la moelle épinière comprennent entre autres les hernies discales de type 1, les luxations ou fractures de vertèbres, et les embolies fibrocartilagineuses. (Olby, Halling, & Glick, 2005) L'accident vasculaire cérébral (AVC) est un exemple commun d'atteinte centrale concernant l'encéphale.

Les lésions chroniques de la moelle épinière peuvent survenir lors de processus dégénératifs affectant les vertèbres et les tissus mous environnants, ou encore lors d'hernie discale de type 2, de myélopathie dégénérative ou de tout processus impliquant une compression chronique de la moelle épinière.

Lésions périphériques

Les lésions périphériques peuvent affecter les muscles, les jonctions neuromusculaires et les nerfs périphériques. Les étiologies sont diverses et classées en plusieurs types selon leur caractère dégénératif, métabolique, inflammatoire, néoplasique et toxique. (Sims, Waldron, & Marcellin-Little, 2015) Parmi elles on peut citer par exemple des lésions associées à des fractures osseuses qui dégradent les nerfs adjacents (nerf sciatique endommagé lors de fracture du bassin ou du fémur), un traumatisme par avulsion du plexus brachial ou encore une tromboembolie iliaque. (Olby et al., 2005)

Chez l'homme, les déviations de la colonne vertébrale ou les processus inflammatoires accompagnés de douleur masquant les informations proprioceptives sont quelques affections de la moelle épinière qui créent également un déficit proprioceptif. (Biot, Bernard, Le Blay, & Chaleat-Valayer, 2004)

ii. Affections orthopédiques

Les affections orthopédiques à l'origine d'un déficit proprioceptif englobent les traumatismes, y compris les interventions chirurgicales, les pathologies aiguës et chroniques des tissus mous comme les entorses, tendinopathies et myopathies (incluant la myosite fibrosante par exemple), les phénomènes de dysplasie de hanche ou de coude, ou encore des phénomènes dégénératifs comme l'arthrose.

Les différents récepteurs à l'origine du message proprioceptif sont directement atteints par ces affections. En effet, la destruction et la diminution de ces propriocepteurs engendrent une perte d'information et la perturbation du contrôle moteur qui s'en suit provoque des actions motrices non appropriées. (Vanbiervliet, 2012)

L'atteinte lésionnelle du ligament croisé crânial du genou a été largement étudiée en médecine humaine, ainsi que le rôle des propriocepteurs avant et après traitement dans le contrôle de la fonction motrice (Dhillon, Bali, & Prabhakar, 2011). Une instabilité articulaire est ressentie suite à une perte du contrôle sensori-moteur dû à l'atteinte de certains propriocepteurs articulaires.

L'épanchement articulaire modifie également le seuil d'excitation des mécanorécepteurs capsulaires. (Mazevet D et al., 2004)

iii. Immobilisation

L'immobilisation d'une articulation ou d'un membre implique une altération de la coordination des mouvements, résultante d'une altération proprioceptive. (Moisello et al., 2008)

Elle est souvent associée à une privation d'informations ou stimulus provenant des propriocepteurs périphériques. En cas de sédentarité, souvent associée au surpoids, la remobilisation est nécessaire.

iv. Douleur

Il existe un lien entre la nociception et la proprioception à chaque phase d'intégration du message douloureux : au niveau médullaire, tronculaire et central. (Bredeau, 2012)

La douleur peut avoir un effet délétère sur la proprioception à la fois sur le système nerveux central et périphérique. (Röijezon et al., 2015) Avec l'activation des afférences nociceptives au niveau des FNM lors de douleur, les informations proprioceptives sont altérées. La stimulation excessive des afférences nociceptives masque les informations proprioceptives.

v. Fatigue musculaire

La fatigue musculaire décrite comme une diminution transitoire et réversible de la capacité à produire une force ou une puissance donnée présente un effet sur l'acuité proprioceptive. (Degache, 2012)

La fatigue musculaire entraîne de nombreux changements centraux et périphériques que ce soit au niveau métabolique, au niveau du contrôle neuromusculaire, des réflexes ou encore de la difficulté à effectuer des mouvements précis. (Röijezon et al., 2015)

vi. Vieillesse

Des déficits de proprioception et de contrôle moteur sont retrouvés également chez les personnes plus âgées. En effet, avec l'âge, les capacités physiques et cognitives vont se dégrader. Il en est de même chez les chiens âgés. (Taylor et al., 2004)

On observe, entre autres, une diminution de la force et de la coordination ainsi qu'une diminution de la stabilité de l'équilibre.

La qualité du signal positionnel varie tout au long de la vie puisqu'elle est liée au nombre et à la taille des récepteurs proprioceptifs qui diminuent avec l'âge. (Julia, Hirt, Perrey, Barsi, & Dupeyron, 2012)

b. Conséquences cliniques du déficit de proprioception

Le système proprioceptif contribue au maintien de la posture, de l'équilibre et à la coordination des mouvements. Les conséquences cliniques suite à un déficit de ce système vont ainsi concerner ces différents aspects.

On parle d'ataxie lors de troubles de l'équilibre et de la coordination des mouvements.

Il existe trois types d'ataxie : l'ataxie proprioceptive, l'ataxie cérébelleuse et l'ataxie vestibulaire. Une ataxie proprioceptive est caractérisée par l'atteinte d'un propriocepteur ou de l'innervation sensitive par la fibre Ia (ou neurone Ia).

Les signes cliniques pouvant être observés lors d'ataxie proprioceptive sont l'augmentation du polygone de sustentation, l'hypermétrie, les membres frottant le sol lors du déplacement ainsi qu'un retard ou une absence de réponse lors des tests de réactions posturales. Selon la localisation de la lésion, plusieurs membres peuvent être atteints et présenter des réactions posturales anormales.

A long terme les déficits proprioceptifs entraînent des troubles musculosquelettiques et augmentent le risque de chute et de blessure par le manque de coordination des mouvements et d'équilibre. (Röijezon et al., 2015)

L'étude de la proprioception et son analyse clinique permettent d'établir un plan thérapeutique adapté, de réaliser un suivi de la récupération et fixer des objectifs compatibles avec l'examen.

La proprioception est un système informatif nécessaire à la réalisation d'un contrôle moteur optimal. L'évaluer de façon objective n'est possible chez le chien que grâce à des tests réalisés lors d'un examen neurologique ou encore grâce à des méthodes d'analyse fonctionnelle comme la stabilométrie.

Les déficits proprioceptifs consécutifs à un traumatisme (entorse, luxation, etc.) ou une affection neurologique constituent la majorité des cas pris en charge en rééducation fonctionnelle. Une part non négligeable concerne également les troubles proprioceptifs consécutifs à un phénomène algique, ou au vieillissement du contrôle postural.

Deuxième partie : Principes fondamentaux de la rééducation proprioceptive : de la kinésithérapie humaine vers la pratique vétérinaire

La rééducation fonctionnelle peut permettre de pallier les déficits proprioceptifs engendrés par différentes pathologies. Elle met en place des stratégies de compensation en cas de lésion des voies véhiculant l'information proprioceptive ou encore permet de réentraîner les systèmes de contrôle sensori-moteur quand ceux-ci sont défaillants. (Rodineau & Ribinik, 2004)

La proprioception joue un rôle essentiel dans le contrôle neuromoteur et dans la stabilité neuromusculaire. La rééducation proprioceptive vise à redonner une mobilité aux différents segments du corps ainsi qu'une bonne stabilité articulaire en stimulant ce contrôle neuromoteur. Soit la prise en charge passe par la réduction des causes du déficit, soit par l'augmentation de la stimulation de l'information proprioceptive. (Röijezon et al., 2015)

1. Historique de la rééducation proprioceptive

a. Travaux de Freeman, Castaing et Delplace

Grâce aux travaux de Freeman en 1965 sur le traitement des entorses de cheville, le terme de rééducation proprioceptive apparaît comme un concept de physiothérapie qui vise à induire des actions motrices suite à des stimulations sensibles et sensorielles. (Freeman, 1965)

Suite à une entorse de cheville entraînant une perte des afférences proprioceptives par la destruction des mécanorécepteurs articulaires, la rééducation proprioceptive proposée par Freeman a pour but de solliciter les mécanorécepteurs articulaires restants pour améliorer la coordination des muscles périarticulaires. (Chanussot & Danowski, 2005)

Il proposait alors un traitement de « l'instabilité fonctionnelle » qui suit une entorse de cheville à l'aide d'un plateau instable d'abord unidirectionnel puis multidirectionnel. Freeman constatait déjà que la difficulté ressentie par le patient, à contrôler le plateau du côté lésé, disparaissait avec la rééducation par le plateau.

L'hypothèse de Freeman a été développée en France par Castaing et Delplace en 1975. Ils expliquent le contrôle neuromusculaire de la cheville par une boucle de rétro action d'origine proprioceptive et proposent un schéma thérapeutique en plusieurs étapes : prendre conscience du mouvement, puis travailler activement les muscles visés pour continuer sur un travail en

charge et terminer avec l'utilisation des plateaux instables rectangulaire et circulaire. (Rodineau & Ribinik, 2004)

b. Analyse de Thonnard

Les travaux de Thonnard en 1988 ont montré que le temps nécessaire pour induire une lésion ligamentaire de la cheville est largement inférieur au temps de latence de la réponse neuromusculaire correctrice, toujours en retard. (Barsi, 2012)

Ils apportent une explication aux échecs thérapeutiques et proposent comme solution de réaliser des exercices successifs répétés de plus en plus complexes pour obtenir une réponse suffisamment rapide pour être efficace.

2. La rééducation proprioceptive et son contexte actuel

a. Reprogrammation NeuroMotrice (RNM)

Lorsqu'on évoque la rééducation proprioceptive, on parle également aujourd'hui de Reprogrammation NeuroMotrice (RNM) ou Reprogrammation SensoriMotrice (RSM) (Hignet, 2012). Elle s'inscrit dans un contexte de kinésithérapie où le but est de retrouver ou d'améliorer la performance motrice d'un geste altéré.

La rééducation proprioceptive ou RNM fait appel à la stimulation sensorielle pour restaurer l'acte moteur. Elle a pour but de rétablir un équilibre entre la stabilité et la mobilité d'une articulation ou d'un membre. Chaque technique de rééducation a un rôle dans cette reprogrammation. Elle sollicite les réactions de défense de l'organisme face à des positions de déséquilibre induites par différents outils instables. (Coudreuse & Parier, 2011)

La méthode de Kabat fait partie de l'ensemble des méthodes de RSM. Elle étudie à la fois l'intégration, la conduction du système nerveux et l'action des muscles. C'est une méthode thérapeutique de facilitation qui utilise les informations sensibles d'origine superficielle et d'origine profonde pour mettre en jeu le système nerveux. Le système nerveux fait agir ensuite la musculature en recherchant une qualité de contraction et d'endurance. (Louchet, 2012; Viel, 1972) Ensuite des exercices de déstabilisation sont pratiqués chez le patient afin d'augmenter la vitesse de la réponse musculaire. L'objectif est d'augmenter la difficulté des exercices pour pouvoir anticiper les déséquilibres et avoir une réponse plus rapide. (Barsi, 2012)

b. Différentes techniques de rééducation proprioceptive chez l'homme

La RNM ou rééducation proprioceptive permet au patient d'apprendre ou de réapprendre à déclencher un mouvement à partir de stimulations sensibles et sensorielles.

S'il y a une inflammation aigue, il faut d'abord la traiter avant de commencer une rééducation proprioceptive.

La rééducation permet au patient de réagir de façon adaptée dans des conditions de difficulté croissante face à des situations de déséquilibre en évitant le contrôle volontaire.

Plusieurs techniques sont utilisées chez l'homme, souvent associées les unes aux autres pour augmenter l'effet thérapeutique. Seules quelques-unes sont décrites ci-dessous. Les techniques choisies sont celles également utilisées chez le chien.

i. Amélioration des amplitudes de mouvement

Gagner en mobilité, tout comme renforcer les muscles, sont des étapes de la rééducation fonctionnelle. Les mobilisations active et passive, les techniques de contracté-relâché ou d'étirements sont autant de techniques réalisées dans le but de regagner une mobilité et qui permettent de solliciter par ailleurs les capteurs proprioceptifs. (Barsi, 2012) Elles sont toutes transposables chez le chien.

On peut citer la Facilitation Neuromusculaire Proprioceptive (FNP) qui est une technique manuelle de renforcement musculaire utilisée pour améliorer l'élasticité musculaire. Elle n'est pas pratiquée par tous les rééducateurs mais montre un effet positif sur l'amplitude des mouvements. (Hindle, Whitcomb, Briggs, & Hong, 2012; Lucas & Koslow, 1984)

Mobilisation passive

La mobilisation articulaire passive englobe trois types de mobilisation (Dufour, Colné, & Barsi, 2009)

- La mobilisation globale où toute la mobilité régionale est concernée
- La mobilisation analytique qui consiste en un déplacement d'un segment dans un plan donné autour d'un axe théorique
- La mobilisation spécifique où les capacités de micromobilité sont utilisées avec des mouvements de glissement, bâillement, compression ou décompression. Le patient ne peut généralement pas reproduire ces mouvements seul.

Le thérapeute mobilise un segment du patient en le soutenant et en privilégiant le confort.

Mobilisation active

La mobilisation active est réalisée par le patient lui-même grâce à sa capacité à mouvoir ses segments corporels dans l'espace. Elle regroupe tous les déplacements musculosquelettiques volontaires ou non.

Elle n'est possible que si l'articulation supporte les contraintes du mouvement demandé en passif.

Techniques de relâchement musculaire

Ces techniques sont associées à la méthode de Kabat, ou de FNP.

Elles regroupent les techniques de tenu-relâché et de contracté-relâché. Dans la première on a une contraction sans raccourcissement du muscle alors que dans la deuxième le muscle se raccourcit. Dans ces deux techniques l'allongement passif est poursuivi jusqu'à atteindre une amplitude maximale du membre. (Dufour et al., 2009)

Étirement

L'étirement permet de mettre en tension les structures myotendineuses et de rechercher leur allongement (Dufour et al., 2009). Cette tension peut être active ou passive.

En tension active l'étirement se fait préférentiellement avant l'effort, de façon brève, pour cibler la jonction myotendineuse.

En tension passive, l'étirement plus long se réalise sous relâchement et a pour but d'obtenir une amplitude articulaire ou musculaire maximale progressivement et après répétition.

ii. Amélioration de la réponse aux déséquilibres

En position debout, le corps humain présente en permanence des oscillations gérées par des mécanismes d'adaptation rapides le plus souvent inconscients. La vision, les « propriocepteurs » dans la peau et les muscles notamment, permettent de gérer ces oscillations et donc l'équilibration du corps. (Barsi, 2012)

Pour que la prise en charge thérapeutique soit adaptée aux troubles de l'équilibre du patient, il faut d'abord évaluer son niveau de performances d'équilibre. Cela permet ensuite au thérapeute d'apprécier le risque de chute et de rechercher également les déficits de fonctions susceptibles d'altérer cet équilibre (visuels, sensitifs et sensoriels, ostéo articulaires et moteurs).

Le corps humain peut être représenté comme une superposition de segments (tête, tronc, membres) reliés par des muscles et contrôlés par le système nerveux central et périphérique. (Fourneau, 2012)

La rééducation proprioceptive va permettre au patient de contrôler différents types de déséquilibres après avoir appris à rester stable au niveau de l'articulation ou du segment atteint. Ainsi, la rééducation englobe une grande diversité d'exercices qui aboutissent à une reprise d'activité et à l'amélioration de la stabilité.

Aujourd'hui, il n'y a pas de publications dans la littérature scientifique qui étudient la prise en charge des troubles posturaux chez le chien par une rééducation proprioceptive. On peut tout de même supposer de façon pertinente que le schéma de superposition de segments et les oscillations gérées par des mécanismes d'adaptation soient les mêmes. Les techniques de rééducation proprioceptive sont alors transposables chez le chien.

On peut par exemple réaliser chez l'homme un programme de rééducation les yeux ouverts puis les yeux fermés, utiliser des plans instables pour créer des déstabilisations aléatoires dans les trois plans de l'espace, un tapis roulant pour entraîner à des déstabilisations en translation, des vibrations etc. Les différents dispositifs utilisés dans la rééducation proprioceptive sont décrits dans le paragraphe suivant.

