

Année 2002

**LA TENDINITE DIGITALE DU FLECHISSEUR
PROFOND DU DOIGT DU CHEVAL : ETUDE
RETROSPECTIVE SUR 39 CAS CLINIQUES**

THESE

pour le

DOCTORAT VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement

devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

le

par

Anne, Fiona FISCHER

Née le 25 mai 1977 à Enghien-les-Bains (Val d'Oise)

JURY

Président : M.

Professeur à la faculté de Médecine de CRETEIL

Membres :

M. DENOIX et M. MOISSONNIER

Professeurs à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

A notre président de thèse,

Monsieur le Professeur,

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

Qu'il veuille bien recevoir l'expression de notre profond respect.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Professeur Jean-Marie Denoix, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, qui nous a proposé ce travail et a consacré un peu de son temps précieux à la lecture et la correction de celui-ci.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect et de notre sincère reconnaissance pour son enseignement.

Monsieur le Professeur Pierre Moissonnier, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, qui a bien voulu accepter de participer à notre jury de thèse et accepté de relire ce manuscrit dans l'urgence.

Sincères remerciements.

A ma famille,

Qui m'a toujours encouragée et soutenue dans mes choix, pour ses conseils, sa patience et sa confiance.

A David,

Pour ton aide, ton soutien, tes conseils, ta patience à toute épreuve, tout ce que tu m'apportes.

A Sophie R., Nathalie, Julie, Sophie S., Isabelle,

En témoignage de notre amitié et de notre complicité.

A mes collègues internes, Marine, Delphine, Laure, Malus-Minus, Aude, Cynthia, Fred, pour cette riche année passée avec vous.

A toute l'équipe du CIRALE,

Merci pour votre présence et votre aide tout au long de cette année pendant laquelle j'ai eu la chance de travailler à vos côtés.

TABLE DES MATIERES

Introduction	3
Premiere partie : notions préliminaires	5
I - RAPPELS ANATOMIQUES SUR LE TENDON FLECHISSEUR PROFOND DU DOIGT .	5
A. ANATOMIE DESCRIPTIVE	5
1. Le muscle fléchisseur profond du doigt.....	5
2. Le tendon fléchisseur profond du doigt.....	7
3. La zone d'insertion distale : l'enthèse	14
B. Anatomie fonctionnelle.....	15
1. Considérations générales	15
2. Fonction du tendon fléchisseur profond du doigt, Denoix.	16
II - L' ECHOGRAPHIE APPLIQUEE A L' APPAREIL LOCOMOTEUR	25
A. Bases physiques et techniques.....	25
1. Sons et ultrasons	25
2. Les méthodes échographiques	30
3. Les sondes.....	32
4. Qualité de l'image.....	33
B. Sémiologie échographique générale.....	34
1. Examen statique : évaluation lésionnelle	34
2. Examen dynamique : évaluation fonctionnelle	37
3. Erreurs d'interprétation et artéfacts.....	38
C. Anatomie échographique du TFPD	41
1. Région du boulet.....	42
2. s98 Twaturon22image.....	

Quatrième partie : discussion.....	107
I - INTERETS ET LIMITES DE L'ETUDE	107
<i>A. Limites.....</i>	<i>107</i>
<i>B. Intérêts.....</i>	<i>108</i>
II - ANALYSE DES RESULTATS ET COMPARAISON AVEC LA BIBLIOGRAPHIE.....	109
<i>A. Etude et distribution des lésions du TFPD en région digitale et métarpienne.....</i>	<i>109</i>
<i>B. Distribution des lésions du TFPD entre le membre thoracique et le membre pelvien</i>	
<i>C. Distribution des lésions du TFPD selon les races, disciplines et âges des chevaux.....</i>	<i>112</i>
<i>D. Examen clinique.....</i>	<i>112</i>
1. Examen physique	112
2. Examen dynamique	113
<i>E. Examens d'imagerie.....</i>	<i>115</i>
1. Examen échographique	115
2. Examen radiographique	117
<i>F. Evolution, pronostic et traitements.....</i>	<i>117</i>
1. Traitements chirurgicaux.....	118
2. Traitements médicaux.....	119
3. Traitements orthopédiques	119
4. Pronostic en fonction de la localisation de la lésion.....	120
III - IMAGERIE COMPAREE	124
<i>A. Intérêts et limites de l'échographie.....</i>	<i>124</i>
1. Intérêts	124
2. Limites	125
<i>B. Apports et limites de différentes techniques d'imagerie – Comparaison avec l'échographie.....</i>	<i>126</i>
1. Techniques précisant le diagnostic topographique	127
2. Techniques précisant le diagnostic lésionnel.....	129
Conclusion.....	133
Liste des abréviations	135
Bibliographie.....	137
Annexe	141

INTRODUCTION

Les tendinopathies occupent une place importante en pathologie locomotrice équine. En effet, il s'agit du premier motif d'arrêt de carrière ou de baisse de performance chez les chevaux de course. L'utilisation de l'échographie a permis de préciser la connaissance clinique de ces lésions : les affections tendineuses sont des « pathologies professionnelles ». La nature des formations tendineuses lésées apparaît en effet étroitement liée au type d'activité exercée par les chevaux.

Toutes activités confondues, les affections du tendon fléchisseur profond du doigt ne sont pas les tendinopathies les plus fréquemment rencontrées en consultation. Les études cliniques concernant spécifiquement cette pathologie sont par conséquent peu nombreuses (4, 11). Le nombre de chevaux examinés au CIRALE (Centre d'Imagerie et de Recherche sur les Affections Locomotrices Equines, en Normandie, qui a ouvert en Novembre 1999) depuis son ouverture a permis la réalisation de cette étude rétrospective sur 39 chevaux atteints de tendinopathie digitale du fléchisseur profond. L'objectif de ce travail est d'apporter une contribution aux données actuellement disponibles sur la pathologie de ce tendon, en particulier en région digitale antérieure, en utilisant 39 cas cliniques de chevaux présentés au CIRALE sur une période de 28 mois.

En premier lieu, des notions nécessaires à la compréhension des données cliniques présentées font l'objet de rappels sur l'anatomie descriptive et fonctionnelle du tendon fléchisseur profond du doigt chez le cheval et sur les bases techniques de l'échographie. De plus, les images échographiques normales et lésionnelles du tendon fléchisseur profond sont décrites. Après l'exposé du matériel et des méthodes utilisées, nous exploitons les dossiers de ces chevaux : une synthèse des examens cliniques, des résultats d'imagerie et des traitements proposés est présentée. Les informations sur l'évolution médicale et sportive des chevaux, recueillies auprès des vétérinaires traitants et des propriétaires, sont ensuite présentées.

En dernier lieu, une discussion fait le bilan des données recueillies et tente de situer l'échographie par rapport aux autres techniques d'imagerie de routine ou de pointe.

PREMIERE PARTIE : NOTIONS PRELIMINAIRES

I - RAPPELS ANATOMIQUES SUR LE TENDON FLECHISSEUR PROFOND DU DOIGT

A. ANATOMIE DESCRIPTIVE

D'après Barone (2) (3) et Denoix (13).

Les unités anatomiques de base du tendon sont les fibres longitudinales de collagène intercalés entre des fibroblastes. Ces fibres sont regroupées en faisceaux, qui s'organisent en faisceaux secondaire, tertiaire et quaternaire. Ces faisceaux sont reliés par un tissu conjonctif dense, appelé l'endotendon, qui est anastomosé et uni à un tissu identique qui entoure intimement tout le tendon : le péri-tendon ou épitendon.

Le développement de techniques de diagnostic telle que l'échographie ou l'imagerie par résonnance magnétique augmente encore le besoin d'une connaissance plus détaillée de l'anatomie tendineuse et ligamentaire.

L'anatomie des tendons et des ligaments varie entre le pied et la main du cheval, mais elle est assez similaire dans le doigt des membres thoracique et pelvien. Nous nous intéresseront ici uniquement au membre thoracique.

1. Le muscle fléchisseur profond du doigt

Ce muscle est long et fort, situé à la face palmaire des os de l'avant bras et prolongé par un long tendon qui s'étend jusqu'à la phalange distale. Il est constitué de trois chefs : le chef huméral, le chef ulnaire et le chef radial. Le chef huméral trouve son origine sur l'épicondyle médial de l'humérus ; le chef ulnaire sur le bord caudal de l'olécrane, et le chef radial sur la face palmaire du radius. Le chef principal, le chef huméral, contient des intersections de collagène et se continue par un fort tendon. Ce tendon apparaît environ 8 à 10 cm proximement à l'articulation antébrachio-carpienne, mais des fibres musculaires sont toujours présentes jusqu'au niveau de cette articulation, où il est rejoint par les tendons des deux autres chefs (ulnaire et radial). Ils forment alors un fort tendon aplati dans le sens dorso-palmaire.

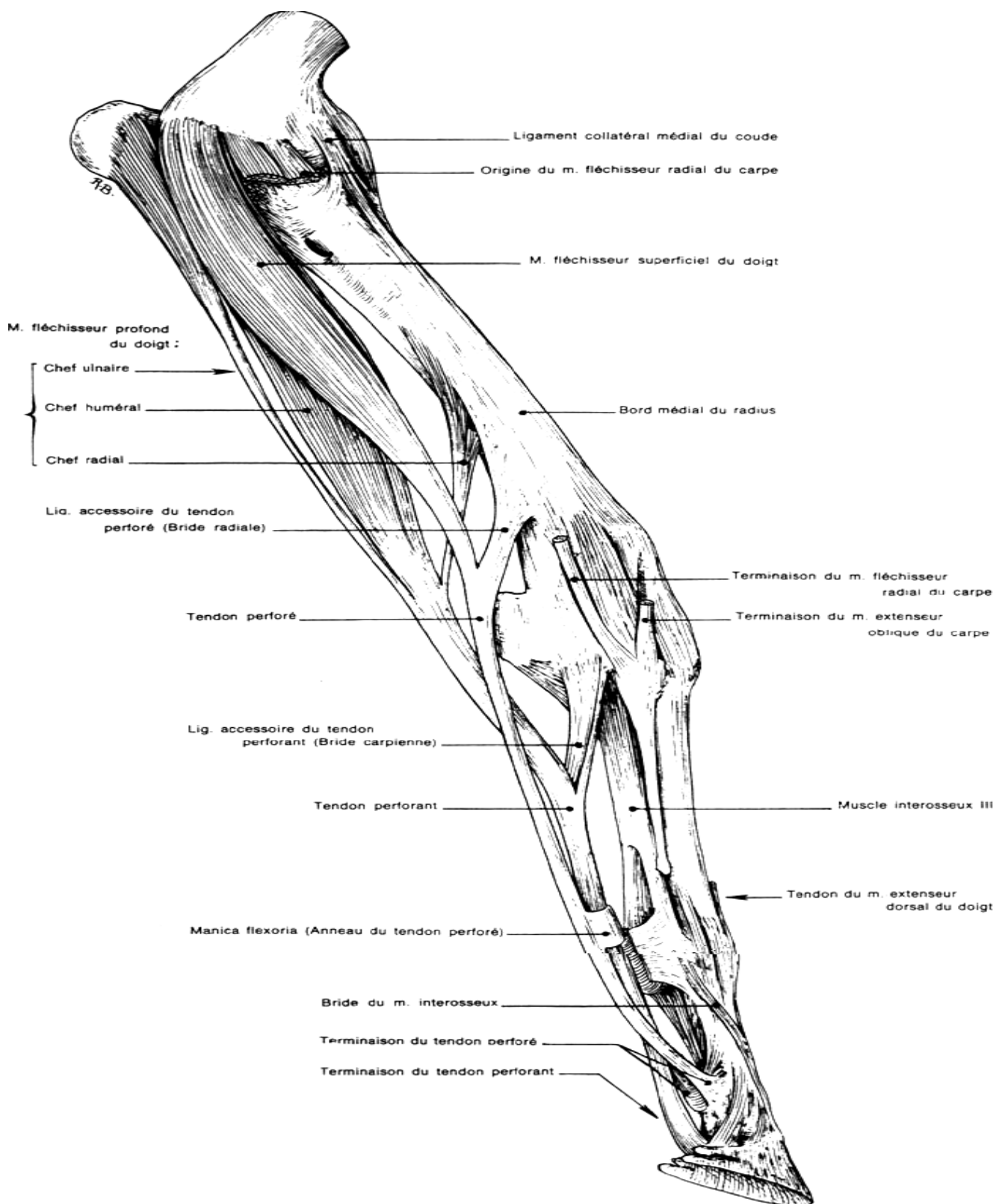


Figure 1 : Muscles fléchisseurs du doigt d'un cheval (membre gauche. Vue médiale, après ouverture large des gaines), d'après R. Barone (3).

2. Le tendon fléchisseur profond du doigt

Dans le canal carpien (décrit dans le paragraphe suivant), le tendon du muscle fléchisseur profond du doigt (sa coupe transversale) présente une forme triangulaire et devient progressivement plus étroit et rond en région métacarpienne proximale.

Le tendon fléchisseur profond passe le carpe à sa face palmaire dans le canal carpien. Ce dernier représente un tunnel constitué dorsalement par la face palmaire du carpe, laquelle est entièrement revêtue par l'épais ligament commun palmaire, latéralement par l'os accessoire du carpe (pisiforme) et ses ligaments, et par le rétinaculum des fléchisseurs qui le ferme superficiellement du côté palmaire. Les deux tendons fléchisseurs du doigt sont enveloppés par une vaste synoviale commune qui délègue un recessus proximal au-dessus du carpe et un recessus distal qui descend jusqu'au tiers proximal du métacarpe (localisation des vésigons tendineux du canal carpien).

Le tendon fléchisseur profond du doigt passe avec le tendon fléchisseur superficiel du doigt dans le canal carpien puis reçoit à mi-hauteur du métacarpe un renfort fibreux, son ligament accessoire ou bride carpienne, formée par un renforcement de la partie palmaire de la capsule articulaire du carpe : le ligament commun palmaire du carpe, qui est incrusté de tissu cartilagineux. Proximale, le ligament accessoire est large et a une forme rectangulaire. Il devient progressivement plus étroit et plus épais distalement et vient se mouler sur la face dorsale du tendon fléchisseur profond. Sur les faces latérale et médiale du tendon, des faisceaux de fibres rejoignent le tendon fléchisseur superficiel du doigt. Ceci présente un intérêt clinique car cette particularité anatomique entraîne une prédisposition aux adhérences entre le ligament accessoire du tendon fléchisseur profond du doigt et le tendon fléchisseur superficiel du doigt (Denoix, 13).

Derrière le scutum proximal, le tendon s'élargit considérablement, devient elliptique et fibrocartilagineux. Dans la première moitié de la phalange proximale, le tendon se sépare en deux parties rondes et symétriques à l'intérieur desquelles les fibres adoptent une disposition en spirale. Son épaisseur dorso-palmaire et sa largeur latéro-médiale diminuent distalement. La partie la plus étroite se situe au milieu de la phalange proximale, où le tendon passe entre les deux branches distales du tendon fléchisseur superficiel et devient superficiel. Dans la partie distale de la phalange proximale, la taille du tendon fléchisseur profond augmente dans les directions dorso-palmaire et latéro-médiale. Dans la partie proximale de la phalange moyenne, la moitié dorsale du tendon se présente en un coussinet fibrocartilagineux distinct, proximale à l'os sésamoïde distal.

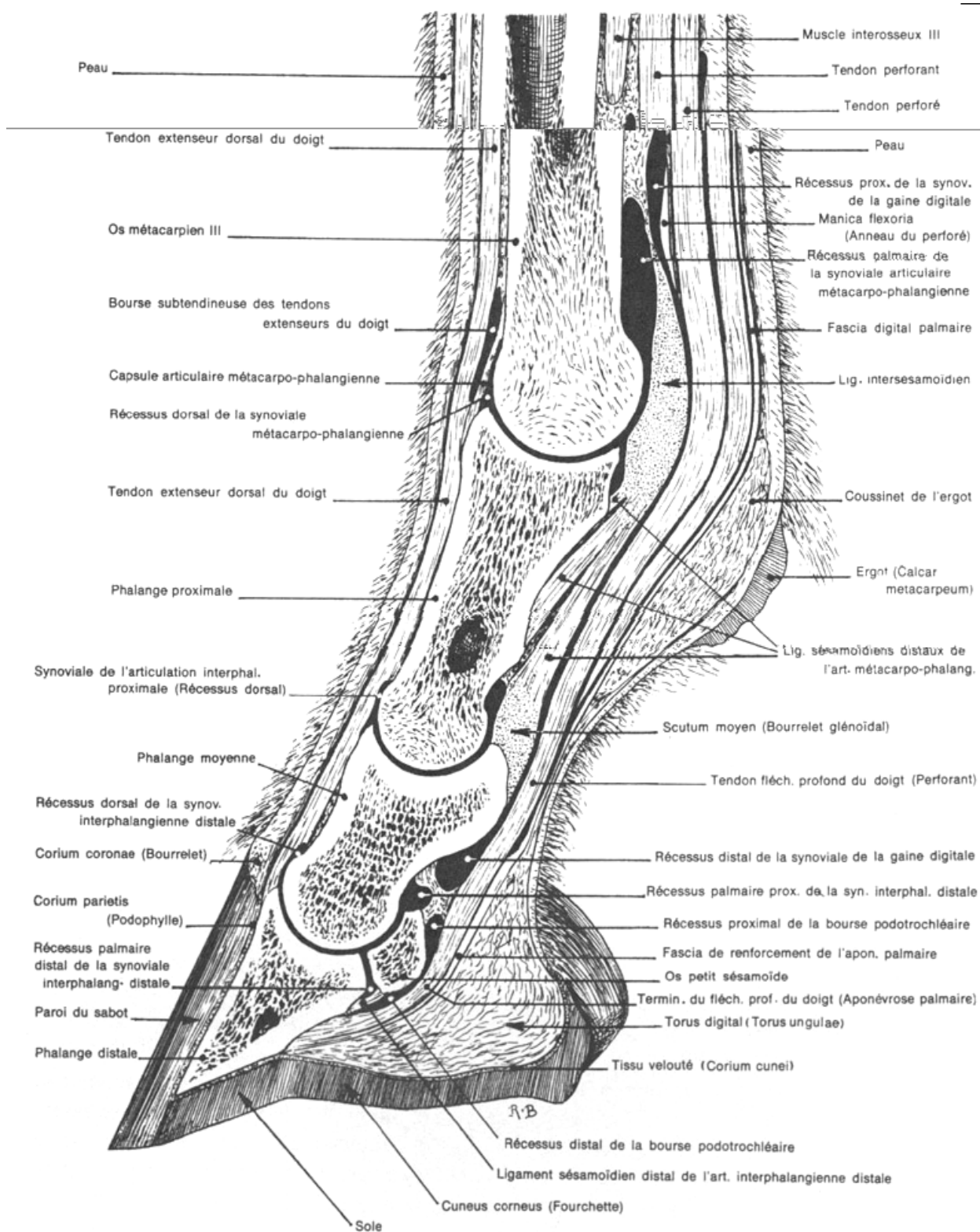


Figure 2 : Coupe sagittale d'une région digitale de cheval d'après R.Barone (3).

2.1. La manica flexoria

Dans le tiers distal du métacarpe, le tendon fléchisseur profond a incorporé toutes les fibres de son ligament accessoire, il devient ovale et traverse la manica flexoria (dans la gaine digitale) au dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne puis se termine à la face palmaire de la phalange distale, sur la ligne semi-lunaire (cf. figure 3). Cette disposition particulière (traversée de la manica flexoria, anneau formé par le tendon fléchisseur superficiel du doigt ou tendon perforé) vaut au tendon fléchisseur profond le nom de **tendon perforant**.

2.2. La gaine digitale

prolonge dans le doigt jusqu'au voisinage de la phalange distale. Le récessus proximal remonte autour du tendon perforant jusqu'au niveau des boutons terminaux des os métacarpiens rudimentaires. Les mollettes tendineuses du boulet sont perceptibles entre le muscle interosseux 3 et le tendon perforé. Des récessus plus faibles sont situés de chaque côté entre les brides d'insertion du fascia digital, en regard de la phalange proximale. Le récessus distal de la synoviale digitale ne s'étend pas au-delà de la face palmaire de la phalange moyenne, mais le tendon fléchisseur profond du doigt glisse sur le scutum distal grâce à la bourse podotrochléaire. Le récessus distal forme un récessus profond qui s'adosse au récessus palmaire proximal de la synoviale de l'articulation interphalangienne distale et au récessus proximal de la bourse podotrochléaire. Cet adossement n'est d'ailleurs pas direct, une forte lame fibro-élastique se portant de la phalange moyenne au tendon perforant, au-dessus de l'os sésamoïde distal. La distention de la partie distale de la synoviale forme les mollettes du pli du paturon, entre les branches terminales du perforé. Le récessus distal présente une « poche » palmaire, séparée sagittalement par le mésotendon du tendon fléchisseur profond du doigt (lorsque l'un de ces récessus, proximal ou distal, est distendu, on parle de ténosynovite). Le ligament annulaire digital distal est adhérent à la surface palmaire de la partie distale du tendon fléchisseur profond et se confond distalement avec lui dans son insertion distale.

2.3. Terminaison du tendon fléchisseur profond du doigt et bourse podotrochléaire

Distalement, le tendon fléchisseur profond se moule sur la face palmaire de l'os sésamoïde distal. Le tendon est alors large et forme une expansion en forme d'éventail, contenant du cartilage, occupant toute la largeur de l'espace entre les processus palmaires médial et latéral de la phalange distale. Le tendon fléchisseur profond se termine sur la facies flexoria de la phalange distale, délimitée dorsalement par la ligne semi-lunaire et la surface adjacente du cartilage ungulaire.

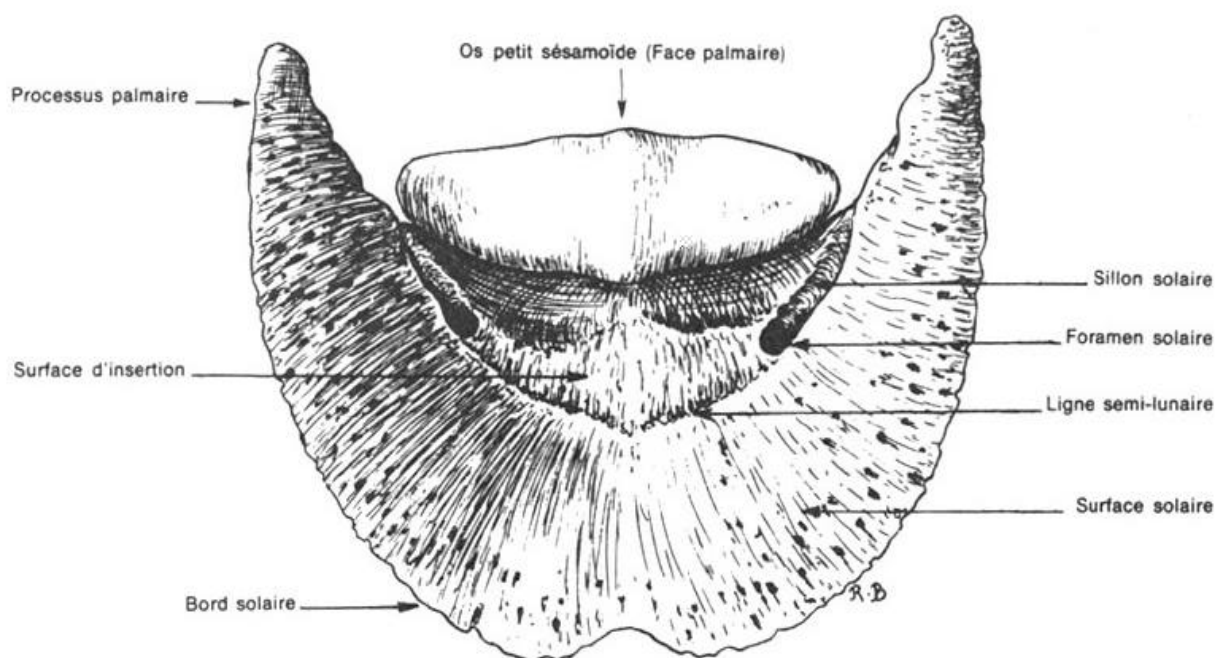


Figure 3 : Phalange distale de cheval, vue solaire, membre thoracique gauche, d'après R.Barone (2).

La terminaison du tendon fléchisseur profond du doigt, élargie en une aponévrose palmaire, glisse à la surface de l'os sésamoïde distal grâce à la bourse podotrochléaire. Celle-ci se situe entre le tendon fléchisseur profond et l'os sésamoïde distal. Elle forme deux récessus, l'un proximal, 1 à 2 cm au-dessus de cet os, l'autre distal qui sépare le ligament sésamoïdien distal et la partie terminale du tendon fléchisseur profond. Le récessus proximal s'applique près du récessus proximo-palmaire de l'articulation interphalangienne distale et du récessus distal de la gaine digitale. L'aponévrose palmaire est maintenue dans cette région par un fort fascia de renforcement qui représente un ligament annulaire distal. Ces deux structures qui sont très adhérentes entre elles et se confondent lors de leur insertion sur la ligne semi-lunaire de la phalange distale. La partie proximale du fascia de renforcement se divise en trois brides : une médiane, la plus faible, qui remonte s'étaler sur la paroi palmaire de la gaine digitale et deux latérales, plus fortes et mieux individualisées, terminées sur les bords latéraux de la phalange proximale en embrassant les tendons fléchisseurs.

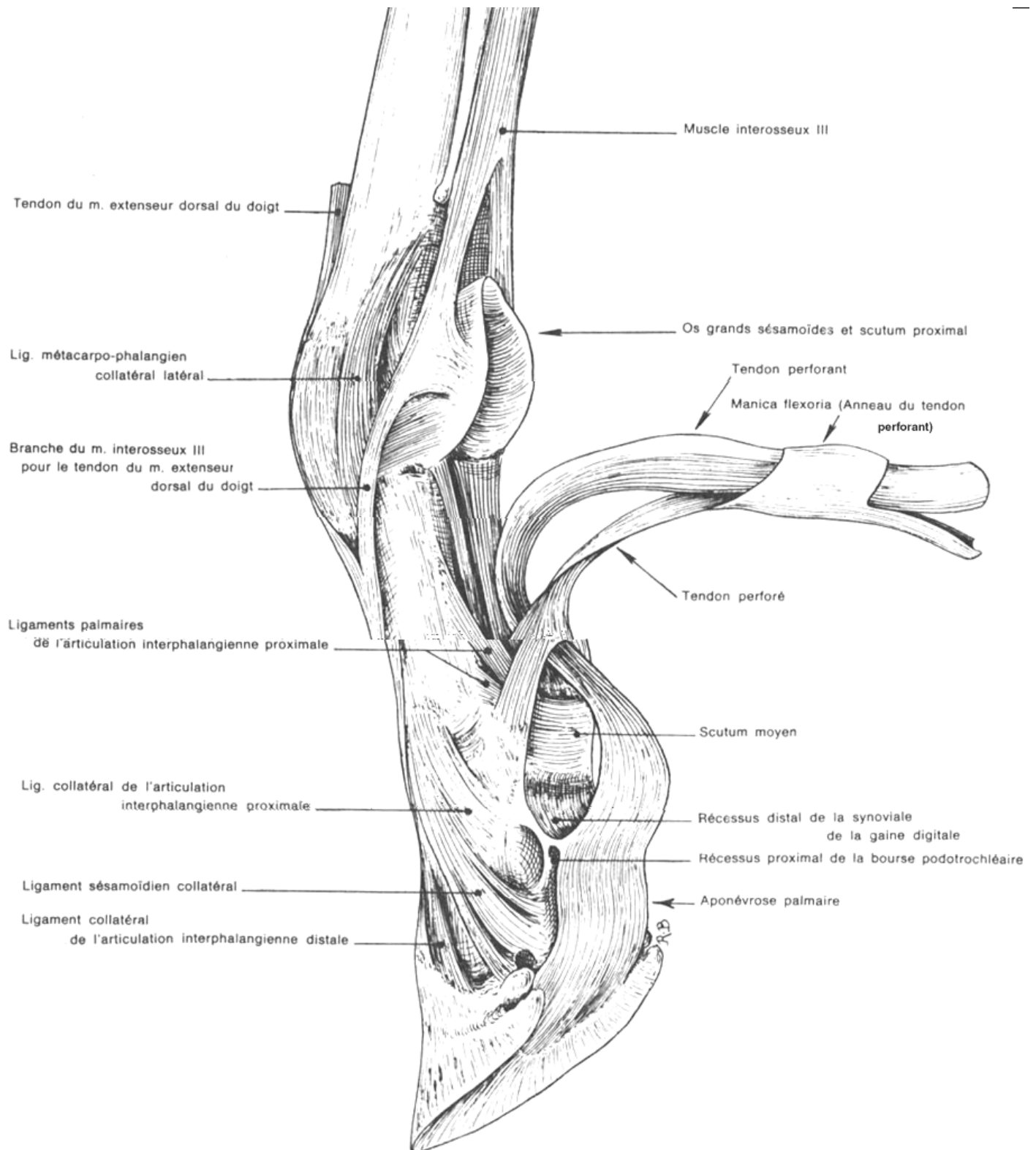


Figure 4: Terminaison des tendons fléchisseurs d'un cheval (la gaine digitale a été ouverte et les tendons réclinés), d'après R.Barone (3).

2.4. Vascularisation

Dans les zones dépourvues de synoviale tendineuse, le tendon est entouré par un tissu conjonctif lâche, le paratendon qui sert de support à la vascularisation du tendon. En effet des vaisseaux sanguins du paratendon traversent le péri-tendon et cheminent entre les faisceaux fibrillaires pour irriguer les éléments cellulaires du tendon. Ces petits vaisseaux s'assemblent entre eux entre les fibres tendineuses « en échelle ». Ces artérioles proviennent des corps charnus musculaires. Dans les régions où il y a frottement du tendon contre l'os (paturon, boulet, carpe, tarse...), le paratendon est remplacé par une synoviale tendineuse. A l'intérieur de celle-ci, les vaisseaux sanguins atteignent la surface du tendon à travers une structure pseudo-mésentérique appelée le mésotendon. En effet, dans la région du paturon, la seule voie d'apport vasculaire au tendon FPD est un pli synovial situé à mi-hauteur de la phalange proximale ; ainsi sur la plus grande partie de la gaine digitale, ce tendon est totalement entouré par la membrane synoviale (Denoix et coll. (19).