3. Dispositifs disponibles chez l'homme

Il existe en rééducation humaine une variété importante de dispositifs pour pallier des déficits proprioceptifs. Plusieurs d'entre eux sont également utilisables chez le chien. Ils permettent un contrôle de l'équilibre et de la posture.

a. Plateforme et stabilométrie

Les afférences impliquées dans le maintien de la station debout sans déséquilibre sont d'origine visuelle, vestibulaire, proprioceptive et tactile. Le système proprioceptif est le plus rapide. Le statokinésigramme est la représentation des positions successives du centre de pression, comme expliqué dans la première partie de ce manuscrit. Grâce à une plateforme de force, les oscillations et la performance de stabilisation sont enregistrées. (Rodineau & Ribinik, 2004) Les défauts d'équilibration peuvent ainsi être mis en évidence et corrigés par le patient par rétro action visuelle.

b. Plans instables

Les plans instables permettent une déstabilisation des articulations dans les trois plans de l'espace (figure 7) : (Barsi, 2012)

- Des translations horizontales antéro-postérieures (A) ou latérales (B)
- Des mouvements de flexion-extension (D) ou en valgus-varus (E)
- Des sollicitations de traction ou de compression (C)
- Des rotations axiales (F)
- Des translations circonférentielles latérales avec plan concave en haut (G) ou en bas (I)
- Des translations circonférentielles antéro-postérieures avec plan concave en haut (H) ou en bas (J)

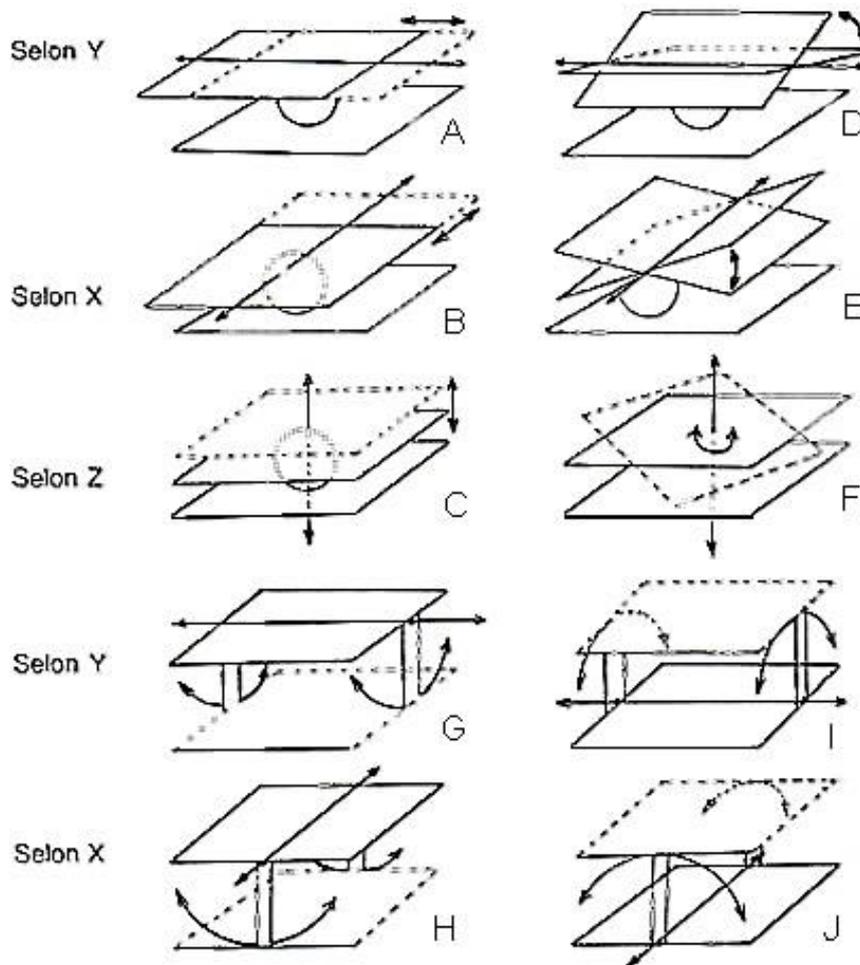


Figure 7 : Différents déséquilibres pouvant être imposés aux articulations selon les axes et plans de l'espace d'après (Chanussot & Danowski, 2005)

Le plateau instable mis au point par Freeman (figure 8), appelé aussi planche d'équilibre ou encore planche de proprioception a été créé pour lutter contre une instabilité fonctionnelle secondaire à une entorse de cheville. (Rodineau & Ribinik, 2004)



Figure 8 : Plateau de Freeman (Photo personnelle)

C'est un plateau mobile pluridirectionnel (Dufour et al., 2009) qui vise la rééducation du pied et du genou principalement. Il induit une instabilité multidirectionnelle, grâce à une section de sphère fixée sous un plateau circulaire qui permet des mouvements de bascule dans tous les plans. Au début de la rééducation chez l'homme, le patient doit tenir en équilibre sur le plateau en appui bipodal, puis unipodal, en augmentant ensuite progressivement la difficulté de l'exercice. Cet exercice datant des années 1960 permettait déjà de prévenir la récurrence d'entorse.

Ce plateau permet un entraînement de la proprioception principalement des membres inférieurs chez l'homme, et est aussi utilisé chez le chien pour la rééducation proprioceptive des 4 membres selon la taille du plateau. (figure 9)



Figure 9 : Plateau de proprioception dit de Freeman utilisé chez le chien d'après (« FitPAWS® Wobble Board | », s. d.)

Il existe également un autre type de plateau mobile semblable à celui de Freeman mais qui est lui unidirectionnel, le plateau de Castaing (figure 10).

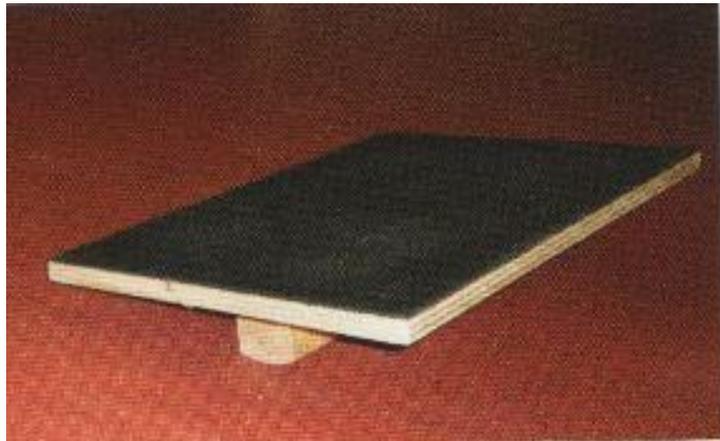


Figure 10 : Plateau de Castaing d'après (Dufour et al., 2009)

On peut citer également les plateaux multidirectionnels avec ressorts, les ballons de rééducation dit de Klein Vogelbach (figure 11) qui sollicitent les réactions musculosquelettiques en utilisant les trois dimensions de l'espace, les mousses de densité variable, des supports mobiles comme un skate-board, un rouloplan (figure 12) pour un déplacement bidirectionnel.



Figure 11 : Ballons de rééducation Klein Vogelbach (différents diamètres) d'après (Dufour et al., 2009)



Figure 12 : Rouloplan d'après (Dufour et al., 2009)

Le kinedisc est un autre exemple (figure 13). C'est un plateau inclinable de l'horizontal à une trentaine de degrés, au centre duquel un disque d'environ 50 centimètres de diamètre tourne librement sous l'effet des forces qui lui sont appliquées ; il permet une équilibration du patient suite à des mouvements de rotation.



Figure 13 : Kinedisc d'après (Dufour et al., 2009)

Ces dispositifs sont des plans mobiles qui permettent de stimuler les réactions d'équilibrations en utilisant un plan d'appui de petite taille reposant sur un axe le rendant instable lors de l'appui.

Ils ciblent principalement la proprioception des membres inférieurs, alors que la table basculante de Zador par exemple entraîne des réactions d'équilibration de l'ensemble du corps : c'est un plan instable lent dans une direction. (Dufour et al., 2009)

Les outils de « biofeedback » visuels ou sonores littéralement de rétroaction biologique utilisent les nouvelles technologies pour guider et encourager le patient dans son entraînement ; ils lui permettent d'intervenir activement sur la réalisation de ses mouvements en donnant des paramètres objectifs sur les variations des fonctions enregistrées. (Dufour et al., 2009) La rééducation par rétroaction visuelle guide le patient vers le mouvement désiré et permet d'améliorer la réalisation du mouvement. Elle s'appuie sur le fait que l'apprentissage moteur passe par l'observation. (Yelnik, 2005)

Lors de rééducation par « biofeedback » visuel le patient doit faire les ajustements nécessaires par l'intermédiaire d'une rétro information visuelle pour stabiliser la position de son centre de pression. Ce type de rééducation permettrait de mieux utiliser les entrées proprioceptives pour réguler les troubles de l'équilibre et la dépendance de la vision chez les patients hémiplegiques vasculaires. (Kerdoncuff et al., 2004)

Des plateformes de stabilométrie type Bio Rescue® impliquent la vision du patient et les déplacements du centre des pressions podales. Elles sont souvent utilisées dans le cadre de la rééducation des patients hémiplegiques et permettent de mesurer la stabilité de l'équilibre du patient.

Les plateformes de mobilisation motorisées sont également des outils de rééducation constitués d'un plan instable. Elles proposent un grand nombre de programme d'exercices avec rétro action visuelle.

c. Plateformes de mobilisation motorisées

Nous allons présenter les principaux modèles de plateformes motorisées utilisées en kinésithérapie humaine : la plateforme HUBER® et les plateformes Imoove®.

Aujourd'hui il semble que les appareils de coordination motrice à plateau motorisé mobile correspondent le mieux au cahier des charges de la reprogrammation neuromusculaire du membre inférieur chez l'homme. Ils proposent en effet une mobilisation articulaire contrôlée chez l'homme (en posant une seule jambe sur le plateau par exemple).

Les variations possibles d'amplitudes et de vitesses du mouvement permettent de travailler sur les plateformes motorisées progressivement et de manière contrôlée. Ainsi la progression des exercices peut être contrôlée très précisément lors de rééducation contrairement au plateau de Freeman. (Bruyneel & Boussion, 2013)

Principe de fonctionnement de la plateforme de mobilisation motorisée

Le mouvement de la plateforme crée une instabilité dans les trois plans de l'espace mais surtout elle ajoute une instabilité dynamique.

Suite au déséquilibre induit par l'instabilité de la plateforme, les voies de rétroaction et d'anticipation sont sollicitées. Elles permettent ainsi un contrôle postural et une stabilité neuromusculaire dans le cadre d'une rééducation proprioceptive ou reprogrammation neuromotrice (RNM). (Fabri et al., 2009)

La plateforme effectue également un travail musculaire sans mobilisation articulaire permettant un renforcement des muscles posturaux et une stabilité articulaire qui contribuent également au maintien de l'équilibre. Elle induit une augmentation de la force des groupes musculaires des membres inférieurs ainsi qu'une amélioration du contrôle postural (Couillandre et al., 2008b).

C'est un système de rééducation utilisant l'action du système nerveux conscient pour contrôler l'activité musculaire. Le fonctionnement en double tâche permet de solliciter, de manière involontaire, les muscles stabilisateurs de la cheville notamment.

La plateforme est aussi utilisée chez les personnes âgées afin d'améliorer leurs capacités posturales et leur tonus musculaire pour préserver une meilleure locomotion. (Couillandre, Duque Ribeiro, Thoumie, & Portero, 2008a)

i. Plateforme HUBER[®] (société LPG[®] Médical)

La plateforme HUBER[®] se compose d'un plateau ovale motorisé animé d'un mouvement d'oscillations rotatoires d'amplitude et de vitesse variables, équipée de capteurs de forces dans le plateau et dans le système de poignées. (figure 14) Le plateau se rapproche plus du plateau de Freeman car il permet une rotation sur un point fixe.

Il s'agit d'un travail d'adaptation posturale et musculaire avec rétrocontrôle visuel. Il existe 4 programmes pour 4 niveaux d'utilisations adaptés aux différents utilisateurs.

Cette plateforme existe depuis 2003 et permet au patient de travailler la proprioception et l'équilibre dans un environnement en mouvement constant. (Couillandre, Portero, Duque Ribeiro, & Thoumie, s. d.)

L'appareil comporte des poignées et un écran qui vont solliciter l'activité volontaire phasique des membres supérieurs du sujet. Un système de rétroaction biologique dit de « biofeedback »

par l'intermédiaire d'une cible lumineuse permet d'ajuster ses efforts. L'appareil détermine le pourcentage de coordination de chaque membre inférieur lors des différents exercices.



Figure 14 : Plateforme HUBER® 360 Evolution (LPG Systems) d'après (« A propos - LPG Systems », s. d.)

D'après (Fabri et al., 2009), l'utilisation de cette plateforme diminue le risque de récurrences d'entorse de cheville.

ii. Plateformes Imoove® (société Allcare® Innovations)

La société Allcare® commercialise depuis 2008 4 types de plateforme Imoove® chacune adaptée au type d'exercice recherché pour le patient. La plateforme Imoove® Mini prend un minimum de place avec commande à pied, La plateforme Imoove® 100 est dédiée à la prise en charge des personnes âgées, avec des barres d'appui sécurisantes,. Les plateformes Imoove® 300 et Imoove® 600 (figure 15) sont utilisées en traumatologie, orthopédie et en renforcement musculaire en proposant un bilan postural dynamique avec une analyse des appuis sur le plateau, des exercices intuitifs neuromoteurs en double tâche grâce à l'écran tactile, des barres d'appuis réglables pour un étirement en dynamique, des capteurs de pression sur le plateau et les poignées. Elles proposent plusieurs applications, avec différents accessoires dans le domaine médical et sportif.

Toutes ces plateformes permettent de réaliser une rééducation neuromotrice et ainsi le contrôle de l'équilibre, des étirements en dynamique, une mobilisation manuelle assistée, un gainage dynamique et une mobilisation en charge pour plus de difficulté dans l'exercice.



Figure 15 : Plateforme Imoove 600® d'après (« Imoove 600 - Dispositif médical - Santé - prévention -Performance », s. d.)

Elles appliquent toutes le principe de travail en trois dimensions grâce à un mouvement dit élisphérique®, terme déposé par la société Allcare® Innovations qui leur est propre. La particularité est que le plateau est mobilisé sur une demi-sphère, ce qui permet de proposer en plus du mouvement de rotation une excentration car le centre du plateau est mobile, donc en plus de faire des mouvements de haut en bas il fait également des mouvements de translation.

En fonction du degré d'assymétrie appliqué à la plateforme, les mouvements élisphériques® engendrés sont différents. (figure 16)

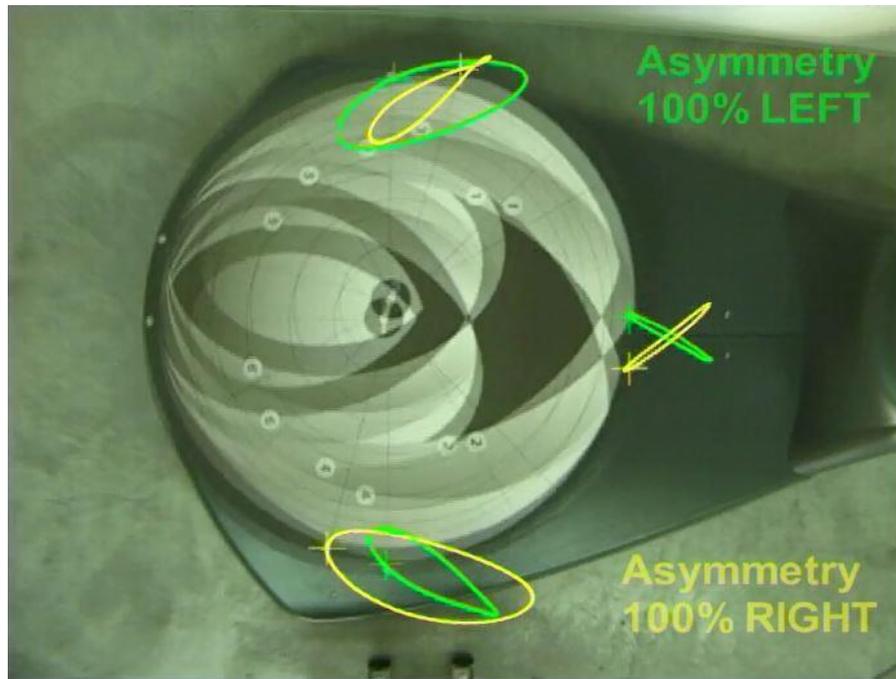


Figure 16 : Assymétrie maximale à gauche ou à droite et mouvements induits ; vue du dessus de la plateforme Imoove® avec écran tactile à droite de l'image d'après « Imoove Vidéo »

En vert : mouvements induits lorsque l'assymétrie de la plateforme est maximale à gauche
 En jaune : mouvements induits lorsque l'assymétrie de la plateforme est maximale à droite

d. Facteurs de progression

Les facteurs de progression sont aussi appelés des niveaux d'entrées. (Barsi, 2012) Ils sont à adapter en fonction du statut clinique du patient. 13 facteurs de progression sont détaillés dans le tableau ci-dessous. (Tableau 4)

Ces facteurs s'appliquent progressivement au cours de la rééducation proprioceptive. Le principe est de suppléer le déficit proprioceptif en début de progression puis augmenter le travail proprioceptif et de contrôle postural en fin de progression.