La vascularisation du tendon fléchisseur profond a été étudiée à l'aide de la dissection et de l'angiographie au sein de la gaine digitale. Ces études ont permis la mise en évidence de trois principales sources : proximale au boulet, près du recessus proximal de la gaine digitale, l'artère digitale commune donne une branche métacarpienne distale qui chemine distalement le long de la face palmaire du tendon. Sous le boulet, une artère sagittale dorsale reçoit un ou deux vaisseaux provenant de la région palmaire de la phalange proximale et qui deviennent dorsaux pour la rejoindre. Des artères sagittales palmaires cheminent le long de la face palmaire du tendon dans la partie distale du doigt.

La partie terminale du tendon est approvisionnée par deux petits vaisseaux symétriques qui émergent de chaque côté du tendon et qui proviennent de l'artère digitale propre. La micro-angiographie montre l'existence d'un réseau vasculaire intra-tendineux extensif au sein du tendon fléchisseur profond, excepté dans la région palmaire du boulet. Dans cette région, le tendon contient des quantités variables de fibrocartilage et les vaisseaux sont peu abondants.

2.5. Innervation

La partie métacarpienne des tendons fléchisseurs est innervée par les nerfs digitaux communs palmaires. Le nerf digital commun palmaire médial constitue la continuité directe du nerf médian. Le nerf digital commun palmaire latéral vient des nerfs ulnaire et médian.

Une branche du nerf digital commun palmaire médial va rejoindre le nerf digital commun palmaire latéral en traversant obliquement la face palmaire du tendon fléchisseur superficiel, généralement en région métacarpienne moyenne.

La partie digitale des tendons fléchisseurs sont innervés par les nerfs digitaux propres palmaires médial et latéral.

3. La zone d'insertion distale : l'enthèse

L'enthèse désigne l'insertion sur un os d'un ligament, d'un tendon ou encore d'une capsule articulaire. Les processus pathologiques siégeant au niveau de l'enthèse sont nommés enthésopathie ou encore desmopathie ou tendinopathie (en fonction de l'origine ligamentaire ou tendineuse) d'insertion.

3.1. Rappels anatomiques sur les zones d'insertion du tendon

La structure macroscopique et microscopique des ligaments est voisine de celle des tendons. Ils sont composés de faisceaux de fibres de collagène, placés longitudinalement et intercalés entre des fibroblastes. Leur nombre varie suivant l'emplacement. Ces faisceaux de fibre sont recouverts par une gaine de tissu conjonctif appelé péri-tendon et qui est en continuité avec le périoste. Chaque fibre de collagène pénètre dans l'os en traversant une " lame criblée " osseuse et se prolonge sans discontinuité par des fibres appelées fibres de Sharpey qui vont s'attacher très solidement dans l'os sous-jacent. Après avoir franchi cette lame chaque faisceau va diverger ce qui va considérablement agrandir la surface d'insertion et ainsi en augmenter la solidité (Kenesi et Tallineau, 24).

Au niveau de l'enthèse elle-même on peut distinguer deux modes différents d'insertion (Husson et coll., 23) : une insertion dite indirecte où les fibres tendineuses s'insèrent uniquement dans le périoste et une insertion directe au niveau de laquelle le tendon traverse le périoste et s'insère directement sur le cortex osseux.

Dans ce dernier cas qui est celui du tendon fléchisseur profond du doigt, il est possible de distinguer quatre zones d'organisation (Kenesi et Tallineau, 24) :

- une zone où la structure tendineuse n'est pas modifiée, avec quelques cellules allongées recouvrant les fibres de collagène,
- une zone de fibro-cartilage non minéralisé, dans laquelle les cellules s'arrondissent,
- une zone de fibro-cartilage minéralisé, où les cellules conservent leur aspect arrondi de cellules cartilagineuses alors que la substance fondamentale se charge de sels minéraux (hydroxyapatite). Au fur et à mesure que la minéralisation progresse, les cellules cartilagineuses dégénèrent.
- Dans la dernière zone, la minéralisation s'accroît rapidement et le fibro-cartilage disparaît progressivement alors qu'apparaissent les premières travées osseuses.

3.2. Vascularisation

Alors que les vaisseaux du péricarpe s'anastomosent avec ceux du périoste, les vaisseaux intratendineux se terminent en cul-de-sac avant d'atteindre l'insertion. Il se forme ainsi une zone privée de vascularisation.

3.3. Innervation

Au contraire de la vascularisation, les enthèses sont très riches en fibres nerveuses, bien qu'il existe de nombreuses variations selon les sites. Ces fibres sont en général à conduction lente (amyéliniques) et entrent principalement dans la conduction des informations proprioceptives et nociceptives. Les fibres proprioceptives sont elles-même reliées à de nombreux mécanorécepteurs et à des fibres du périoste. Elles jouent un rôle essentiel dans le maintien de la posture et permettent à l'animal de situer dans l'espace les différentes parties du corps. La richesse en fibres nociceptives, chargées de transmettre l'information douloureuse des enthèses est exceptionnel. Il faut noter que ces fibres sont associées de façon remarquable avec les fibres du système nerveux sympathique (Fouquet et Bergemer, 21).

B. Anatomie fonctionnelle

D'après Denoix (13).

1. Considérations générales

Au cours de la phylogénèse, les membres des chevaux ont développé une adaptation spéciale pour le déplacement à haute vitesse, avec notamment la simplification de l'extrémité distale des membres en un unique et solide doigt, la réduction des

composants musculaires dans les parties distales des membres et le développement de ligaments accessoires dans le but de renforcer le caractère passif et automatique de certains mouvements des membres. Les tendons et ligaments des chevaux sont devenus capables de soutenir de très importantes charges et pressions, lors de la station ainsi que lors du mouvement. La fonction de cet appareil complexe et élastique est double : soutenir le boulet, prévenir l'hyperextension du carpe, et restituer l'énergie de l'impact et du poids du cheval lors de la propulsion.

Les tendons et ligaments agissent dans la transmission des forces et dans la coaptation des articulations. Grâce à leur structure élastique, ils absorbent les impacts et possèdent la faculté d'accumuler puis de libérer de l'énergie, diminuant ainsi le coût énergétique de la locomotion, particulièrement à grande vitesse.

Il existe une relation inversement proportionnelle entre l'épaisseur du tendon (la surface de la coupe transversale) et la quantité de collagène ainsi que la quantité de fibres tendineuses, donc l'épaisseur n'est pas représentative de la solidité des tendons des chevaux.

L'augmentation de l'épaisseur du tendon par des éléments qui ne jouent pas de rôle dans le support des charges (du collagène, des glycosaminoglycanes et des cellules) a pour fonction l'assimilation des forces de compression lorsque l'axe du membre dévie. Les changements anatomiques le long des tendons fléchisseurs du doigt du cheval sont associés à des changements dans la composition de la matrice extracellulaire. Il a été suggéré que ces variations dans la structure du tissu sont influencées par l'adaptation fonctionnelle de régions supportant d'importantes forces de tension et d'autres supportant des forces de pression.

La connaissance de l'anatomie fonctionnelle a une application clinique directe car les lésions tendineuses et ligamentaires des parties distales des membres sont communes et l'une des premières causes d'arrêt de chevaux de courses ou de sport.

2. Fonction du tendon fléchisseur profond du doigt, Denoix (13).

La fonction de ce tendon est la flexion successive des phalanges les unes sur les autres, la flexion du doigt sur le métacarpe. Le muscle est également fléchisseur de la main sur l'avant-bras. Chez le cheval (chez les quadrupèdes en général), pendant l'appui du membre, il redresse le rayon digital et contribue à la propulsion. Chez le cheval, le tendon, renforcé par la bride carpienne et ses fascias contentifs, contribue avec le tendon

fléchisseur superficiel et le muscle interosseux 3 (ou ligament suspenseur du boulet) au soutien de la région du boulet et du rayon digital.

Les actions de ce tendon dépendent d'une part de la contraction active du corps musculaire et d'autre part de la tension passive de son ligament accessoire.

Le tendon fléchisseur profond du doigt possède un module d'élasticité élevé : 1585 Mpa (Crevier, donnée non publiée, 1993) et une solidité considérable à la rupture (moyenne : 1700 daN). Le ligament accessoire du tendon fléchisseur profond du doigt possède un faible module d'élasticité (490 Mpa) et une solidité modérée face à la rupture (moyenne : 871 daN).

2.1. Rôle du TFPD et de la bride carpienne dans la position debout

Les chevaux peuvent rester en position debout pendant de longues périodes car la plus grosse partie de leur poids est supportée par les tendons et leurs ligaments accessoires, les ligaments articulaires, les intersections fibreuses au sein des corps musculaires et les fascias.

- Coude : A cause de son insertion proximale sur l'épicondyle huméral médial et du contenu fibreux de son corps, le muscle fléchisseur profond du doigt contribue à limiter la flexion du coude.
- Carpe : La tension du ligament accessoire du TFPD (ou bride carpienne, BC) facilite l'extension du carpe quand la charge s'applique sur le membre (l'élongation de la BC est souvent accompagnée d'un défaut d'extension du carpe). Pour d'importantes charges, la partie proximale du TFPD limite l'extension du carpe et l'extension métacarpo-phalangienne.
- Boulet : Les parties distales des tendons fléchisseurs limitent passivement l'hyperextension de l'articulation métacarpo-phalangienne pendant la phase d'appui grâce à leurs attaches osseuses proximales par leurs ligaments accessoires.
- L'articulation interphalangienne proximale : le tendon fléchisseur profond du doigt contrôle l'extension de l'articulation interphalangienne proximale.
- L'articulation interphalangienne distale : Sur la face palmaire de l'articulation, la tension du TFPD a pour rôle de maintenir l'orientation du pied et de prévenir la subluxation palmaire de la phalange moyenne.

2.2. Relations entre le TFPD et les scutum

Le TFPD subit différents stress dans la région du boulet. Il supporte des forces de tension entre ses insertions proximale et distale et subit les forces de compression du scutum proximal, étant appliquées sur sa face dorsale par le ligament palmaire (ou intersésamoïdien). Cette zone, qui subit beaucoup de contraintes possède une architecture fibrocartilagineuse avec beaucoup de chondrocytes entre les fibres de collagène. Sur la face palmaire de la phalange moyenne, le TFPD possède également un coussin fibrocartilagineux sur sa face dorsale qui supporte la pression de la tuberositas flexoria de la phalange moyenne.

Pendant la flexion interphalangienne distale (premières parties de la phase d'appui), le TFPD glisse proximale sur la tuberositas flexoria de la phalange moyenne. Pendant l'extension interphalangienne distale (lors de la propulsion), à cause de la présence du scutum distal, le TFPD glisse distalement sur cette surface osseuse. Ces déplacements ont lieu au sein du récessus distal de la gaine digitale.

La relation entre le TFPD et l'os sésamoïde distal varie considérablement pendant la phase de station. Pendant la phase de pleine charge sur le membre, le TFPD est en contact étroit uniquement avec le bord distal de l'os sésamoïde distal.

Pendant la propulsion, le TFPD se courbe au dessus du scutum distal et vient en contact direct avec l'os sésamoïde distal. Des changements anormaux d'angulation dans la zone de l'insertion tendineuse peuvent occasionner un stress (une contrainte) inhabituel qui peut précipiter l'apparition d'une lésion.

Le rôle du scutum distal est d'éviter les changements d'orientation des fibres dans l'insertion distale pendant les mouvements de flexion et d'extension de l'articulation interphalangienne distale. Le scutum distal agit comme un levier pour faciliter la rotation du pied et la levée des talons à la fin de la phase d'appui.

Pendant cette phase, l'angulation croissante du TFPD sur l'os sésamoïde distal augmente progressivement la pression sur la facies flexoria de cet os. Pendant cette phase, le bord proximal de l'os sésamoïde distal subit une rotation dorsale. L'extension interphalangienne proximale provoque la mise en contact de la tuberositas flexoria de la phalange moyenne avec le coussinet fibrocartilagineux du TFPD.

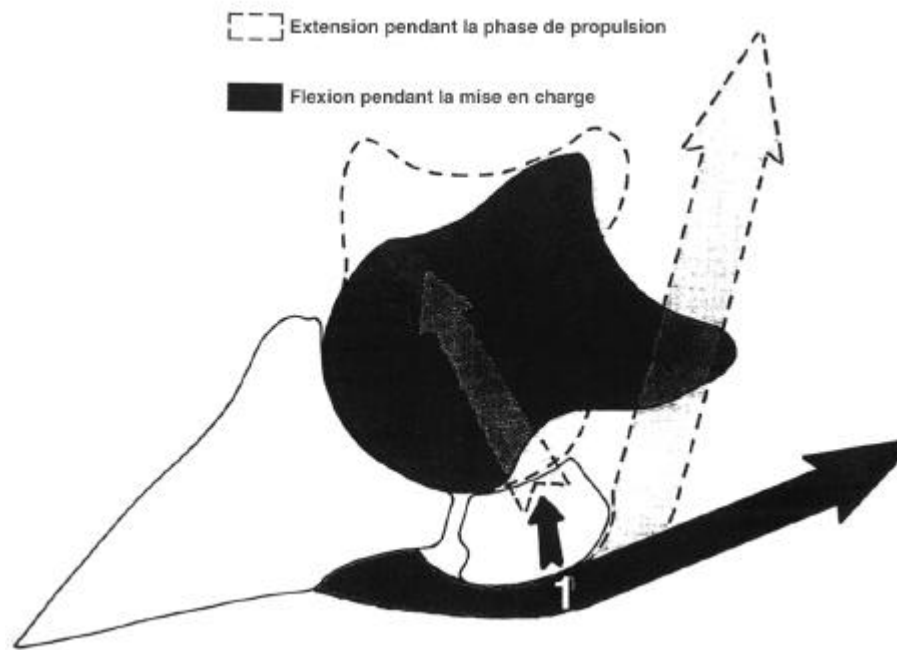


Figure 5: Rôle du scutum distal pour limiter les modifications de l'orientation des fibres à l'insertion distale du TFPD sur la phalange distale pendant les mouvements de flexion et d'extension de l'articulation interphalangienne distale, d'après Denoix (13). 1 - TFPD

2.3. Action du TFPD et de son ligament accessoire sur les articulations du doigt.

Dans le doigt, le TFPD permet la flexion de l'articulation interphalangienne proximale (action antagoniste du TFSD) pendant la phase d'appui. Sa tension induit une compression axiale des surfaces articulaires des articulations interphalangiennes distale et proximale, et transmet les tensions de la partie distale du tendon e4.2 07sj -43.8 -13.Tfgt.

proximL permet ossDenoparun r du scualeDen1mincessd doiga du bilisdes fibrarticulation inter Tc 0 Tw T6

ligament accessoire est le plus tendu et contribue le plus efficacement à la stabilisation de l'articulation interphalangienne distale.

La phase de soutien : immédiatement après la propulsion, la soudaine relaxation du TFPD et de son ligament accessoire provoque des vibrations pendant la phase de soutien. Au début de cette phase, la tension sur le TFPD et la bride carpienne contribue passivement à initier la flexion des articulations interphalangienne, métacarpo-phalangienne et carpienne. Par la suite la flexion de ces articulations est accrue par la contraction musculaire active qui induit la relaxation totale du ligament accessoire et le glissement proximal du tendon au sein de la gaine digitale et du canal carpien.

Des études expérimentales réalisées sur membres isolés ont démontré que la desmotomie de la bride carpienne induit une instabilité interphalangienne distale, avec des zones de contact inégales entre les surfaces articulaires dorsales des phalanges moyenne et distale. Il en est de même lors de la ténotomie du fléchisseur profond.

Des cas cliniques démontrent que la rupture ou l'élongation du TFPD induit une instabilité de l'articulation interphalangienne distale et dans les cas les plus sévères, une impossibilité fonctionnelle à contrôler l'orientation du pied lors de la réception et à maintenir l'orientation horizontale du pied dans la position debout.

Lors de la propulsion, l'extension interphalangienne distale accompagne l'élévation du boulet, rendant le paturon vertical. Cela est induit directement par la tension du TFPD, action qui est contraire à la sienne pendant la phase de soutien. L'expansion distale du TFPD contribue à la stabilisation de l'articulation interphalangienne distale dans le plan frontal et limite les mouvements passifs d'abduction, d'adduction, et de rotation de cette articulation. Les modifications de la position du pied ou du membre induisent des contraintes asymétriques dans les parties distales du TFPD. Les contraintes en élongation sont supérieures du côté opposé à la compression. Elles limitent les déplacements dans le plan frontal et contribuent à la rotation.

2.4. Action du TFPD pendant les phases d'appui et de propulsion

Juste avant la pose du pied au sol, l'orientation correcte du pied est contrôlée par le TFPD, qui provoque une flexion interphalangienne distale pour restaurer une position horizontale du pied à la fin de la phase de soutien.

Au milieu de la phase d'appui, l'extension du boulet met fortement en tension le TFSD et la bride radiale, ainsi que l'appareil suspenseur du boulet. Le TFPD et la bride carpienne

subissent, relativement aux autres structures (LSB, TFSD) relativement moins de contraintes, même s'ils contribuent pour une grande part à la stabilité interphalangienne et à la suspension du boulet.

Lors de la propulsion, le paturon devient vertical, le boulet s'élève grâce à l'élasticité de l'appareil suspenseur du boulet, les tendons fléchisseurs et les ligaments accessoires qui sont fortement allongés pendant la phase d'appui. La contraction des corps musculaires apporte une contribution active à la verticalisation du doigt.

Le TFPD est la structure la plus active dans la dernière partie de la phase d'appui (la partie propulsion). Avant le départ des talons du sol, l'extension interphalangienne distale maintient la tension au sein de la bride carpienne et de la partie distale du TFPD. A la fin du mouvement, cette tension passive et la traction réalisée par les corps musculaires sont responsables du départ des talons du sol et de la flexion interphalangienne distale.

L'évaluation in vivo des forces appliquées sur les tendons de membres antérieurs de poneys au pas a permis de mettre en évidence le fait que pendant la première partie de la phase d'appui, les forces appliquées sur les tendons fléchisseurs superficiel et profond du doigt étaient les plus importantes. Chez certains individus les forces étaient supérieures sur le ligament suspenseur du boulet. Lors de la seconde partie de la phase d'appui, les forces maximales s'appliquent sur la bride carpienne. La charge totale était supérieure sur le ligament suspenseur du boulet et la bride carpienne comparée à celle exercée sur les tendons fléchisseurs.

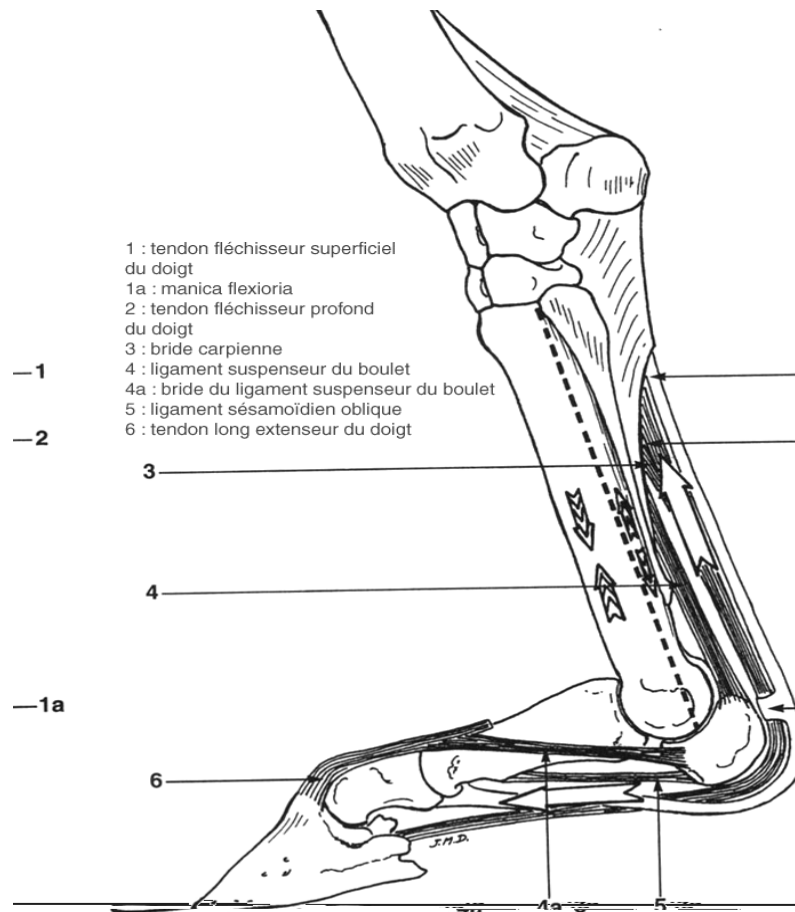


Figure 6 : Déformations du membre en charge, sollicitations des tendons fléchisseurs du doigt et du ligament suspenseur du boulet, d'après Denoix (13).

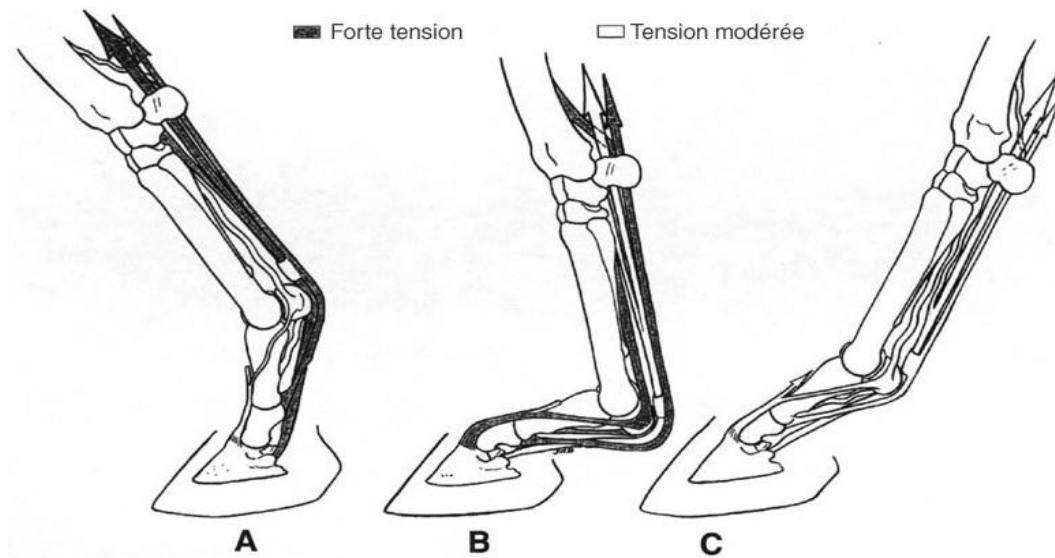


Figure 7 : Anatomie fonctionnelle du ligament suspenseur du boulet, des tendons fléchisseurs, et des ligaments accessoires pendant la phase d'appui, d'après Denoix (13).
 A, Propulsion ; B, Phase d'appui ; C, Réception

2.5. Modifications induites sur le TFPD lors de l'élévation de la pince ou des talons

Dans les conditions statiques, sur les chevaux vivants ou sur des membres isolés, les modifications de l'orientation du pied dans le plan sagittal induisent des déplacements des articulations distales et des réarrangements de tension au sein des tendons fléchisseurs et de l'appareil suspenseur du boulet.

L'élévation des talons induit une flexion interphalangienne distale qui provoque la relaxation partielle du TFPD. La détente de ce tendon explique la tendance à l'abaissement de la phalange proximale sur l'horizontale. Cette descente de l'articulation du boulet entraînant les os sésamoïdes proximaux vers le bas, l'extension de l'articulation métacarpo-phalangienne augmente : la contribution du TFPD à la suspension du boulet diminue et l'appareil suspenseur du boulet participe de manière accrue à la suspension du boulet.

L'élévation de la pince provoque une extension interphalangienne distale qui accroît les tractions sur le TFPD et la bride carpienne. Le paturon devient plus vertical, le boulet est élevé. De ce fait le ligament suspenseur du boulet et le TFSD participent moins à la suspension du boulet.

La mesure in vivo des contraintes exercées sur les tendons des chevaux adultes dans la position debout ou pendant la marche montre que les forces appliquées sur le TFPD diminuent quand l'angle de la paroi du pied augmente.

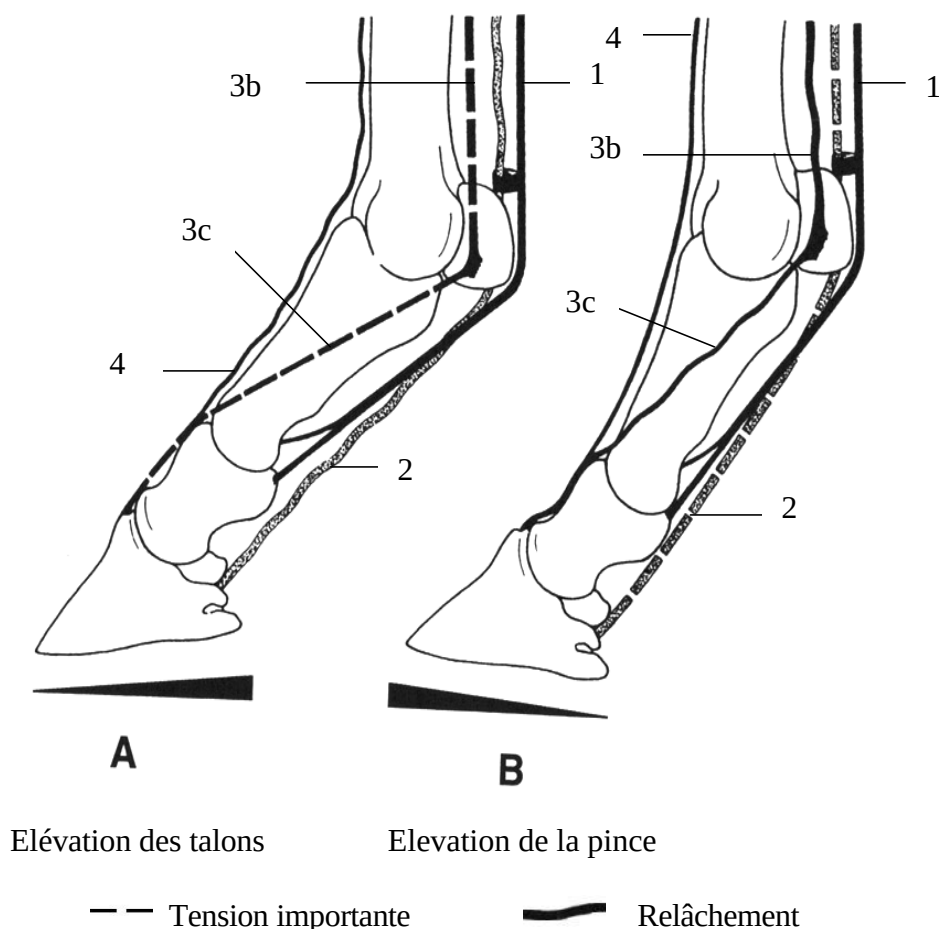


Figure 8 : Modifications de l'état de tension du ligament suspenseur du boulet et des tendons fléchisseurs provoquées par l'élévation des talons (A) et par l'élévation de la pince (B), d'après Denoix (13).

1 - Tendon fléchisseur superficiel du doigt, 2 - Tendon fléchisseur profond du doigt,
 3 - Ligament suspenseur du boulet : 3b - branche, 3c - bride, 4 - Tendon extenseur dorsal du doigt.

2.6. Application

D'après Denoix (7).

L'élévation des talons est indiquée dans le cas d'une tendinite du perforant ou de desmite de son ligament accessoire, la bride carpienne. Le relâchement de ce tendon semble pouvoir contribuer au traitement des molettes tendineuses du boulet en diminuant les frottements sur le scutum proximal. Cette correction paraît en revanche contre-indiquée lors de lésions du ligament suspenseur du boulet. L'élévation des talons abaissant le paturon, elle doit être réalisée de manière modérée voire contre-indiquée chez les chevaux bas-jointés. En cas de lésion, le soulagement d'un tendon peut être favorisé par un parage

approprié pendant une durée limitée (10 semaines maximum) pour éviter les rétractions tendineuses.

Inversement l'élévation (ou l'allongement) de la pince est favorable au soulagement de l'appareil suspenseur du boulet (formé par le ligament suspenseur du boulet, les os sésamoïdes proximaux et les ligaments sésamoïdiens distaux). Ce parage est à proscrire en cas de lésion du tendon perforant ou de la bride carpienne (ou on cherchera au contraire à garder une pince courte).

II - L'échographie appliquée à l'appareil locomoteur

A. Bases physiques et techniques (6) (8) (28) (29)

1. Sons et ultrasons

1.1 Propriétés physiques

La naissance et l'entretien d'un son résultent de la mise en mouvement longitudinale des particules du milieu de propagation. Les ondes sonores sont de nature mécanique. Elles nécessitent absolument un milieu élastique et déformable pour se propager. Elles correspondent à des ondes de pression qui entraînent un mouvement des particules du milieu autour d'une position d'équilibre.

L'onde sonore est un mouvement vibratoire caractérisé par :

- sa longueur d'onde L , distance (en mètres) séparant deux ondes successives,
- sa fréquence F , nombre de compressions et d'expansions (ou de décompressions) subies en une seconde par les particules du milieu, ou nombre de cycle qui passe à un point donné, chaque seconde. La fréquence est un paramètre très important quand on envisage la résolution de l'image et la profondeur de l'examen que l'on veut réaliser.

Elle s'exprime en cycle par seconde ou Hertz (Hz). En matière de diagnostic ultrasonographique, l'unité couramment utilisée est le Mégahertz qui correspond à 10^6 Hertz, c'est à dire à un million de cycles par seconde.

- sa célérité C (ou vitesse), vitesse de propagation dans le milieu (en mètres par seconde).

Ces trois paramètres sont liés par la relation : $C = L \times F$

Un ultrason est une onde sonore de fréquence supérieure à 20 000 Hz. Il est inaudible pour l'oreille humaine dont le spectre moyen s'étend de 30 à 15 000 Hz environ.

La longueur d'onde et la fréquence sont des caractères intrinsèques de l'onde considérée, en revanche la célérité dépend du milieu traversé. Elle s'accroît avec la cohésion moléculaire de ce dernier.

On caractérise les propriétés acoustiques d'un milieu donné par son impédance Z (mesurée en $\text{kg/m}^2/\text{s}$) qui correspond au produit de sa densité par la célérité C du son dans ce milieu.

L'impédance acoustique mesure la résistance opposée à la propagation du son à travers les milieux. L'impédance acoustique est analogue à la résistance électrique qui exprime la difficulté rencontrée par un électron à traverser un matériel spécifique.

Des matériaux de forte densité ont des hautes impédances acoustiques. De la même façon, des milieux de faible densité, comme des gazs, ont de faibles impédances acoustiques. Ainsi, les sons se propagent plus vite dans les solides que dans l'air.

Lorsque l'impédance acoustique de deux milieux adjacents est identique, le son est transmis de l'un à l'autre, sans modification. Si le facteur est différent, le son est réfléchi au niveau de l'interface. C'est principalement les modifications d'impédance acoustique au niveau des interfaces biologiques qui rendent possible la visualisation des structures de tissus mous avec le faisceau ultrasonique.

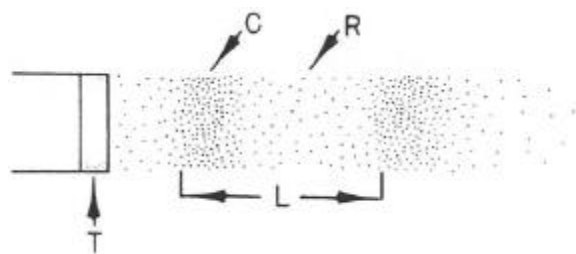


Figure 9: Nature physique d'une onde sonore (d'après Powis (28)). L'énergie est transmise de la sonde (T) dans le milieu, formant des régions de compression (C) et de raréfaction (R). La distance du début d'une compression à la suivante est la longueur d'onde (L).

1.2. Production et réception

Les molécules oscillent dans un mouvement d'aller et de retour autour de leur position d'équilibre sur une distance de quelques microns seulement. Le mouvement des molécules est nécessaire à la transmission du son, ce qui explique que contrairement aux ondes lumineuses ou aux ondes radio, les ondes sonores ne peuvent se déplacer à travers le vide.

Ainsi l'oscillation des particules qui constituent le support de la propagation de l'onde sonore produit des régions de hautes et de basses pression, le long de cette onde, à chaque instant. Celles-ci se déplacent d'une façon excentrique à partir de la source.

Par comparaison, les ultrasons diagnostiques prennent leur origine au niveau de cristaux qui ont des propriétés piézo-électriques. Ces cristaux se dilatent et se contractent quand ils sont soumis à un courant électrique alternatif et inversement ils produisent un courant électrique quand ils sont comprimés par les échos de retour. Dans leur application médicale, les ondes ultrasonores de pression et de décompression se propagent à travers les tissus.

On désigne par le terme de transduction cette transformation réciproque de phénomènes mécaniques en signaux électriques.

En pratique, le cristal piézo-électrique, contenu dans une sonde, est excité par un courant de haut voltage pendant de très courts instants durant lesquels il se comporte en émetteur d'ultrasons. Entre deux stimulations électriques successives, le cristal reçoit les échos des ondes émises et les transforme en courant électrique. L'ensemble des cristaux contenus dans la sonde constitue le transducteur.

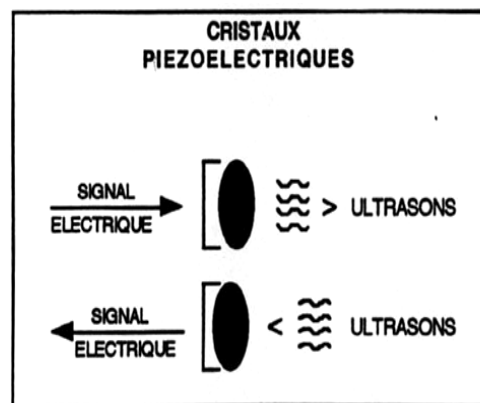


Figure 10 : Illustration de l'effet piézo-électrique, d'après Miles (26)

1.3. Propagation

Toutes les ondes possèdent des caractéristiques physiques communes. Ces variations acoustiques permettent de les définir et de les décrire. Parmi ces variables, la fréquence, la période (durée d'un cycle, en seconde), l'amplitude (changement maximum de pression dans le milieu, en décibel), l'intensité (flux d'énergie qui passe dans une unité de surface au cours de la propagation d'une onde sonore, correspondant au taux de

vibration moléculaire, mesurée en Watt par centimètre carré), sont déterminées par la source de l'onde.

La vitesse de propagation (célérité ou vitesse, en m/s) est dépendante du milieu. Elle correspond à la vitesse de transmission de l'énergie de l'onde à travers le milieu. Les ultrasons se propagent en ligne droite dans un milieu donné et s'atténuent au fur et à mesure de leur progression, d'autant plus que la densité du milieu traversé est forte ou que son impédance est faible. La vitesse (V) dépend donc de la densité (ou masse volumique, ρ) et de la compressibilité (ou l'élasticité, E) du milieu. La vitesse de propagation s'accroît si la densité décroît et si la rigidité du milieu s'accroît, donc si la compressibilité du milieu décroît.

En règle générale, la vitesse de propagation est faible dans les gaz, plus élevée dans les liquides et encore plus grande dans les solides. Cette augmentation n'est pas liée à l'accroissement de la densité (qui induit une diminution de la vitesse de propagation), elle est due à l'augmentation de la rigidité (ou diminution de la compressibilité). L'augmentation de vitesse des sons dépend donc davantage des différences de rigidité que des variations de densité. Quand la rigidité s'accroît, la vitesse augmente.

Par exemple, la faible compressibilité de l'os est corrélée à une haute vitesse du son dans ce milieu (4 080 m/s). Inversement, comme les molécules d'air sont très dispersées et que ce milieu a une forte compressibilité, la vitesse du son dans l'air est relativement faible (330 m/s).

La vitesse de propagation moyenne des ultrasons dans les tissus mous est de 1 540 m/s.

1.4. L'atténuation

Trois mécanismes principaux d'atténuation de l'onde acoustique existent dans les tissus, ce sont la réflexion, la diffusion et l'absorption. Ces notions sont à la base de l'interprétation des images ultrasonographiques.

Lorsqu'un faisceau ultrasonore atteint une interface entre deux milieux d'impédances acoustiques différentes, une partie des ultrasons est réfléchi et forme des échos, alors que le reste des ultrasons franchit l'interface et est réfracté dans le second milieu. Deux types de réflexion produisant des échos entrent dans la constitution de l'image formée sur l'écran.

La réflexion spéculaire apparaît quand une onde frappe une interface régulière, plus large que l'onde et perpendiculaire à celle-ci. Dans les tissus mous, seulement une faible partie du faisceau est réfléchi, la plus grande partie traverse l'interface (faisceau

transmis). Le faisceau incident doit être le plus perpendiculaire possible à l'interface sans quoi les ultrasons réfléchis ne seront pas recaptés par l'émetteur-récepteur. Ainsi l'intensité de l'écho est liée, non seulement à la différence d'impédance acoustique, mais aussi à l'angle d'incidence.

Les particules de petite dimension ou les surfaces irrégulières sont à l'origine d'échos indépendants de l'angle d'incidence du faisceau : on parle de réflexion multidirectionnelle, non spéculaire ou encore diffuse. Les échos sont alors dispersés dans de très nombreuses directions. Seule une très faible partie des échos rejoint le transducteur. Comme ces échos sont nombreux, ils permettent néanmoins de caractériser certaines formations, dont le niveau de gris sera constant, indépendamment de l'orientation de la sonde. Ceci est particulièrement important pour la visualisation de la texture des parenchymes organiques et des parois sous incidence oblique ou tangentielle. L'échogénicité des structures observées est cependant plus faible.

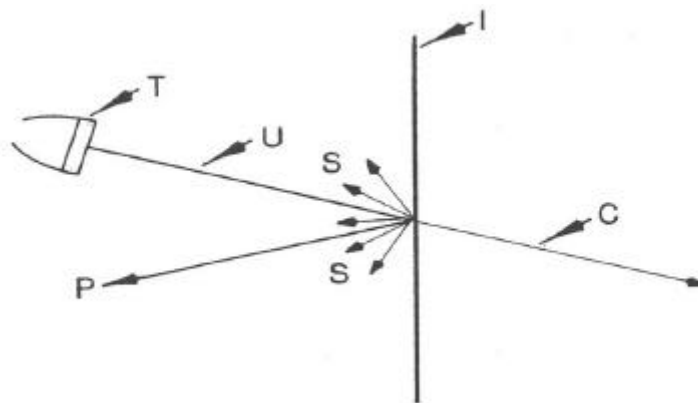


Figure 11 : Réflexion et transmission sur une interface irrégulière (d'après Powis (28)). I = interface, U = faisceau incident, P = faisceau réfléchi (réflexion spéculaire ou primaire), S = réflexion mutidirectionnelle (ou secondaire), c = faisceau transmis.

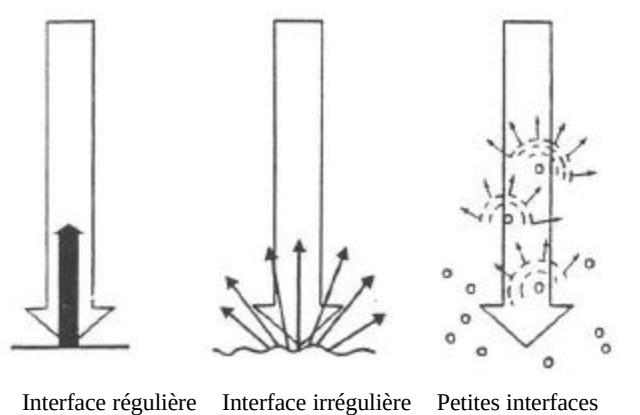


Figure 12 : Comparaison de l'origine des échos spéculaires et non spéculaires (8).

1.5. La diffusion

Si l'objet a des dimensions moyennes très inférieures à la longueur d'onde, il diffuse une partie de l'onde. La fraction diffusée vers l'arrière peut atteindre la sonde et être à l'origine d'une tache réfléchissante sur l'écran. La diffusion des ultrasons par les hématies est à la base de la vélocimétrie sanguine par effet Doppler.

L'absorption est la disparition d'une partie de l'énergie du faisceau acoustique par conversion en une autre forme d'énergie. En échographie médicale, l'absorption par effet thermique est très faible mais c'est l'absorption par viscosité qui explique principalement la mauvaise pénétration des ultrasons de haute fréquence dans les tissus.

Le coefficient d'atténuation dépend fortement de la fréquence : lorsque F augmente, l'atténuation augmente.

2. Les méthodes échographiques

Les échos transformés par le transducteur sont transmis à l'échographe. Ce dernier contient un amplificateur qui permet de compenser la perte d'énergie due à l'atténuation, et un convertisseur numérique qui emmagasine les signaux amplifiés, converti le délai de réception des échos en distance par rapport à la sonde, et transmet les informations à l'écran.

On distingue trois modalités d'analyse des échos reçus par le transducteur :

2.1. Mode A (Amplitude)

Dans le mode A, la profondeur des signaux est représentée sur l'axe X et leur intensité est matérialisée selon l'axe Y. Ce mode ne fournit qu'une piètre représentation anatomique.

2.2. Mode B (Brillance) et mode TM

Les pics du mode A sont représentés par des spots lumineux dont la brillance est proportionnelle à l'intensité des échos reçus. Utilisé de façon statique, le mode B ne présente pas d'avantage par rapport au mode A puisque la représentation reste unidimensionnelle. Cependant, le défilement des échos sur l'écran au cours du temps permet de suivre le mouvement des interfaces. Ce procédé ou mode TM (temps-

mouvement) est fréquemment utilisé pour caractériser la dynamique et mesurer les dimensions du cœur en échocardiographie.

2.3. Mode bidimensionnel

L'image bidimensionnelle peut être considérée comme une juxtaposition dans un plan d'images linéaires obtenues selon le mode B, permettant de reconstruire un plan de coupe en deux dimensions des structures anatomiques examinées. Cette juxtaposition peut être obtenue soit en déplaçant un faisceau unique, manuellement ou automatiquement, soit en constituant l'image à l'aide de plusieurs faisceaux ultrasonores.

- Le balayage

L'obtention d'une image bidimensionnelle peut mettre en œuvre différents types de balayages. Les techniques de balayages manuel, automatique lent (qui nécessitent une mémoire intermédiaire et des délais pour l'obtention d'une image complète), les appareils à sonde rotative (qui offrent une image de faible résolution) ne seront pas présentés car ils ne sont plus utilisés actuellement.

- ♦ Balayage mécanique sectoriel

Le mouvement mécanique est obtenu de plusieurs manières différentes :

- un seul transducteur (cristal) oscille autour d'un point fixe ;
- une roue supporte plusieurs transducteurs qui sont activés lorsqu'ils rentrent dans le cône d'exploration ;
- un miroir tournant dévie le faisceau ultrasonore d'un transducteur fixe.

L'image correspond à l'exploration d'un secteur ou d'un tronc de cône.

- ♦ Balayage électronique (sectoriel ou linéaire)

Le transducteur est constitué de nombreux cristaux excités avec un décalage calculé et adapté en permanence par un système électronique. Les impulsions d'émission sont déphasées entre elles, de manière à exciter progressivement et avec un léger décalage de temps les divers éléments de la sonde. Le balayage sectoriel (utilisant une petite barrette de transducteur pour générer et recevoir des ultrasons) permet la visualisation de l'image selon un cône d'ouverture maximale de 90° environ. Le balayage électronique linéaire repose sur l'utilisation d'un barreau de 5 à 15 cm de long, constitué d'un nombre important de capteurs ultrasonores de petite dimensions (de l'ordre du millimètre) placés côte à côte.

La résolution latérale de ces appareils a été améliorée par l'adaptation d'une focalisation électronique qui a permis de faire des progrès considérables dans la qualité des images obtenues.

- L'échographie B (bidimensionnelle) en temps réel

Ces appareils éliminent le flou cinétique (balayage rapide) et permettent de visualiser tous les organes, mobiles ou immobiles. Les images des coupes de l'objet examiné se succèdent rapidement sur l'écran de sorte que les structures sont visualisées en temps réel.

3. Les sondes

La forme de l'image dépend de la sonde utilisée :

3.1. Sonde linéaire

Dans une sonde linéaire ou multicristaux, les cristaux alignés sont excités électroniquement de façon sériée et itérative. L'image obtenue est rectangulaire et de bonne résolution si la surface de l'objet étudié est suffisamment plane pour permettre une bonne application de la sonde. Cette sonde effectue un balayage permanent sur une longueur de 10 cm ou plus sous la peau. L'image obtenue sur l'écran est rectangulaire. Le parallélisme des faisceaux de la barrette permet d'obtenir une qualité d'image optimale sur toute la largeur du champ ultrasonore : il n'y a pas de perte d'information sur les premiers centimètres qui sont très importants lorsque les organes échographiés sont très proches de la surface cutanée.

3.2. Sonde sectorielle

Une sonde sectorielle donne un plan de coupe en forme de cône dont le sommet correspond à la partie la plus superficielle de la région explorée. Cette sonde balaie un secteur de l'espace. Ce secteur est angulaire, d'environ 90°. L'image obtenue sur l'écran est triangulaire. Le balayage est obtenu par un procédé électronique ou, plus souvent, mécanique.

Ce type de sonde est formé soit d'un seul cristal animé d'un mouvement oscillant, soit de trois cristaux présentant un mouvement rotatif. Elle ne nécessite qu'une faible surface de

contact mais l'image triangulaire obtenue entraîne une perte d'information sur les côtés et sur les premiers centimètres, formant un cône noir.

4. Qualité de l'image

La résolution de l'image est la distance séparant les deux points les plus proches qu'elle peut représenter par deux points distincts. On distingue la résolution en densité qui dépend du nombre de niveaux de gris, lié aux caractéristiques de l'appareil, et la résolution spatiale qui dépend des paramètres du faisceau ultrasonore :

4.1. La résolution axiale

la résolution axiale est la capacité de distinguer deux points proches l'un de l'autre et situés dans l'axe du faisceau ultrasonore, qui est d'autant meilleure que la longueur d'onde est faible, donc la fréquence élevée.

4.2. La résolution latérale

La résolution latérale entre deux points alignés perpendiculairement à l'axe du faisceau. Les faisceaux les plus étroits sont les plus résolutifs. La zone focale, spécifique du transducteur, est la région où le faisceau ultrasonore a le plus faible diamètre. C'est dans cette zone focale du transducteur qu'il faut s'efforcer de placer les structures anatomiques que l'on souhaite examiner.

4.3. La profondeur de l'image

La profondeur de l'image est liée au pouvoir de pénétration du faisceau ultrasonore qui augmente avec la longueur d'onde. En effet plus la fréquence est élevée, plus l'absorption augmente donc plus la pénétration diminue.

Une sonde de basse fréquence permet une exploration profonde mais plus grossière, une sonde de haute fréquence permet l'examen de structures superficielles avec obtention d'une image fine.

Pour l'examen échographique de l'appareil locomoteur, on emploie le plus souvent une sonde linéaire de fréquence élevée (7,5 Mhz). Elle permet d'obtenir une image rectangulaire, de profondeur limitée, de bonne résolution à condition d'assurer une surface de contact suffisante.

4.4. Réglages de l'échographe

Plusieurs réglages sont réalisables pour améliorer la qualité de l'image :

- le gain général, ou gain à l'émission, règle l'intensité des ultrasons émis. Son réglage permet d'assombrir ou d'éclaircir uniformément tout l'écran.
- le gain à la réception modifie le montant de l'amplification portant sur les échos. La modification du gain en fonction de la profondeur d'exploration permet de corriger l'atténuation des échos les plus distaux. La courbe de gain représente les valeurs de gain successives en fonction de la profondeur d'exploration.

On peut également régler l'échelle de gris, la taille et l'orientation de l'image. Il existe en outre des systèmes de post-traitement de l'image (inversion des couleurs, inversion de l'image, création de deux images).

B. Sémiologie échographique générale (9) (15)

Au cours de l'examen échographique des tendons chez le cheval, on peut reconnaître deux temps principaux, l'un statique et l'autre dynamique, qui fournissent des informations complémentaires.

1. Examen statique : évaluation lésionnelle

Deux types principaux de coupes peuvent être réalisées dans cette circonstance : des coupes longitudinales (en général dans un plan sagittal, mais qui peut être aussi frontal ou oblique) et des coupes transversales, perpendiculaires à l'axe du membre (par abord du tendon soit sur sa face palmaire, soit en l'abordant latéralement ou médialement). En combinant ces diverses coupes longitudinales, transversales et éventuellement obliques, il est possible d'obtenir des images extrêmement variées de la région du tendon et de pouvoir à l'intérieur de celle-ci, déceler, localiser et caractériser une lésion.

Pour chaque formation tendineuse ou ligamentaire, plusieurs critères sont à considérer.

1.1. Situation lésionnelle

- un ou plusieurs éléments tendineux ou ligamentaires (rechercher les associations lésionnelles),
- niveau sur les rayons métacarpo-phalangiens.

1.2. Etendue de la lésion

- dans le sens proximo-distal et dans le plan transversal
- sont à considérer les dimensions de la partie saine : en effet les dimensions de la partie lésée sont souvent sous-estimées à cause du fait qu'elles sont souvent au moins en partie anéchogènes ; les dimensions de la lésion peuvent de plus varier en fonction de la présence ou non de formations accessoires de contention.

1.3. Taille et épaisseur

Les dimensions de chaque élément sont un critère important puisque toute pathologie, aiguë ou chronique, se traduit généralement par un **épaississement** plus ou moins étendu. La comparaison de la taille respective des structures par rapport à des valeurs de référence à différents niveaux sur les rayons métacarpo-digitaux fournit des indications précises. Le contrôle des dimensions et de l'échogénicité des structures examinées sur le membre opposé, s'il est sain, peut également servir de référence pour l'interprétation d'une image.

1.4. Limites et bords

L'examen des bords de chaque formation a deux objectifs principaux :

- la recherche de zones périphériques hypoéchogènes pouvant traduire des lésions superficielles,
- la recherche de bandes marginales anéchogènes révélant, selon le niveau, soit une infiltration péri-tendineuse accompagnée d'œdème, soit une ténosynovite. Dans ces cas, les limites des tendons deviennent particulièrement nettes.

1.5. Echogénicité

L'échogénicité normale diffère selon l'élément considéré et selon le niveau. Par exemple, la partie dorsale du tendon FPD en regard de l'os sésamoïde distal est hypoéchogène alors qu'elle est échogène proximale et distale à l'os sésamoïde distal, cela en raison du fibrocartilage qui le constitue dans sa partie située contre cet os. Dans le tiers distal du canon, le TFPD est plus échogène que le TFSD et que le ligament suspenseur du boulet. A la face palmaire de la phalange proximale, le plan superficiel des ligaments sésamoïdiens distaux est plus échogène que le TFPD.

Des études histopathologiques ont montré que les images hypoéchogènes comme les images hyperéchogènes pouvaient correspondre à différents types de tissus lésionnels. Selon l'augmentation ou la diminution de la quantité d'échos, on reconnaît plusieurs types d'images :

- Les images **hyperéchogènes** traduisent soit des phénomènes de fibrose, soit des territoires de métaplasie cartilagineuse. L'ossification de ces derniers se traduit par l'apparition d'un cône d'ombre.
- Les images **hypoéchogènes** peuvent correspondre à diverses lésions :
 - hémorragie ou œdème sur un phénomène inflammatoire aiguë,
 - tissu de granulation avec des territoires de fibroplasie sur une pathologie subaiguë,
 - nécrose intra-tendineuse accompagnant une pathologie chronique ou dégénérative.
- Les images totalement **anéchogènes** indiquent des épanchements liquidiens, hématomes récents ou synovite.
- Les images **mixtes (hétérogènes)**, à la fois hyper et hypoéchogènes sont fréquentes et assez peu spécifiques. Elles apparaissent souvent lors de lésions subaiguës ou chroniques.

1.6. Architecture

L'évaluation de l'architecture de la zone lésionnelle est indissociable de la lecture de l'échogénicité. La trame de l'élément considéré devra ainsi être appréciée.

La trame fibrillaire des tendons et des ligaments rend son image échographique étroitement dépendante de l'incidence des ultrasons. Ces structures doivent être examinées sous tension, car ses fibres relaxées sont ondulées et agissent comme des réflecteurs diffus d'apparence anéchogène.

Sur un membre sain, cette trame est linéaire et régulière : les faisceaux de fibres tendineuses sont parallèles et de densité homogène sur toute l'épaisseur du tendon. Cette architecture est plus fine dans le tendon perforé que dans les autres éléments.

Toute altération ou désorganisation de cette trame signe des modifications des propriétés mécaniques du tendon.

2. Examen dynamique : évaluation fonctionnelle

D'après Denoix (9).

La mobilisation des articulations métacarpo-digitales et interphalangiennes sur le membre levé permet d'apprécier certaines caractéristiques fonctionnelles des tendons et des ligaments.

Au cours de la flexion (de l'extension) du boulet, sur un membre sain, les deux tendons fléchisseurs glissent proximale (distale) à la même vitesse.

La flexion de l'articulation interphalangienne distale provoque un déplacement différentiel des deux tendons fléchisseurs.

Deux critères principaux sont évalués au cours de ce temps de l'examen : l'amplitude des déplacements et la vitesse respective de glissement de chaque formation.

2.1. L'amplitude des déplacements

L'examen dynamique, par l'observation de l'amplitude de déplacement de l'un ou de l'ensemble des éléments, permet d'évaluer les conséquences mécaniques liées à des lésions chroniques ayant entraîné une fibrose de certaines formations.

2.2. La vitesse de glissement

Cet examen permet de contrôler la mécanique de glissement des tendons fléchisseurs l'un par rapport à l'autre, et de mettre en évidence des adhérences, en particulier celles entre le tendon fléchisseur superficiel et la gaine digitale. De plus, le déplacement des tendons les uns par rapport aux autres souligne bien les limites de chaque élément, ce qui est parfois difficile à établir sur des coupes longitudinales lors de l'examen statique. Dans les conditions normales, les tendons fléchisseurs glissent de façon synchrone, dans le même sens et à la même vitesse au cours des mouvements de flexion et d'extension métacarpo-phalangiennes. Seulement une mobilité légèrement plus ample du tendon fléchisseur profond apparaît à la fin de chaque mouvement. Lorsqu'il y a des

adhérences entre le tendon fléchisseur superficiel du doigt et le ligament annulaire palmaire, pendant la majeure partie du mouvement, un glissement différentiel des tendons apparaît : le tendon fléchisseur profond devient beaucoup plus mobile que le tendon fléchisseur superficiel. De plus, un mouvement de cisaillement dans l'épaisseur des différentes couches du ligament annulaire palmaire peut parfois être identifié.

3. Erreurs d'interprétation et artéfacts (8)

3.1. Erreurs d'interprétation

Des formations anatomiques normales sont quelquefois prises pour des lésions : les veines et artères digitales communes palmaires ou métacarpiennes sont parfois prises pour des lésions hypoéchogènes, les membranes synoviales pour des images d'adhérence entre les tendons. Des ombres acoustiques générées par les segments tangentiels des parois vasculaires et les bords des tendons peuvent donner lieu à de mauvaises interprétations.

Parmi les images qui intéressent le TFPD, une ligne hyperéchogène située à la face profonde du tendon dans le creux du paturon peut être prise pour une adhérence alors qu'il s'agit d'un pli de la synoviale digitale. L'architecture particulière, bilobée, du TFPD en arrière du paturon ne doit pas faire suspecter une lésion (hormis si une asymétrie, par exemple, est présente).

3.2. Artéfacts

Un artéfact correspond à une altération de l'image ultrasonore qui ne traduit pas la réelle représentation des structures étudiées.

3.2.1. Images hyperéchogènes

“ Interférence

Cet artéfact peut provenir d'un mauvais réglage de l'appareil ou de parasites créés lors de l'emploi simultané d'autres appareils.

“ Réverbération (échos de répétition)

Il s'agit de l'artéfact le plus courant. Les réverbérations sont dues à un « effet rebond » de l'onde ultrasonore sur une interface très réfléchissante (allers et retours successifs). L'appareil enregistre chaque salve d'échos de retour qui apparaissent à des

niveaux de profondeur régulièrement espacés. Seuls les échos enregistrés lors de la première réflexion sont réels, les autres, plus profonds, sont des artéfacts. Ces lignes hyperéchogènes peuvent masquer une lésion hypoéchogène ou donner l'illusion d'images hyperéchogènes.

Ce phénomène peut exister :

- entre le transducteur et l'interface, quand celle-ci est très réfléchissante (os, gaz) ou quand elle est trop proche de la sonde ;
- entre deux interfaces très réfléchissantes ;
- lorsqu'il existe un défaut de contact entre la sonde (ou le coussinet acoustique), et la peau : une traînée hypoéchogène apparaît alors. Cela peut être le cas notamment sur des coupes longitudinales si le cheval a été traité par des feux en raies.

Les images en miroir se forment lorsque de multiples réverbérations entre interfaces très échogènes retardent le retour des ultrasons au transducteur qui les traduit en formant une image en arrière de l'image réelle.

• **Renforcement postérieur**

Lorsque le faisceau ultrasonore traverse une cavité liquidienne, l'atténuation est très faible ou nulle. A la profondeur de cette formation, l'échogénicité est en conséquence plus forte que dans les structures adjacentes situées à la même profondeur, ce qui donne une impression d'image hyperéchogène localisée.

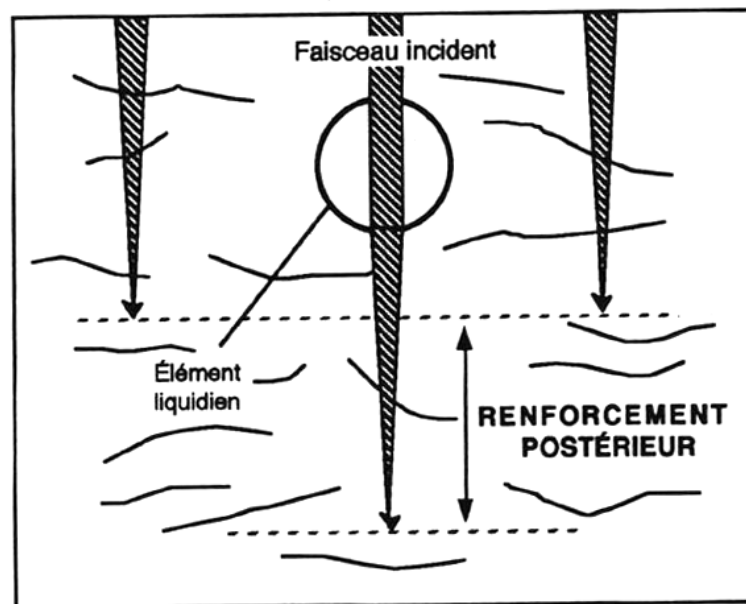


Figure 13 : Origine des artéfacts de renforcement postérieur (1)

3.2.2. Images hypoéchogènes

• **Cônes d'ombre**

Cet artéfact se manifeste par une traînée linéaire ou conique anéchogène qui apparaît à la profondeur d'une réflexion complète (os, gaz, calcul) ou lors de l'atténuation de l'onde sonore dans les zones profondes. Ce signe est utilisé pour faire le diagnostic de lithiase ou de calcification dans les tissus mous.

Le bord de formations sphériques ou circulaires peut entraîner la réflexion ou la réfraction des ondes ultrasonores. Ce phénomène se manifeste sur l'écran par une zone d'ombre profonde s'étendant dans le prolongement de la tangente à la surface de réfraction. Cette image ne doit être confondue avec un calcul, des calcifications ou du gaz.

Les images en queue de comète sont des cônes d'ombre à l'intérieur desquels se forment de multiples réverbérations.

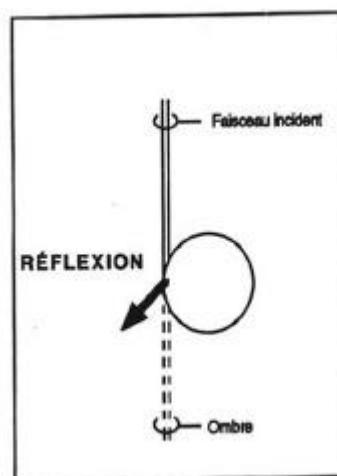


Figure 14 : Origine des artéfacts en cône d'ombre (bord d'un vaisseau par exemple), d'après Allen (1).

• **Mauvaise incidence**

Une mauvaise orientation de la sonde est également à l'origine d'artéfacts. Au cours de l'examen d'un organe, il est important de positionner la sonde de telle façon que le faisceau ultrasonore aborde les interfaces perpendiculairement, afin que le maximum d'échos réfléchis soient enregistrés. Si les échos réfléchis ne sont pas reçus par la sonde, la région explorée apparaît hypoéchogène et les contours des organes deviennent flous.

En particulier lorsqu'une coupe échographique transversale n'est pas réalisée perpendiculairement à l'axe d'un tendon ou d'un ligament, il apparaît des images hypoéchogènes dans l'épaisseur même de cette formation ; ou encore lorsqu'une coupe

longitudinale est effectuée, la surface de la sonde doit être absolument parallèle à l'axe de l'élément examiné, sinon celui-ci apparaît également hypoéchogène.