Tableau 4 : Facteurs de progression de la rééducation proprioceptive d'après (Chanussot & Danowski, 2005)

Facteurs de progression	Début de progression	Fin de progression
centres corticaux et sous corticaux	Prévenir le sujet (anticipation) puis ne pas le prévenir	Focaliser le sujet sur une autre activité physique ou mentale
oreille interne	Déséquilibre de faible amplitude puis forte	Dissociation des déséquilibres de la tête et des membres
système auditif	Ordre verbal stimulant et prévenant	Perturbation auditive
système visuel	Références visuelles fixes	Fermeture des yeux ou références visuelles mobiles
boucle nucale	Rachis cervical libre	Port d'un collier cervical de stabilisation
appuis manuels	Appuis extérieurs fixes puis mobiles	Membres supérieurs libres puis le long du corps ou activité gestuelle
déséquilibres extérieurs	Déséquilibre lent, de faible intensité, à distance, unidirectionnel	Déséquilibre rapide, de forte intensité, localisé, multidirectionnel
position articulaire	A adapter selon l'articulation Libre puis fixe	
tension musculaire de départ	Posture tonique	Relâchement
récepteurs cutanés plantaires	Stimulation préalable et sol rugueux	Pas de stimulation préalable et sol lisse
plan d'appui	Fixe	Mobile
appui controlatéral	Bipodal plus ou moins en décharge	Unipodal en charge
attitude du sujet	Sujet statique	Sujet en mouvement

La progression des exercices pratiqués lors de rééducation neuromusculaire met en jeu trois axes (X transversal, Y antéropostérieur, Z vertical) et 3 plans (XZ plan frontal, ZY plan sagittal,

XY plan transversal) (figure 17). Ces axes et plans définissent la position d'une articulation donnée dans l'espace. (Chanussot & Danowski, 2005)

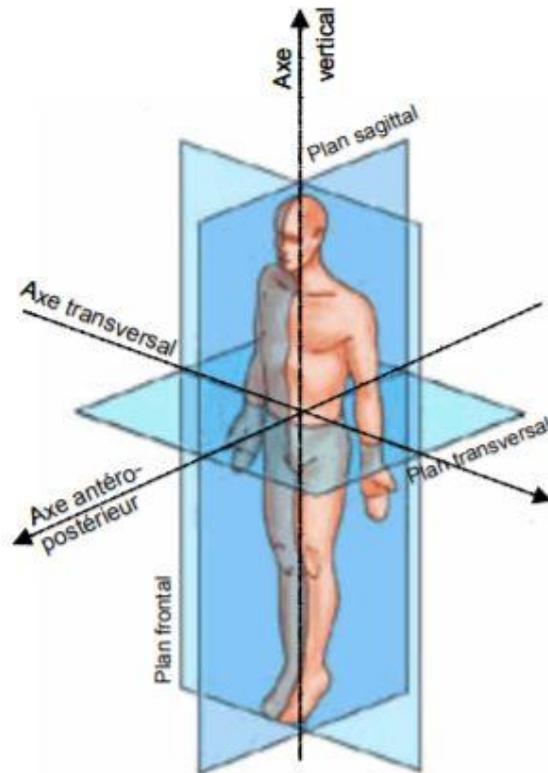


Figure 17 : Axes et plans de l'espace qui définissent la position d'une articulation donnée dans l'espace d'après (Seddiki, 2008)

Le travail en double tâche avec l'addition d'une tâche cognitive est également un facteur de progression important utilisé en RNM.

L'attention du sujet est alors déviée de la tâche motrice demandée lors de la RNM. La réalisation de la tâche motrice ne doit pas être modifiée par l'ajout de la tâche cognitive. Ce travail en double tâche ajoute un degré de difficulté dans les exercices de RNM.

4. Exemples d'applications cliniques chez l'homme

La proprioception est basée sur des afférences multiples. Cette organisation permet de mettre en place des stratégies de compensation en cas de lésion d'une des voies afférentes.

Quelques exemples d'applications chez l'homme sont décrits ci-dessous.

a. Traumatologie

i. Entorse de cheville – traitement fonctionnel

L'entorse de cheville est un exemple développé ici au vu du caractère historique de sa rééducation développée dans le premier paragraphe.

Dans un traumatisme de la cheville, trois traitements sont possibles selon la gravité de l'entorse : un traitement fonctionnel associant le port d'une orthèse stabilisatrice à des séances de rééducation, un traitement orthopédique comprenant une immobilisation stricte suivie de séances de rééducation ou un traitement chirurgical comprenant une intervention chirurgicale suivie également d'un programme de rééducation. (Coudreuse & Parier, 2011)

Le traitement fonctionnel consiste à limiter l'immobilisation et la décharge du membre inférieur au strict nécessaire. Il repose sur la rééducation qui s'articule autour de trois points : la restauration des amplitudes articulaires, le renforcement musculaire et la restauration de la stabilité. La rééducation proprioceptive permettra de retrouver les capacités normales fonctionnelles de la cheville. Cette dernière peut être soumise à des déstabilisations grâce à des plateformes oscillantes. Celles-ci peuvent osciller dans différentes directions à des fréquences variables et ainsi maintenir la cheville dans une position corrigée fixe mais dans un contexte instable pour travailler la proprioception. La difficulté des exercices doit augmenter très progressivement. (Coudreuse & Parier, 2011)

La rééducation proprioceptive de la cheville se fait suivant plusieurs étapes : d'abord travailler la proprioception statique sur plan stable, ensuite la proprioception statique sur plan stable et incliné, puis la proprioception statique sur un plan instable (via les plateformes oscillantes) et enfin la proprioception dynamique sur plan stable en augmentant la vitesse et les directions des déplacements. (Grand, 2012)

La capacité de retour aux activités physiques antérieures et la réduction des récurrences d'entorse seront les principaux critères d'efficacité de la rééducation.

ii. Affections du genou

La rééducation proprioceptive du genou et notamment celle des pathologies ligamentaires associées a été largement étudiée en kinésithérapie. Elle a pour objectif de restaurer le contrôle neuromusculaire de la stabilité articulaire dans différents plans de l'espace, en statique et en dynamique. La stabilité en trois dimensions du genou est un phénomène complexe. (Chanussot & Danowski, 2005; Gleizes-Cervera, 2012)

Différents types de surfaces sont nécessaires pour multiplier les types de stimulation et plusieurs types d'exercices existent en variant les déséquilibres.

D'abord des exercices statiques, comme des fentes ou l'utilisation d'un ballon de Klein avec appui unipodal ou bipodal peuvent être réalisés.

Ensuite des exercices statiques mais en équilibre instable comme le coussin en mousse, le plateau de Castaing, le plateau de Freeman qui permet en plus un déséquilibre en rotation axiale, le trampoline qui exerce un déséquilibre en flexion-extension, en varus-valgus ou encore les plateformes de mobilisation motorisées qui sollicitent à la fois l'équilibre et la force musculaire. (Couillandre et al., 2008b)

L'intensité de la rééducation augmente progressivement, et les protocoles sont multiples.

b. Rééducation post-chirurgicale d'hernie discale

La rééducation proprioceptive est impliquée dans la deuxième phase de rééducation post-opératoire notamment lors de chirurgie d'hernie discale. Cet exemple est cité ici car c'est une indication de rééducation proprioceptive courante également chez le chien.

Suite à des stimulations proprioceptives, le renforcement musculaire est réalisé grâce à des exercices d'équilibre et de coordination. (Puig, Trouvé, Pospiech, & Laboute, 2010)

Le travail musculaire est centré dans ce cas sur des exercices proprioceptifs de complexité croissante qui ont pour objectif d'affiner le contrôle neuromusculaire dans les trois plans de l'espace. Ce travail musculaire cible les muscles du rachis pour arriver à se contracter correctement au bon moment et avec la bonne intensité.

c. Atteinte de la posture et du rachis

La rééducation proprioceptive présente un intérêt dans la gestion des troubles posturaux chez le patient hémiparétique vasculaire (Kerdoncuff et al., 2004) par exemple, ou lors de toute lésion vertébrale comme les scolioses.

Les exercices de rééducation posturale chez l'homme commencent par un travail debout pour un travail global de proprioception. Le travail de la marche permet ensuite de renforcer le rôle du rachis dans sa fonction de liaison avec les membres et le reste du corps en appui bipodal, monopodal, avec obstacles etc. Le travail en position assise sur le ballon de Klein favorise également un contrôle de la posture et une recherche d'équilibre, tout comme l'utilisation de

plateforme motorisée en position debout ou assise. Le but étant d'améliorer le contrôle postural et d'avoir des réactions d'équilibration plus performantes. (Le Blay G., 2012)

Ces mêmes exercices peuvent être réalisés et adaptés chez le chien.

5. Rééducation proprioceptive chez le chien

Avant toute séance de rééducation il est nécessaire de pratiquer un examen clinique général complet du chien afin de cibler la ou les pathologies et de prévoir un plan de physiothérapie adapté. Cet examen préalable peut prendre du temps mais est essentiel à une rééducation adaptée. (Sharp, 2010)

a. Examen clinique préalable

Ce premier examen comprend l'étude des commémoratifs, un examen clinique général complet, un examen orthopédique et un examen neurologique comprenant notamment les tests de réactions posturales pour évaluer la proprioception du chien comme décrit dans la première partie de cette thèse.

Pour les patients ambulatoires, l'utilisation d'enregistrement vidéo est le moyen le plus clair pour évaluer l'état d'équilibre du chien lorsqu'il marche, trotte, en ligne droite ou en cercle.

b. Examen spécifique préalable à une rééducation proprioceptive

i. Evaluation de l'amplitude des mouvements

Les amplitudes articulaires sont mesurées grâce à un goniomètre (figure 18). Différentes tailles et formes existent en fonction de la taille du chien et de l'articulation à évaluer. (Jaegger, Marcellin-Little, & Levine, 2002).



Figure 18 : Goniomètre : un manche fixe et un autre mobile d'après (Prydie & Hewitt, 2015)

Plusieurs repères anatomiques osseux sont utilisés pour avoir une mesure standard de chaque articulation. Par exemple pour le grasset, l'angle se mesure entre la crête tibiale et l'axe longitudinal du fémur. (figure 19)

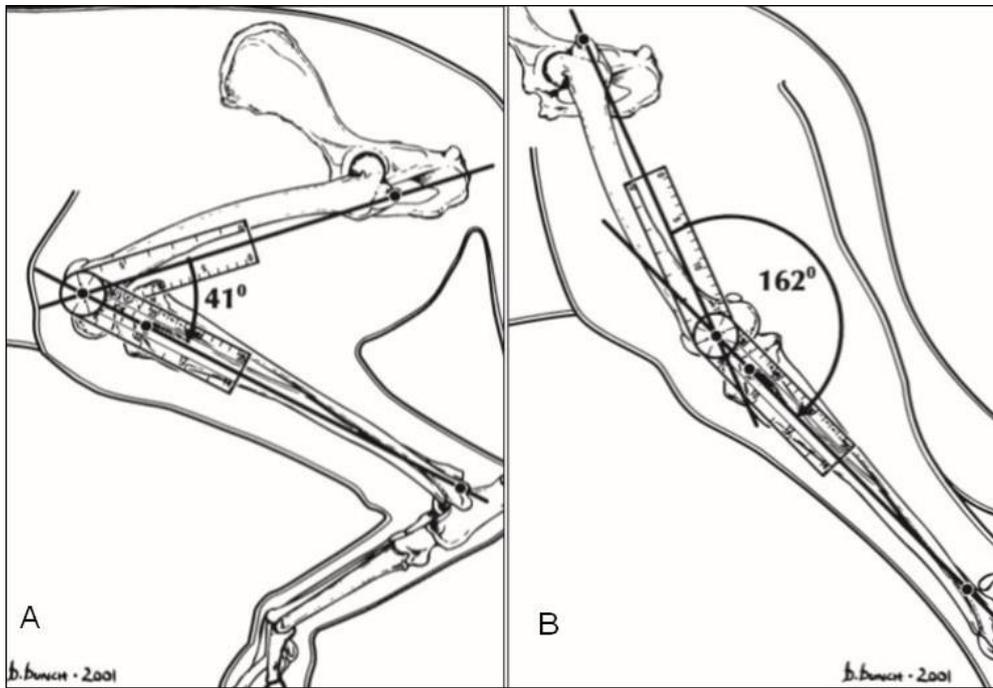


Figure 19 : Angles de flexion et d'extension du grasset mesurés grâce à un goniomètre chez un Golden Retriever d'après (Jaegger et al., 2002)

A : mesure de l'angle de flexion du grasset = 41° B : mesure de l'angle d'extension du grasset = 162°

Elle est évaluée de façon passive. L'amplitude passive implique un relâchement musculaire de la part du chien. Les mesures s'effectuent dans la mesure du possible sur animal détendu et en décubitus latéral.

La méthode de mesure de flexion et extension grâce à un goniomètre a été standardisée et validée (Thomas, Marcellin-Little, Roe, Lascelles, & Brosey, 2006). Il existe cependant des variations interspécifiques selon la race du chien.

ii. Evaluation de la masse musculaire

On évalue la masse musculaire à l'aide d'un ruban-mètre à tensiomètre (Gulick-II®) en mesurant la circonférence de la jambe à un endroit précis répétable. (figure 20)

Le tensiomètre situé à l'extrémité du ruban permet d'assurer que la tension exercée sur le ruban-mètre entre les deux repères est reproductible entre deux séries de mesures. (Prydie & Hewitt, 2015) Dans la pratique courante, un mètre de couturière peut être utilisé.

Cette évaluation doit toujours se faire au même endroit, par le même opérateur. C'est assez subjectif selon les opérateurs. (Lamoreaux Hesbach, 2007)



Figure 20 : Utilisation d'un ruban-mètre à tensiomètre d'après (Prydie & Hewitt, 2015)

c. Bilan fonctionnel

Retrouver une qualité de vie du chien est l'un des objectifs les plus importants de rééducation pour les propriétaires. La communication avec les propriétaires est primordiale pour savoir quel est leur degré d'attente vis à vis de la rééducation.(Sharp, 2010)

Un bilan fonctionnel détaillé s'effectue avant et après une rééducation (annexe 1). Il définit un point de départ pour la rééducation avec les propriétaires, en évaluant l'état locomoteur du chien, son milieu de vie, les objectifs des propriétaires etc. C'est une première approche avec les propriétaires qui permet une communication claire. Le but est de déterminer à partir de cette évaluation le plan de rééducation adapté au chien. (Millis, Levine, & Taylor, 2004) A la fin de la rééducation, il est intéressant de voir l'évolution de ce bilan fonctionnel par rapport au début pour évaluer les progrès réalisés et adapter la rééducation si nécessaire au long terme.

d. Exercices de rééducation proprioceptive

Plusieurs exercices thérapeutiques simples peuvent être mis en place pour une rééducation proprioceptive optimale chez le chien. (Prydie & Hewitt, 2015)

L'altération de la proprioception peut se produire à plusieurs niveaux : lors d'épanchement articulaire par exemple, c'est-à-dire au niveau des mécano-récepteurs situés dans l'articulation ou lors d'affections touchant le système nerveux central comme une hernie discale, qui altère le cheminement des efférences motrices notamment.

i. Mouvements passifs

Des exercices de mobilité passive n'ont pas d'impact sur la masse musculaire, la force ou l'endurance mais vont améliorer l'amplitude de mouvement et stimuler les contrôles neuromusculaires. Ils ne préviennent pas l'atrophie musculaire. Ce sont des exercices qui impliquent un mouvement d'une articulation par un agent extérieur, le physiothérapeute, et sont généralement pratiqués lorsque le chien n'est pas ou plus capable de bouger son articulation tout seul suite à un traumatisme (chirurgical ou autre), à une affection dégénérative ou souffrant d'une affection neurologique (Sharp, 2010) .

Aujourd'hui ces exercices sont utilisés très tôt en rééducation post-opératoire, jusqu'à retrouver une action motrice.

Ils impliquent un mouvement répété d'une articulation et atteignent parfois la flexion ou l'extension maximale. La plupart du temps le chien est positionné en décubitus latéral ou positionné sur un ballon afin d'être en posture plus confortable et d'avoir le moins de poids possible sur les articulations (Marcellin-Little & Levine, 2015). Celles-ci sont alors doucement mobilisées les unes après les autres, en maintenant une position de flexion ou d'extension pendant une à deux secondes et en ayant les mains au plus proche de l'articulation pour appliquer le moins de force possible. Ce mouvement peut être répété 10 à 20 fois en fonction de la réponse de l'animal 3 à 6 fois par jour.