La connaissance des principaux artefacts est nécessaire pour détecter de manière fiable les images échographiques anormales.

C. Anatomie échographique du TFPD (10) (12) (16)

La connaissance approfondie de la topographie des différentes coupes anatomiques et des images normales correspondantes est un prérequis indispensable à l'examen échographique d'une région donnée. Les images obtenues dépendent étroitement de la technique et des voies d'abord utilisées, une standardisation de l'examen de chaque région anatomique est nécessaire pour identifier toutes les images anormales et éliminer les artefacts éventuels.

Les différentes parties du TFPD dans le doigt peuvent être séparées en 3 régions : la région métacarpo-phalangienne (on choisit d'inclure le boulet dans la région digitale), au sein de laquelle le tendon présente une courbure convexe ; la région du paturon, dans laquelle le tendon est linéaire ; et le pied, dans lequel le tendon présente une courbure convexe jusqu'à son insertion distale. La partie podale du TFPD peut être subdivisée en 4 parties : la partie suprasésamoïdienne (la partie proximale à l'os sésamoïde distal) ; la partie sésamoïdienne, en regard de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal ; la partie subterminale et enfin l'enthèse distale.

L'anatomie des tendons et ligaments varie entre les extrémités proximale et distale du doigt (cf. figure 15).

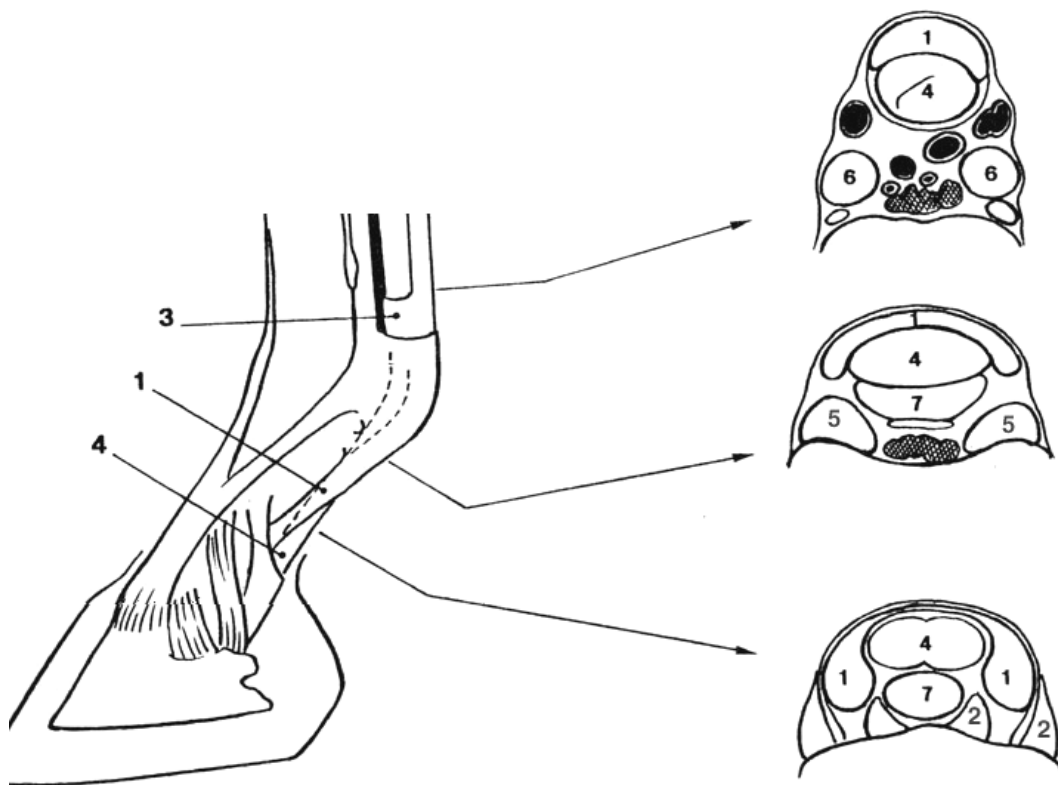


Figure 15 : Anatomie du doigt, coupes transversales schématiques, d'après Denoix (10).
 1 - Tendon fléchisseur superficiel du doigt, 2 - Ligaments palmaires de l'articulation interphalangienne proximale, 3 - Manica flexoria, 4 - Tendon fléchisseur profond du doigt, 5 - Ligaments sésamoïdiens obliques, 6 - Ligament suspenseur du boulet, 7 - Ligament sésamoïdien droit.

1. Région du boulet

Juste proximale au boulet, le TFPD est entouré par l'anneau du perforé ou manica flexoria. Les lésions qui nous intéresseront par la suite siègent dans le doigt, donc du boulet jusqu'au pied (toute la région du membre qui se situe sous la manica flexoria).

En face palmaire du boulet, en regard du scutum proximal (formé des os sésamoïdes proximaux et du ligament palmaire ou intersésamoïdien), le TFPD s'élargit et ses bords s'amincissent.

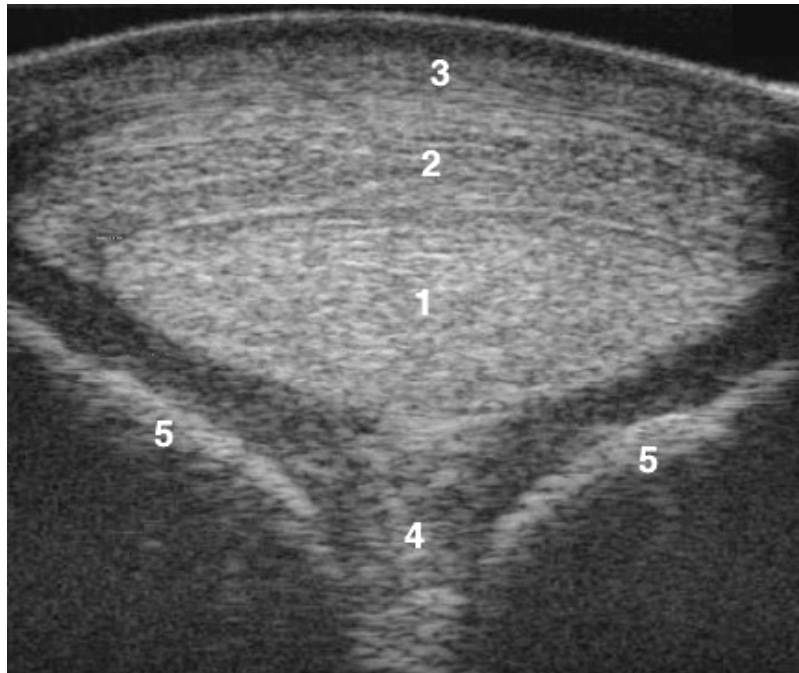


Figure 16 : Coupe échographique transversale de la face palmaire du boulet (image normale). 1 - TFPD, 2 - TFSD, 3 - Ligament annulaire palmaire, 4 - Ligament intersésamoïdien (ou ligament palmaire), 5 - Os sésamoïdes proximaux.

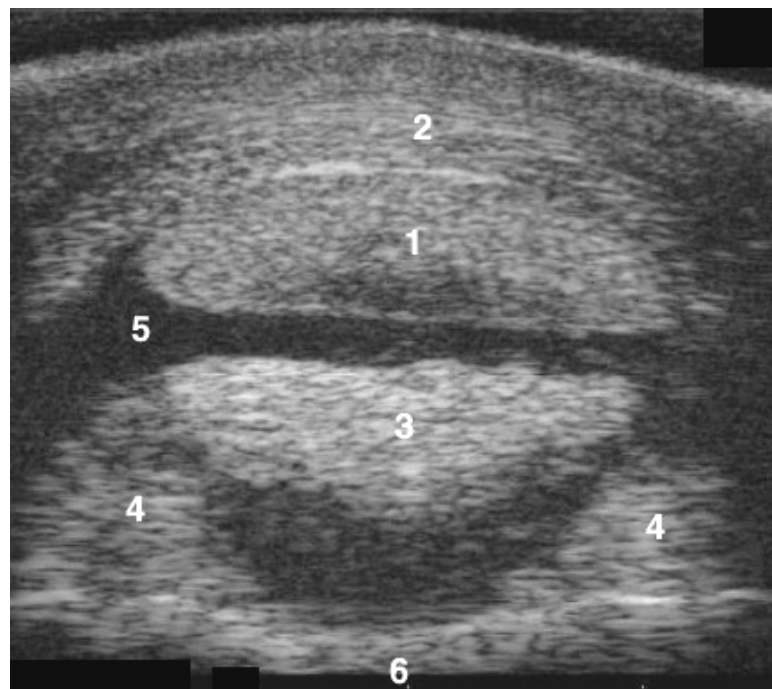


Figure 17 : Coupe échographique transversale en face palmaire juste sous le boulet (image normale, cf. Figure 15). 1 - TFPD, 2 - TFSD, 3 - Ligament sésamoïdien droit, 4 - Ligaments sésamoïdiens obliques, 5 - Liquide synovial de la gaine digitale (en quantité légèrement augmentée sur cette image), 6 - Surface osseuse palmaire et proximale de P1.



Figure 18 : Coupe échographique longitudinale en face palmaire du boulet (image normale).
1 - TFPD, 2 - TFSD, 3 - Ligament intersésamoïdien.

2. Région du paturon

2.1. Architecture et échogénicité

Dans le creux du paturon, la largeur du TFPD diminue. Son architecture est moins fine que celle du tendon perforé et il est légèrement plus échogène que ce dernier. Le TFPD montre une architecture fasciculaire plus grossière que celle des structures adjacentes.

Dans la région du paturon, il présente une partie périphérique très échogène, alors que sa région centrale, composée de deux lobes symétriques, est beaucoup moins échogène. Cette disposition, liée à des modifications de l'orientation des faisceaux de fibres, annonce l'architecture de la terminaison du tendon sur la phalange distale.

2.2. Précisions sur l'écho-anatomie du TFPD dans le paturon

On peut diviser le paturon en plusieurs zones distinctes. Trois de ces zones peuvent être individualisées à la face palmaire de la phalange proximale (P1) : une partie proximale, une partie intermédiaire et une partie distale. Une dernière zone peut être définie dans la région de l'articulation interphalangienne proximale et dans la région proximale de la phalange moyenne (P2).

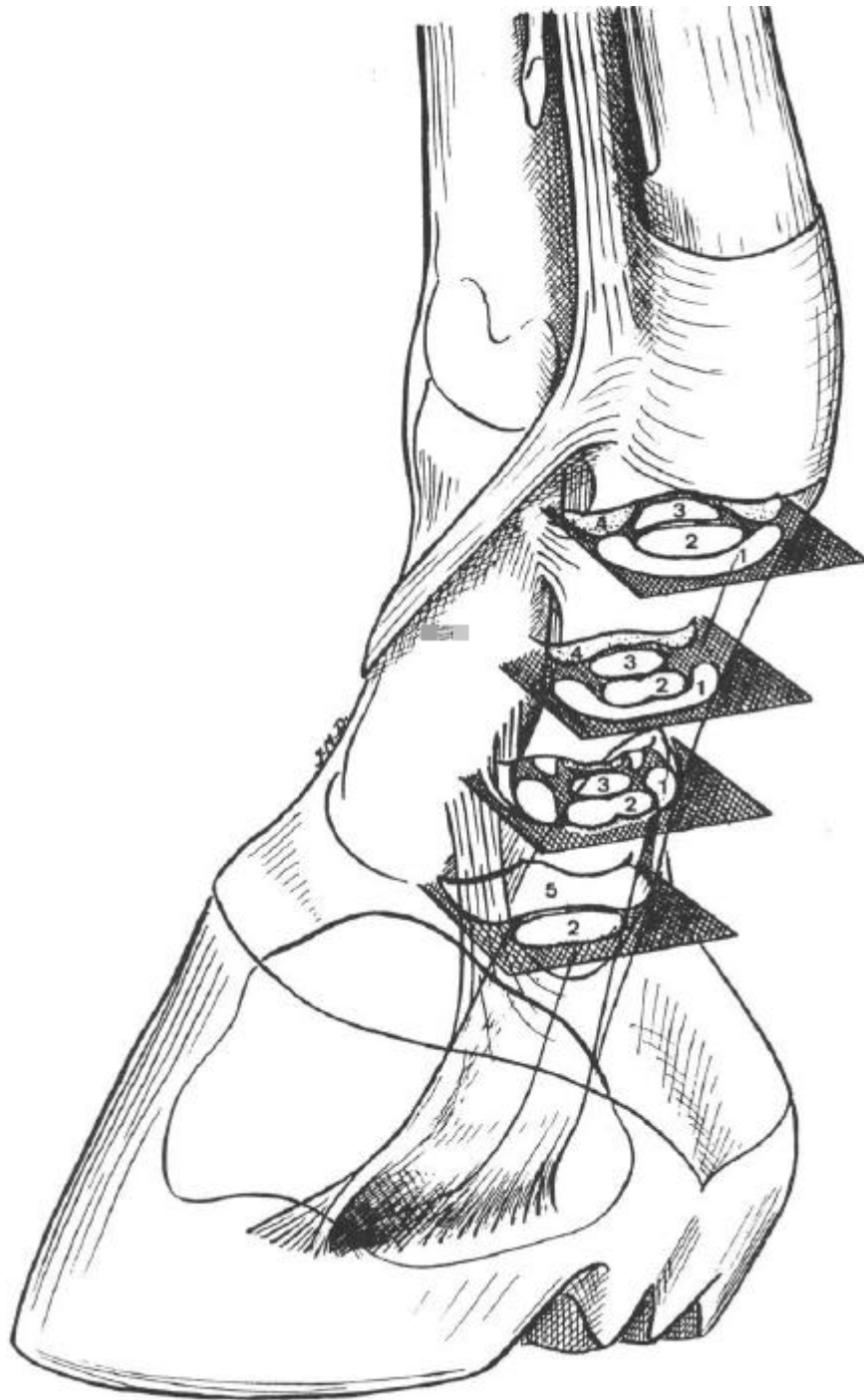


Figure 19 : Coupes échographiques transversales du paturon, d'après Denoix (10). Principaux éléments : 1 - Tendon fléchisseur superficiel du doigt, 2 - Tendon fléchisseur profond du doigt, 3 - Ligament sésamoïdien droit, 4 - Ligaments sésamoïdiens obliques, 5 - Scutum moyen.

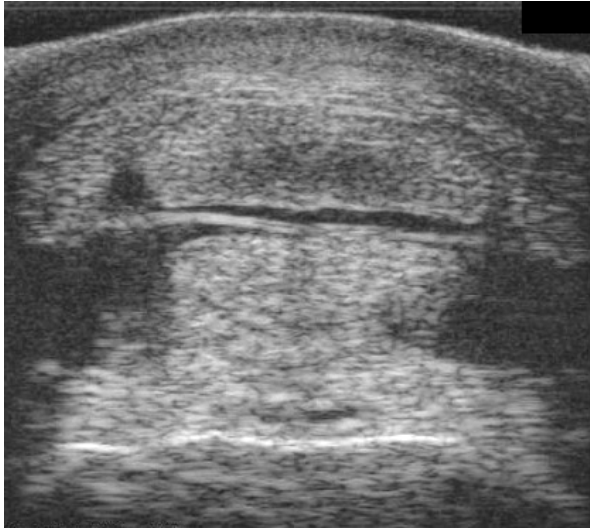


Figure 20 : Coupe échographique transversale normale en regard de la partie proximale de P1 (entre le TFPD et le ligament sésamoïdien droit, voir le pli synovial de la gaine digitale)

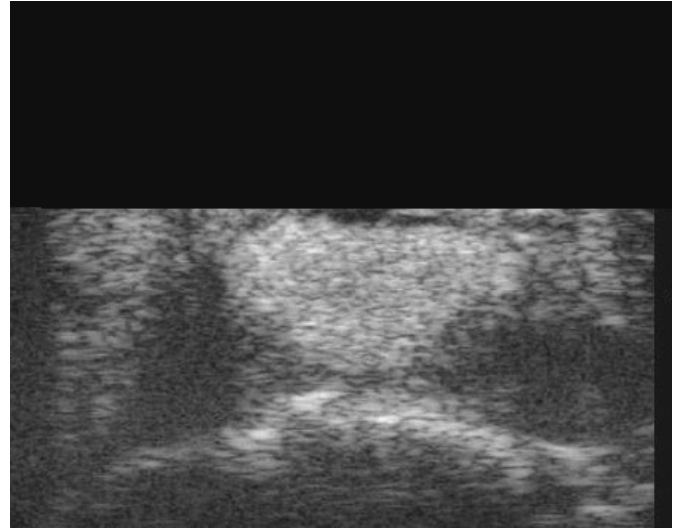


Figure 21 : Coupe échographique transversale normale (réalisée quelques cm distalement par rapport à la figure 20). Le TFPD commence à être divisé en 2 parties symétriques ovales.

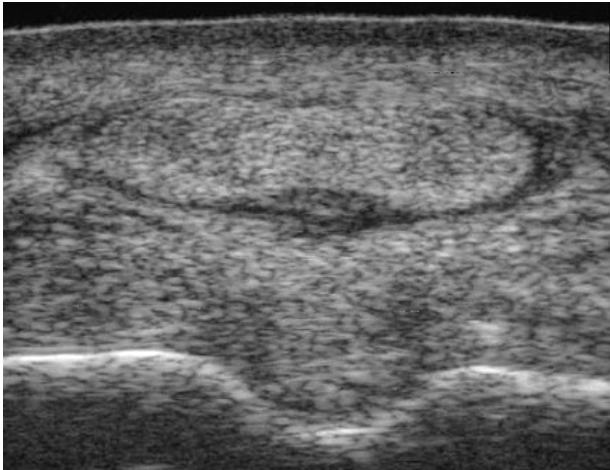


Figure 22 : Coupe échographique transversale normale en regard de la partie proximale de P2 : le scutum moyen, zone d'insertion du TFSD et des ligaments sésamoïdiens obliques et droit.

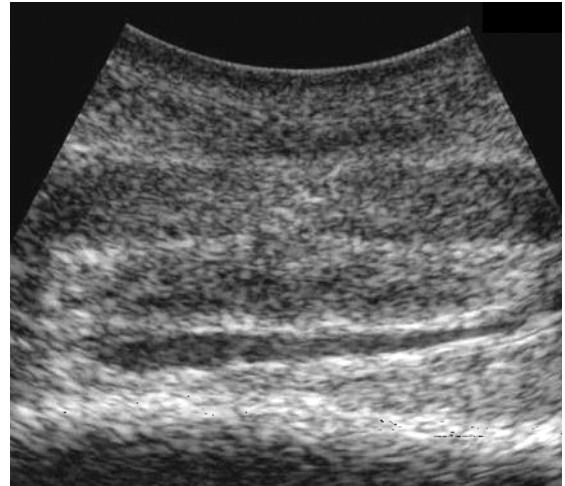


Figure 23 : Coupe échographique transversale normale réalisée dans le creux du paturon (partie du TFPD située dans le pied, en région suprasésamoïdienne).

2.2.1. Partie proximale de P1 (12)

Sur les coupes sagittales, sous le tendon fléchisseur superficiel du doigt (de forme triangulaire), le tendon fléchisseur profond du doigt a une forme ovale sur les coupes transversales et une épaisseur de 6 à 9 mm (de 5 à 10 mm dans une autre étude (16)) dans le plan sagittal. Sur les coupes parasagittales, ses fibres sont orientées obliquement, de la profondeur vers la surface. Ce tendon est séparé des ligaments sésamoïdiens distaux par un espace anéchogène.

Sur les coupes longitudinales comme sur les coupes transversales, le ligament annulaire palmaire, situé sous la peau, est difficilement différenciable du tendon fléchisseur superficiel du doigt.

2.2.2. Partie moyenne de P1

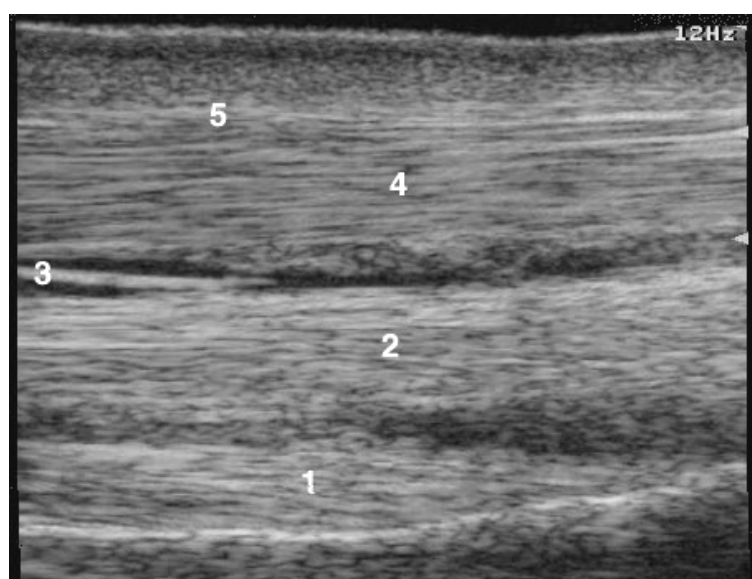
Sur les coupes transversales, le TFPD est divisé en deux parties symétriques ovales. Son épaisseur dorso-palmaire (5 à 6 mm et 5 à 9 mm dans une autre étude (16)) et sa largeur latéro-médiale (10 à 15 mm ou 15 à 23 mm (16)) décroissent distalement. En raison de l'obliquité de ses fibres, les images les plus échogènes ne sont pas obtenues lorsque la sonde est perpendiculaire au tendon mais lorsqu'elle est orientée légèrement obliquement dans une direction disto-dorsale.

2.2.3. Partie distale de P1

Dans cette zone, le TFPD est encore divisé en deux parties symétriques, sa taille augmentant légèrement en direction dorso-palmaire (5 à 7 mm dans cette étude et 6 à 11 mm dans la seconde(16)).et latéro-médiale (10 à 12 mm (12) ici et 18 à 28 mm (16)). Ce tendon est appliqué contre la partie distale du ligament sésamoïdien droit et contre le scutum moyen.

2.2.4. Articulation interphalangienne proximale et partie proximale de P2

Au niveau de la partie proximale de P2, le TFPD est appliqué sur la surface fibro-cartilagineuse du torus palmaire. Distalement, la taille du tendon s'accroît en direction latéro-médiale (25 à 30 mm (12) et 23 à 32 mm(16)) et dans le plan sagittal (6 à 9 mm (12)et 7 à 12 mm (16)), mais seule la partie fibreuse palmaire est échogène, la partie dorsale, fibrocartilagineuse est très faiblement échogène (cf. 2.3.3. Présentation de l'anatomie échographique du TFPD dans le pied).



2.2.5. Formations annexes

- A la face palmaire du paturon, en regard de la partie moyenne de P1, la gaine digitale formée du ligament annulaire digital proximal est très fine et adhère au tendon perforé si bien qu'il est difficile d'individualiser ces deux éléments sur des individus sains. La reconnaissance de chacun d'eux devient beaucoup plus aisée dans des circonstances pathologiques telles que les ténosynovites de la synoviale digitale ou les affections aiguës ou chroniques de ces formations.

En regard de la partie moyenne de P1, dorsalement au TFPD se trouve un mince pli membraneux de la synoviale digitale. Ce pli synovial ne doit pas être confondu avec une adhérence entre le TFPD et le ligament sésamoïdien droit (16).

En regard de la partie distale de P1, la membrane synoviale est séparée de la peau par un très fin fascia digital palmaire. Cette membrane est aussi séparée du TFPD par une petite quantité de liquide synovial anéchogène, qui disparaît quand on applique une pression sur la sonde.

Distalement, le TFPD est séparé de la peau par un fin ligament annulaire digital distal, qui est difficilement imagé. La membrane synoviale est plus épaisse sagittalement et adhère à la surface palmaire du TFPD.

La synoviale digitale qui lubrifie le passage des tendons fléchisseurs est étendue depuis le tiers distal du métacarpe jusqu'au creux du paturon. C'est sur toute cette hauteur qu'un manchon anéchogène se développe autour des tendons en cas de distension (molettes tendineuses).

- Le scutum proximal, dont la face palmaire sert d'appui et de surface de glissement au TFPD, est formé par les os sésamoïdes proximaux et le ligament palmaire ou intersésamoïdien. Ce dernier forme une vaste coulisse de glissement concave sur les coupes transversales et convexe sur les coupes sagittales.

- Le scutum moyen est inséré sur le revers proximo-palmar de la phalange moyenne et reçoit les attaches terminales du TFSD et des ligaments sésamoïdiens distaux (plan superficiel). Cette disposition est révélée par les coupes transversales et sagittales du paturon.

2.3. Région du pied (5)

2.3.1. Particularité de l'échographie du TFPD dans le pied

Le TFPD fait partie des tissus mous du pied, considérés difficiles à évaluer par échographie à cause de la paroi du pied. La tendinite du TFPD dans le pied ne peut pas être explorée par la radiographie, puisque aucun signe radiographique n'est présent lors de lésion tendineuse, sauf lors d'enthésopathie ou de minéralisation du tendon.

L'exploration de l'appareil podotrochléaire, dont fait partie le TFPD (ainsi que l'os sésamoïde distal, la bourse podotrochléaire, le ligament sésamoïdien collatéral, le ligament sésamoïdien distal impair, le ligament annulaire digital distal), a d'abord été réalisée en utilisant un abord de la partie palmaire du pied par l'extrémité distale du paturon. Cependant, avec cette technique, seul la partie proximale de l'appareil podotrochléaire peut être évaluée. En particulier pour ce qui nous concerne, l'insertion distale du TFPD ne pouvait pas être imagée par cet abord. Plus récemment, il a été montré que l'on peut utiliser un abord transfurcal pour imager la partie distale du TFPD. En combinant les deux abords, par la partie distale du creux du paturon et par la fourchette, il est donc possible d'imager la partie du TFPD située dans le pied. La région qui peut être examinée par voie transfurcale varie selon la conformation du pied : elle est plus large (environ 2-4 cm) avec un pied plat et une fourchette large et elle est plus réduite sur des pieds avec une fourchette étroite (environ 1-2 cm de largeur).

2.3.2. Présentation de l'anatomie échographique du TFPD dans le pied.

Sur une image échographique en vue longitudinale, en face palmaire de l'os compact de l'os sésamoïde distal (qui apparaît comme une ligne hyperéchogène), le bord dorsal du TFPD apparaît faiblement échogène, de la même manière que le fibrocartilage de l'os sésamoïde distal et la bourse podotrochléaire. Les limites (notamment la limite palmaire du TFPD, sur laquelle est étroitement appliqué le ligament annulaire digital distal) de ces trois structures sont difficiles à identifier, ainsi que ces structures les unes par rapport aux autres.

En fait, dans la région du scutum distal, la face dorsale du TFPD est fibrocartilagineuse et apparaît hypoéchogène. Distalement à l'os sésamoïde distal, le TFPD devient entièrement fibreux. Cependant, à cause de l'orientation relative des fibres du TFPD et de la sonde échographique, la partie fibreuse du TFPD apparaît hypoéchogène sur

presque toute sa longueur. C'est seulement lorsque la sonde est perpendiculaire à ses fibres que le tendon apparaît échogène, et que les interfaces entre le coussinet digital, le ligament annulaire digital distal et le tendon sont visibles.

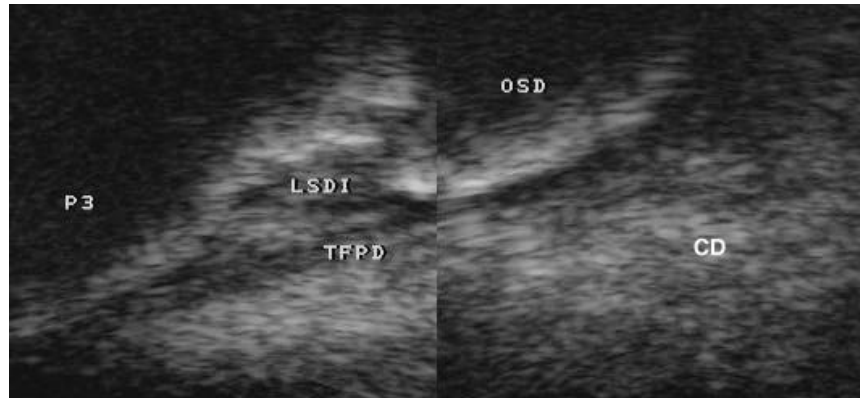


Figure 27 : Coupe échographique transfurcale longitudinale (image normale) en regard de l'os sésamoïde distal et de l'insertion distale du TFPD (LSDI : ligament sésamoïdien distal impair, CD : coussinet digital). La partie dorsale fibrocartilagineuse du TFPD en arrière de l'OSD apparaît hypoéchogène ; l'orientation des fibres du tendon à son insertion distale fait que celui-ci apparaît hypoéchogène dans cette zone.

La portion la plus profonde du coussinet digital, située entre le TFPD et la fourchette, est la structure la plus superficielle sur les images échographiques et possède une structure homogène d'échogénicité moyenne.

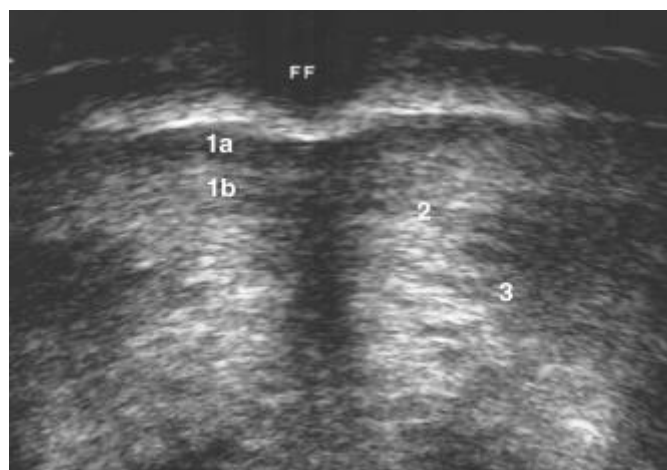


Figure 28 : Coupe échographique transversale à travers la fourchette en regard de la facies flexoria (FF) de l'os sésamoïde distal. 1a – Partie fibrocartilagineuse du TFPD, 1b - Partie fibreuse du TFPD, 2 - Ligament annulaire digital distal, 3 - Coussinet digital (pars cunealis).