Ces mouvements ne doivent en aucun cas générer de la douleur chez le chien.

ii. Étirements

Les étirements mettent plus de pression sur les tissus que les mouvements passifs ; Ils impliquent une élongation d'un muscle ou d'un groupe de muscles. Ils sont pratiqués pour améliorer ou retrouver une amplitude de mouvement perdue et ainsi améliorer la flexibilité des

articulations. (Sharp, 2010) Ils sont souvent pratiqués après un effort ou un massage pour une meilleure efficacité, sur des chiens sains ou sportifs.

Ils ne devraient pas être pratiqués sur des articulations ou des muscles à froid. Plusieurs contre-indications existent : les fractures instables, des traumatismes ligamentaires, musculaires ou tendineux lorsque les tissus ne sont pas encore assez résistants.

iii. Mouvements actifs

Les exercices de mobilité active ne sont possibles que si le chien a une motricité correcte des membres et supporte la station debout. Il faut que ces exercices restent ludiques afin de stimuler la motivation du chien.

Voici quelques exemples : la marche en laisse en ligne droite, en cercle ou en 8, sur tapis roulant avec différentes vitesses, avec des obstacles au sol (barre ou échelle posée à plat), les exercices en danseuse et la brouette, l'exercice assis debout, la montée de marches, la nage. Tous ces exercices permettent au chien de stimuler la proprioception, d'anticiper et de gérer l'amplitude de ses mouvements.

Les déplacements en cercle et en 8 permettent au chien de mettre du poids sur le membre situé vers le centre du cercle ; plus le cercle a un petit diamètre, plus la mise en charge du membre est importante.

Dans l'exercice en danseuse, les deux membres antérieurs du chien sont soulevés pour favoriser uniquement le déplacement sur les postérieurs. En revanche, lors de l'exercice de la brouette ce sont les membres postérieurs qui sont soulevés.

Il est important de varier les types de sol pour stimuler différemment les appuis et les afférences sensibles.

Un coussin pneumatique peut également être utilisé pour poser le membre atteint et améliorer la proprioception. (figure 21)



Figure 21 : Coussin pneumatique utilisé pour l'amélioration de la proprioception d'après (« FitPAWS® Balance Discs | », s. d.)

A plus grande échelle, on peut aussi utiliser un plateau mobile (figure 22) où le chien peut placer ses quatre membres et s'adapter au déséquilibre créé, comme sur le plateau de Freeman. Il permet de l'encourager à mettre du poids lors de la pose du membre et d'améliorer la stabilité articulaire qui peut être altérée lors de déficit proprioceptif. (Prydie & Hewitt, 2015)



Figure 22 : Plateau mobile instable multidirectionnel d'après (Prydie & Hewitt, 2015)

Un trampoline est également un accessoire utilisé dans la rééducation proprioceptive pour tester la posture et l'équilibre global de l'animal.

Tous ces exercices peuvent être répétés successivement et plusieurs fois par jour.

iv. Mouvements actifs assistés

Pour stimuler la conscience du propre poids de l'animal, des exercices debout assistés sont possibles pour les chiens encore trop faibles ne pouvant soutenir leur poids: bascule d'un côté sur l'autre ou d'avant en arrière, travail d'équilibre sur un ballon. Ces exercices peuvent être difficiles pour l'animal car ils requièrent un contrôle neuromusculaire et une coordination des mouvements souvent altérés lors de traumatisme et donc lors de déficit proprioceptif. Il faut pouvoir réaliser les différentes positions plusieurs fois (3 à 5 fois par jour) en aidant le chien.(Prydie & Hewitt, 2015) Les exercices peuvent être ainsi assistés par un travail en décharge (harnais de soutien, serviette, etc) ou assistés en accompagnant le mouvement : marche assistée sur tapis roulant par exemple.

v. Evolution et progression dans la rééducation proprioceptive

Des réévaluations sont systématiquement réalisées afin d'adapter au mieux la rééducation.

Des changements subjectifs ou objectifs peuvent alors apparaître au cours de la rééducation. Nous parlons de résultat subjectif lorsque les propriétaires rapportent un changement de comportement, ou d'activité du chien comme monter les escaliers, jouer avec d'autres chiens ou une motivation retrouvée pour la promenade.

Un résultat objectif est une augmentation de l'amplitude de mouvement, ou une augmentation de la masse musculaire ou encore une amélioration de l'endurance du chien.

Les exercices peuvent ensuite être adaptés en fonction de l'évolution clinique, en accélérant la cadence, en augmentant les difficultés. Le principe de progression sera le même que chez l'homme c'est-à-dire passer d'un travail en décharge à un travail en charge, puis augmenter la durée de l'exercice, augmenter ensuite la difficulté (déséquilibres plus prononcés) et introduire un travail en double tâche.

Par exemple, en commençant par une position debout assistée, on peut ensuite passer sur une position maintenue à trois pattes au sol, puis deux du même côté sur un plan surélevé puis sur un coussin pneumatique. (Prydie & Hewitt, 2015)

Ces exercices permettent de réapprendre à passer de la position latérale à sternale, réapprendre à s'asseoir, réapprendre à engager le mouvement de la position assis à debout.

6. Efficacité de la rééducation proprioceptive

L'effet thérapeutique de la rééducation est plus difficilement évaluable que celui d'un médicament. Le manque de groupe témoin placebo et la présence de biais sont souvent critiqués. Il est important pour tester l'efficacité d'une méthode de rééducation d'avoir deux groupes sur des études prospectives tout en respectant les règles de la randomisation.

En prenant pour exemple la rééducation des chevilles instables chez l'homme, la capacité de retour aux activités physiques antérieures et la réduction des récives d'entorse seront les principaux critères d'efficacité de la rééducation. (Revel, 2005)

En rééducation fonctionnelle, la comparaison entre deux techniques est souvent réalisée afin de déterminer laquelle est la plus efficace.

Dans le domaine de la rééducation fonctionnelle vétérinaire, les résultats subjectifs rapportés par le propriétaire sur la qualité de vie de l'animal sont primordiaux et permettent une progression appropriée du plan de rééducation. Pour chaque animal, les objectifs du plan de rééducation sont établis individuellement. (Lamoreaux Hesbach, 2007)

En rééducation fonctionnelle vétérinaire, l'évaluation de la masse musculaire (ruban-mètre à tensiomètre Gulick-II®), des amplitudes articulaires (goniomètre) (Jaegger et al., 2002) et des réactions posturales sont des critères d'efficacité. Le moyen idéal pour évaluer le résultat de la rééducation devrait être objectif, simple à appliquer, peu coûteux, non invasif, et surtout capable de déterminer son efficacité. (Millis & Ciuperca, 2015)

L'évaluation fonctionnelle fait partie des indicateurs les plus utiles d'efficacité du plan de rééducation. Selon les pathologies, la reprise d'une activité physique quotidienne montre un résultat positif. Grâce à des podomètres ou des appareils GPS (Global Positioning System) portés par le chien, il est possible de quantifier cette activité physique.

L'évaluation de l'équilibre est également un élément clé pour mettre en évidence l'efficacité de la rééducation proprioceptive. Elle peut être analysée de façon subjective ou objective : subjectivement en observant la posture du chien, la descente ou la montée d'escaliers, le passage d'obstacle, objectivement grâce à des plateformes de force qui permettent une évaluation dynamique ou statique des forces de pression.

Cette deuxième partie du manuscrit nous a donc montré que la proprioception est au cœur de toute rééducation fonctionnelle chez l'homme mais aussi chez le chien.

Troisième partie : Utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée Imoove® Vet chez le chien

Nous avons vu qu'il existe une variété de dispositifs utilisés en rééducation proprioceptive aussi bien chez l'homme que chez le chien.

Nous allons maintenant nous concentrer sur l'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée Imoove® Vet, ses intérêts et ses avantages dans le cadre de la rééducation fonctionnelle chez le chien.

1. Présentation de l'appareil

a. Présentation technique

La plateforme Imoove Vet® (société Allcare Innovations) étant la seule plateforme de proprioception motorisée adaptée à la rééducation vétérinaire en France et dans le Monde aujourd'hui, elle est prise ici comme un exemple de rééducation.

Elle est utilisée chez le chien et chez le chat et possède deux types de surface sur lequel l'animal peut être assis ou debout: une lisse et une autre à picots.

La surface à picots est à privilégier en début de prise en charge pour compenser une baisse d'acuité proprioceptive et stimuler les récepteurs sous les coussinets, comme décrit dans la deuxième partie de cette thèse.



Figure 23 : Plateforme ImooveVet® d'après (« Imoove vet - Plateforme de déstabilisation 3D - Physiothérapie Vétérinaire », s. d.)

L'ImooveVet ® est composé d'un écran réglable qui constitue une interface tactile et intuitive, et d'une plateforme motorisée de 90 centimètres de diamètre avec deux types de tapis pour varier les stimuli sensoriels. (figure 23)

C'est un plateau qui s'enroule autour d'une demi-sphère avec une composante d'excentration, comme les plateformes Imoove® utilisées en kinésithérapie humaine. Le mouvement est programmable grâce à l'écran tactile. (figure 24)

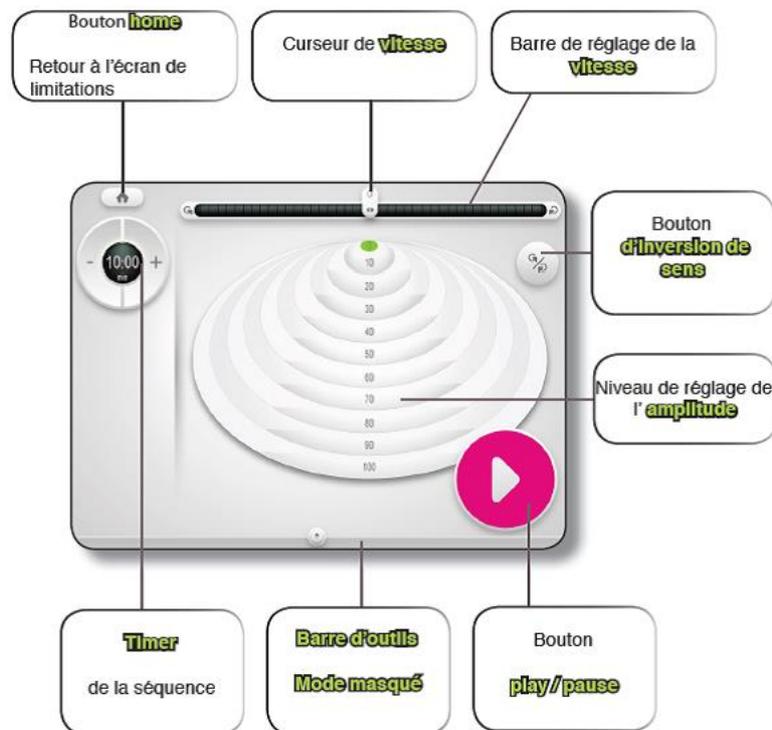


Figure 24 : Interface de l'écran tactile d'après Ludivine Jacquemin-Bietrix

L'interface de l'écran tactile et la programmation n'ont pas été modifiées par rapport à celles de l'Imoove 100®. Seuls certains programmes très spécifiques à une utilisation humaine ont été supprimés, comme le degré d'assymétrie par exemple.

b. Mouvement élisphérique® et paramètres de réglage

i. Mouvement élisphérique®

Selon le positionnement de l'animal sur la plateforme, les tracés élisphériques® ressentis sont différents et permettent un mouvement spiralé en trois dimensions. La figure 26 est une vue prise du dessus de la plateforme Imoove® utilisée en kinésithérapie humaine avec quatre exemples de mouvements élisphériques® décrits. L'inversion à 180 ° du mécanisme de rotation du plateau par rapport à la plateforme Imoove® utilisée en humaine, permet d'offrir un mouvement plus adapté à la physiologie canine.

Chaque mouvement élisphérique® créé par la plateforme est différent selon le point du plateau que l'on considère (figure 25): en rouge, le mouvement élisphérique® ressenti lorsque la tête du chien est positionnée vers l'écran, en orange lorsque les antérieurs sont sur la droite de la plateforme, en jaune sur la gauche et en vert lorsque les antérieurs du chien sont positionnés en avant de la plateforme par rapport à l'écran. L'écran tactile est alors situé à gauche de l'image. La position du chien fait ressentir un mouvement différent, car le mouvement n'est pas le même en chaque point du plateau.



Figure 25 : Positions du chien et mouvements élisphériques® ressentis en chaque point du plateau (Photos personnelles)

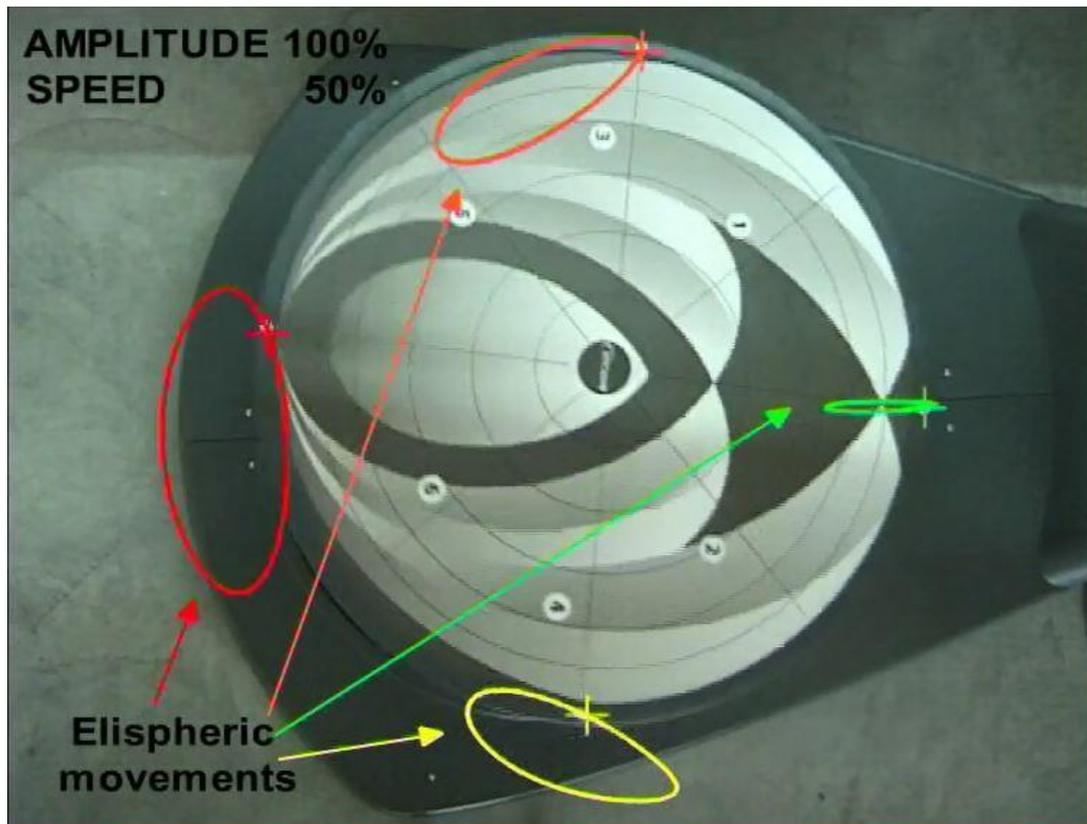


Figure 26 : Vue de la plateforme Imoove® prise du dessus : 4 exemples de mouvements elisphériques® avec une amplitude maximale et une vitesse de 50 % d'après « Imoove Vidéo »

mouvement elisphérique® : le mécanisme de rotation du plateau Imoove® Vet a été inversé de 180 degrés par rapport à la version humaine, l'écran tactile de l'Imoove® Vet est à gauche de l'image au niveau de l'ellipse rouge

en rouge : lorsque la tête du chien est positionnée vers l'écran

en orange : lorsque les antérieurs sont sur la droite de la plateforme,

en jaune : lorsque les antérieurs du chien sont sur la gauche de la plateforme

en vert : lorsque les antérieurs du chien sont positionnés en avant de la plateforme

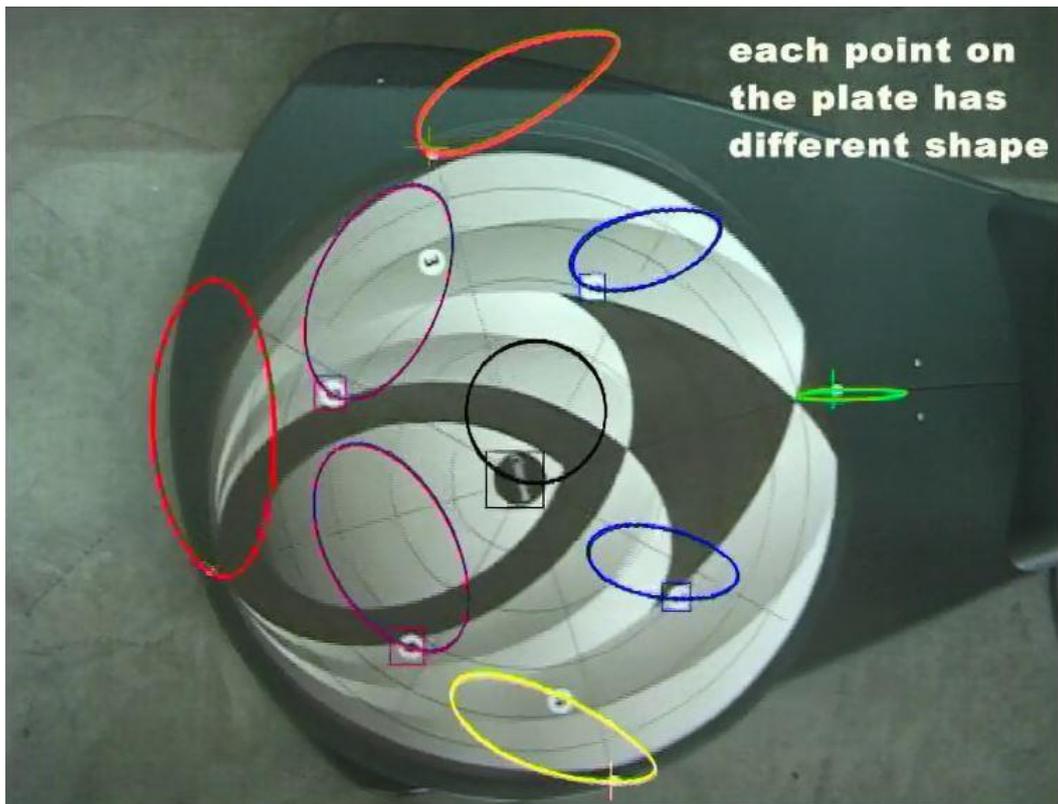


Figure 27 : Autres exemples (en noir, violet et bleu) de mouvements élisphériques® selon le point du plateau sur la plateforme Imoove®; vue du dessus d'après « Imoove Vidéo »

mouvement elisphérique® : le mécanisme de rotation du plateau Imoove® Vet a été inversé de 180 degrés par rapport à la version humaine, l'écran tactile de l'Imoove® Vet est à gauche de l'image au niveau de l'ellipse rouge

En plus de ces 4 mouvements décrits à chaque pôle de la plateforme, celle-ci induit d'autres mouvements comme le propose la figure 27 en noir, en bleu et en violet.

La plateforme induit des translations horizontales antéro-postérieures ou latérales, des rotations axiales, des translations circonférentielles latérales et antéro-postérieures.

Le mouvement antéro-postérieur (partie verte, opposée à l'écran) est adapté à la fonction d'amortissement des membres antérieurs. Le mouvement latéro-latéral (partie rouge, côté écran) est adapté à la fonction de stabilisation des membres postérieurs.

ii. Paramètres de réglage

Grâce à une interface tactile (figure 24), différents paramètres sont réglables afin d'adapter l'exercice au type de rééducation voulue.

L'amplitude d'inclinaison de la plateforme varie de 0 à 8° et la vitesse de rotation de la plateforme de 0 à 60 tours par minute. Le sens de rotation horaire ou anti horaire peut être

également choisi manuellement ou en réglant la fréquence de changement de sens voulu ainsi que la force de changement de sens.

Par exemple, la vitesse de 20 sur une échelle de 100 indiquée sur l'écran tactile correspond à 12 tours ou oscillations du plateau par minute ; une amplitude de 30 sur une échelle de 100 indiquée sur l'écran correspond à une inclinaison de 2.5° de la plateforme. Ci-dessous les correspondances entre les vitesses (respectivement les amplitudes) sur une échelle de 100 indiquée sur l'écran et le nombre d'oscillations du plateau par minute (respectivement le degré d'inclinaison). (tableau 5 et tableau 6)

Il y a 20 niveaux de vitesses différentes, 10 niveaux d'inclinaisons de la plateforme et 5 niveaux de forces d'inversions de sens.

Le choix d'un mode aléatoire avec cinq niveaux de difficulté est également possible. Cela permet un changement de sens de rotation imprévisible ainsi que selon le niveau de difficulté, un changement de vitesse et d'amplitude.

Si le changement de sens est accompagné d'un signal sonore, cela prévient l'animal pour stimuler la voie d'anticipation de son contrôle postural.

Tableau 5 : Correspondance entre pourcentage de vitesse et tours par minute (données Allcare® Innovations)

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
0	0,6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	Tours/minute

Tableau 6 : Correspondance entre pourcentage d'amplitude et degré d'inclinaison de la plateforme (données Allcare® Innovations)

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
0	0,1	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8	degrés

Un mouvement de grande amplitude cible plutôt un renforcement musculaire, en travaillant sur la voie d'anticipation alors qu'un mouvement à grande vitesse cible la voie de rétroaction du contrôle postural. Ainsi le mouvement induit par la plateforme sollicite les modes de correction posturale.

2. Indications d'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée chez le chien

La plateforme de mobilisation motorisée permet de prendre en charge un grand nombre d'affections chez le chien pour une rééducation fonctionnelle adaptée, que ce soit un objectif sportif, de remise en forme, de rééducation post opératoire ou d'affection neurologique.

Comme toute technique de rééducation fonctionnelle, il n'y a pas de protocole défini pour un type de pathologie donné. C'est au choix du vétérinaire de proposer un protocole adapté, de le réévaluer selon l'évolution de l'animal pendant les séances de rééducation.

Quelques exemples de prises en charge sont décrits dans les paragraphes suivants, appliqués par le Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix, spécialisée en rééducation fonctionnelle et physiothérapie et Présidente du GERE (Groupe d'Etude en Rééducation et Physiothérapie de l'Association Française des Vétérinaires pour Animaux de Compagnie). Elle est à l'initiative de l'adaptation de la plateforme Imoove® chez l'animal.

a. Affections neurologiques

La rééducation chez les chiens atteints d'affections neurologiques inclut non seulement la rééducation fonctionnelle, mais également des soins médicaux et la gestion des complications pour préserver les fonctions tissulaires pendant la période de convalescence souvent longue. (Sims et al., 2015)

Ainsi la gestion de l'analgésie, la surveillance accrue du patient tout au long de la rééducation, la physiothérapie mais aussi la communication avec les propriétaires sont plusieurs aspects essentiels à prendre en compte pour une rééducation optimale de chiens souffrant d'atteinte nerveuse.

L'évaluation initiale du patient et l'établissement d'un diagnostic est primordial pour pouvoir établir un pronostic et définir les critères d'évolution à suivre au cours de la rééducation. (Olby, 2010)

La plateforme de mobilisation motorisée peut être utilisée dans deux grandes catégories d'affection : centrales et neuromusculaires périphériques.

Pour les chiens atteints de paralysie flasque, le réflexe de poussée peut être travaillé de façon active avec la plateforme.

i. Les affections centrales

Les affections centrales comprennent les affections de la moelle épinière et les affections intracrâniennes.

En ce qui concerne les affections intracrâniennes, le domaine n'est que très peu étudié en rééducation canine et aucun essai clinique sur leur gestion par physiothérapie n'est connu à ce jour. Lors d'AVC par exemple, la plateforme peut être utilisée.

Les traumatismes au niveau de la moelle épinière sont les affections les plus connues traitées en physiothérapie. (Sims et al., 2015) Ils incluent les hernies discales, les traumatismes comme les chutes ou accidents provoquant des fractures vertébrales par exemple, ou encore les affections vasculaires comme les embolies fibrocartilagineuses.

Les traumatismes demandent dans un premier temps une prise en charge de la douleur.

Une rééducation fonctionnelle précoce et intensive après un traumatisme de la moelle épinière accélère la convalescence et améliore la fonction motrice pour redevenir ambulateur. (Battistuzzo, Callister, Callister, & Galea, 2012)

En ce qui concerne les affections plus chroniques comme les myélopathies dégénératives il est conseillé de se concentrer davantage sur plusieurs répétitions d'un même exercice avec peu d'impact et peu d'intensité et d'éviter une gestion agressive précoce, pour préserver les fonctions neuromusculaire et musculosquelettique du patient. (Sims et al., 2015)

Ainsi la plateforme de mobilisation motorisée peut être impliquée dans la rééducation fonctionnelle visant à améliorer l'équilibre et la coordination du chien, surtout chez les chiens à déficit proprioceptif sévère comme les chiens paralysés. (Olby et al., 2005) Elle sollicite les mécanismes compensatoires du déficit proprioceptif présent.

L'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée permet une amélioration de l'équilibre des patients souffrant d'affection vestibulaire ou de neuropathies chez l'homme. (Nardone, Godi, Artuso, & Schieppati, 2010) Elle stimule la voie de rétroaction mais également la voie d'anticipation pour maintenir un contrôle postural et une stabilité neuromusculaire. Cela peut être extrapolé chez le chien.

Elle peut être utilisée chez le chien dans le cadre de la rééducation d'hernie discale, de myélopathie cervicale, ou encore de discospondylite afin d'atteindre ce même objectif : améliorer la stabilité de l'équilibre et la coordination des mouvements ainsi que la force musculaire.

Exemple de protocole d'utilisation de la plateforme Imoove Vet® lors d'atteinte neurologique

Prenons comme exemple le cas de Nougat, et sa prise en charge post-opératoire d'une hernie discale proposée par le Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix.

Nougat est un Bichon frisé mâle de 6 ans atteint d'une hernie discale extrusive T12-T13. Il est reçu en rééducation un mois post-opératoire et présente une paraplégie avec présence de sensibilité profonde.

Le protocole de rééducation mis en place s'étale sur 8 semaines et comprend des exercices à faire à la maison (mobilisations passives, massages, stimulations extéroceptives, position debout assistée, réflexe de retrait à la douleur, marche assistée) ainsi qu'une prise en charge multimodale à la clinique : de l'électromyostimulation, de la marche sur tapis roulant (marche assistée dans un premier temps) ainsi que 12 séances d'ImooveVet®.

Le protocole d'utilisation de la plateforme ImooveVet® mis en place par le Dr Jacquemin-Bietrix est le suivant :

(NB : a = amplitude d'inclinaison de la plateforme; v = vitesse de rotation de la plateforme ; a1 = mode aléatoire 1)

Séance 1 : 5 minutes a30v20a1

Séance 2 : 8 minutes a30v20a1

Séance 3 : 10 minutes a30v20a1

Séance 4 : 10 minutes a30v20a1

Séance 5 : 10 minutes : a30v20a1 pendant 5 min puis a40v20a1 pendant 5 minutes

Séance 6 : 10 minutes : a30v20a1 pendant 5 min puis a40v20a1 pendant 5 minutes

Séance 7 : 10 minutes : a30v20a1 pendant 4 min puis a40v20a1 pendant 2 minutes, puis a50v20a1 pendant 2 minutes, puis a30v20a1 pendant 2 minutes

Séance 8 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 4 min puis a40v20a1 pendant 3 minutes, puis a50v20a1 pendant 3 minutes, puis a30v20a1 pendant 2 minutes

Séance 9 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 4 min puis a40v20a1 pendant 3 minutes, puis a50v20a1 pendant 3 minutes, puis a30v20a1 pendant 2 minutes

Séance 10 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 2 min puis a40v20a1 pendant 2 minutes, puis a50v20a1 pendant 3 minutes, puis a20v40a1 pendant 3 minutes puis a30v20a1 pendant 2 minutes

Séance 11 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 2 min puis a40v20a1 pendant 2 minutes, puis a50v20a1 pendant 3 minutes, puis a20v40a1 pendant 3 minutes puis a30v20a1 pendant 2 minutes

Séance 12 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 2 minutes puis a40v20a1 pendant 2 minutes, puis a50v20a1 pendant 3 minutes, puis a20v50a1 pendant 3 minutes puis a30v20a1 pendant 2 minutes



Figure 28 : Nougat, Bichon frisé mâle de 6 ans en rééducation post-opératoire d'hernie discale extrusive T12-T13 sur l'Imoove Vet® (Photo Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix)

Les premières séances se font sur tapis à picots (figure 28) pour compenser une baisse d'acuité proprioceptive et stimuler les récepteurs sous les coussinets. Les dernières séances se déroulent sur surface lisse. La durée des séances augmente progressivement (de 5 minutes pour la première séance jusqu'à 12 minutes à la dernière séance), ainsi que la difficulté des mouvements induits avec une augmentation de l'amplitude et de la vitesse en fonction de la réponse de Nougat au mouvement.

L'augmentation de l'amplitude stimule la voie d'anticipation du contrôle postural et cible un renforcement musculaire, et l'augmentation de la vitesse de rotation de la plateforme stimule la voie de rétroaction.

Une motricité est retrouvée après 6 séances (concentrées sur 3 semaines) et une légère ataxie est encore présente après les 12 séances de rééducation suivies.

ii. Les affections neuromusculaires périphériques

Il existe une grande variété de pathologies touchant le système nerveux périphérique. Trois entités sont concernées et peuvent être altérées: les muscles, les jonctions neuromusculaires et les nerfs périphériques. (Sims et al., 2015) La rééducation se compose de mouvements passifs et actifs. L'utilisation de la plateforme fait partie de la rééducation active.

Ainsi la rééducation active se concentre sur l'augmentation de la force musculaire, la prévention de l'atrophie musculaire, l'amélioration de l'équilibre, de la fonction neuromusculaire et de la coordination chez les chiens ayant un minimum de mouvement volontaire (Olby et al., 2005).

La rééducation fonctionnelle utilisant la plateforme peut également être impliquée lors de traitement d'affections chroniques comme les polyneuropathies dégénératives, afin de préserver la force musculaire.

Elle est efficace chez l'homme atteint de neuropathie périphérique pour rétablir l'équilibre postural, l'amplitude de mouvement et améliorer la force musculaire. (Olby et al., 2005)

Ainsi, en extrapolant ce constat et malgré le manque de littérature scientifique concernant l'efficacité de rééducation par la plateforme chez le chien, son utilisation est pertinente pour ce dernier.

b. Affections orthopédiques

La rééducation proprioceptive lors d'affections orthopédiques est courante et permet de retrouver une démarche correcte, de rééquilibrer, et retrouver la coordination des mouvements. La prise en charge multimodale est souvent la plus appropriée afin de réussir à soulager la douleur et de maintenir ou améliorer une mobilité perdue. (Langley-Hobbs, 2010)

Ainsi elle prend en compte l'utilisation de plateforme de mobilisation motorisée, mais aussi l'analgésie, le traitement de l'affection primaire, le contrôle du poids et de l'alimentation. D'autres techniques de physiothérapie peuvent être utilisées en fonction de la pathologie.

La kinésiophobie est un point de rééducation à souligner ; elle est définie par la peur de poser le membre ou de l'utiliser. Afin de gérer cette situation, la rééducation par la plateforme permet notamment d'établir une reprogrammation sensitive.

i. Traumatisme et rééducation post opératoire

La rééducation après une chirurgie de rupture de ligaments croisés a été la plus étudiée parmi toutes les autres chirurgies orthopédiques chez le chien et peut ainsi servir de modèle de rééducation orthopédique post opératoire en général. (McGowan & Goff, 2016)

Le but de la rééducation étant encore une fois de gérer l'analgésie, de favoriser le développement musculaire et la stabilité articulaire, de maintenir la proprioception, l'équilibre et la coordination des mouvement (Henderson, Latimer, & Millis, 2015) ; l'utilisation de la plateforme semble adaptée dans ce cas.

La rééducation s'adapte au type de chirurgie. Lors d'une chirurgie de mise en place de prothèse de hanche par exemple, une rééducation pré-opératoire est bénéfique pour optimiser la condition physique du chien et maintenir celle de son autre membre. (Langley-Hobbs, 2010) La plateforme peut être utilisée en pré-opératoire mais aussi dans un second temps en post-opératoire. On peut commencer le plus tôt possible pour tout cas post-opératoire. S'il n'y a pas de contre-indication à une mise en charge sur le membre, il n'y a pas de contre-indication à faire de l'Imoove® Vet.

L'exemple d'une chirurgie de résection tête col du fémur (RCTF) implique une suppression totale des propriocepteurs. Dans ce cas, l'utilisation de la plateforme est appropriée pour stimuler les phénomènes compensatoires du déficit proprioceptif.

La gestion post-opératoire des chirurgies de fracture est similaire à celle des chirurgies articulaires. Les tissus mous et les structures articulaires sont altérés lors d'une chirurgie ou lors de la période d'immobilisation qui suit. Le but de la rééducation est alors de minimiser la perte d'amplitude articulaire, la perte de force musculaire, ainsi que le déficit proprioceptif et déséquilibre associé. (Langley-Hobbs, 2010) La plateforme motorisée peut également améliorer ce dernier point.