Sur une coupe transversale en regard de l'os sésamoïde distal (OSD), si la bourse podotrochléaire n'est pas distendue, le fibrocartilage de l'os sésamoïde distal, la bourse podotrochléaire et la portion fibrocartilagineuse du TFPD sont difficile à différencier et forment un anneau hypoéchogène à anéchoène qui recouvre la face palmaire de l'os compact de l'OSD. La limite palmaire du fibrocartilage recouvrant cet os compact est visible sous la forme d'une ligne échogène seulement lorsque la sonde est parfaitement perpendiculaire à sa surface et quand une petite quantité de liquide est présente dans la bourse podotrochléaire.

La partie fibreuse du TFPD a une épaisseur de 4 à 6 mm, et apparaît plus échogène que le coussinet digital situé en face palmaire. Le ligament annulaire digital distal ne peut être différencié de la partie palmaire du TFPD.

Des vues transversales de la face palmaire de la phalange distale peuvent être réalisées en regard du ligament sésamoïdien distal impair et en regard de l'insertion distale du TFPD. La ligne hyperéchogène qui représente la surface osseuse palmaire de la phalange distale se situe sur la partie la plus profonde de l'image. Le ligament sésamoïdien distal impair occupe l'espace entre la phalange distale et le TFPD. Ce ligament possède une échogénicité similaire à celle du TFPD voire légèrement inférieure. Une fine ligne hypoéchogène représentant la bourse podotrochléaire se situe sur ces vues entre le ligament et le tendon. Sur les images obtenues en regard de la zone d'insertion distale du TFPD, celui-ci est en contact direct avec la phalange distale et le ligament sésamoïdien distal impair n'est plus visible.

D. Images échographiques des lésions du TFPD

D'après Denoix et Azevedo (15).

1. Introduction

L'examen échographique des tendons des régions distales des membres chez le cheval s'est révélé d'un grand intérêt sous l'angle diagnostique, pronostique et même thérapeutique. Parmi les lésions les moins fréquentes et les plus difficiles à objectiver cliniquement, figurent celles du TFPD et l'échographie semble démontrer qu'elles sont souvent sous-estimées. L'échographie permet de préciser la position et l'étendue de la lésion et de suivre l'évolution de cette dernière.

Les atteintes les plus fréquentes du TFPD sont associées à des lésions du ligament accessoire de ce tendon (ou bride carpienne). Les lésions isolées du TFPD sont rares, mais elles peuvent prendre des formes très variables.

Sur 484 examens échographiques réalisés en 30 mois (13), une lésion du TFPD a été identifiée dans 23 cas (4,26 % du total des lésions).

2. Répartition des lésions du TFPD identifiées dans chaque discipline

ACTIVITE	PLAT	STEEPLE	TROT	CSO	CCE	ENDURANCE	AUTRES
Répartition des chevaux	30	71	120	90	14	9	54
Nbre total de lésions tendineuses	48	95	168	122	15	12	80
Nbre des lésions du TFPD	1	5	4	5	0	0	8
Fréquence des lésions du TFPD selon la discipline	3,3 %	7,0 %	3,3 %	5,6 %	0 %	0 %	14,8 %
Fréquence de lésions du TFPD relative aux autres lésions	2,1 %	5,3 %	2,4 %	4,1 %	0 %	0 %	10 %

Tableau 1 : Répartition des lésions du TFPD identifiées dans chaque discipline, d'après Denoix et Azevedo (15).

Le steeple-chase et le CSO sont d'après ce tableau les deux disciplines qui exposent le plus les chevaux aux lésions du TFPD.

3. Répartition des lésions tendineuses digitales identifiées dans chaque discipline chez les chevaux présentés au CIRALE sur 28 mois

Dans notre étude, seule la région digitale est étudiée : sur 48 chevaux présentant une lésion de l'un ou l'autre des tendons fléchisseurs dans le doigt (atteinte du tendon fléchisseur profond ou du tendon fléchisseur superficiel du doigt) parmi 1904 chevaux examinés en 28 mois au CIRALE (période pendant laquelle les chevaux de cette étude ont été présentés au centre), 40 présentent une tendinite digitale du fléchisseur profond, et

seulement 8 présentent une atteinte du fléchisseur superficiel (la majorité des lésions du TFSD se situent en regard du métacarpe).

ACTIVITE	PLAT	STEEPLE	TROT	CSO	CCE	ENDURANCE	AUTRES
Répartition des chevaux	141	16	499	718	66	11	453
Nbre total de chevaux ayant un tendon fléchisseur lésé dans le doigt	0	0	7	36	3	0	2
Nbre de chevaux ayant une lésion digitale du TFPD	0	0	3	34	2	0	1
Fréquence des lésions digitales du TFPD selon la discipline	0 %	0 %	0,6 %	4,7 %	3 %	0 %	0,3 %
Fréquence de lésions digitales du TFPD comparé aux lésions digitales du TFSD	0 %	0 %	43 %	94 %	67 %	0 %	50 %

Tableau 2 : Répartition des lésions tendineuses digitales identifiées dans chaque discipline chez les chevaux présentés au CIRALE sur 28 mois.

On remarque que la tendinite digitale du TFPD atteint davantage les chevaux de CSO et de CCE comparé aux autres disciplines. Chez les chevaux de CSO, c'est le tendon fléchisseur profond qui est le plus souvent atteint des deux fléchisseurs (dans le doigt). En concours complet, sur 3 chevaux (sur 66 examinés) ayant une tendinite digitale d'un fléchisseur, 2 d'entre eux ont une tendinite du fléchisseur profond. Chez les trotteurs, l'incidence de la tendinite digitale du TFPD est inférieure à celle du TFSD (43 %). Dans les autres disciplines regroupées, l'atteinte du fléchisseur superficiel est comparable à celle du fléchisseur profond dans le doigt.

4. Topographie (15)

Une grande variété de lésions peuvent être retrouvées dans le tendon FPD. Les premières correspondent à des lésions très localisées dans un segment des corps tendineux ; les autres sont représentées par des lésions étendues sur la quasi totalité des rayons métacarpo-phalangiens.

4.1. Lésions focales

- ◆ Les plus fréquentes sont les lésions situées dans la moitié distale du métacarpe et qui sont associées à des desmites du ligament accessoire. Elles ont généralement une topographie dorsale, c'est à dire profonde.
- ◆ D'autres lésions du TFPD peuvent être associées à des strictions de la manica flexoria. Ces sténoses sont souvent consécutives à des épaissements chroniques de cette formation. Elles entraînent soit une réduction locale du diamètre du TFPD, soit encore des lésions intratendineuses hypoéchogènes.
- ◆ Dans certains cas, des images d'échogénicité anormale sont rencontrées en regard du scutum proximal et dans la partie dorsale du tendon. Ces lésions correspondent probablement à des troubles mécaniques liés à l'appui du tendon sur les os sésamoïdes proximaux. Elles ne doivent pas être confondues avec des territoires hypoéchogènes produits par une orientation inadéquate de la sonde sur cette région dans laquelle des fibres tendineuses effectuent une inflexion dans l'épaisseur de ce tendon.
- ◆ Un autre type de lésion peut être rencontré au niveau phalangien et podal, et son identification nécessite l'examen échographique du paturon et du pied.

Parmi les lésions focales, les deux derniers types de lésions décrites ci-dessus nous concerneront ici.

4.2. Lésions étendues

- ◆ Lésions extensives pouvant impliquer la quasi totalité du métacarpe et du rayon phalangien. La rupture complète du TFPD fournit des images hypoéchogènes sur toute la longueur du tendon en raison du défaut d'alignement des faisceaux de fibres lié à l'absence de tension. Ces ruptures surviennent parfois très distalement dans le paturon ; elles sont alors souvent des complications des troubles trophiques secondaires aux opérations de névrectomie.

- ◆ Des lésions du TFPD peuvent être identifiées dans le métacarpe et en région phalangienne sans atteindre la partie intermédiaire de ce tendon en arrière du scutum proximal.
- ◆ Second type de lésion étendue, beaucoup plus rare, se manifestant par des images hypoéchogènes linéaires étendues dans la moitié proximale du métacarpe (et éventuellement dans la partie distale). Ces images peuvent correspondre à un défaut de densité des fibres tendineuses lié soit à des lésions anciennes, soit à un manque de sollicitations mécaniques du tendon.

5. Signes échographiques (15)

5.1. Taille

La taille des lésions du TFPD est donc très variable. Les lésions situées en regard du boulet et dans le rayon phalangien (donc celles qui nous concernent ici, puisque nous avons « inclus » le boulet dans le doigt) sont généralement très focalisées. Les lésions métacarpiennes sont souvent étendues, d'autant plus qu'elles prolongent généralement des lésions de la bride carpienne. En cas de rupture du tendon, des anomalies échographiques sont retrouvées pratiquement sur toute la longueur du rayon métacarpo-phalangien en raison du défaut de tension sur les faisceaux de fibres.

Une augmentation de taille du tendon FPD, modérée par rapport aux lésions du FSD, se traduit principalement par une modification de forme du tendon (étude anatomo....)

5.2. Forme

Un arrondissement du tendon en région métacarpienne distale doit faire suspecter des modifications lésionnelles centrales.

Des **asymétries** du TFPD doivent être recherchées au **niveau phalangien** car elles permettent d'identifier des lésions dicrètes.

5.3. Architecture

Comme pour celles des autres formations tendineuses, les lésions du TFPD peuvent présenter divers degré d'échogénicité. Certaines lésions sont anéchogènes. Elles correspondent à des atteintes récentes (œdème, hémorragie) ou des territoires de

fibroplasie. D'autres sont hypoéchogènes ou présentent des territoires d'échogénicité variable ; elles traduisent des atteintes subaiguës ou anciennes.

Le caractère le plus remarquable des lésions de TFPD est la propension à présenter des **images hyperéchogènes**. Celles-ci peuvent apparaître autant en région phalangienne qu'en région métacarpienne ; elles sont souvent diffusent (hyperéchos linéaires) ou multiples (hyperéchos ponctuels), avec la présence d'un cône d'ombre, et représentent des territoires de **métaplasie cartilagineuse ou osseuse**.

5.4. Correspondance entre les images échographiques et les lésions mises en évidence lors de l'étude anatomo-pathologique, d'après Denoix et coll. (19).

Les images hypoéchogènes diffuses dans le TFPD représentent des infiltrations hémorragiques à l'examen macroscopique. Celles plus localisées correspondent à des territoires présentant une cellularité importante (aspect de fibroplasie à l'examen histologique).

Les images hyperéchogènes mises en évidence dans le TFPD sur un membre, en regard de la partie distale du métacarpe et du doigt, étaient liées à des noyaux d'ossification dont certains étaient très volumineux. Sur ce membre, des adhérences étendues avec le scutum proximal et la paroi palmaire de la gaine digitale s'étaient développées. Dans le pli du paturon, les images hyperéchogènes rencontrées correspondaient à des territoires de métaplasie cartilagineuse.

Tableau 3 : Caractères anatomo-pathologiques et échogénicité des tissus rencontrés dans les tendons et ligaments, d'après Denoix et coll. (19).

Lésion	Echogénicité	Valeur mécanique supposée
1. Epanchement liquidien (synovie, sang)	Anéchogène	Nulle
2. Tissu turgescent d'apparence nécrotique	Anéchogène	Très faible
3. Tissu de type angiomateux	Anéchogène	Nulle
4. Tissu œdémateux, infiltré	Hypoéchogène	Très faible
5. Tissu très cellulaire (fibroplasie)	Hypoéchogène	Faible à moyenne
6. Tissu fibreux, hypertrophique d'apparence lamellaire (gaines, fascias)	Hypoéchogène à isoéchogène	Médiocre
7. Tendon normal	Isoéchogène FSD≠FPD≠BC≠LSB	Normale
8. Métaplasie cartilagineuse, tissu gélatineux, blanchâtre	Hyperéchogène	Défaut d'élasticité
9. Fibrose	Hyperéchogène	Défaut d'élasticité
10. Ossification	Hyperéchogène	Inextensible

FSD : tendon fléchisseur superficiel du doigt

FPD : tendon fléchisseur profond du doigt

BC : bride carpienne (ou ligament accessoire du tendon fléchisseur profond du doigt)

LSB : ligament suspenseur du boulet (ou muscle interosseux III)

N.B. : • L'échogénicité telle qu'elle est vue sur l'écran varie selon l'orientation de la sonde, ce qui peut entraîner des confusions de classement. Dans tous les cas c'est l'échogénicité maximale qui a été prise en compte.

• Il est évident que dans la même formation anatomique on peut retrouver plusieurs tissus lésionnels de caractères histologiques différents, ce qui donne une apparence hétérogène à l'image échographique.

5.5. Examen dynamique

L'identification de signes échographiques anormaux dans le TFPD doit conduire à la réalisation d'un examen dynamique. Celui-ci s'effectue en fléchissant le carpe et en réalisant une coupe échographique sagittale au-dessus ou en regard des os sésamoïdes proximaux pendant que les articulations du doigt sont alternativement fléchies et étendues.

Cet examen permet d'étudier la mobilité des tendons fléchisseurs entre eux et par rapport au ligament annulaire palmaire. Dans les conditions normales, les deux tendons fléchisseurs glissent ensemble au cours du mouvement de flexion-extension ; ce n'est qu'à la fin de chacun de ces mouvements qu'un asynchronisme entre ces deux tendons apparaît. C'est dans cette phase du mouvement qu'on peut mettre en évidence d'éventuels défaut

d'indépendance fonctionnelle entre des deux formations, en particulier au niveau de la manica flexoria. La cause la plus fréquente d'asynchronisme entre les tendons fléchisseurs correspond à des lésions chroniques intéressant l'interface entre le TFSD et la gaine digitale.

5.6. Associations lésionnelles

Les éléments mentionnés précédemment soulignent la fréquence des lésions associées aux atteintes du TFPD. En ce qui concerne la tendinite digitale du fléchisseur profond du doigt, les plus souvent rencontrées sont les ténosynovites digitales (pour les atteintes plus proximales du TFPD, les desmites de la bride carpienne et les épaissements de la manica flexoria sont les lésions associées les plus souvent rencontrées).

Sous l'angle statique, des ruptures ou des allongements du tendon FPD entraînent un défaut de suspension du boulet. La rupture totale de ce tendon peut se manifester par une hyper-extension interphalangienne distale à l'appui, de telle sorte que le pied repose sur les talons et que la pince, relevée, n'est plus au contact du sol.

Les fibroses avec rétraction du TFPD (associées éventuellement à celles de la bride carpienne) entraînent un défaut de descente du boulet à l'appui et éventuellement une subluxation dorsale de l'articulation interphalangienne distale.

6. Evolution (15)

L'évolution des images échographiques semble très lente dans le TFPD. Même en début d'évolution, certaines images hypoéchogènes étudiées au cours d'exams successifs, espacés de plusieurs mois, ne diffèrent pas significativement. Les images hyperéchogènes sont interprétées comme le reflet de lésions chroniques. Celles-ci ont en effet tendance à évoluer vers la métan 2s. Cel70o0du nesse lu dm352me eoseurse,ce qui cmoiffie mes plropri351tésmétcaiques ies ru351tgons asfetcées

c7. Poniosicu(15)

Les modifications architecturales du tendon sont importantes à considérer ; les images hyperéchogènes (calcification ou métaplasie osseuse) influencent défavorablement le pronostic fonctionnel, en raison des modifications des propriétés mécaniques (perte de l'élasticité) du tendon.

Le défaut de suspension du boulet (aplomb bas-jointé) constitue un facteur défavorable à la tolérance fonctionnelle des tendinites du FPD.

SECONDE PARTIE : ANIMAUX, MATERIEL ET METHODE

Le but de cette étude est d'étudier des cas cliniques de chevaux atteints de tendinite du perforant dans la région digitale.

Dans cette partie, nous exposons d'abord les critères d'entrée des chevaux dans l'étude puis les informations exploitées dans leurs dossiers médicaux. Des informations sur l'évolution sportive et médicale des chevaux ont été recueillies auprès des vétérinaires et des propriétaires : deux questionnaires ont été élaborés. Le premier est destiné aux vétérinaires ayant référé les chevaux au centre (Annexe 1) afin de collecter les données rétrospectives concernant leur évolution sportive et médicale. Un second questionnaire (Annexe 3), également envoyé au vétérinaire traitant, est destiné au propriétaire du cheval. Si le vétérinaire ne dispose pas de toutes les informations concernant l'évolution du cheval, il peut ainsi faire parvenir ce second questionnaire au propriétaire du cheval. Une lettre (Annexes 2 et 4) accompagne ces questionnaires qui présente l'étude et spécifie que cette étude est strictement confidentielle et que ses résultats sont présentés de façon anonyme.

Les critères retenus pour décrire l'évolution des chevaux sont ensuite présentés. L'équipement qui a été nécessaire pour parvenir au diagnostic est alors décrit. Les procédures générales d'examen et le protocole suivi lors de la réalisation des examens complémentaires sont exposés à la fin de cette partie.

A partir des informations fournies sur la localisation préférentielle des lésions, leur apparence échographique, leur expression clinique et sur le pronostic sportif des chevaux atteints, l'objectif de cette étude est de mieux cerner cette entité pathologique de tendinopathie digitale du fléchisseur profond du doigt et de mieux gérer la conduite à tenir pour un cheval atteint.

I - Matériel

A. Les chevaux

1. Les chevaux entrant dans l'étude

Cette étude rétrospective concerne 39 chevaux présentés en consultation pour un examen locomoteur au CIRALE sur une période de 28 mois (entre le 02/12/1999 et le

06/03/2002). Ces chevaux ont été examinés pour leur plus grand nombre par le Professeur Denoix, trois d'entre eux ont été examinés par Dr. Tapprest et trois autres par Dr. Riccio. Tous les chevaux présentés au CIRALE ayant été référés par un praticien, ils ont tous été examinés par un ou plusieurs vétérinaires avant leur examen au centre, ce qui explique que la plupart des troubles sont assez anciens lors de la consultation.

Les chevaux retenus pour cette étude rétrospective sont ceux qui présentaient une tendinopathie du fléchisseur profond du doigt située dans la région digitale. Les chevaux présentant une lésion en regard du boulet ont été inclus dans cette étude. Ont été exclus de cette étude les chevaux présentant des lésions très discrètes de tendinite du fléchisseur profond, et dont les troubles locomoteurs sont liés à une autre lésion ostéoarticulaire, tendineuse ou ligamentaire qui elle figure dans le bilan fonctionnel et lésionnel (qui doit faire ressortir dans le compte rendu de l'examen la (ou les) pathologie(s) locomotrice(s) diagnostiquée(s) à l'origine des troubles exprimés par le cheval le jour de la consultation).

2. Les dossiers des chevaux

Cette étude rétrospective a été élaborée à l'aide du dossier médical de chaque animal. Ce dossier comprend l'anamnèse de la boiterie, l'examen clinique complet (examen physique, l'examen dynamique et tests de flexion, anesthésies s'il y a lieu), le compte rendu échographique et radiographique, le bilan fonctionnel et lésionnel, résumant le trouble locomoteur et les principales lésions mises en cause, le pronostic et la conduite à tenir. Cette dernière partie est divisée en trois parties : les suggestions thérapeutiques destinées au vétérinaire traitant, les suggestions à transmettre au maréchal-ferrant et les conseils d'utilisation (de gestion d'activité) à transmettre au propriétaire.

3. Questionnaires réponses (Annexes 1 et 3)

Les critères retenus pour décrire le devenir des chevaux après leur examen au centre ont porté :

- sur les traitements effectués (médicaux, chirurgicaux, orthopédiques, autres),
- sur l'effet de ces traitements sur la locomotion du cheval,
- sur l'évolution de l'activité du cheval (reprise de compétition, de l'entraînement, s'il a été dirigé vers une autre discipline, vers une activité de loisirs, de reproduction, enfin si le cheval a été réformé),
- sur le nombre de semaines de repos, de pas, de trotting, de pré-entraînement,

- dans le cas d'une reprise de la compétition, sur le niveau de compétition avant et après la survenue de la tendinite,
- sur l'éventuelle survenue d'une récurrence ou d'autres problèmes de locomotion.

B. L'équipement

1. Matériel échographique

1.1. L'échographe

Les examens échographiques du tendon fléchisseur profond du doigt ont été réalisés avec un appareil non portable Aloka SSD 5500 Pro Sound. L'échographe se compose d'une console utilisée par un assistant afin de traiter les images échographiques visualisables sur un écran. Cet appareil dispose de nombreuses fonctions de réglage et de traitement de l'image, parmi lesquelles :

- ◆ un réglage de la taille et de la position de l'image, important pour l'examen précis d'une profondeur donnée et pour limiter les artéfacts de réverbération.
- ◆ un réglage du gain général et du gain à chaque profondeur.
- ◆ un focus simple ou multiple permettant d'optimiser la résolution du faisceau d'ultrasons sur la région examinée.
- ◆ une fonction « double-image » qui permet de comparer deux coupes identiques sur chacun des deux membres homologues, d'afficher l'image d'une lésion en coupe sagittale et transversale (ce qui est nécessaire avant d'affirmer la présence d'une lésion échographique), ou encore de reconstituer une coupe dont la taille excède celle de la sonde.
- ◆ une fonction d'inversion de l'image.
- ◆ la possibilité de tracer des caractères, signes et traits continus sur l'image gelée.
- ◆ une fonction de mesure des distances, des périmètres et des surfaces.

1.2. Les sondes

Les échographies de la région du boulet et de la partie proximale du paturon ont été réalisées avec une sonde linéaire en T d'une longueur de 5 cm. Par rapport à une sonde sectorielle, elle évite la déformation des images sur les bords du plan de coupe, permet une meilleure visualisation des structures anatomiques en coupe longitudinale et des structures superficielles plates ou convexes en coupe transversale. La fréquence utilisée, 7,5 MHz, est

un bon compromis entre une excellente résolution et une profondeur d'image limitée mais suffisante pour l'examen des structures anatomiques superficielles de l'appareil locomoteur.

L'imagerie du TFPD dans le pied a pu être réalisée, en ce qui concerne l'abord par le creux du paturon (dans sa partie la plus distale), avec une sonde linéaire microconvexe de fréquence modulable de 5 à 10 MHz. La fréquence en général utilisée est 7,5 MHz. Ces sondes convexes sont utiles pour cette région de part leur forme, qui épouse celle du creux du paturon.

L'abord transfurcal est réalisé soit avec la sonde micro-convexe, soit, le plus souvent, avec une sonde convexe plus grande (de fréquence modulable de 3,5 à 6,5 MHz), permettant d'imager une zone plus étendue. Les fréquences utilisées sont 7,5 et 5 MHz. La taille de la fourchette détermine la taille de la fenêtre acoustique, c'est pourquoi on utilise une sonde convexe dont le format permet d'avoir une large zone imagée à partir d'une petite zone de contact. Les sondes linéaires planes sont meilleures pour l'examen de structures tendineuses (ou ligamentaires) mais leur utilisation pour examiner la partie distale du TFPD est rendue difficile par la forme de la fourchette. Avec une sonde convexe, l'échogénicité de structures linéaires tendineuses n'est pas homogène à cause de la divergence du faisceau. L'interprétation de l'échogénicité du TFPD est possible seulement lorsque le faisceau d'ultrasons est perpendiculaire aux fibres tendineuses (4).

1.3. Matériel d'interposition

Un coussinet synthétique souple (« pad »), d'une épaisseur de un à 2 cm, est adapté sur la sonde linéaire. Conducteur des ultrasons, il augmente la surface de contact entre la sonde et les structures examinées, en particulier en coupe transversale. Il évite également la perte d'information dans les premiers millimètres de l'image et améliore la représentation des structures superficielles en amenant la région superficielle examinée dans la zone de focalisation optimale de la sonde.

Un coussinet synthétique a été utilisé pour l'examen de la face palmaire du boulet et du paturon. Celui-ci n'a pas été employé pour la réalisation des images par le creux du paturon ou par abord transfurcal.

1.4. Sauvegarde et impression de l'image

Les coupes échographiques les plus significatives sont gelées et enregistrées à l'aide d'un magnétoscope numérique PANASONIC® NV-DV 10 000. Il est possible d'enregistrer l'image réalisée en temps réel sur un disque amovible JAZ (IOMEGA®). Les images sont ensuite archivées pour permettre le suivi échographique du patient ou servir de base à des travaux de recherche.

Des images peuvent être imprimées (imprimante vidéo couleur SONY® UP-2100 P) pendant la réalisation de l'examen, qui seront incluses dans le dossier du cheval. Les images les plus significatives seront envoyées au vétérinaire référant.

2. Autres appareils

2.1. Matériel radiographique

Les clichés radiographiques ont été réalisés au CIRALE avec un appareil fixe composé de :

- un générateur triphasé SIEMENS® POLYDOROS 100, d'intensité maximale 1250 mA et de tension maximale 125 kV,
- un tube MEGALIX à deux foyers (6 et 10 mm), monté sur une colonne plafonnière.

La distance foyer-cassette est d'environ un mètre.

Les cassettes utilisées renferment un écran radioluminescent à mémoire (ERLM) à base de fluorohalogénure de baryum. Les écrans sont lus dans un lecteur numérisant et transmettant l'image recueillie sur une console informatique. La console informatique permet le post-traitement de l'image (contraste, luminosité, renforcement de contours...), l'impression sur film à sec et l'archivage informatique sur disque dur.

Des accessoires de radioprotection et de préhension des cassettes sont nécessaires pour la prise des clichés.

2.2. Thermographie

Les examens thermographiques ont été réalisés avec une caméra infrarouge portable reliée à un système d'analyse et de visualisation comprenant une station de travail et un ordinateur. Les images peuvent être enregistrées dans un fichier de l'ordinateur. Les

images les plus significatives peuvent être imprimées avec une imprimante couleur sur du papier classique.

II - Méthode

A. Procédures générales d'examen

Les chevaux reçus en consultation de boiterie au CIRALE subissent un examen complet de l'appareil locomoteur selon un protocole établi de façon à ne négliger aucun élément diagnostique.

1. Recueil de l'anamnèse

Outre l'identification du cheval et son utilisation actuelle ou future, un certain nombre d'informations sont recueillies :

- la date et les circonstances d'apparition des troubles locomoteurs,
- les circonstances de leur expression : à chaud, à froid, sur sol souple, dur...
- l'évolution des symptômes dans le temps,
- les consultations, examens et traitements déjà réalisés, leurs résultats,
- l'intensité actuelle de travail,
- la date de la ferrure,
- les antécédents pathologiques.

2. Examen clinique

Il débute par un examen physique complet comprenant l'inspection, la palpation, la mobilisation passive des quatre membres et des régions axiales. Un examen de la sensibilité des pieds à la pince exploratrice et un test d'extension interphalangienne à la planche sont systématiquement réalisés sur les antérieurs. Pour la réalisation du test de la planche ou test d'extension interphalangienne, un pied antérieur du cheval est positionné sur l'extrémité d'une planche et celle-ci est soulevée de manière à provoquer une extension interphalangienne, ce qui cause en théorie une douleur chez les chevaux présentant une sensibilité anormale dans la région postérieure du pied, dans la région de l'appareil podotrochléaire.

L'observation des chevaux en mouvement (examen dynamique) s'effectue successivement sur un huit de chiffre au pas, au trot sur un cercle sur sol dur (sol en caoutchouc contraignant puis sol dur avec graviers), au trot sur des allers-retours en ligne droite et en dernier lieu sur un cercle sur sol mou assez profond. Lors de l'examen au trot en ligne droite sont réalisés les tests dynamiques de flexion des membres antérieurs et postérieurs : chaque membre est maintenu dans une position standard (il est exercé une flexion digitale sur les antérieurs et une flexion globale des postérieurs) pendant une minute, puis le cheval est observé au trot en ligne droite. L'aggravation de la boiterie sur le membre fléchi est gradée de la même façon que la boiterie spontanée, de 1/5 à 5/5 (on considère qu'une boiterie de grade 3/5 provoque une interférence antéro-postérieure avec par exemple un « soulagement » postérieur gauche si le cheval boite fortement de l'antérieur gauche, le cheval chargeant davantage son postérieur droit au trot lors de l'appui sur l'antérieur gauche ; une boiterie de grade 5/5 traduit une suppression d'appui du membre concerné). L'aggravation de la boiterie sur le membre fléchi traduit l'existence d'un foyer inflammatoire dans les formations relâchées pendant la flexion. Si une boiterie apparaît ou s'aggrave sur le membre controlatéral, celui-ci présente un test d'appui positif. Le test du surfaix est également mis en œuvre : en reproduisant les contraintes exercées par la selle, il exacerbe ou fait apparaître des signes cliniques de dorsalgie.

Avant l'examen dynamique, le cheval est parfois légèrement tranquilisé à l'aide d'acépromazine, l'examen d'une boiterie étant quelquefois rendu difficile si le cheval est trop excité.

A l'issue de cet examen clinique, un diagnostic topographique plus ou moins précis est ébauché et oriente la réalisation des examens complémentaires nécessaires au diagnostic lésionnel.

3. Examens complémentaires

3.1. Examens précisant le diagnostic topographique

3.1.1. Thermographie :

L'examen thermographique des quatre membres et du dos a lieu le plus souvent avant l'examen dynamique. Le cheval est placé dans un travail. Afin de limiter les artefacts, il est important de maintenir les deux membres observés à égale distance de la

caméra, de ne pas les toucher pendant l'examen, d'éloigner toute source de chaleur extérieure. Les faces dorsale et palmaire/plantaire sont examinées successivement pour les antérieurs et les postérieurs de bas en haut. Une plaque rectangulaire de polystyrène glissée verticalement sous le ventre du cheval permet d'isoler le bipède examiné. Seules les différences de chaleur entre deux membres opposés sont considérées comme significatives. Les images les plus révélatrices sont enregistrées.

3.1.2. Anesthésies sémiologiques

Les anesthésies sémiologiques synoviales ou nerveuses peuvent se révéler nécessaires si l'examen clinique ne permet pas un diagnostic topographique suffisamment précis. Elles permettent aussi de confirmer la relation entre une lésion détectée à l'imagerie et les signes locomoteurs observés. Enfin, la suppression d'une boiterie dominante révèle parfois une boiterie plus discrète sur un autre membre ou facilite son étude dynamique.

Lors de la réalisation des anesthésies, un tord-nez est en général utilisé, un pli de peau est éventuellement pris à l'encolure du cheval.

3.2. Diagnostic lésionnel par imagerie

3.2.1. Radiographie

Les radiographies réalisées concerne surtout le pied : les incidences classiquement réalisées sont : face sur câle (le pied est posé et maintenu sur une câle oblique à un angle de 60° par rapport au sol et une incidence dorso-palmaire est utilisée), profil (le pied concerné est surélevé sur une câle alors que l'autre membre est maintenu au soutien), vue tangentielle proximo-distale de l'os sésamoïde distal (membre à l'appui en légère rétraction et incidence descendante vers la partie postérieure du pied, l'appareil situé sous l'abdomen du cheval) et éventuellement face à l'appui (les antérieurs du cheval sont placés sur des câles et une incidence horizontale dorso-palmaire est utilisée). Les vues du boulet éventuellement réalisées sont les incidences de face et de profil. Pour certains chevaux, des radiographies du carpe (face, profil), du coude (face) et de l'épaule (profil) ont été réalisées.

Les chevaux radiographiés sont éventuellement tranquilisés au préalable (alpha 2 – agoniste de type détomidine), en particulier pour la réalisation de la vue tangentielle proximo-distale de l'os sésamoïde distal.

3.2.2. Echographie

◆ Contention du cheval

L'immobilité du membre est indispensable pour une échographie de qualité. Elle peut être difficile à obtenir avec un cheval un peu chaud, lors d'un examen qui dure en moyenne 15 minutes mais qui peut atteindre 30 minutes. D'autre part l'échographie du creux du paturon en particulier est parfois assez douloureuse pour certains chevaux (le pression de la sonde doit être assez forte pour obtenir une image interprétable). La sécurité de l'opérateur réclame également une contention appropriée, ce dernier étant exposé à un coup de pied postérieur lors de l'examen de la face palmaire du doigt (et celui du pied par voie transfurcale), car il est alors placé pratiquement sous l'abdomen du cheval. Si des difficultés se manifestent, une contention physique est assurée par le levée d'un membre ou l'utilisation d'un tord-nez. Très rarement une contention chimique (alpha 2 - agoniste) est nécessaire.

◆ Préparation de la région examinée

Une tonte rigoureuse de la région échographiée est utile, bien que non indispensable, pour éliminer l'air contenu dans le pelage qui constitue une barrière infranchissable pour les ultrasons. On évite le rasage car des micro-lésions cutanées peuvent causer des artéfacts.

La peau est ensuite abondamment mouillée à l'eau tiède à chaude en frottant pour favoriser l'imbibition hydrique superficielle favorable à la traversée de la peau et du tissu sous cutané. La préparation de la région examinée s'achève par l'application de gel échographique, tiédi lui aussi pour améliorer sa fluidité et sa tolérance.

◆ Préparation du pied pour l'échographie transfurcale

La fourchette a été parée à l'aide d'une reinette pour éliminer les couches sèches superficielles et pour exposer une lacune médiane plane et large. Le pied est ensuite placé dans un saut avec de l'eau chaude pendant 10 à 15 minutes (si le cheval ne gardait pas son

pied dans le saut, une éponge imbibée d'eau chaude était fixée sous la fourchette avec un bandage et régulièrement mouillée). La préparation du pied est une étape essentielle pour obtenir des images échographiques de bonne qualité. Une fourchette trop sèche peut totalement empêcher le passage des ultrasons et rendre impossible l'échographie de la partie distale du TFPD. Chez les chevaux qui sont ferrés avec des plaques de cuir qui augmentent l'hydratation de la fourchette, des images de bonnes qualités peuvent être obtenues. La forme de la fourchette, en particulier la profondeur de la lacune médiane, conditionne la qualité du contact entre la sonde et le pied : les chevaux avec une lacune médiane large et plate sont plus facile à examiner, alors qu'une lacune médiane étroite et profonde limite le contact sonde-fourchette (5). Du gel échographique est utilisé pour assurer le contact entre la sonde et la surface de la fourchette. Le coussinet acoustique n'est pas utilisé ici.

◆ Préparation de l'appareil

L'échographe branché, la sonde et le matériel d'enregistrement lui sont connectés. L'écran est identifié en faisant apparaître le nom du cheval, son numéro de dossier et le membre examiné. Une couche de gel est déposée sur l'extrémité de la sonde avant l'adaptation du coussinet acoustique (sauf pour l'abord par le creux du paturon et l'abord transfurcal), lui-même recouvert de gel.

◆ Position du membre

L'examen échographique standard de la face palmaire du boulet et du paturon (dans sa partie proximale) est réalisé sur le membre à l'appui : la position des tendons est ainsi toujours la même et la tension physiologique qui s'exerce sur leurs fibres limite la formation d'artéfacts hypoéchogènes.

Dans certains cas, l'examen du membre au soutien, dans des mouvements de flexion-extension, permet une approche fonctionnelle des tendons. Un aide lève le membre du cheval et mobilise le doigt dans son ensemble ou seulement l'articulation interphalangienne distale (qui provoque un déplacement différentiel des deux tendons fléchisseurs).

Dans le cas de l'échographie du pied, le membre est positionné au soutien, la pince posée sur le genou de l'opérateur lors de l'examen par voie transfurcale ou lors de l'abord du pied par le creux du paturon.

◆ Techniques et incidences

La règle fondamentale de l'échographie des structures fibrillaires, tendons et ligaments, est que le faisceau ultrasonore doit toujours être perpendiculaire aux fibres de la formation explorée, de façon à obtenir une échogénicité maximale de cette dernière. Toute déviation de l'axe de la coupe, même inférieure à 10°, entraîne l'apparition d'artéfacts hypoéchogènes sources d'erreur d'interprétation. Ainsi, pour une même coupe, l'orientation de la sonde ne sera pas nécessairement la même pour examiner deux formations anatomiques différentes, ou les différents faisceaux de fibres d'un même ligament.

Des coupes longitudinales et transversales du TFPD peuvent être réalisées en plaçant la sonde dans le plan sagittal sur la face palmaire du boulet, du paturon et dans la lacune médiane par abord transfurcal.

En pratique l'examen d'une région donnée ou d'une déformation commence par une série de coupes transversales successives en direction distale. En effet c'est sur l'incidence transversale que l'on repère en général le mieux la topographie et les rapports des différents éléments anatomiques de la région. Les coupes longitudinales (et éventuellement obliques) sont ensuite réalisées pour compléter l'examen dans toutes les directions de l'espace. Lors de l'échographie par le creux du paturon et par abord transfurcal, ce sont les coupes longitudinales qui permettent de plus facilement repérer les différents éléments anatomiques.

A l'issue de ces différents examens, le diagnostic topographique et lésionnel est précisé et un pronostic est établi en prenant en compte le nombre, la nature, et la sévérité des lésions au regard de l'examen clinique ponctuel du cheval et de son utilisation actuelle ou souhaitée du cheval. La conduite à tenir intègre les suggestions thérapeutiques (médicales ou chirurgicales) destinées au vétérinaire traitant, les possibilités thérapeutiques orthopédiques, destinées au maréchal-ferrant, et les conseils de gestion de l'activité destinés au propriétaire. Le traitement est laissé aux soins du vétérinaire traitant qui assure par la suite le suivi clinique et thérapeutique du cheval.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

Cette étude n'a qu'un caractère descriptif, limité à l'effectif de 39 chevaux. Nous nous contenterons d'énoncer les résultats en faisant appel à des tableaux et à des graphiques. Ils seront discutés et comparés à la bibliographie dans le dernier chapitre de discussion.

I - Clinique des cas

A. Description de l'effectif étudié

1. Sexe, âge, race, activité

Ces renseignements sont regroupés dans le tableau I.

Cette population est composée de 38.5% de hongres, le même pourcentage de femelles et 23.1% de mâles.

Sexe	Femelle	Mâle	Hongre
Nombre de chevaux	15	9	15
Pourcentage	38,5	23,1	38,5

Tableau 4 : Répartition de l'effectif suivant le sexe

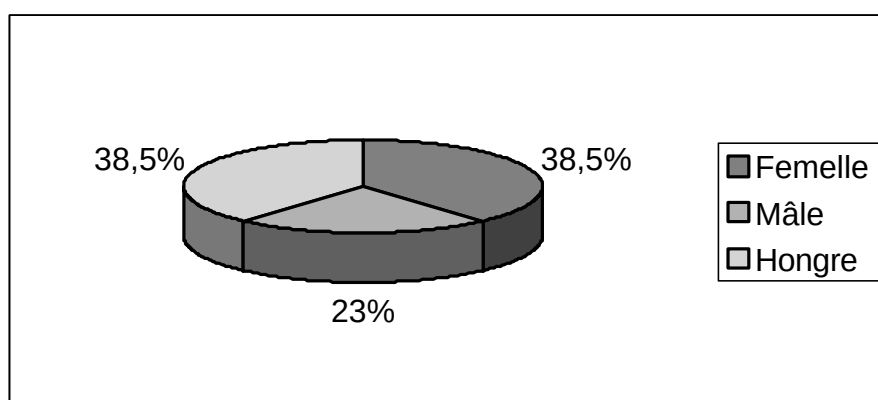


Figure 29 : Répartition de l'effectif suivant le sexe.

N° Sexe

Concernant les races, on observe une prédominance des selles français (SF : 71.8%). Les trotteurs français (TF) et les anglo-arabes (AA) sont faiblement représentés (seulement 3 trotteurs et 2 anglo-arabes sur 39 chevaux). On peut noter l'absence des pur-sangs.

Races	AA	TF	SF	Autres
Nombre de chevaux	2	3	28	6
Pourcentage	5,1	7,7	71,8	15,4

Tableau 6 : Répartition de l'effectif suivant la race.

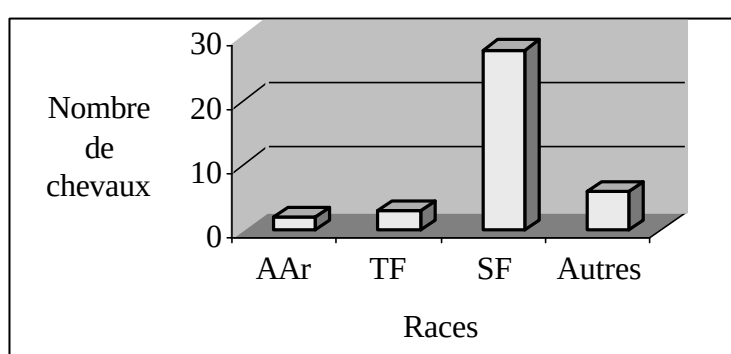


Figure 30 : Répartition de l'effectif suivant la race.

La moyenne d'âge des chevaux étudiés est de 8.7 ans.

La répartition en quatre tranches d'âge consignées dans le tableau IV montre une importance majoritaire de la tranche 6 à 10 ans pour 24 chevaux. 9 Chevaux ont plus de 10 ans, avec 14 ans pour le plus âgé. Le plus jeune cheval (le seul parmi les moins de 3 ans) a 2 ans. Les jeunes chevaux de 3 à 5 ans sont représentés par 5 chevaux : parmi ceux-ci, 4 chevaux ont 5 ans et 1 cheval a 4 ans.

L'âge pris en compte pour chaque cheval est celui qu'il avait le jour de son examen au CIRALE.

	< 3 ans	3 - 5 ans	6 - 10 ans	> 10 ans
Nombre de chevaux	1	5	24	9
Pourcentage	2,6	12,8	61,5	23

Tableau 7 : Répartition de l'effectif en fonction de l'âge

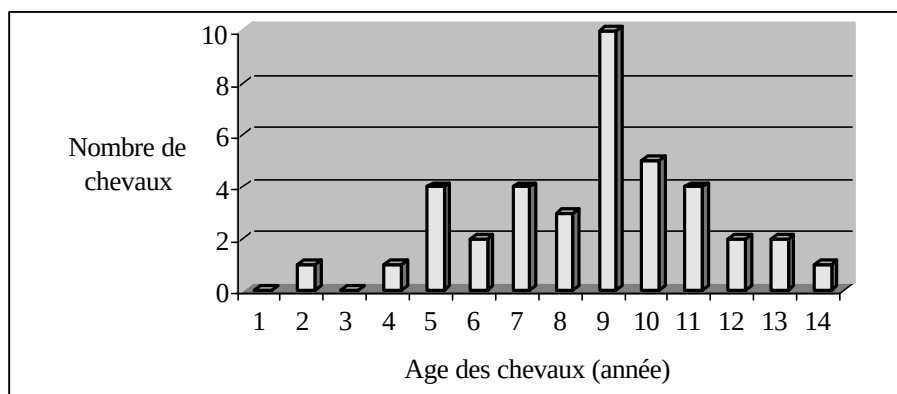


Figure 31 : Distribution de l'effectif en fonction de l'âge.

La grande majorité des chevaux de l'effectif sont des chevaux de sport (32 font du CSO et 3 du CCE). Le restant de l'effectif comprend seulement 3 trotteurs. Les galopeurs (de plat ou de steeple) ne sont pas représentés (ce qui n'est pas très étonnant puisque ces chevaux représentent seulement 8 % des chevaux examinés au CIRALE sur la période pendant laquelle les chevaux de notre étude ont été présentés en consultation au centre).

Discipline	CCE	CSO	Trot	Autres
Nombre de chevaux	3	32	3	1
Pourcentage	7,7	82	7,7	2,6

Tableau 8 : Distribution de l'effectif suivant l'activité.

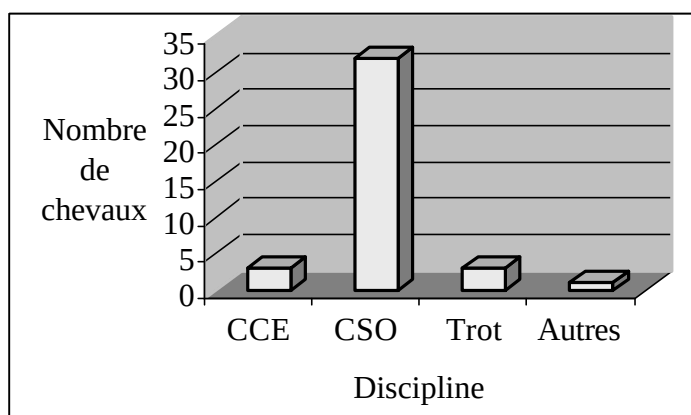


Figure 32 : Distribution de l'effectif suivant le type d'activité.

On observe une bonne corrélation entre le type d'activité et l'âge du cheval (figure 33 et tableau 9). Les plus jeunes font de la course de trot ou des concours. La course est une discipline très sélective qui utilise les athlètes jeunes au mieux de leurs performances sportives. Les trotteurs les plus âgés ne dépassent pas 5 ans. La plus grande partie des chevaux de sport se situe autour de 9 à 11 ans. Les chevaux les plus âgés sont représentés par les chevaux de concours (CSO et CCE).

	< 3 ans	3 - 5 ans	6 - 10 ans	> 10 ans
Trot	1	2	0	0
CSO	0	2	22	8
CCE	0	1	1	1
Autres	0	0	1	0

Tableau 9 : Distribution de l'effectif en fonction de l'âge et du type d'activité.

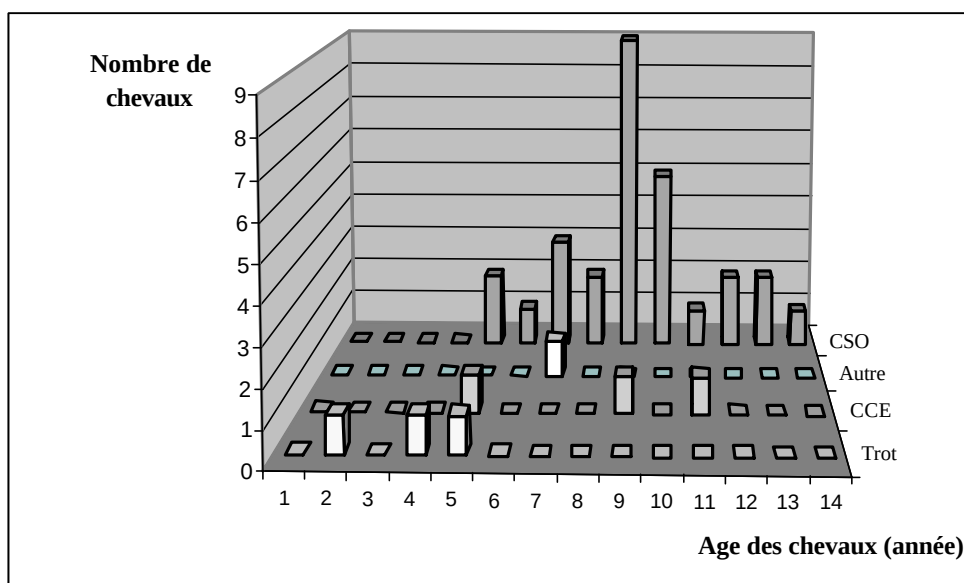


Figure 33 : Distribution de l'effectif en fonction de l'âge et du type d'activité.

2. Anamnèse

2.1. Motif de consultation

37 chevaux sur 39 ont une anamnèse de boiterie antérieure.

Le motif de consultation principal était une boiterie antérieure pour 21 chevaux, soit pour 54% de l'effectif (dont 2 chevaux pour une gêne concernant les deux antérieurs, 13 pour une boiterie antérieure droite et 8 pour une boiterie antérieure gauche).

- 3 chevaux étaient présentés pour une échographie du boulet,
- 3 pour une échographie du pied et du paturon,
- 3 pour l'imagerie de l'appareil podotrochléaire,
- 5 pour une imagerie du pied,
- 1 pour l'imagerie des 2 pieds antérieurs,
- 1 pour une échographie de la gaine digitale,
- 1 pour une déformation locale du boulet associée à une boiterie,
- 1 pour une molette tendineuse apparue sur un boulet.

2.2. Ancienneté de la boiterie

Ancienneté de la boiterie	< 1 mois	1 à 3 mois	3 à 6 mois	6 mois - 1 an	> 1 an
Nombre de chevaux	4	8	8	11	8
Pourcentage	10,2	20,5	20,5	28,2	20,5

Tableau 10 : Répartition de l'effectif en fonction de l'ancienneté de la boiterie

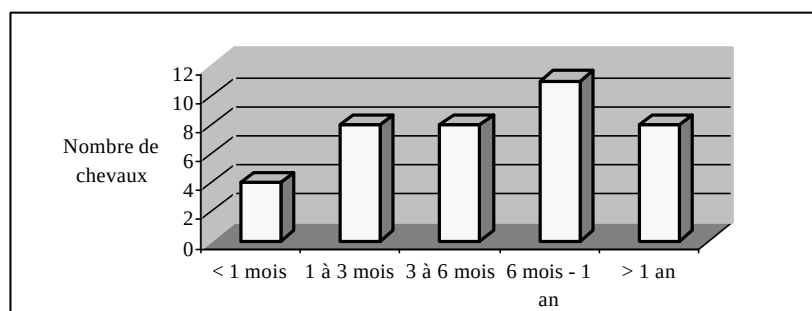


Figure 34 : Répartition de l'effectif en fonction de l'ancienneté de la boiterie

La boiterie était récente (présente depuis moins d'un mois) chez seulement 4 chevaux. Tous les autres chevaux sont présentés alors que la boiterie est chronique (8 chevaux sont boiteux depuis 1 à 3 mois) voire ancienne (8 chevaux sont gênés depuis 3 à 6 mois, 11 chevaux boitent depuis 6 mois à 1 an, et 8 chevaux présentent une boiterie depuis plus d'un an).

Sur les 39 chevaux de l'étude, 3 d'entre eux ont été présentés une seconde fois pour un contrôle, un cheval est revenu en consultation pour une boiterie du membre opposé, sur lequel a également été diagnostiquée une tendinopathie distale du TFPD, et un autre cheval a été présenté une seconde fois pour un trouble locomoteur différent (boiterie postérieure aiguë).

2.3. Anesthésies réalisées par les vétérinaires référents

20 chevaux ont subi des anesthésies diagnostiques :

- 11 chevaux ont eu une anesthésie digitale distale positive,
- 2 chevaux ont eu une anesthésie interphalangienne distale positive,
- 1 cheval a eu une anesthésie digitale proximale positive,
- 1 cheval pour lequel l'anesthésie interphalangienne distale était négative et l'anesthésie digitale distale était positive,
- 1 cheval pour lequel les anesthésies interphalangiennes distale et proximale étaient négatives, et l'anesthésie digitale distale positive,
- 1 cheval a reçu une anesthésie du boulet qui était positive à 60%, l'anesthésie de la gaine digitale était positive à 100%,
- 1 cheval qui a eu une réponse positive à 50% à une anesthésie digitale distale et une anesthésie interphalangienne distale positive à 100%
- 1 cheval pour lequel les anesthésies digitale distale et interphalangienne distale étaient négatives,
- 1 cheval pour lequel les anesthésies de tout le membre (sauf le coude) se sont révélées négatives.

2.4. Activité des chevaux au moment de la consultation

Le niveau d'activité des chevaux lors de leur présentation à la consultation a été précisé pour 34 des 39 chevaux de l'étude : 24 d'entre eux sont au repos (pré, paddock ou

box), 5 d'entre eux sont au travail léger, 5 d'entre eux travaillent normalement. Plus de 70% des chevaux ont cessé leur activité sportive, environ 15% des chevaux sont restés à un niveau d'entraînement normal. Tous ont arrêté la compétition.

2.5. Traitements mis en œuvre avant la consultation au centre

Parmi les 39 chevaux de l'étude, l'anamnèse précise les traitements déjà mis en place par les vétérinaires traitants pour 28 chevaux.

Traitements médicaux		Traitements orthopédiques	Traitements chirurgicaux
Par voie générale	Par voie locale		
Acide acétyl salicylique	Infiltration bourse podotrochléaire (A.H., β méthasone)	Fers à l'envers	Desmotomie ligament annulaire palmaire (1 cas)
Phénylbutazone	Infiltration de l'AIPD (A.H., β méthasone)	Fers en œuf	Névrectomie rameaux palmaires nerfs digitaux propres (1 cas)
Isoxuprine	Infiltration de la gaine digitale (A.H., bétaméthasone)	Fers à oignons	
Calcitonine	Vésicatoire (onguent rouge)	Fers à traverse	
Polysulfates-glycosaminoglycanes (PS-GAG)	Injection articulation boulet (A.H.)	Fers en cœur	
		Fers roulants (rive externe biseautée)	
		Fers amortissants (PG shoe)	
		Fers à pince tronquée	

AIPD : articulation interphalangienne distale

A.H. : acide hyaluronique

Tableau 11 : Liste de traitements mis en place avant l'examen au centre par les vétérinaires référents.

Les traitements par voie générale effectués étaient en général des anti-inflammatoires non stéroïdiens, quelques chevaux ont encore reçu des substances

vasodilatatrices (isoxuprine), des substances favorisant l'absorption du calcium (calcitonine) ou un facteur de croissance visant à ralentir la dégénérescence du cartilage articulaire (PSGAG).

Les traitements par voie locale étaient en générale, soit une injection dans la bourse podotrochléaire, soit une injection dans l'articulation interphalangienne distale, soit une injection dans la gaine digitale (soit d'acide hyaluronique, soit de stéroïdes à action courte).

Les ferrures mises en place visait en général à augmenter l'appui dans la région postérieure du pied, certaines ferrure étaient surtout axées sur le roulement antérieur (pince tronquée, rive externe biseautée). Certaines ferrures enfin étaient surtout amortissantes (PG shoe ou ferrure classique avec plaque de cuir et silicone).

Deux chevaux ont subi une intervention chirurgicale avant leur examen au CIRALE : une desmotomie du ligament annulaire palmaire a été effectuée dans un cas, motivée par la présence de molettes tendineuses sur un boulet ; dans le second cas, le cheval ne répondant plus à la ferrure en œuf compensée en aluminium associée à des injection d'acide hyaluronique puis de stéroïdes dans l'articulation interphalangienne distale, une névrectomie des rameaux palmaires des nerfs digitaux propres a été réalisée.

3. Examen physique

En ce qui concerne les 39 chevaux de notre étude, 5 n'ont pas eu d'examen physique, les 34 autres ont subi un examen physique détaillé.

En ce qui concerne la conformation du pied (celui sur lequel la lésion du TFPD a été mise en évidence), dans **13** cas le pied du membre atteint était **atrophie**, 4 chevaux avaient une pince longue, 2 avaient des pieds antérieurs plats.

Le récessus dorsal de l'articulation interphalangienne distale était distendu chez 5 chevaux.

La **gaine digitale** était distendue dans **7** cas. Il a été noté un **épaississement de la face palmaire** du paturon dans **6** cas.

Dans un cas la région des tendons fléchisseurs était épaissie dans le tiers moyen.

Dans un cas on observait sur le membre lésé une déformation du boulet (« boulet rond »).

Dans un cas le cheval présentait une déformation de la face dorsale des genoux.

La flexion digitale passive était sensible dans 5 cas (sur le membre lésé).

Dans un cas, la palpation des tissus mous de la face palmaire du paturon était douloureuse.

Dans 2 cas, les chevaux présentaient une sensibilité à la pince exploratrice lors de la pression transfurcale.

Dans un cas, le cheval était sensible lors de la pression à la pince exploratrice sur la sole en talon interne. Ce cheval présentait sur les deux pieds antérieurs une seime en barre.

Le **test d'extension interphalangienne, ou test de la planche**, était positif pour **13 chevaux** sur le membre atteint, chez un cheval le test est devenu positif à chaud, après 20 minutes de longe. Pour **7** chevaux ce test était positif sur les **deux antérieurs**.

Enfin en ce qui concerne les aplombs observés, 4 chevaux présentaient un varus interphalangien, un cheval présentait un varus du boulet et interphalangien marqué, 3 chevaux présentaient un varus du boulet.

Un cheval panard et un cheval droit jointé ont encore été observés.

4. Examen dynamique

Sur les 39 chevaux examinés, 9 n'ont pas eu d'examen dynamique. Les chevaux ont été en général examinés dans les conditions standard d'examen décrites précédemment, certains ont été examinés uniquement sur le huit de chiffre et sur le cercle dur aux deux mains.

Toutes les boiteries étaient des **boiteries d'appui**. Les boiteries (noté pour 16 chevaux) étaient en général accentuées sur le **cercle dur à main correspondante** (boiterie antérieure gauche à main gauche et antérieure droite à main droite). Les chevaux examinés présentaient pour la plupart des boiteries franches (de garde supérieur à 1/5 sur le cercle dur à main correspondante, pouvant aller pour 5 chevaux jusqu'au grade 3/5 et pour 2 chevaux jusqu'à une boiterie de grade 4/5). Dans 3 cas, la boiterie était augmentée à main opposée, et dans un cas, elle était présente uniquement sur le cercle dur à main opposée. Dans 2 cas, la boiterie était présente de manière identique aux deux mains.

Il a été noté une diminution de la phase postérieure de la foulée pour 18 chevaux. Un cheval a présenté une diminution de la phase antérieure de la foulée avec une hyperflexion du coude.

Pour 11 chevaux, il est noté une boiterie dans toutes les circonstances d'examen (ligne droite, cercle sur sols dur et mou), et pour 3 chevaux, la boiterie était nettement visible au pas (outre un défaut de phase postérieure de la foulée). Il a été noté pour 4 chevaux la

présence d'une forte boiterie en ligne droite, de grade 2 à 4/5). Dans la plupart des cas, la boiterie était plus légère en ligne droite, voire absente. En général, la boiterie était améliorée sur le cercle mou.

Deux chevaux de l'étude ne présentaient pas de boiterie spontanée, mais ils présentaient, pour l'un des deux, une diminution de la phase postérieure de la foulée au pas, un test de flexion digitale positif (2/5) et un test d'appui positif (1/5) ; l'autre présentait un test de flexion digitale positif (1/5).

Dans un cas, la boiterie était présente uniquement à chaud. Pour les autres cas, l'évolution de la boiterie à chaud était rarement précisée (il était notée une amélioration de la boiterie à chaud pour 3 chevaux).

Les tests de flexion digitale des antérieurs, lorsqu'ils ont été réalisés, étaient dans la quasi-totalité des cas positifs sur le membre lésé, même pour les 2 chevaux non boiteux le jour de l'examen (voir plus haut).

Pour 4 chevaux il a été noté un test d'appui positif (c'est à dire une augmentation de la boiterie du membre lésé lors du test de flexion du membre non boiteux).

Il a été noté pour 2 chevaux une réponse positive au test de pression transversale des talons.

5. Anesthésies diagnostiques

Des anesthésies diagnostiques ont été réalisées pour 6 chevaux : les 3 anesthésies digitales moyennes étaient positives (en 10 à 20 minutes), l'anesthésie digitale distale réalisée était positive (en 15 minutes), l'anesthésie digitale proximale était positive (en 25 minutes ; une boiterie du membre opposé a été mise en évidence sur le cercle dur à main correspondante). Dans le cas du dernier cheval ayant subi des anesthésies, les anesthésies médio-carpienne et celle du suspenseur se sont révélées négatives, l'anesthésie métacarpienne distale était positive.

6. Imagerie

6.1. Examens réalisés

Sur les 39 chevaux de l'étude, 27 ont été examinés à la thermographie : 19 chevaux ne montraient pas d'anomalie significative.

Tous les chevaux examinés ont subi un examen échographique, qui a permis de mettre en évidence la lésion du tendon fléchisseur profond du doigt.

7 chevaux n'ont pas eu d'examen radiographique. 31 chevaux ont eu un examen radiographique du pied du membre atteint ; 9 chevaux ont eu un examen radiographique du boulet du membre atteint. 4 chevaux ont eu un examen radiographique plus large sur le membre atteint, incluant des vues des autres articulations (carpe, coude ou épaule).

9 chevaux ont eu un examen radiographique du pied du membre opposé à celui atteint; un cheval a eu un examen radiographique du boulet du membre opposé à celui atteint.

6 chevaux ont eu un examen radiographique concernant une autre région : sur un membre postérieur ou sur la colonne vertébrale (cervicale, thoracique ou lombaire).

Pour 4 chevaux les radiographies du pied du membre atteint ne montraient pas d'anomalie significative ; pour 5 chevaux les radiographies du boulet du membre atteint ne montraient pas d'anomalie significative.

6.2. Thermographie

Sur les 39 chevaux de l'étude, 27 ont été examinés à la thermographie : 19 chevaux ne montraient pas d'anomalie significative.

Chez 3 chevaux le pied du membre atteint était plus froid que l'autre (cf. Figure 35), chez 3 chevaux le boulet du membre atteint était plus chaud. Pour 2 chevaux, le paturon du membre atteint était plus chaud.

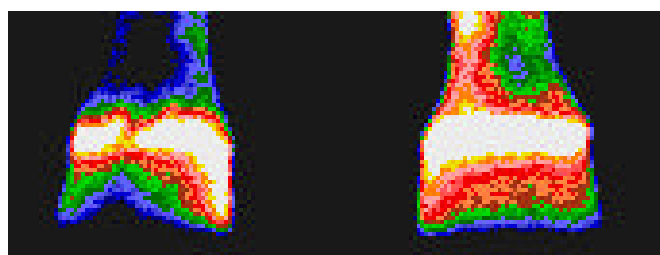


Figure 35 : Thermographie : Pied gauche (à droite de l'image) plus chaud que le droit.