Exemple de protocole d'utilisation de la plateforme Imoove Vet® lors d'affection orthopédique
Prenons comme exemple le cas de Jawal, type American Staffordshire Terrier mâle de 4 ans qui a subi une intervention de TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) bilatérale à 6 mois d'intervalle.

Il est reçu en consultation de rééducation fonctionnelle un mois après la seconde intervention et présente une fonte musculaire, une faiblesse musculaire et une tonicité des postérieurs diminuée (membres « ballants » au galop).

Le protocole de rééducation mis en place par le Dr Jacquemin-Bietrix propose des exercices à la maison (mobilisations passives, marche en laisse) et une prise en charge à la clinique en 10 séances durant 10 semaines avec marche sur tapis roulant et ImooveVet®.

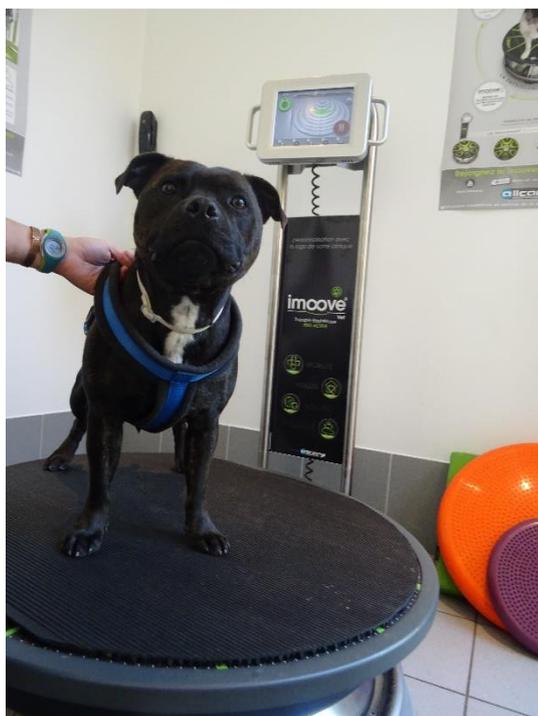


Figure 29 : Jawal type American Staffordshire Terrier mâle de 4 ans en rééducation fonctionnelle sur l'ImooveVet® un mois après la seconde intervention de TPLO bilatérale (Photo Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix)

Le protocole d'utilisation de la plateforme ImooveVet® mis en place par le Dr Jacquemin-Bietrix est le suivant :

(NB : a = amplitude d'inclinaison de la plateforme; v = vitesse de rotation de la plateforme ; a1 = mode aléatoire 1, a2 = mode aléatoire 2)

Séance 1 : 5 minutes a30v20a1

Séance 2 : 8 minutes a30v20a1

Séance 3 : 10 minutes a30v20a1

Séance 4 : 10 minutes : a30v20a1 pendant 5 minutes puis a40v20a1 pendant 5 minutes

Séance 5 : 10 minutes : a30v20a1 pendant 3 minutes, puis a40v20a1 pendant 3 minutes puis a50v20a1 pendant 3 minutes puis a30v20a1 pendant 1 minute

Séance 6 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 3 minutes, puis a40v20a1 pendant 2 minutes, puis a50v20a1 pendant 2 minutes, puis a60v20a1 pendant 3 minutes, puis a30v20a1 pendant 2 minutes

Séance 7 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 2 minutes, puis a40v20a1 pendant 1 minute, puis a50v20a1 pendant 1 minute, puis a60v20a1 pendant 1 minute, puis a70v20a1 pendant 3 minutes, puis a20v30a1 pendant 1 minute, puis a20v40a1 pendant 1 minute, puis a20v50a1 pendant 1 minute, puis a30v20a1 pendant 1 minute

Séance 8 : 12 minutes : a30v20a1 pendant 1 minute, puis a40v20a1 pendant 1 minute, puis a50v20a1 pendant 1 minute, puis a60v20a1 pendant 1 minute, puis a70v20a1 pendant 4 minutes, puis a20v40a1 pendant 1 minute, puis a20v50a1 pendant 2 minutes, puis a30v20a1 pendant 1 minute

Séance 9 : 15 minutes : a30v20a1 pendant 1 minute, puis a40v20a1 pendant 1 minute, puis a50v20a1 pendant 1 minute, puis a60v20a1 pendant 1 minute, puis a70v20a1 pendant 2 minutes, puis a80v20a1 pendant 2 minutes, puis a50v20a2 pendant 3 minutes, puis a20v40a1 pendant 1 minute, puis a20v50a1 pendant 2 minutes, puis a30v20a1 pendant 1 minute

Séance 10 : 15 minutes : a40v20a1 pendant 1 minute, puis a50v20a1 pendant 1 minute, puis a60v20a1 pendant 1 minute, puis a70v20a1 pendant 2 minutes, puis a80v20a1 pendant 3 minutes, puis a50v20a2 pendant 3 minutes, puis a20v50a1 pendant 1 minute, puis a20v60a1 pendant 2 minutes, puis a30v20a1 pendant 1 minute

La durée des séances augmente progressivement (5 minutes pour la première séance jusqu'à 15 minutes à la dernière séance), ainsi que la difficulté des mouvements induits avec une augmentation de l'amplitude et de la vitesse en fonction de la réponse de Jawal au mouvement.

L'amplitude d'inclinaison de la plateforme augmente progressivement jusqu'à 80% à la neuvième séance pour permettre un renforcement musculaire. La vitesse de rotation augmente également progressivement dans un deuxième temps à partir de la septième séance pour solliciter davantage la voie de rétroaction du système de contrôle postural.

Suite à cette rééducation fonctionnelle, une évolution favorable de Jawal est mise en évidence avec un gain de masse musculaire, une tonicité des postérieurs améliorée et un gain d'endurance musculaire en promenade.

ii. Pathologies aiguës et chroniques des tissus mous: muscles, tendons et ligaments

Les tendinopathies (incluant notamment les tendinites) vues en clinique sont souvent chroniques car elles sont prises en charge tardivement. (McGowan & Goff, 2016)

Les entorses ou autres pathologies ligamentaires sont souvent dues à un traumatisme lié à une surcharge lors d'un mouvement anormal ou une extension anormale de l'articulation. Ce sont des pathologies principalement du chien de sport. (Henderson et al., 2015)

Associées à la plateforme, d'autres techniques de physiothérapie comme les ultrasons, le laser ou les ondes de choc sont utilisées dans le traitement des lésions musculaires et tendineuses.

La plateforme motorisée peut jouer un rôle dans la prévention de traumatismes tendineux et ligamentaires, en sollicitant le contrôle neuromusculaire et la proprioception. Les fibres musculaires sont sollicitées dans les trois dimensions. Lors de ces traumatismes, les

mécanorécepteurs présents sur les ligaments ou les tendons sont lésés et ainsi la proprioception est altérée.

La myosite fibrosante ou contracture est un exemple dans lequel le muscle se fibrose et perd toute capacité à se contracter et ainsi limite l'amplitude de mouvement.

Le but de la rééducation est de rétablir une amplitude articulaire, de diminuer la douleur et augmenter la force musculaire. (McGowan & Goff, 2016)

Lors de période de repos forcé, d'immobilisation ou de boiterie, les muscles posturaux permettant l'équilibre et la posture du chien sont les plus touchés par cette inactivité musculaire. En rééducation fonctionnelle, le travail musculaire est axé sur le renforcement des muscles posturaux, qui sont ceux qui subissent une atrophie. L'amyotrophie constatée lors de prise en charge de cas de rééducation fonctionnelle est également traitée lors du travail actif de rééducation proprioceptive.

La plateforme dans ce contexte peut être utilisée pour établir un renforcement musculaire et améliorer la proprioception pour augmenter l'amplitude de mouvement à terme et améliorer la stabilité articulaire.

iii. Dysplasie

La dysplasie concerne la hanche ou le coude. Le traitement de cette pathologie peut être chirurgical ou conservateur en fonction de sa gravité. Les objectifs de la rééducation post-opératoire sont les mêmes que ceux décrits dans le paragraphe précédent, nous décrivons donc ceux impliqués dans le traitement conservateur.

Dans le cas de traitement conservateur de dysplasie de la hanche, plusieurs exercices sont appropriés, à adapter en fonction de la sévérité de l'affection bien sûr. Le but étant de renforcer la musculature périarticulaire, de travailler la proprioception pour prévenir l'instabilité articulaire, de maintenir une amplitude de mouvement correcte, notamment de rotation et d'extension et de prévenir également d'éventuels défauts d'équilibres compensatoires. (Langley-Hobbs, 2010)

La dysplasie de la hanche peut diminuer l'extension de l'articulation et la dysplasie du coude peut diminuer la flexion. (Dycus, Levine, & Marcellin-Little, 2017)

La rééducation fonctionnelle impliquée dans l'approche conservatrice vise à stabiliser l'articulation, à augmenter la force musculaire et à solliciter les contrôles neuromusculaires. (McGowan & Goff, 2016) L'utilisation de la plateforme motorisée s'inscrit bien dans cette

approche conservatrice, associée à des mouvements passifs d'extension et de rotation pour maintenir une amplitude de mouvement correcte.

La dysplasie notamment de la hanche peut être associée à de l'arthrose. Le but de la rééducation est de pallier à l'instabilité articulaire créée par la dysplasie, afin de prévenir le développement de l'arthrose et minimiser la douleur ressentie. L'objectif est également d'améliorer et augmenter l'amplitude du mouvement.

c. Affections dégénératives, gériatrie

i. Gériatrie

C'est grâce aux progrès de la médecine et de la chirurgie vétérinaire que l'espérance de vie des chiens a augmenté et que la prise en charge des chiens âgés s'est développée. (Taylor et al., 2004)

Avant une séance de rééducation d'un animal âgé, il est utile de réaliser un bilan fonctionnel avec le propriétaire, afin de comparer les données et les réponses à la fin de la rééducation et de cibler les objectifs et capacités du chien. La physiothérapie du chien âgé est associée à la rééducation physique, à la gestion de la douleur et à une alimentation adaptée pour limiter le poids sur les articulations notamment.

Ainsi toute pathologie sous-jacente à celle indiquée pour la rééducation doit être connue et traitée pour assurer une prise en charge optimale.

Avec l'âge, les muscles s'atrophient, les cartilages dégénèrent et les os perdent de leur densité. (Lindley S. & Watson P., 2010) La baisse de mobilité est due à l'amyotrophie, la douleur, l'arthrose, au surpoids, au contrôle postural diminué ainsi qu'à une qualité de contraction diminuée. Un vieillissement global de tous les grands systèmes (cardio vasculaire, neurologique, musculo squelettique) se met en place.

La proprioception se dégrade également avec l'âge suite à la diminution de la quantité des propriocepteurs et peut être facilement atteinte lors de blessure ou de chirurgie.

Les exercices de rééducation fonctionnelle sont similaires à ceux pratiqués pour une remise en forme d'un chien sédentaire ou en surpoids.

Le chien âgé va travailler sur la plateforme à des amplitudes faibles, dans le but de renforcer ses muscles posturaux pour améliorer son équilibre et de renforcer ses muscles périarticulaires pour préserver ses articulations.

ii. Arthrose

L'arthrose est une affection dégénérative décrite par la perte progressive de cartilage articulaire, des remaniements au sein de l'articulation et par une inflammation chronique de celle-ci. (McGowan & Goff, 2016) Elle crée une perte d'amplitude articulaire et donc une perte de la capacité d'extension ou de flexion. (Marcellin-Little & Levine, 2015)

La prévalence de l'arthrose chez les chiens adultes présente des données contradictoires dans la littérature. D'après une étude de référence au Royaume-Uni, 20% des chiens adultes sont arthrosiques (Pettitt & German, 2015). Elle est plus fréquente chez les chiens âgés et en surpoids, mais peut toucher n'importe quel animal, notamment ceux atteints de dysplasie, comme décrit précédemment.

La proprioception peut être dégradée chez des chiens arthrosiques atteints de dysplasie chronique de la hanche. Il est connu chez les personnes âgées présentant un déficit proprioceptif que les exercices visant à améliorer l'équilibre permettent de pallier ce déficit. (Dycus et al., 2017) L'extrapolation de ces données de la littérature scientifique aux chiens âgés est pertinente afin de suggérer l'utilisation de la plateforme pour cette population.

Le but de la rééducation fonctionnelle est de redonner une qualité de vie convenable au chien arthrosique, et lui redonner une mobilité. (Henderson et al., 2015)

La plateforme de mobilisation est un outil adéquat au traitement fonctionnel de l'arthrose car il est non traumatisant pour les articulations. Il favorise un renforcement musculaire, l'anticipation et renforce la stabilité articulaire. Le travail se fait alors debout, à vitesse lente et grande amplitude. Un ballon placé sous le chien peut être ajouté pour mettre plus de poids sur les membres ciblés ou pour soutenir le poids du corps. (figure 30)



Figure 30 : Utilisation d'un ballon pour soutenir le poids d'un chien souffrant d'arthrose en séance de rééducation sur l'ImooveVet® (Photo clinique vétérinaire EauVETO, PIBRAC(31))

Si le chien pose ses membres antérieurs sur le ballon, il y a alors plus de poids sur les membres postérieurs ciblés par la rééducation par exemple, et les membres antérieurs qui compensent habituellement sont alors soulagés par le ballon.

L'efficacité de la plateforme dans le traitement de l'arthrose n'est pas décrite dans la littérature à ce jour mais peut contribuer à la gestion multimodale du traitement de la maladie, comme l'est l'hydrothérapie.(Henderson et al., 2015) Cependant elle est décrite dans plusieurs cas rapportés (Jacquemin-Bietrix, 2015).

Exemple de protocole d'utilisation de la plateforme Imoove Vet® lors d'arthrose

Nala est une chienne croisée de 12,5 ans présentée en rééducation pour arthrose polyarticulaire.

Le protocole de rééducation proposé par le Dr Jacquemin-Bietrix est composé de séances d'ImooveVet® hebdomadaires.



Figure 31 : Nala, chienne croisée polyarthrosique de 12,5ans en rééducation fonctionnelle sur l'ImooveVet® (Photo Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix)

Le protocole d'utilisation de la plateforme ImooveVet® mis en place par le Dr Jacquemin-Bietrix est le suivant :

(NB : a = amplitude d'inclinaison de la plateforme; v = vitesse de rotation de la plateforme ; a1 = mode aléatoire 1)

Séance 1 : 10 minutes a30v20a1

Séance 2 : 15 minutes a30v20a1

Séance 3 : 20 minutes a30v20a1 ; avec une pause au milieu

Séance 4 : 20 minutes : 8 minutes a30v20a1 puis 10 minutes a40v20a1 puis 2 minutes a30v20a1 ; avec une pause au milieu

Séance 5 : 20 minutes : 5 minutes a30v20a1 puis 12 minutes a40v20a1 puis 1 minute a50v20a1 puis 2 minutes a40v20a1

Séance 6 : 20 minutes : 5 minutes a30v20a1 puis 10 minutes a40v20a1 puis 4 minutes a50v20a1 puis 1 minute a40v20a1

Séance 7 : 20 minutes : 5 minutes a30v20a1 puis 5 minutes a40v20a1 puis 5 minutes a50v20a1 puis 4 minutes a60v20a1 puis 1 minute a40v20a1

Séance 8 : 20 minutes : progressivement de a30 à a70v20a1

La durée des séances (10 minutes pour la première séance jusqu'à 20 minutes à la huitième séance), l'amplitude d'inclinaison de la plateforme et la vitesse de rotation augmentent progressivement pour augmenter la difficulté des mouvements induits et permettre un renforcement musculaire.

Ces séances ont montré une évolution favorable car d'après les propriétaires Nala semblait plus leste le soir de la première séance. Globalement après trois séances, Nala peut faire des promenades plus longues, est plus leste, saute à nouveau dans la voiture après 4 séances, reprend le jeu après 6 séances et ne chute plus dans les escaliers après 8 séances. Les séances d'Imoove Vet® sont poursuivies en entretien à raison d'une par semaine.

d. Remise en forme, mobilisation

La plateforme motorisée peut être utilisée pour les chiens ayant besoin de retrouver une mobilité, comme les chiens sédentaires ou en surpoids. Elle ne nécessite pas une grande endurance cardio-respiratoire d'où son utilisation privilégiée pour ces chiens.

Un régime alimentaire adapté est conseillé pour les chiens en surpoids.