6.3. Inventaire des images radiographiques anormales sur le doigt :

6.3.1. Images radiographiques anormales visibles sur les radiographies de pied :

	OSD	AIPP	AIPD	PP. P3	P3 olyse	TFPD min	Paroi pied	Sole mince
Nombre d'images radiographiques anormales	35	4	6	5	1	5	2	2

Tableau 12 : Répartition des images radiographiques anormales sur les radiographies du pied (sur le membre atteint).

OSD : os sésamoïde distal ;

AIPP : arthropathie interphalangienne proximale ;

AIPD : arthropathie interphalangienne distale ;

PP. P3 : processus palmaire de la phalange distale (remodelage, trait radiotransparent ou fragmentation) ;

P3 olyse : ostéolyse à l'insertion distale du TFPD ;

TFPD min : minéralisation du TFPD ;

Paroi : trait radiotransparent dans la paroi du pied.

On remarque que l'os sésamoïde distal est fréquemment lésé sur le membre atteint des chevaux étudiés et présente un grand nombre de lésions radiographiques, détaillées dans le tableau 13. 10 chevaux (sur les 31 ayant eu des radiographies de pied) présentent soit une arthropathie interphalangienne distale (6 chevaux), soit une arthropathie interphalangienne proximale (4 chevaux). Dans 5 cas, une anomalie a été mise en évidence sur les processus palmaires de la phalange distale.

Dans 5 cas, une minéralisation de TFPD a pu être mise en évidence par l'examen radiographique (cf. Figure 36).



Figure 36 : Radiographie du pied droit de profil (cas n° 12) - Minéralisation marquée et étendue du TFPD et de la bourse podo-trochléaire, qui commence en regard de P2 pour arriver jusqu'à l'insertion du TFPD sur la phalange distale ; Remodelage du bord proximal de l'OSD en regard de l'insertion du ligament sésamoïdien collatéral.

Une ostéolyse à l'insertion distale du TFPD a pu être mise en évidence dans un cas seulement.

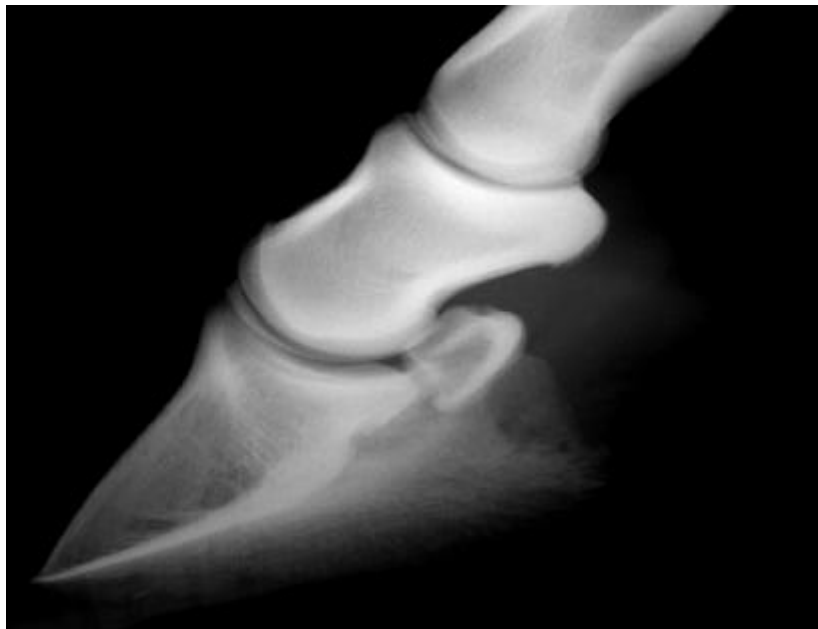


Figure 37 : Radiographie du pied gauche de profil (cas n° 13) - Présence d'une ostéolyse étendue au niveau de l'insertion du TFPD sur la phalange distale, petit kyste osseux et sclérose à l'extrémité proximale de P2, ostéopénie de l'OSD, discret remodelage péri-articulaire interphalangien distal.

OSD	<i>Fflex surface osseuse</i>	<i>Fflex olyse</i>	<i>Fflex spicules</i>	<i>LSC enthésop</i>	<i>LSD enthésop</i>	<i>Bords prox. et/ou dist. rem.</i>	<i>Fsyn</i>	<i>Architecture modifiée</i>	<i>Nodule</i>	<i>Opénie</i>
Nombre d'images anormales	3	7	2	5	4	5	5	1	2	1

Tableau 13 : Répartition des lésions radiographiques concernant l'os sésamoïde distal

Fflex surface osseuse : remodelage de la surface osseuse de la facies flexoria ;

Fflex olyse : zone d'ostéolyse dans la facies flexoria ;

Fflex spicules : spicules (petits ostéophytes en pointes) vulnérantes sur la facies flexoria ;

LSC enthésop : enthésopathie du ligament sésamoïdien collatéral (remodelage du bord proximal de l'os sésamoïde distal, à l'insertion distale du ligament).

LSD enthésop : enthésopathie du ligament sésamoïdien distal impair (remodelage du bord distal de l'os sésamoïde distal, à l'insertion proximale du ligament).

Bords prox. et/ou dist. rem. : bord proximal et/ou distal de l'os sésamoïde distal remodelé.

Fsyn : Fossettes synoviales élargies sur le bord distal de l'os sésamoïde distal ;

Architecture modifiée : os spongieux de l'os sésamoïde distal sclérosé, os compact de densité radiographique diminuée.

Nodule : nodule ostéochondral sésamoïdien distal

Opénie : ostéopénie de l'os sésamoïde distal.

On remarque que pour 12 chevaux, la facies flexoria de l'os sésamoïde distal est lésée, avec surtout des lésions de type ostéolytiques (pour 7 chevaux). Dans 5 cas la surface osseuse de la facies flexoria est irrégulière, parmi lesquels il a été noté la présence de spicules osseuses dans 2 cas.

L'os sésamoïde distal présente des remodelages osseux à l'insertion des ligaments sésamoïdien collatéral ou sésamoïdien distal impair dans 9 cas.

Les fossettes synoviales du bord distal de l'os sésamoïde distal sont élargies dans 5 cas.

6.3.2. Images radiographiques anormales visibles sur les radiographies du boulet (du membre atteint) :

Sur les 9 chevaux qui ont eu des radiographies du boulet, 5 d'entre eux ne présentaient pas d'image radiographique anormale.

En ce qui concerne les images anormales :

- 1 cheval présentait des signes modérés d'arthrose métacarpo-phalangienne,
- 1 cheval présentait des remodelages bilatéraux sur les os sésamoïdes proximaux à l'insertion du ligament annulaire palmaire,
- 1 cheval présentait une image linéaire verticale de densité radiographique diminuée sur la partie proximale de la phalange proximale,

- 1 cheval présentait un épaississement des tissus mous palmaires, une minéralisation du fléchisseur profond en regard du boulet et de la partie proximale du paturon et un nodule osseux détaché proximale à l'os sésamoïde proximal latéral.

6.3.3. Autres lésions radiographiques associées

◆ Sur le membre atteint

Sur les 4 chevaux ayant eu un examen radiographique étendu à une région proximale au doigt :

Trois chevaux ont eu un examen radiographique du carpe, du coude et de l'épaule du membre atteint, 2 d'entre eux ne présentaient pas d'image anormale. Le troisième présentait sur la radiographie d'épaule, une ostéophytose de la tête humérale avec une diminution de la partie caudale de l'espace articulaire scapulo-huméral ; la radiographie du carpe montrait une fracture médio-distale de l'os ulnaire du carpe avec des signes d'arthropathie métacarpo-phalangienne. La radiographie du coude était normale.

Un dernier cheval a eu une radiographie de l'épaule du membre atteint, qui était normale.

◆ Sur le membre opposé

9 chevaux ont eu une radiographie du pied opposé à celui atteint : pour 5 chevaux l'examen ne montrait pas d'anomalie radiographique significative ; pour l'un d'entre eux seule la minceur de la sole a été notée ; un cheval présentait un nodule sésamoïdien distal ; un cheval présentait des fossettes synoviales élargies sur le bord distal de l'os sésamoïde distal avec des signes d'arthropathie interphalangienne proximale ; un cheval présentait une ostéolyse de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal et un remodelage de la marge articulaire dorsale de la phalange distale.

◆ Sur une autre région

6 chevaux ont eu un examen radiographique étendu à d'autres régions, soit sur un membre postérieur soit sur la colonne vertébrale (cervicale, thoracique ou lombaire) :

- 2 chevaux présentaient des anomalies radiographiques des jarrets (un cas d'ostéolyse focale de l'os central du tarse et un cas de collapsus proximal et dorsal de l'os métatarsien 3),

- 4 chevaux présentaient des anomalies radiographiques du dos, comprenant des conflits de processus épineux (pour 3 chevaux) et des lésions d'arthropathie intervertébrales (3 chevaux). 2 de ces chevaux présentaient les deux types de lésion dorsale.
- 1 cheval présentait une anomalie radiographique en région cervicale basse, avec une arthropathie intervertébrale.

6.4. Inventaire des images échographiques anormales

Les 39 chevaux de l'étude ont eu un examen échographique qui a permis la mise en évidence d'une lésion dans le TFPD dans la région du doigt (en regard du boulet, dans le paturon ou dans le pied).

Tableau 14 : Répartition des lésions du TFPD dans le doigt

Localisation de la lésion	Pied	Paturon	Boulet	2 régions du doigt	Lésion étendue paturon => insertion distale																		
Nombre de cas	15	7	2	14	1																		
↓																							
<table><tr><td>Région sésamoïdienne</td><td>4</td></tr><tr><td>Région suprasésamoïdienne</td><td>3</td></tr><tr><td>Insertion distale</td><td>2</td></tr><tr><td>Région subterminale</td><td>4</td></tr><tr><td>Régions suprasésamoïdienne et sésamoïdienne</td><td>2</td></tr></table>		Région sésamoïdienne	4	Région suprasésamoïdienne	3	Insertion distale	2	Région subterminale	4	Régions suprasésamoïdienne et sésamoïdienne	2	<table><tr><td>Paturon et pied</td><td>9</td></tr><tr><td>Paturon et boulet</td><td>3</td></tr><tr><td>Métacarpe distal et boulet</td><td>1</td></tr><tr><td>Métacarpe distal et paturon</td><td>1</td></tr></table>				Paturon et pied	9	Paturon et boulet	3	Métacarpe distal et boulet	1	Métacarpe distal et paturon	1
Région sésamoïdienne	4																						
Région suprasésamoïdienne	3																						
Insertion distale	2																						
Région subterminale	4																						
Régions suprasésamoïdienne et sésamoïdienne	2																						
Paturon et pied	9																						
Paturon et boulet	3																						
Métacarpe distal et boulet	1																						
Métacarpe distal et paturon	1																						

Les lésions sont en général localisées, et sont assez souvent présentes dans deux régions distinctes du doigt (14 cas), les lésions dans le paturon et dans le pied étant le plus souvent associées (9 cas). Une grande partie des lésions du TFPD se situe dans le pied : pour 15 chevaux le TFPD est lésé uniquement dans le pied, pour 9 chevaux le tendon est lésé dans le paturon et dans le pied et pour un cheval le TFPD présente une lésion étendue de la mi-hauteur du paturon jusqu'à l'insertion distale. Le TFPD est donc atteint dans le pied chez 25 chevaux (64% des cas).

Tableau 15 : Répartition des lésions du TFPD dans le pied

Localisation de la lésion	Région sésamoïdienne	Région subterminale	Région suprasésamoïdienne (cf.figures 38 et 39)	Régions sésamoïdienne et suprasésamoïdienne	Insertion distale	Lésion étendue paturon à insertion distale
Nombre de cas	9	6	4	2	3	1

Le plus grand nombre de ces lésions podales sont situées en région sésamoïdienne (pour 9 chevaux). La seconde région la plus atteinte est la région subterminale avec 6 cas. Quatre chevaux présentent une enthésopathie distale du TFPD, avec dans 3 cas une apparence hypoéchogène du tendon à son insertion distale. Dans un de ces 3 cas une ostéolyse de la surface d'insertion du TFPD sur la phalange distale a pu être mise en évidence. Dans un seul cas la lésion était étendue de la mi-hauteur du paturon jusqu'à l'insertion distale du TFPD : dans ce cas le tendon apparaissait épaissi et d'échogénicité hétérogène.



Figure 38 : Coupe échographique transversale en regard de P2 : Epaississement marqué du lobe médial du TFPD.

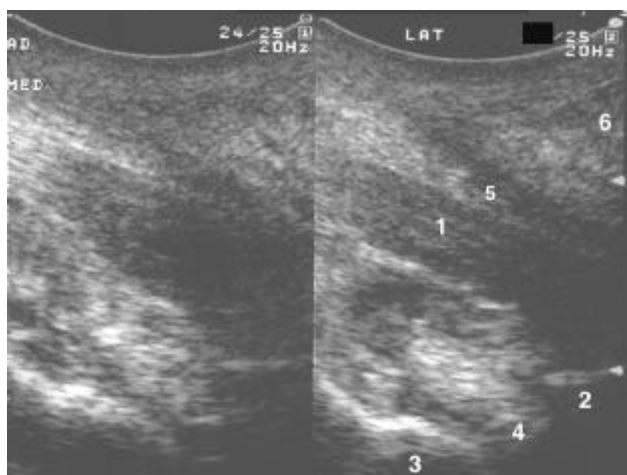
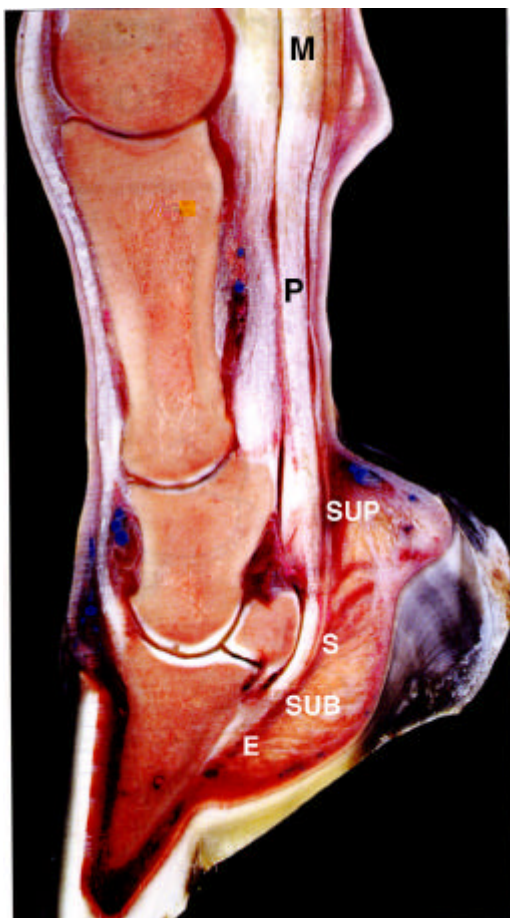


Figure 39 : Coupe échographique longitudinale en région suprasésamoïdienne : Epaississement médial (image de gauche) du TFPD. 1- TFPD, 2- OSD (bord proximal), 3- P2 (partie palmaire et distale), 4- Ligament sésamoïdien collatéral, 5- Ligament annulaire digital distal, 6- coussinet digital.



DOIGT

Région métacarpo-phalangienne (M)

Paturon (P)

PIED

Région suprasésamoïdienne (SUP)

Région sésamoïdienne (S)

Région subterminale (SUB)

Enthèse distale (E)

Figure 40 : Coupe sagittale du doigt d'un cheval, pièce anatomique, d'après Denoix (14).

6.4.1. Description des anomalies échographiques du TFPD

♦ Modification de l'échogénicité et de la taille

	Image hypoéchogène	Epaississement du tendon	Epaississement avec présence d'une image hypoéchogène	Image hétérogène	Echogénicité hétérogène avec épaissement	Image hyperéchogène	Epaississement avec image hyperéchogène	Perte de contours	Minéralisation
Nombre de cas	10	19	7	1	3	3	1	2	5

Tableau 16 : Classement des images lésionnelles selon leur apparence échographique

La plupart des lésions sont visibles à l'échographie sous la forme soit d'une image hypoéchogène au sein du tendon (10 cas ; cf. figure 41), soit d'un épaissement de celui-ci (19 cas ; cf. figure 38). Les images hypoéchogènes sont assez souvent associées à un épaissement du tendon (7 cas).

Lorsqu'un épaissement du TFPD est présent dans la région du paturon, celui-ci ne touche qu'un des deux lobes du tendon (une asymétrie de taille est donc à rechercher).

Dans quelques cas (4), la lésion s'exprime par une échogénicité hétérogène au sein du tendon, la plupart du temps associée à un épaissement de celui-ci (3 cas ; cf. figures 43 et 44).

Des images hyperéchogènes (cf. figure 42), associées à une métaplasie cartilagineuse ou à une minéralisation du TFPD, ont été rencontrées dans 9 cas et témoignent de la chronicité de la lésion.

Dans de rares cas (2 cas), une perte de contours du tendon (avec des limites difficiles à visualiser) était une image échographique associée.

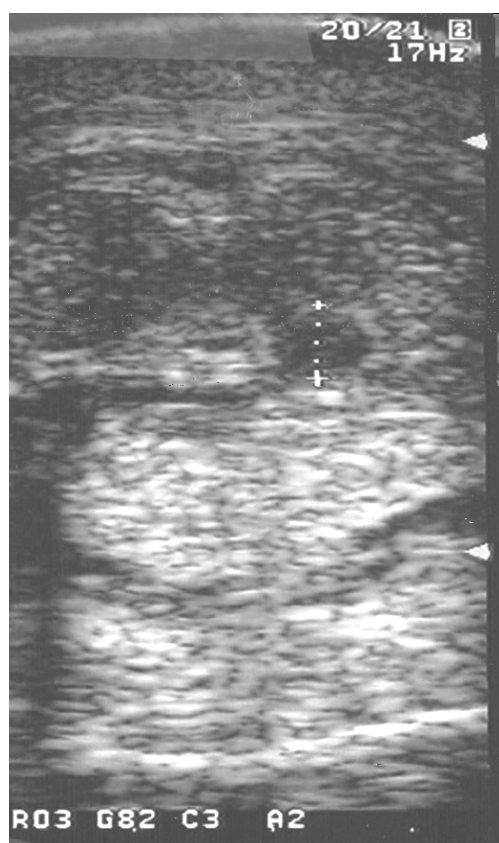


Figure 41 : Coupe transversale en face palmaire du paturon : image hypoéchogène circulaire dans le lobe latéral épaissi du TFPD.

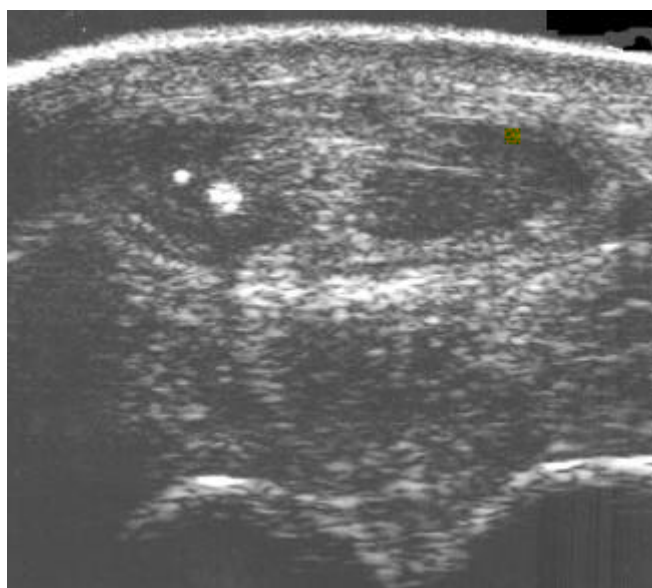
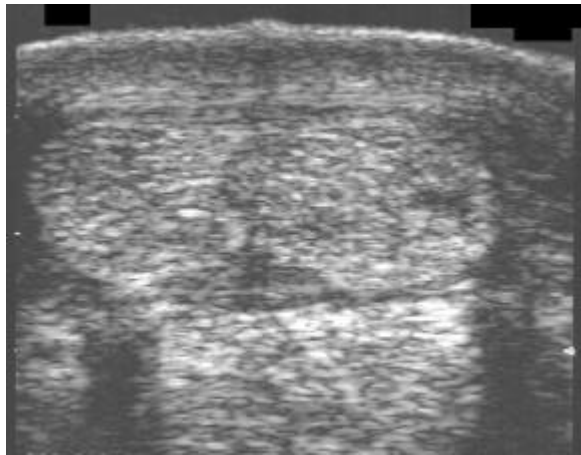


Figure 42 : Coupe transversale en face palmaire du paturon : zones hyperéchogènes de minéralisation au sein du lobe médial du TFPD.



Figures 43 et 44 : Coupes échographiques transversales en face palmaire du paturon : échogénicité hétérogène du TFPD.

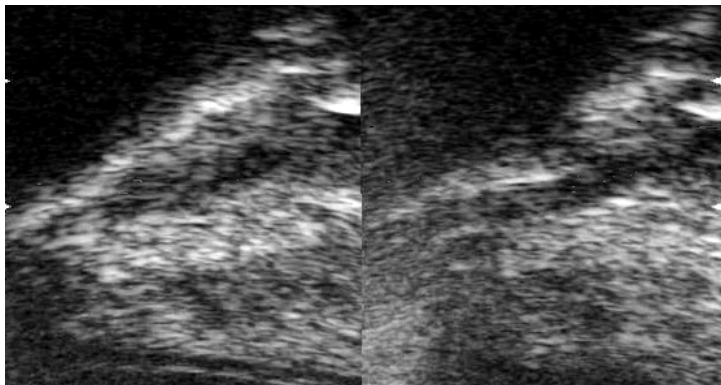


Figure 45 : Coupes échographiques longitudinales en regard de l'insertion distale du TFPD - à gauche : image normale, à droite : irrégularité de la surface osseuse d'insertion distale du ligament sésamoïdien distal impair et du TFPD.

Figure 46 : Coupe échographique longitudinale sur l'insertion distale du TFPD : hypoéchogénicité à l'insertion du TFPD sur la phalange distale.



6.4.2. Autres lésions échographiques associées :

	Ténosyn.	Bursite	OSD	LSC	LSD	LADD	LAP	AIPD syn/arthrop	AIPP syn/arthrop	AMP syn	EDD	ASH arthrop
Nombre de cas	12	6	14	6	6	8	2	6	2	2	2	1



Irrégularité de la surface osseuse de la facies flexoria	4
Ostéolyse de la facies flexoria	4
Spicules sur la facies flexoria	1
Ostéophyte bord proximal de l'OSD	4
Ostéophyte bord distal de l'OSD	1

Tableau 17 : Autres lésions échographiques associées sur le membre atteint

Ténosyn. : ténosynovite digitale ; AIPD syn/arthrop : synovite ou arthropathie interphalangienne distale
 Bursite : bursite podotrochléaire ; AIPP syn/arthrop : synovite ou arthropathie interphalangienne proximale
 OSD : os sésamoïde distal ; LAP : desmopathie du ligament annulaire palmaire
 LSC : desmopathie du ligament sésamoïdien collatéral ; LADD : desmopathie du ligament annulaire digital distal
 LSD : desmopathie du ligament sésamoïdien distal impair ; ASH arthrop : arthropathie scapulo-humérale
 AMP syn : synovite métacarpophalangienne ; EDD : desmopathie du tendon extenseur dorsal du doigt

Dans un tiers des cas environ, la lésion du TFPD est associée à une distension de la gaine digitale (ténosynovite digitale).

Parmi les 67 lésions répertoriées, 40 concernent un des éléments de l'appareil podotrochléaire (qui est constitué de l'os sésamoïde distal, du ligament sésamoïdien collatéral, du ligament sésamoïdien distal impair, de la bourse podotrochléaire, de la partie distale du tendon fléchisseur profond du doigt et du ligament annulaire digital distal, qui double sur sa face palmaire le TFPD dans sa partie distale). Parmi ces lésions, celles qui concernent l'os sésamoïde distal sont les plus fréquentes (avec 14 cas). Les chevaux de cette étude, qui présentent une tendinite du fléchisseur profond du doigt dans sa partie distale, présentent donc pour la plupart un syndrome podotrochléaire de forme combinée.

En ce qui concerne les autres lésions échographiques mises en évidence sur le pied du membre atteint, une arthropathie ou une synovite de l'articulation interphalangienne distale a pu être diagnostiquée dans 6 cas.

Parmi les 39 chevaux examinés, un cheval (ce cas ne figure pas dans le tableau ci-dessus) présentait une adhérence cicatricielle entre le perforant et le ligament sésamoïdien droit, latéralement (cf. figure 47). Le même cheval présentait un épaissement du méso

synovial entre le ligament annulaire palmaire et le tendon perforé avec une réduction partielle de mobilité du perforé, en comparaison à celle du perforant.

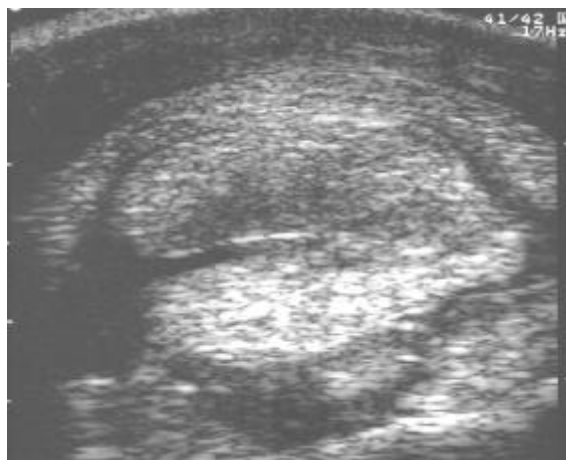


Figure 47 : Coupe échographique transversale en face palmaire du paturon : adhérence entre la partie latérale du TFPD et le ligament sésamoïdien droit.

6.4.3. Evolution des images échographiques pour les 4 chevaux qui ont été suivis au CIRALE

En ce qui concerne les 3 cas présentés pour un contrôle, 2 d'entre eux ont présenté une cicatrisation des lésions de tendinite du TFPD :

- l'un d'entre eux présentait initialement un épaissement de la partie médiale du tendon dans la partie suprasésamoïdienne. Lors du contrôle échographique réalisé 7 mois après la première consultation (après la mise en place d'une ferrure à l'envers, un repos de 2 mois au pas et une reprise progressive du travail sur sol souple et sur le plat sans boiterie), le tendon apparaissait normal.
- le second avait présenté lors du premier examen un épaissement et une image hypoéchogène dans la partie médiale du tendon dans le paturon et dans le pied en région suprasésamoïdienne. Lors du contrôle, un an après la première échographie (le cheval ayant été mis au repos au pas pendant 3 mois avec des fers à l'envers, il a pu reprendre le travail et une saison de compétition après une infiltration de la bourse podotrochléaire), le tendon était toujours épaissi mais présentait une échogénicité normale.
- en ce qui concerne le troisième cheval présenté pour un contrôle, il présentait des lésions du TFPD au dessus du boulet et dans la partie proximale du paturon. Lors du contrôle, 2

mois après le premier examen (et 2 mois de repos au pas en main), le TFPD était globalement épaissi dans sa partie médiale dans le paturon et dans sa partie latérale au dessus du boulet et dans le pied. Les lésions initiales étaient donc toujours présentes et une nouvelle lésion était apparue dans le pied.

Un cheval a été présenté en consultation 2 mois après le premier examen (ou une tendinite avait été diagnostiquée dans la partie suprasésamoïdienne) pour une boiterie du membre opposé. Il a été diagnostiqué une tendinite sévère du fléchisseur profond s'étendant du paturon jusqu'au bord proximal de l'os sésamoïde distal. La lésion de l'autre membre était en cours de cicatrisation avec un épaissement modéré de la partie médiale du tendon et une échogénicité hétérogène du lobe médial. Ce cheval a de nouveau été examiné au centre presque 10 mois après la précédente consultation (il avait été mis au repos et subi une ténoscopie de la bourse podotrochléaire pendant l'hiver, puis il avait pu reprendre le travail en février et des épreuves de haut niveau en mai, mais mi-juin la boiterie avait récidivé). Le diagnostic mettait en évidence une tendinopathie chronique et évoluée de la partie médiale des tendons fléchisseurs profonds des doigts antérieurs.

6.4.4. Lésions échographiques concernant le membre opposé

Cinq chevaux ont eu un examen échographique du membre opposé à celui atteint de tendinopathie digitale du TFPD :

a. Un cheval présentait :

- une synovite interphalangienne distale,
- un ligament sésamoïdien collatéral difficilement visualisable,
- une zone hyperéchogène au sein du TFPD dans le pied.

b. Un autre cheval présentait :

- une irrégularité de la facies flexoria

c. Le troisième cheval présentait :

- une image hyperéchogène au sein du TFPD dans le crux du paturon
- une ostéolyse de la facies flexoria

d. Le 4^{ème} cheval présentait :

- un épaissement modéré du pli synovial dorsal du boulet et de la capsule articulaire avec une synovite modérée.

e. Le dernier cheval présentait :

- une synovite métacarpo-phalangienne.

6.5. Pronostic sportif des chevaux présentés en consultation

Le pronostic sportif pour la poursuite d'une carrière sportive au niveau antérieur émis lors des consultations pour les chevaux examinés cliniquement est une synthèse du pronostic lésionnel et du pronostic clinique. En ce qui concerne les 5 chevaux qui n'ont pas eu d'examen dynamique, seul le pronostic lésionnel est émis (les pronostics lésionnels étaient pour la plupart réservés).

La plupart des chevaux (27 chevaux) étaient répartis dans les catégories « pronostic sportif réservé », pour 12 chevaux, « pronostic sportif réservé à défavorable », pour 9 chevaux, et « pronostic sportif défavorable » pour 6 chevaux. Pour 5 chevaux le pronostic sportif était réservé à favorable. Deux chevaux ont été jugés inapte à poursuivre une activité sportive, même de loisir. Pour l'un des deux le pronostic vital a été jugé réservé à favorable, dépendant du confort apporté par la ferrure conseillée (fers à l'envers).

6.6. Suggestions thérapeutiques et conseils de gestion

6.6.1. Traitements orthopédiques proposés

La ferrure conseillée visait toujours à augmenter le soutien de la partie postérieure du pied, avec une amélioration du roulement du pied. Le soutien de la partie postérieure du pied est en général réalisée en augmentant la surface d'appui du fer en arrière du pied, et dans certains cas sévères une élévation en talons est proposée (allant d'une légère élévation de quelques mm jusqu'à une élévation de 2 cm environ avec la mise en place éventuelle d'un « paten-shoe » en acier, c'est à dire un fer forgé de manière à élever les talons du cheval).