Si le chien est atteint de fatigabilité musculaire, l'utilisation de la plateforme peut être pertinente également pour un reconditionnement musculaire.

e. Entraînement, performance chien de sport ou de travail

Les chiens de sport ou de travail pratiquent des activités variées et demandent un niveau de performances sportives élevé tant en terme d'endurance, de coordination, de vitesse et de réactivité. La rééducation fonctionnelle contribue à leur entraînement, mais aussi à la prévention de blessures. (McGowan & Goff, 2016)

La plateforme de mobilisation motorisée permet au chien d'améliorer ses performances sportives ainsi que la force de contraction. Cela n'implique pas forcément une augmentation de masse mais surtout un renforcement musculaire, une amélioration de coordination des mouvements. Un travail en double tâche sur la plateforme permet d'automatiser le travail d'équilibration.

Une grande amplitude de mouvement est plutôt conseillée pour travailler l'endurance musculaire, alors qu'une petite amplitude de mouvement avec une grande vitesse est plutôt utilisée pour travailler la coordination musculaire et la réactivité du chien.

Exemple de protocole d'utilisation de la plateforme Imoove Vet® pour l'entraînement du chien de sport

Ce protocole est une suggestion proposée par le Dr Ludivine Jacquemin-Bietrix.

(NB : a = amplitude d'inclinaison de la plateforme; v = vitesse de rotation de la plateforme ; a1 = mode aléatoire 1 ; a2 = mode aléatoire 2 ; a3 = mode aléatoire 3)

Séance 1 : 20 minutes d'exercice

13 premières minutes a30v20a1 : et augmenter l'amplitude d'un niveau toutes les 2 minutes jusqu'à amplitude 60 (ce qui fera 7 minutes à amplitude 60)

6 minutes suivantes : a50v20a1 : augmenter la vitesse de 10 en 10 toutes les 2 minutes jusqu'à vitesse 70 (ce qui fera 2 minutes à vitesse 70)

Dernière minute : récupération à a40v20a1

Séance 2 : 20 minutes d'exercice

10 premières minutes a30v20a1 : et augmenter l'amplitude d'un niveau chaque minute jusqu'à amplitude 100 (ce qui fera 3 minutes à amplitude 100)

1 minute de récupération : a50v20a1

8 minutes suivantes : a30v50a1 : et augmenter la vitesse de 10 en 10 toutes les 2 minutes jusqu'à vitesse 70 (ce qui fera 4 minutes à vitesse 70)

Dernière minute : récupération à a50v20a1

Séance 3 : 20 minutes d'exercice

8 premières minutes a30v20a1 : et augmenter l'amplitude d'un niveau chaque minute jusqu'à amplitude 80 (ce qui fera 3 minutes à amplitude 80)

2 minutes suivantes : rester à amplitude 80 et augmenter la vitesse à 30

1 minute de récupération : a50v20a1

8 minutes suivantes : a30v50a2 : et augmenter la vitesse au bout de 4 minutes à v60

Dernière minute : récupération à a50v20a1

Séance 4 : 20 minutes d'exercice

8 premières minutes a30v20a1 : et augmenter l'amplitude d'un niveau chaque minute jusqu'à amplitude 80 (ce qui fera 3 minutes à amplitude 80)

2 minutes suivantes : augmenter l'amplitude à 90 et augmenter la vitesse à 30

1 minute de récupération : a50v20a1

8 minutes suivantes : a30v50a2 : pendant 4 minutes puis augmenter la vitesse à v60 pendant 2 minutes puis passer à a40v40a3 pendant 2 minutes

Dernière minute : récupération à a50v20a1

Séance 5 : 20 minutes d'exercice

8 premières minutes a50v20a1 et augmenter l'amplitude d'un niveau chaque minute jusqu'à amplitude 100 (ce qui fera 3 minutes à amplitude 100)

2 minutes suivantes : a70v40 (si trop difficile, faire a90v30)

1 minute de récupération : a50v20a1

8 minutes suivantes : a30v50a2 : pendant 3 minutes puis augmenter la vitesse à v60 pendant 2 minutes puis passer à a40v40a3 pendant 3 minutes

Dernière minute : récupération à a50v20a1

3. Contre-indications d'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée

Par l'absence de références bibliographiques sur l'utilisation de cette plateforme, il n'y a pas d'effets secondaires systémiques ou de contre-indications identifiées à ce jour dans la littérature scientifique. Néanmoins, on peut supposer que, comme pour tout exercice actif, tout phénomène inflammatoire aigu constitue une contre-indication.

Le chien doit être cependant coopératif afin de réaliser les exercices correctement et il s'agit de ne pas brusquer l'animal. La présence et la participation du propriétaire sont en général mises à contribution.

4. Intérêts de l'utilisation de la plateforme de mobilisation motorisée

a. Intérêts pratiques

L'utilisation de la plateforme ne nécessite pas de préparation préalable particulière ni de l'animal ni de la plateforme. Elle nécessite uniquement une prise de courant électrique pour la mise en route silencieuse. L'entretien est rapide et consiste en un nettoyage de la sphère et du plateau. Il n'y a pas d'aménagement spécifique à prévoir.

Elle permet au chien de réaliser un exercice automatisé, tout en adaptant la difficulté tout au long des séances grâce au réglage progressif des paramètres.

La plateforme est utilisable chez le chien et le chat, et est plutôt bien tolérée, même pour les chiens craintifs. Le thérapeute n'a pas forcément besoin de toucher l'animal pour le placer sur la plateforme selon les pathologies car le propriétaire participe à la séance, et cela peut être un

avantage pour la prise en charge des chiens agressifs notamment. Le propriétaire participe à la rééducation, créant une proximité avec le chien qui contribue au bon déroulement de la séance.

La plateforme présente un avantage d'utilisation pour le thérapeute également, notamment pour les chiens lourds si l'on compare avec l'utilisation du plateau de Freeman où le placement est plus difficile. Grâce au grand diamètre du plateau tous les chiens peuvent l'utiliser quelle que soit leur taille.

Le propriétaire assiste aux séances, y participe et peut même être en autonomie si le vétérinaire l'estime apte. Ainsi le temps d'exercice ne nécessite pas forcément la présence du vétérinaire mais comme l'exercice n'est pas reproductible à la maison contrairement aux autres exercices thérapeutiques utilisant ballons et planches, cela valorise l'acte vétérinaire.

Aujourd'hui, 50 cliniques vétérinaires sont équipées en France et en Belgique.

b. Intérêts médicaux

La plateforme ne nécessite pas d'endurance cardio-respiratoire et est ainsi bien tolérée par les brachycéphales, les chiens présentant une insuffisance cardiaque ou les chiens âgés notamment. C'est un avantage si on compare l'utilisation d'autres moyens techniques nécessitant un minimum de condition physique comme l'hydrothérapie ou le tapis roulant. Leur rééducation peut ainsi se faire très progressivement et sans risque.

Les mouvements induits sur les articulations et les muscles ne sont pas traumatisants car ils ne provoquent pas d'impact ni d'appui direct, d'où l'intérêt en rééducation post-opératoire précoce ou en gériatrie.

Le travail est quantifiable et permet un exercice contrôlé tout au long de la séance grâce à la programmation de la vitesse, de l'amplitude et du sens de rotation de la plateforme. L'exercice est alors reproductible et la progression quantifiable.

Si l'on compare à l'hydrothérapie ou au tapis roulant où le travail se fait en deux dimensions, sur la plateforme la rééducation se fait en trois dimensions.

Le plateau de Freeman induit une autodéstabilisation intrinsèque sollicitant prioritairement le système vestibulaire et crée des variations d'accélération alors que l'utilisation d'une plateforme motorisée permet une meilleure gestion constante de la vitesse de rotation. (Bruyneel & Boussion, 2013)

Par ailleurs, la plateforme peut faire l'objet d'un outil diagnostique pour déceler un membre douloureux, une faiblesse musculaire ou un report d'appui au cours d'une séance.

5. Effets, réalisation pratique

a. Réalisation pratique

La particularité de la plateforme par rapport à l'utilisation de plateau de déstabilisation est qu'elle propose une excentration en plus de l'inclinaison et de la rotation du plateau, c'est-à-dire un mouvement de translation en plus du mouvement de rotation et d'inclinaison.

Il n'existe pas de protocole standardisé mais il existe des recommandations selon le statut clinique de chaque animal. La fréquence des séances conseillée est de deux séances hebdomadaires pour une première phase de rééducation puis une séance hebdomadaire ayant une durée de 10 à 20 minutes maximum selon les cas. (Communication personnelle Ludivine Jacquemin-Bietrix)

Au bout de quelques séances le vétérinaire peut déjà observer une phase d'amélioration, puis une phase de stabilisation.

Si un frein économique ou un manque de temps devaient survenir dans une prise en charge de longue durée, plusieurs séances rapprochées peuvent être mises en place pour les espacer ensuite de plusieurs mois : par exemple cinq ou six séances à une semaine d'intervalle pour la prise en charge d'un chien âgé, puis reprendre trois mois plus tard.

b. Evaluation des effets

L'amélioration de l'équilibre est appréciée par une évaluation clinique, une évaluation subjective, et éventuellement par stabilométrie.

Pour le chien, cette évaluation fait appel au propriétaire afin d'avoir une évaluation subjective sur le mode de vie, l'activité et les habitudes du chien. La stabilométrie est également une technique transposable chez le chien. En utilisant une plateforme de force munie de capteurs, elle fournit une mesure chiffrée de l'équilibre statique et permet d'apprécier l'efficacité de la rééducation à travers un suivi de progression. (Sourdain, 2011)

L'utilisation de la plateforme s'inscrit dans une gestion multimodale de la rééducation fonctionnelle. Dans le cas de gestion de chiens âgés, l'utilisation seule de la plateforme a montré des résultats positifs, mais pour le moment non significatifs. (Jacquemin-Bietrix, 2015)

Des cas cliniques rapportés montrent aujourd'hui des résultats subjectifs et objectifs positifs, comme par exemple les cas de Nougat, Nala et Jawal présentés dans cette troisième partie du manuscrit.

Conclusion

La proprioception est un système informatif nécessaire à la réalisation d'un contrôle moteur optimal. La littérature scientifique portant sur la proprioception humaine est aujourd'hui beaucoup plus conséquente que dans le domaine vétérinaire car l'acuité proprioceptive s'évalue de façon très fine chez l'homme, contrairement au chien. Evaluer la proprioception de façon objective n'est possible chez le chien que grâce à des tests de réactions posturales réalisés lors d'un examen neurologique ou encore grâce à des méthodes d'analyse fonctionnelle comme la stabilométrie, moins pratiquée.

Les déficits proprioceptifs observés suite à un traumatisme (entorse, luxation, etc.), une chirurgie, une affection neurologique ou encore une affection dégénérative comme l'arthrose font l'objet d'une rééducation fonctionnelle adaptée en kinésithérapie humaine mais aussi en kinésithérapie canine. Le principe de neuroplasticité implique que le statut neurologique du patient et notamment son acuité proprioceptive ne sont pas figés dans le temps : ainsi la dégradation de la proprioception n'est pas forcément irréversible. Le système nerveux est malléable et réorganisable pour réaliser de nouveaux apprentissages et compenser des déficits notamment proprioceptifs. (Didier, 2004) Les dispositifs utilisés en rééducation proprioceptive sont variés chez l'homme et chez le chien. Les progrès et les bénéfices de la rééducation sont largement démontrés et reconnus chez l'homme, toutefois les données bibliographiques se développent de plus en plus chez l'animal.

L'utilisation des plateformes de mobilisation motorisées est récente en rééducation fonctionnelle humaine et même complètement nouvelle chez le chien puisque la plateforme Imoove Vet® n'existe que depuis 3 ans. Plusieurs cas cliniques rapportés présentent des résultats très encourageants. Les cas présentés dans ce manuscrit de gestion post-opératoire d'hernie discale, de TPLO et d'arthrose en sont quelques exemples qui montrent la diversité des pathologies ciblées par la plateforme Imoove Vet® lors de rééducation fonctionnelle.

Des études prospectives avec des règles de la randomisation respectées permettraient d'appuyer, par la littérature, l'utilisation de la plateforme ImooveVet® en rééducation fonctionnelle et ainsi l'inscrire dans un programme de rééducation destiné à récupérer les capacités neuromotrices du chien. Définir dans une étude un protocole pour une affection donnée par exemple, ou comparer son utilisation à une autre technique de physiothérapie permettrait de justifier son utilisation. L'inscrire dans une prise en charge multimodale de

rééducation post-opératoire, lors d'arthrose, d'affection neurologique ou encore de traumatisme mettrait en évidence ses avantages et ses intérêts afin de prouver son efficacité.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, **Erik ASIMUS**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Elise WICKER** intitulée "**Utilisation d'une plateforme de mobilisation motorisée (ImooveVet® Allcare Innovations) en rééducation fonctionnelle chez le chien ; intérêt dans le cadre de la rééducation proprioceptive**" et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.



Fait à Toulouse, le 16 novembre 2018
Docteur Erik ASIMUS
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN

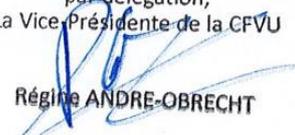


Vu :
Le Président du jury :
Professeur Paul BONNEVIALLE


RPPS 10003857942
Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Hôpital Pierre-Paul Riquet
Place du Docteur Baylac - TSA 40031
31059 TOULOUSE Cedex 9

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par déléation,
La Vice-Présidente de la CFVU


Régine ANDRE-OBRECHT

Mlle Elise WICKER
a été admis(e) sur concours en : 2013
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 9 décembre 2017
a validé son année d'approfondissement le : 11/10/2018
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Bibliographie

A propos - LPG Systems. (s. d.). Consulté 26 octobre 2018, à l'adresse

<https://www.lpgsystems.com/fr/a-propos/>

Barsi, S. (2012). Principes fondamentaux de la rééducation proprioceptive. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 88-99).

Battistuzzo, C. R., Callister, R. J., Callister, R., & Galea, M. P. (2012). A systematic review of exercise training to promote locomotor recovery in animal models of spinal cord injury. *Journal of Neurotrauma*, 29(8), 1600-1613.

<https://doi.org/10.1089/neu.2011.2199>

Biot, B., Bernard, J.-C., Le Blay, G., & Chaleat-Valayer, E. (2004). Proprioception et affections du rachis. In *Proprioception : Actualités 2004* (Springer, p. 81-89).

Bredeau, O. (2012). Circonstances et mécanismes d'altération de la proprioception : cas de la douleur. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 78-82).

Bruyneel, A.-V., & BouSSION, L. (2013). Équilibre sur plate-forme dynamique « motorisée » : influence du positionnement du pied sur le débattement angulaire de la cheville et du genou (plan sagittal). *Kinésithérapie, la Revue*, 13(133), 38-44.

<https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.10.005>

Cauzinille, L. (2007). *Neurologie clinique du chien et du chat* (2^e éd.). Point Vétérinaire.

Chanussot, J.-C., & Danowski, R.-G. (2005). *Rééducation en traumatologie du sport* (4^e éd., Vol. 2 : Membre inférieur et rachis). MASSON.

Coudreuse, J.-M., & Parier, J. (2011). L'entorse de la cheville. *Science & Sports*, 26(2), 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.03.003>

Couillandre, A., Duque Ribeiro, M.-J., Thoumie, P., & Portero, P. (2008a). Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform:

- A study on healthy subjects. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 51(2), 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2007.11.001>
- Couillandre, A., Duque Ribeiro, M.-J., Thoumie, P., & Portero, P. (2008b). Modification des paramètres d'équilibration et de force associés au reconditionnement sur plateforme motorisée de rééducation : étude chez le sujet sain. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 51(2), 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2007.08.009>
- Couillandre, A., Portero, P., Duque Ribeiro, M., & Thoumie, P. (s. d.). Incidence sur la fonction motrice d'un programme d'exercices de renforcement réalisés sur plateforme mobile. *Journée de médecine orthopédique et de rééducation*, 4.
- Degache, F. (2012). Fatigue et proprioception. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 83-87).
- Dhillon, M. S., Bali, K., & Prabhakar, S. (2011). Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian Journal of Orthopaedics*, 45(4), 294-300. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.80320>
- Didier, J.-P. (2004). *La plasticité de la fonction motrice*. Springer Science & Business Media.
- Dolin, R., & Julia, M. (2012). Méthodes d'évaluation de la proprioception en pratique clinique quotidienne. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 35-55).
- Dufour, M., Colné, P., & Barsi, S. (2009). *Masso-kinésithérapie et thérapie manuelle pratiques* (Elsevier Masson SAS, Vol. 1 : Bases fondamentales, applications et techniques).
- Dycus, D. L., Levine, D., & Marcellin-Little, D. J. (2017). Physical rehabilitation for the management of canine hip dysplasia. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47(4), 823-850. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.02.006>
- Fabri, S., Duc, A., Constantinides, A., Pereira-durif, Y., Marc, T., & Lacaze, F. (2009). Évaluations prédictives de l'entorse de cheville. À propos de 58 cas. *Journal de Traumatologie du Sport*, 26(3), 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2009.06.003>

FitPAWS® Balance Discs |. (s. d.). Consulté 29 octobre 2018, à l'adresse

<https://fitpawsusa.com/product/fitpaws-balance-disc/>

FitPAWS® Wobble Board |. (s. d.). Consulté 28 octobre 2018, à l'adresse

<https://fitpawsusa.com/product/fitpaws-wobble-board/>

Forestier, N. (2012). Evaluation analytique de la proprioception : sens du repositionnement, sensibilité du mouvement passif induit. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 19-23).

Fourneau, M. (2012). Reprogrammation sensorimotrice et équilibre. *Kinésithérapie, la Revue*, 12(128), 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.07.016>

Freeman, M. A. R. (1965). INSTABILITY OF THE FOOT AFTER INJURIES TO THE LATERAL LIGAMENT OF THE ANKLE. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 47-B(4), 669-677. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.47B4.669>

Gasq, D., Montoya, R., & Dupui, P. (2012a). Bases théoriques de l'évaluation du système proprioceptif. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 9-18).

Gasq, D., Montoya, R., & Dupui, P. (2012b). Evaluation proprioceptive fonctionnelle. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 24-34).

Ghez, C., Hening, W., & Gordon, J. (1991). Organization of voluntary movement. *Current Opinion in Neurobiology*, 1(4), 664-671. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(05\)80046-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(05)80046-7)

Gleizes-Cervera, S. (2012). Proprioception et rééducation du genou. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL).

Grand, J. M. (2012). Proprioception et instabilité de la cheville du sportif. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 130-150).

Henderson, A. L., Latimer, C., & Millis, D. L. (2015). Rehabilitation and physical therapy for selected orthopedic conditions in veterinary patients. *Veterinary Clinics of North*

- America: Small Animal Practice*, 45(1), 91-121.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.09.006>
- Hignet, R. (2012). Concepts et principes de la reprogrammation sensorimotrice (RSM).
Kinésithérapie, la Revue, 12(128-129), 23-28.
<https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.07.006>
- Hindle, K. B., Whitcomb, T. J., Briggs, W. O., & Hong, J. (2012). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *Journal of Human Kinetics*, 31, 105-113.
<https://doi.org/10.2478/v10078-012-0011-y>
- Imoove 600 - Dispositif médical - Santé - prévention -Performance. (s. d.). Consulté 16 octobre 2018, à l'adresse <https://www.allcare-in.com/imoove/imoove-600/>
- Imoove vet - Plateforme de déstabilisation 3D - Physiothérapie Vétérinaire. (s. d.). Consulté 16 octobre 2018, à l'adresse <https://www.allcare-in.com/imoove-vet/>
- Jacquemin-Bietrix, L. (2015). Utilisation de la plateforme de mobilisation Imoove®.
L'essentiel, (382), 32-35.
- Jaegger, G., Marcellin-Little, D. J., & Levine, D. (2002). Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. *American Journal of Veterinary Research*, 63(7), 979-986.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.979>
- Julia, M., Hirt, D., Perrey, S., Barsi, S., & Dupeyron, A. (2012). *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL).
- Kerdoncuff, V., Durufle, A., Petrilli, S., Nicolas, B., Robineau, S., Lassalle, A., ... Gallien, P. (2004). Intérêt de la rééducation par biofeedback visuel sur plateforme de stabilométrie dans la prise en charge des troubles posturaux des hémiplésiques vasculaires. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 47(4), 169-176.
<https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2003.11.005>

- Laboute, E., Verhaeghe, E., Puig, P. L., Blanquet, X., Geneve, T., Goudal, B., ... Trouve, P. (2016). Spécificité et évaluation de la proprioception du genou. *Journal de Traumatologie du Sport*, 33(1), 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2016.01.002>
- Lamoreaux Hesbach, A. (2007). Techniques for Objective Outcome Assessment. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 22(4), 146-154. <https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2007.09.002>
- Langley-Hobbs, S. (2010). Patients with orthopaedic disease. In *BSAVA Manual of Canine and Feline rehabilitation, supportive and palliative care case studies in patient management* (BSAVA British Small Animal Veterinary Association). UK.
- Le Blay G. (2012). La rééducation proprioceptive du rachis lombaire. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 164-170).
- Lindley S., & Watson P. (2010). *BSAVA Manual of Canine and Feline rehabilitation, supportive and palliative care case studies in patient management* (BSAVA British Small Animal Veterinary Association). UK.
- Louchet, J.-M. (2012). Les méthodes cognitives et de facilitations neuromusculaires dans les atteintes neurologiques : méthode de Bobath, Perfetti et Kabat. *Kinésithérapie, la Revue*, 12(128-129), 56-60. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.07.011>
- Lucas, R. C., & Koslow, R. (1984). Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Perceptual and Motor Skills*, 58(2), 615-618. <https://doi.org/10.2466/pms.1984.58.2.615>
- Marcellin-Little, D. J., & Levine, D. (2015). Principles and Application of Range of Motion and Stretching in Companion Animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45(1), 57-72. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.09.004>
- Marcellin-Little, D. J., Levine, D., & Millis, D. L. (2015). Veterinary rehabilitation and physical therapy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45(1), ix-x. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.10.001>

- Mazevet D, Pradat-Diehl P, & Katz R. (2004). Physiologie et physiopathologie de la proprioception. In *Proprioception : Actualités 2004* (Springer, p. 23-34).
- McGowan, C. M., & Goff, L. (Éd.). (2016). *Animal physiotherapy: assessment, treatment, and rehabilitation of animals* (Second edition). Chichester, West Sussex ; Ames, Iowa: John Wiley & Sons Inc.
- Millis, D. L., & Ciuperca, I. A. (2015). Evidence for Canine Rehabilitation and Physical Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45(1), 1-27.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.09.001>
- Millis, D. L., & Levine, D. (2013). *Canine rehabilitation and physical therapy*. Elsevier Health Sciences.
- Millis, D. L., Levine, D., & Taylor, R. A. (Éd.). (2004). *Canine rehabilitation & physical therapy*. St. Louis, Mo: Saunders.
- Mohapatra, S., Kukkar, K. K., & Aruin, A. S. (2014). Support surface related changes in feedforward and feedback control of standing posture. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 24(1), 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.10.015>
- Moisello, C., Bove, M., Huber, R., Abbruzzese, G., Battaglia, F., Tononi, G., & Ghilardi, M. F. (2008). Short-term limb immobilization affects motor performance. *Journal of Motor Behavior*, 40(2), 165-176. <https://doi.org/10.3200/JMBR.40.2.165-176>
- Nardone, A., Godi, M., Artuso, A., & Schieppati, M. (2010). Balance rehabilitation by moving platform and exercises in patients with neuropathy or vestibular deficit. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(12), 1869-1877.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.09.011>
- Olby, N. (2010). Patients with neurological disorders. In *BSAVA Manual of Canine and Feline rehabilitation, supportive and palliative care case studies in patient management* (BSAVA British Small Animal Veterinary Association). UK.

- Olby, N., Halling, K. B., & Glick, T. R. (2005). Rehabilitation for the neurologic patient. In *Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice* (Saunders, p. 1389-1409).
- Paillard, T. (2016). *Posture et équilibration humaines* (De Boeck Supérieur).
- Pettitt, R. A., & German, A. J. (2015). Investigation and management of canine osteoarthritis. *In Practice*, 37(Suppl 1), 1-8. <https://doi.org/10.1136/inp.h5763>
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651-1697. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
- Prydie, D., & Hewitt, I. (2015). *Practical physiotherapy for small animal practice*. Chichester, West Sussex ; Ames, Iowa: John Wiley & Sons Inc.
- Puig, P.-L., Trouvé, P., Pospiech, T., & Laboute, E. (2010). Hernie discale, microchirurgie et sport. De la rééducation au retour sur le terrain. *Journal de Traumatologie du Sport*, 27(3), 112-116. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2010.07.007>
- Revel, M. (2005). Évaluer rigoureusement la rééducation fonctionnelle et la kinésithérapie : une nécessité. *Revue du Rhumatisme*, 72(12), 1237-1240. <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2004.10.013>
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, Part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79.
- Rodineau, J., & Ribinik, P. (2004). *Proprioception : Actualités 2004* (Springer). France.
- Röijezon, U., Clark, N. C., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual Therapy*, 20(3), 368-377. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.008>
- Schmidt, R. F. (1999). *Physiologie*. De Boeck Supérieur.

- Seddiki, L. (2008). *Développement et commande T-S d'une machine de rééducation des membres inférieurs en chaîne musculaire fermée* (Doctorat spécialité : Génie Informatique, Automatique et Traitement du Signal). Reims - Champagne Ardenne. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00346008>
- Sharp, B. (2010). Physiotherapy and physical rehabilitation. In *BSAVA Manual of Canine and Feline rehabilitation, supportive and palliative care case studies in patient management* (BSAVA British Small Animal Veterinary Association). UK.
- Sims, C., Waldron, R., & Marcellin-Little, D. J. (2015). Rehabilitation and physical therapy for the neurologic veterinary patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45(1), 123-143. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.09.007>
- Sourdain, G. (2011). *Stabilométrie statique : place de la plateforme de force en kinésithérapie*. Travail personnel en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute, Rennes.
- Taylor, R. A., Millis, D. L., Levine, D., Adamson, C. P., Bevan, J., & Marcellin-Little, D. (2004). Physical rehabilitation for geriatric and arthritic patients. In *Canine rehabilitation & physical therapy* (Saunders, p. 411-425). St. Louis, Mo.
- Thomas, T. M., Marcellin-Little, D. J., Roe, S. C., Lascelles, B. D. X., & Brosey, B. P. (2006). Comparison of measurements obtained by use of an electrogoniometer and a universal plastic goniometer for the assessment of joint motion in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 67(12), 1974-1979. <https://doi.org/10.2460/ajvr.67.12.1974>
- Vanbiervliet, W. (2012). Circonstances et mécanismes d'altération de la proprioception au cours des lésions anatomiques. In *La proprioception* (SAURAMPS MEDICAL, p. 66-77).
- Viel, E. (1972). *La méthode de Kabat facilitation neuromusculaire par la proprioception* (2^e éd.). Masson & Cie.

Yelnik, A. (2005). Évolution des concepts en rééducation du patient hémiparétique. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 48(5), 270-277.

<https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2005.02.009>

Annexes

Annexe 1 : Bilan fonctionnel d'après (Millis & Levine, 2013)

Bilan fonctionnel

NOM :

NOM DE L'ANIMAL :

AGE :

DATE :

MÉDICAMENT(S) :

FRÉQUENCE D'ADMINISTRATION ET DÉBUT DE TRAITEMENT :

Merci de prendre le temps de remplir ce questionnaire pour votre prochaine séance de rééducation.

- Légende :**
- 1) Incapable de réaliser cette activité (aide nécessaire dans 100% des cas)
 - 2) Assistance modérée pour réaliser cette activité (aide nécessaire >50% des cas)
 - 3) Assistance minime pour réaliser cette activité (aide nécessaire <50% des cas)
 - 4) Totalement indépendant (aucune aide de votre part)
 - 5) Vous ne savez pas

Votre animal est-il :

1. Capable de se mettre lui-même en position pour uriner	1	2	3	4	5
2. Capable de se mettre lui-même en position pour déféquer	1	2	3	4	5
3. Capable de passer de la position couchée à assise et vice versa	1	2	3	4	5
4. Capable de passer de la position assise à debout et vice versa	1	2	3	4	5
5. Capable de passer de la position couchée à debout et vice versa	1	2	3	4	5
6. Capable de se retourner	1	2	3	4	5
7. Capable de se gratter les oreilles	1	2	3	4	5
8. Capable de monter les escaliers	1	2	3	4	5
9. Capable de descendre les escaliers	1	2	3	4	5
10. Capable de monter une pente	1	2	3	4	5
11. Capable de monter et descendre de votre voiture	1	2	3	4	5
12. Capable de monter et descendre du canapé/ du lit	1	2	3	4	5
13. Capable de courir	1	2	3	4	5
14. Capable de sauter	1	2	3	4	5

Référence : d'après "Canine Rehabilitation and Physical Therapy" - Darryl L. Millis et David Levine

1 | Page

Bilan fonctionnel

15. A-t-il connu une variation de poids	Augmentation	Baisse	Stable
---	--------------	--------	--------

16. A-t-il connu une variation d'endurance	Augmentation	Baisse	Stable
--	--------------	--------	--------

17. Avez-vous noté un changement d'attitude ou de caractère :

Développez :

18. Qu'aime faire votre animal pour s'amuser ?

Est-il actuellement encore capable de faire cette ou ces activités ?

Développez :

19. Votre animal est-il encore capable de faire ses activités normales ?

Développez :

20. Est-il capable de vous suivre en promenade ?	Combien de temps ?	minutes
--	--------------------	---------

A quelle allure ?

Pouvait-il marcher plus longtemps ?

Est-ce que quelque chose l'empêche de marcher plus longtemps ?

Si oui, quoi ?

21. Avez-vous noté quelque chose (boiterie, raideur...) qui apparaît ou qui empire après avoir marché ?

Si oui, à quel point ?

22. Est-ce que votre animal se fatigue vite, a besoin de faire des pauses ?

Si oui, développez :

23. Est-ce que votre animal semble souffrir ?

Qu'est-ce qui vous le fait penser ?

Bilan fonctionnel

ÉCHELLE DE BOITERIE :

0 = position normale

1 = position légèrement

anormale (se déporte

anormalement sur certaines

pattes)

2 = position modérément

anormale (se déporte

énormément)

3 = position sévèrement

anormale (ne pose pas son/ses

membre(s))

4 = incapable de se tenir

debout

0 = pas de boiterie

1 = boiterie à peine

perceptible

2 = boiterie visible mais non

sévère

3 = boiterie sévère

4 = boiterie sans appui

0 = pas de boiterie

1 = boiterie à peine

perceptible

2 = boiterie visible mais non

sévère

3 = boiterie sévère

4 = boiterie sans appui

24. Votre animal boite-t-il en marchant ou en trottant ? (sélectionnez s'il-vous-plait le degré de boiterie selon l'échelle qui précède)

Degré de boiterie à l'arrêt :

Degré de boiterie en

marchant :

Degré de boiterie en trottant :

25. Y-a-t-il d'autres problèmes que vous avez notés et qui n'ont pas été abordés dans ce questionnaire ?

26. Avez-vous des commentaires ?

Toulouse, 2018

NOM : WICKER

PRÉNOM : Elise

TITRE : Utilisation d'une plateforme de mobilisation motorisée (ImooveVet® Allcare Innovations) en rééducation fonctionnelle chez le chien ; intérêt dans le cadre de la rééducation proprioceptive

RÉSUMÉ :

Les techniques de physiothérapie sont utilisées en rééducation fonctionnelle chez des animaux souffrant d'affections à répercussion motrice pour rétablir une activité physique fonctionnelle. L'un des objectifs principaux est la reprogrammation neuro-motrice ou rééducation proprioceptive. Parmi les nombreux dispositifs disponibles, la plateforme Imoove Vet® est un nouvel outil utilisé en physiothérapie vétérinaire. L'objectif de cette thèse est d'apporter une base bibliographique sur la rééducation fonctionnelle et proprioceptive pour appuyer son utilisation chez le chien. La première partie de cette thèse se concentre sur le principe de proprioception, son évaluation clinique et sur les causes et conséquences cliniques d'altération de la proprioception. La deuxième partie porte sur les principes fondamentaux de la rééducation proprioceptive et son évolution de la kinésithérapie humaine vers la pratique vétérinaire. La troisième partie détaille l'utilisation de la plateforme motorisée Imoove Vet® chez le chien dans ce contexte de rééducation proprioceptive.

MOTS CLÉS : rééducation fonctionnelle, proprioception, chien, physiothérapie, plateforme motorisée

TITLE : Using a moving motorised platform (ImooveVet® Allcare Innovations) in canine functional physiotherapy ; focus on proprioceptive rehabilitation

ABSTRACT :

Physical therapy techniques are used on disabled animals to re-establish functional physical activity. One of the main goals of rehabilitation is the sensorimotor reprogramming, also called proprioceptive rehabilitation. Among several methods available, the ImooveVet® platform is a new instrument used in veterinary physiotherapy. The purpose of this thesis is to justify the use of the platform for the dog by providing a bibliographic review on functional and proprioceptive rehabilitation. The first part focuses on proprioception, its clinical evaluation and causes and consequences involved in altered proprioception. The second part is about fundamental principles of proprioceptive rehabilitation and its development from human physical therapy to veterinary practice. The third part focuses on the use of the ImooveVet® platform for the dog in the context of proprioceptive rehabilitation.

KEYWORDS : physical therapy, canine rehabilitation, motorised platform, dog, sensorimotor system, proprioception, postural control