Le traitement orthopédique consistait donc dans la plupart des cas en la mise en place sur les deux antérieurs (pour ne pas déséquilibrer les appuis) d'une **ferrure à l'envers** (ou « fers Napoléon ») avec une couverture (c'est à dire la largeur du fer) postérieure augmentée et mesurant environ 25 à 30 mm. Les branches (les parties latérales du fer) et les éponges (c'est à dire les deux terminaisons du fer) devaient être assez étroites (15 à 20 mm de largeur) et biseautées, surtout pour les éponges en regard de la pince, pour favoriser le roulement du pied. Pour éviter l'effet de levier (et donc favoriser le roulement antérieur du pied), qui occasionnerait une tension inutile des tendons fléchisseurs (en particulier du TFPD) lors de la phase de propulsion, le parage du pied en pince, et le maintien d'un pied court est conseillé.

Les autres ferrures parfois conseillées étaient le fer en M (fer en forme de M recouvrant partiellement la fourchette sans être en contact direct avec elle), le fer en œuf légèrement compensé avec relevé de pince (ferrure ovale avec une couverture postérieure augmentée), ou le fer à planche (fer classique avec une barre transversale forgée ou soudée en regard des talons).

L'allègement de la ferrure était toujours conseillée (ferrure en aluminium). Dans certains cas (pour des chevaux aux pieds plats ou ayant la sole sensible par exemple), la mise en place d'une plaque de cuir ouverte en fourchette (avec ou sans résine dessous) était conseillée. Dans tous les cas l'abaissement des talons était contre-indiqué (un abaissement des talons allant dans le sens d'une légère extension interphalangienne distale, le TFPD aurait alors été davantage sollicité).

6.6.2. Traitements médicaux proposés :

♦ Par voie générale

Dans certains cas, l'administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens comme la **phénylbutazone** était préconisée pour soulager la douleur du cheval lors d'inconforts importants.

L'administration d'acide hyaluronique (injection intra-veineuse) et/ou de polyglycosaminoglycanes sulfatés (injection intra-musculaire) a parfois été proposée quand le cheval présentait sur le membre atteint une arthropathie interphalangienne proximale ou distale. L'injection intra-veineuse d'acide hyaluronique a également été préconisée dans le cas d'une ténosynovite chronique.

Un traitement par voie générale avec du tiludronate (biphosphonate utilisé pour limiter l'ostéolyse) a été préconisé dans un cas, le cheval présentant un syndrome podotrochléaire de forme mixte articulaire et tendineuse (avec un élargissement des fossettes synoviales du bord distal de l'os sésamoïde distal et une tendinite de la partie distale du TFPD).

♦ Par voie locale

Lors de distension de la gaine digitale, une injection dans la synoviale tendineuse était conseillée.

Une injection de stéroïdes à action courte dans la bourse podotrochléaire était préconisée soit en première intention (lors de bursite notamment), soit en seconde intention si le traitement orthopédique (par la ferrure) n'améliorait pas suffisamment la locomotion du

cheval (l'action de la nouvelle ferrure devait être appréciée dans les 3 semaines suivant sa mise en place).

L'injection d'acide hyaluronique et/ou de stéroïdes dans l'articulation interphalangienne distale ou une autre articulation du doigt était conseillée lors d'arthropathie associée à la pathologie tendineuse.

L'application locale de préparations anti-inflammatoire (EKYFLOGYL ND, ANTIPHLOGISTINE ND) était parfois conseillée. L'application d'un vésicatoire, substance irritante destinée à créer une inflammation superficielle (cutanée) qui drainerait en quelques sortes l'inflammation sous jacente, a été proposée dans le cas d'une ténosynovite : il était conseillé d'appliquer le vésicatoire en seconde intention, une semaine après l'infiltration de la gaine digitale.

Pour 5 chevaux, un traitement par ondes de choc en regard de la région lésée était proposée.

6.6.3. Conseils de gestion destinés aux propriétaires

Des périodes de repos étaient conseillées, de durée plus ou moins longue (de quelques semaines jusqu'à 6 mois). Dans la plupart des cas il était conseillé un **repos au box** avec une **activité contrôlée** (marche en main ou monté au pas, ou travail léger sur le plat aux trois allures).

Souvent une reprise progressive du travail était conseillée, en adaptant le niveau et la fréquence d'activité au degré de boiterie.

Dans tous les cas le cheval doit travailler sur **sol souple**, pas trop profond mais plutôt ferme, réguliers, en **évitant les cercles serrés** (ou en évitant de tourner du côté qui gêne le plus le cheval). Pour certains chevaux très boiteux, un travail en ligne droite uniquement était conseillé dans un premier temps. Il était précisé pour certains chevaux d'éviter les **montées abruptes** (en effet lors de la phase de propulsion en montée, l'extension interphalangienne distale est encore accentuée et le TFPD est très sollicité).

Pour un cheval il était conseillé des séances d'hydrothérapie (en rivière ou en mer).

Pour un cheval qui présentait une boiterie sévère (de grade 3 à 4/5 dans toutes les circonstances de l'examen), il était conseillée de remplacer la paille du box par une épaisse couche de copeaux ou mieux par du sable, en veillant à ce que le comportement du cheval n'en soit pas aggravé.

Lorsque les chevaux présentaient une surcharge pondérale, il était conseillé de chercher à limiter celle-ci.

6.6.4. Traitements chirurgicaux

L'éventualité d'un traitement chirurgical a été émise dans le cas d'un cheval présentant une tendinite distale du TFPD sur les deux antérieurs, avec des lésions chroniques et évoluées. La névrectomie des rameaux palmaires des nerfs digitaux propres des deux antérieurs avait été jugée comme exposant le cheval à un risque de rupture des tendons fléchisseurs profonds du doigt. Ce risque avait été jugé d'autant plus important chez ce cheval que le TFPD d'un des antérieurs présentait des plages de minéralisation et de fibrose qui le rendent plus propice à la rupture.

7. Réponses aux questionnaires : Traitements mis en œuvre et évolution des chevaux

Sur les 39 chevaux de l'étude, 38 questionnaires réponses ont été collectés : le plus souvent (dans 24 cas), les questionnaires ont été envoyés par les vétérinaires. Dans 3 cas, le questionnaire a été renvoyé à la fois par le vétérinaire et par le propriétaire. Dans 11 cas, c'est le propriétaire du cheval qui a répondu.

7.1. Types de traitements

33 chevaux ont reçu un traitement orthopédique, 23 chevaux ont reçu un traitement médical, 7 chevaux ont reçu un traitement chirurgical. 1 cheval n'a reçu aucun traitement.

7.1.1. Association des traitements

21 chevaux ont reçu un traitement orthopédique associé à un traitement médical, 5 chevaux ont reçu un traitement orthopédique associé à un traitement chirurgical, 3 chevaux ont reçu un traitement médical associé à un traitement chirurgical. 3 chevaux ont reçu les 3 types de traitements (les traitements orthopédiques et médicaux n'étant pas suffisants dans le cas de 3 chevaux névrectomisés).

7.1.2. Traitements orthopédiques

Les fers mis en place sont les suivants :

Fers à l'envers (ou fers Napoléon) : 16 chevaux Fers en œuf : 12 chevaux Fers à oignons : 2 chevaux	Fers à planche : 1 cheval Fers en cœur : 1 cheval Fers classiques avec relevé de pince et de mamelle : 2 chevaux
---	--

Certaines de ces ferrures étaient en aluminium (en particulier les fers en œuf).

8 chevaux ont été ferrés avec une plaque de cuir, dont 6 avec une résine amortissante sous la plaque.

Dans un cas le cheval a eu des fers en œuf pendant plusieurs semaines puis a couru défermé (courses de trot).

12 chevaux ont changé de fers après la mise en place de ces fers orthopédiques :

Fers mis en place en première intention	Fers ensuite mis en place	Effet de la nouvelle ferrure, évolution du cheval
Fers à l'envers (cheval inconfortable avec cette ferrure)	Fers classiques rapidement mis en place	compétition (traitement médical associé : infiltration bourse podotrochléaire)
Fers à l'envers	Fers en coeur	loisirs
Fers à l'envers	Fers en œuf	Compétition (traité au tiludronate)
Fers à l'envers	Fers en œuf quelques mois	Compétition à un niveau inférieur
Fers à l'envers	Fers en œuf (3 ferrures)	Loisirs
Fers à l'envers	Fers en œuf (5 ferrures)	Compétition
Fers en œuf	Fers roulants puis à l'envers	Compétition puis récidive 10 mois plus tard
Fers à l'envers pendant 1 an	Fers roulants « Equi + »	Compétition
Fers à planche	Fers en œuf	Pas d'amélioration
Fers à oignons pendant 1 mois	Fers classiques	Compétition
Fers à oignons 5 mois	Fers en œuf	Pas d'amélioration
Fers en œuf 1 mois 1/2	Fers à l'envers	Amélioration transitoire*

Tableau 18 : changements de ferrure et effets sur la locomotion

En ce qui concerne le dernier cas du tableau*, après une ferrure en œuf en aluminium légèrement compensée en talons avec relevé de pince et plaque de cuir qui l'avait rendu encore plus boiteux, une ferrure à l'envers en aluminium avec plaque de cuir l'avait amélioré sur le court terme. La mise en place de fers à l'envers en aluminium avec une plaque de cuir ouverte en fourchette et sur toute la partie latérale de la sole avait amélioré la locomotion du cheval dès le lendemain. Ce fer était biseauté en quartiers et mamelles externes et couvert en région postérieure du pied. Ce cheval présentait, en ce qui concerne ses aplombs, un valgus métacarpo-phalangien. Après deux mois de repos au pas et 4 mois d'activité surveillée sur le plat, ce cheval était capable de reprendre le travail à l'obstacle puis la compétition.

7.1.3. Traitements médicaux

◆ Par voie locale

11 chevaux ont reçu une injection (acide hyaluronique et/ou stéroïdes à action courte) dans la bourse podotrochléaire.

2 chevaux ont été infiltré dans l'articulation interphalangienne distale.

3 chevaux ont été infiltré dans la gaine digitale.

1 cheval a reçu une application locale d'EKYFLOGYL et d'une pommade à base d'iodure de potassium.

◆ Par voie générale

2 chevaux ont reçu un traitement avec du tiludronate, diphosphonate limitant la déminéralisation osseuse (dont un qui a reçu deux administrations du diphosphonate à 3 mois d'intervalle).

1 cheval a reçu une injection intra-veineuse d'acide hyaluronique (molécule favorisant l'agrégation des fibres collagènes, l'assouplissement des adhérences et ayant une action anti-inflammatoire).

6 chevaux ont été traités avec de la phénylbutazone (anti-inflammatoire non stéroïdien).

1 cheval a reçu de l'isoxuprine (vasodilatateur).

1 cheval a reçu de l'aspirine (antiagrégant plaquettaire).

Enfin, un cheval a reçu une administration de Chrysanphyton (produit homéopathique à base de plantes).

7.1.4. Traitements chirurgicaux

5 chevaux ont été névrectomisés (dont un avant son examen au centre)

3 chevaux ont subi une téno-scopie de la bourse podotrochléaire,

Un cheval a subi une desmotomie du ligament annulaire palmaire (chirurgie réalisée avant son examen au centre et motivée par la présence de molettes tendineuses sur le boulet) ; il a été prévue pour un autre cheval la réalisation de cette chirurgie (celle-ci était prévue mais non encore effectuée lors de la réponse au questionnaire) car lors du contrôle échographique et clinique par le vétérinaire traitant, le cheval était de nouveau boiteux, la téno-synovite digitale était accentuée et une adhérence entre le tendon fléchisseur superficiel du doigt et le ligament annulaire palmaire a été mise en évidence.

La névrectomie avait été décidée, pour 3 des chevaux concernés, car les traitements orthopédiques et médicaux mis en place n'avaient pas suffisamment amélioré la locomotion du cheval (fers en œuf et infiltration de la bourse podotrochléaire).

7.2. Evolution des chevaux

Sur les 38 chevaux de l'étude don

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

I - Intérêts et limites de l'étude

A. Limites

Cette étude n'a pas pour objectif de présenter des résultats épidémiologiques : le nombre de cas est trop faible pour obtenir des chiffres de prévalence significatifs et l'effectif étudié n'est pas représentatif de la population des chevaux de sport. Les caractères propres des chevaux examinés altèrent la représentativité de l'effectif à plusieurs niveaux :

- Les chevaux présentés au CIRALE ont été référés par un vétérinaire et ont donc déjà été examinés par un ou plusieurs vétérinaires : les boiteries sont en général anciennes, modifiées par le temps et les traitements déjà mis en œuvre.

- Les frais, le déplacement et le temps requis par une consultation au CIRALE entraînent une sélection de la clientèle sur des chevaux de sport ou de course (trot) d'une certaine valeur marchande, appartenant à des particuliers disposant du temps, des moyens et de la motivation nécessaire pour mettre en œuvre des traitements parfois contraignants. En revanche, les galopeurs, les chevaux de loisirs et de club sont plus rarement représentés.

La qualité des informations recueillies n'est pas rigoureusement comparable entre les cas malgré la précision du protocole d'examen : notamment la précision de l'anamnèse varie selon la personne-source et la présence lors de la consultation au centre des utilisateurs ou des vétérinaires traitants. D'autre part certains chevaux n'ont pas eu d'examen physique (5 cas), certains n'ont pas reçu d'examen dynamique (dans 9 cas), certains ont été examinés seulement sur le huit de chiffre ou sur le cercle dur (dans certains cas la gravité de la boiterie ne permettait pas d'effectuer un examen dynamique complet). De ce fait, l'éventail des données disponibles est limité et n'est pas strictement comparable selon les chevaux.

De nombreux paramètres interfèrent avec les signes cliniques locaux et fonctionnels observés, en particulier la présence simultanée d'autres affections locomotrices et l'influence des traitements divers déjà entrepris.

38 questionnaires ont été retournés sur les 39 envoyés (le cas manquant concerne un cheval qui a été vendu et dont le propriétaire a déménagé à l'étranger), mais l'absence de maîtrise des réponses aux questionnaires représente une nouvelle limite. Les informations sur l'évolution des cas proviennent soit des propriétaires, soit des vétérinaires (dans la majorité des cas) : dans les deux cas, la précision des différentes informations varie selon les réponses. Les propriétaires donnent des données plus précises et plus fiables en ce qui concerne par exemple le temps de repos, d'exercice contrôlé et l'évolution sportive du cheval ; les vétérinaires, quant à eux, donnent des informations plus précises pour ce qui est des traitements mis en œuvre. Ces différences sont naturelles et propres au rôle de chacun.

Les données chiffrées présentées dans la partie « résultats » n'ont donc pas de valeur statistique démonstrative. Il convient de considérer cette étude dans l'objectif essentiellement descriptif que les méthodes employées ont permis d'atteindre.

B. Intérêts

L'objectif et intérêt principal de cette étude rétrospective est :

- d'une part la description de la clinique, des images échographiques caractéristiques et de leurs variantes pour les lésions tendineuses étudiées,
- d'autre part l'évolution médicale, clinique et sportive des chevaux atteints de tendinite digitale du TFPD. L'ensemble des signes cliniques évoqués a pu être documenté par les images lésionnelles associées.

Les lésions de tendinite du fléchisseur profond ont toutes été diagnostiquées par échographie, et dans les cas où un examen radiographique était réalisé, de nombreuses lésions concernant les formations anatomiques proches de la lésion tendineuse ont pu être mises en évidence (en particulier des lésions osseuses et d'enthésopathie concernant les autres éléments constituant l'appareil podotrochléaire), soulignant d'une part les limites de l'examen radiographique standard et d'autre part la notion de complémentarité entre les différentes techniques d'imagerie.

Les associations les plus fréquentes entre les lésions décrites concernent surtout les formations anatomiques proches. D'où la nécessité d'une approche rigoureuse et complète lors de l'examen échographique d'une région donnée.

Le tendon fléchisseur profond du doigt est considéré comme étant difficile à examiner dans sa partie la plus distale de manière satisfaisante avec l'équipement échographique courant, et il existe assez peu de documentation concernant ces lésions particulières *in vivo*.

Les intérêts de cette étude se trouvent donc dans la documentation clinique qu'elle apporte à la connaissance de la pathologie et de l'imagerie échographique du TFPD, en particulier en région podale.

II - Analyse des résultats et comparaison avec la bibliographie

A. Etude et distribution des lésions du TFPD en région digitale et métarpienne

Cette étude concerne l'atteinte du TFPD dans le doigt (du boulet au pied) sur le membre thoracique. Différentes études ont montré que les lésions du TFPD en région métacarpienne (et métatarsienne) sont assez peu communes comparées aux lésions du tendon fléchisseur superficiel du doigt (TFSD), du ligament accessoire du TFPD ou du ligament suspenseur du boulet. Ces études sont basées d'une part sur une étude post mortem (Webbon (30)) et d'autre part sur des examens échographiques (Genovese et coll (22)). En effet d'après Webbon (30), les lésions proximales au os sésamoïdes proximaux concernent très rarement le TFPD, alors que les lésions en face palmaire du boulet impliquent plutôt le TFPD initialement. Sur une période de 2 ans et demi, 72 atteintes du TFPD ont été diagnostiquées sur le membre thoracique sur les chevaux présentés en consultation au CIRALE : 68 de ces lésions concernent la région digitale (94,4%), seulement 4 concernent la région métacarpienne (5,5%). A titre indicatif, sur le membre postérieur, 16 atteintes du TFPD ont été diagnostiquées, dont 10 dans le doigt et 6 en région métatarsienne. Parmi les lésions digitales sur le membre thoracique, 34 sont situées dans le pied, 18 dans la région du paturon et 9 en regard du boulet. Pour 5 chevaux le TFPD est atteint sur deux régions distinctes du doigt (3 dans le paturon et le boulet, 2 dans le paturon et le pied). Enfin, pour 2 chevaux le tendon est lésé en région métacarpienne et en région digitale (dans le paturon pour l'un et dans le boulet pour l'autre). On peut ainsi dire que sur le membre thoracique, les lésions du TFPD sont situées de manière beaucoup

plus fréquente dans le doigt (94,4%), avec un nombre assez considérable de lésions situées dans le pied (50%). En revanche l'atteinte du TFPD en région métacarpienne est assez rare. Dans cette étude 64% des lésions sont situées dans le paturon et distalement.

Webbon (30) décrit dans cette étude l'incidence et l'apparence macroscopique de lésions tendineuses à partir de 589 tendons de 206 chevaux. 34 lésions du TFPD ont été mises en évidence, alors que 105 lésions concernaient le TFSD. La plupart des lésions du TFPD (23 tendons) ont été décrites comme des « modifications dégénératives en région phalangienne distale » et 21 de ces 23 lésions ont été retrouvées sur des membres thoraciques. Toutes ces lésions sauf une ne s'étendaient pas proximale à l'articulation interphalangienne distale. Webbon a fréquemment observé des lésions de l'os sésamoïde distal (OSD) associées à celle du TFPD (ce qui a également été le cas dans notre étude) : 13 OSD ont été examinés sur ces chevaux et tous présentaient une anomalie allant d'une coloration jaunâtre de la facies flexoria à une ulcération de celle-ci. L'étendue et la taille des lésions du TFPD n'étaient pas influencées par le degré d'anormalité de l'OSD ou de la partie adjacente du TFPD. Dans notre étude, le TFPD était lésé dans le paturon et distalement dans 25 cas (64% des cas) : 14 lésions situées dans le pied, 10 lésions situées distinctement dans le paturon et dans le pied et une lésion étendue de la mi-hauteur du paturon jusqu'à l'insertion distale du TFPD.

D'après Barr et coll (4), les lésions distales du TFPD, dans la région où le tendon glisse sur la partie palmaire fibrocartilagineuse de l'OSD, ont bien été étudiées et sont reconnues lors de l'examen anatomo-pathologique. Elles sont parfois considérées comme faisant partie du syndrome podotrochléaire. Les lésions du TFPD de la région suprasésamoïdienne jusqu'à l'insertion distale (dans toute la région podale) devraient sans doute être considérées comme faisant partie intégrante du syndrome podotrochléaire.

Webbon (30) décrit également 5 TFPD effilochés sur leur surface dorsale à cause de frottements contre des ostéophytes présents sur les os sésamoïdes proximaux et qui ont été exposés à travers des ulcérations du ligament intersésamoïdien (ou ligament palmaire). Ce type de lésion n'a pas été identifié dans notre étude. Dans l'étude de Webbon (30), des « lésions de stress mécanique » ont été identifiées sur 6 tendons. Parmi ces 6 lésions, 4 se trouvaient dans la région des os sésamoïdes proximaux et deux se trouvaient en région phalangienne. Trois de ces lésions étaient à l'origine d'une boiterie persistante qui a décidé les propriétaires à euthanasier l'animal. Dans ces trois cas, le TFPD était partiellement (2 cas) ou totalement (1 cas) rompu. Dans un cas le TFPD présentait un épaissement fibreux marqué en région phalangienne sur les deux antérieurs, avec une importante

réaction fibreuse sous cutanée. Il était impossible dans ce cas de séparer le tendon de la facies flexoria à cause d'une surface osseuse irrégulière avec la présence d'ostéophytes sur les facies flexoria de l'OSD et de la phalange distale. Ces lésions sont plus sévères que la majorité des cas de notre étude.

D'après Webbon (30), toute lésion tendineuse dans la région du boulet ou distalement est de pronostic très réservé, notamment à cause de la fibrose extensive provoquée par les lésions tendineuses en région digitale. D'après Denoix et Azevedo (15), les lésions focales sont de pronostic fonctionnel plutôt favorable, les lésions étendues ou celles qui sont situées en regard du boulet ont un pronostic plus réservé.

B. Distribution des lésions du TFPD entre le membre thoracique et le membre pelvien

Dans l'étude de Barr et coll (4), 24 chevaux présentant des signes échographiques de tendinite du TFPD dans la région métacarpienne/métatarsienne ont été examinés et les signes cliniques et échographiques ainsi que l'évolution des cas ont été décrits. Notre étude est en partie complémentaire à celle-ci puisqu'ils ont exclu les chevaux présentant des lésions du TFPD localisées dans le paturon et dans le pied, qui sont ceux qui nous intéressent ici. Dans cette étude, la distribution des lésions entre les antérieurs et les postérieurs est équivalente : 13 chevaux présentaient une lésion du TFPD sur un membre thoracique et 11 sur un membre pelvien. Dans l'étude de Webbon (30), seulement 2 lésions du perforant (sur 34) intéressant le membre postérieur ont été identifiées. De manière générale les anomalies des tendons fléchisseurs sur les postérieurs ont été assez rarement identifiées (le ratio des anomalies des fléchisseurs sur les antérieurs par rapport aux postérieurs était de 7 : 1). Dans notre étude seules des lésions sur les membres antérieurs ont été retenues. Parmi les chevaux examinés au CIRALE sur une période de 2 ans et demi, les atteintes du TFPD concernent à 82% le membres thoracique (avec 72 atteintes du TFPD sur le membre antérieur et 16 atteintes du tendon sur le membre postérieur) ; les atteintes digitales du TFPD concernent à 87% le membre antérieur (avec 68 atteintes du tendon dans un doigt antérieur et seulement 10 atteintes dans un doigt postérieur).

C. Distribution des lésions du TFPD selon les races, disciplines et âges des chevaux

La grande majorité des chevaux de cette étude sont des selles français (28 chevaux, soit 72%). 82 % (32 chevaux) d'entre eux sont des chevaux de sport (CSO). Les selles français font partie des chevaux les plus présentés au centre, avec les trotteurs français ; le saut d'obstacle et le trot sont les deux disciplines les plus représentées parmi les chevaux présentés au centre. Il semble donc que les chevaux de CSO soient davantage touchés que les trotteurs par cette pathologie. Une comparaison avec un autre type de cheval comme par exemple le galopeur ne peut pas être formulée puisque les pur sang et AQPS (autre que pur sang, qui courent plutôt des courses de steeple-chase) ne sont pas représentés dans cette étude et sont assez faiblement représentés au CIRALE parmi les chevaux examinés.

Dans cette étude, l'âge moyen des chevaux est de 8,7 ans. 27 des 39 chevaux (presque 70%) ont 8 ans et plus. Dans l'étude de Barr et coll. (4), l'âge moyen des chevaux est de 9,1 ans, avec 75% des chevaux âgés de 8 ans et plus. Les lésions du TFPD, qu'elles soient situées en régions métacarpienne ou en région digitale, semblent toucher préférentiellement les chevaux de plus de 8 ans.

D. Examen clinique

Le type d'apparition de la boiterie (brutale ou progressive) n'a pas toujours été précisée dans l'anamnèse des chevaux de notre étude, ce que l'on peut dire en revanche, c'est que les boiteries étaient en règle générale chronique à ancienne lors de la consultation puisque environ la moitié de l'effectif présentait une boiterie depuis plus de 6 mois (seulement 4 chevaux présentaient une boiterie depuis moins d'un mois). Dans l'étude de Barr et coll. (4), les chevaux présentaient le plus souvent une boiterie légère d'apparition brutale.

1. Examen physique

En ce qui concerne l'examen physique des chevaux, Barr et coll. (4) ont noté pour 4 chevaux un épaissement du TFPD et pour 6 chevaux une douleur à la palpation du tendon. Ici, un épaissement et une déformation du TFPD a pu être mis en évidence à l'examen physique sur un seul cheval (lors de l'examen au soutien des tendons fléchisseurs

en regard du boulet). Dans tous les autres cas, seule l'échographie a pu donner cette information. Barr et coll. (4) qui ont observé dans 4 cas un épaissement de ce tendon faisaient toutefois remarquer la difficulté d'apprécier ce type de déformation au sein d'une gaine digitale distendue. D'après Denoix et coll. (19), dans de nombreux cas de tendinite du fléchisseur profond du doigt, les chevaux ne présentent pas de déformation physique. Il faut donc se fier à l'examen échographique plutôt qu'à l'examen physique pour détecter des lésions tendineuses profondes comme celles du TFPD. Seul un cheval présentait une douleur à la palpation. 5 chevaux étaient douloureux lors de la flexion digitale passive. Il a été noté une distension de la gaine digitale chez seulement 7 chevaux (dans l'étude de Barr et coll. (4) tous les chevaux présentaient une ténosynovite diagnostiquée à l'examen physique et confirmée à l'échographie). 6 chevaux de notre étude présentaient un « épaissement de la face palmaire du paturon ». Dans notre étude, il n'a pas été observé à l'examen physique d'épaississement du ligament annulaire palmaire et seuls 2 cas d'épaississement ont été diagnostiqués à l'échographie (4 cas ont été diagnostiqués à l'examen physique et confirmés à l'examen échographique dans l'étude de Barr et coll. (4)). Seuls 2 chevaux ont présenté une douleur lors de la pression transfurcale avec la pince exploratrice (pression soutenue sur la fourchette pour mettre en évidence une éventuelle douleur profonde ou protopathique de la région postérieure du pied en regard de l'os sésamoïde distal et de la partie distale du TFPD). Ce test, en théorie assez spécifique de la douleur profonde présente lors de syndrome podotrochléaire, ne semble pas très intéressant dans le cas des tendinites distales du TFPD.

Dans 13 cas, c'est à dire dans un tiers des cas, le test d'extension interphalangienne ou test de la planche était positif. Des chevaux peuvent avoir une douleur lors de l'extension interphalangienne distale (donc lors de l'étirement du TFPD) lorsqu'ils sont sollicités sportivement mais cette douleur peut être absente s'ils sont au repos depuis plusieurs mois. Dans 7 cas le test de la planche est positif sur les deux antérieurs. Il n'est donc pas rare de trouver une sensibilité bilatérale lors de l'extension interphalangienne chez les chevaux atteints de tendinopathie digitale du TFPD sur un membre antérieur.

2. Examen dynamique

En ce qui concerne l'examen dynamique, dans l'étude de Barr et coll. (4), les chevaux présentaient le plus souvent une boiterie légère. La boiterie était accentuée par la flexion digitale du membre atteint dans la moitié des cas. Dans notre étude, les boiteries étaient en règle générale améliorées et plutôt légères en ligne droite. Tous les tests de

flexion étaient positifs. Dans cette étude (4), il n'a pas été mentionné que la boiterie était accentuée sur le cercle dur à main correspondante, alors que dans notre étude il s'agit d'une observation très commune : rares sont les chevaux qui sont davantage gênés à main opposée. Dans la plupart des cas, si la boiterie était légère en ligne droite (1/5), celle-ci était marquée sur le cercle dur à main correspondante (de degré supérieur ou égal à 2/5 en général). La localisation distale de la lésion du TFPD est éventuellement à l'origine de cette observation, ce qui peut s'expliquer par le fait que les contraintes exercées sur les parties distales des membres sur le cercle serré sur sol dur sont plus marquées que sur les parties plus proximales.

Une des caractéristiques de la boiterie des chevaux examinés au CIRALE était pour 18 d'entre eux (presque la moitié des cas) une diminution de la phase postérieure de la foulée (phase de propulsion, durant laquelle le TFPD est le plus sollicité), observée en particulier sur le huit de chiffre au pas.

Dans notre étude peu d'anesthésies diagnostiques ont été réalisées : les anesthésies digitales (une anesthésie digitale distale, 3 anesthésies digitales moyennes et une anesthésie digitale proximale) étaient toutes positives. Dans le cas d'un cheval présentant une fracture de l'os ulnaire du carpe, une anesthésie médiocarpienne a été réalisée pour savoir si la boiterie était due à cette fracture. Cette anesthésie ainsi que l'anesthésie du ligament suspenseur du boulet à son insertion proximale étaient négatives. Seule l'anesthésie métacarpienne distale était positive. L'origine podale de la boiterie a été fortement suspectée suite à l'examen échographique du pied (le cheval présentait une bursite podotrochléaire associée à une tendinite distale du TFPD) mais n'a pas été confirmée par une anesthésie diagnostique. Dans l'étude de Barr et coll. (4), l'anesthésie intrasynoviale de la gaine digitale a toujours été positive dans les 9 cas où elle a été réalisée. Ce type d'anesthésie est plus spécifique de la structure lésée (TFSD ou TFPD), alors que les anesthésies tronculaires donnent une indication sur la localisation de la lésion sur une région du membre. L'injection intrasynoviale du produit anesthésique présente l'inconvénient d'augmenter le risque septique de l'anesthésie.

E. Examens d'imagerie

1. Examen échographique

A l'échographie, les lésions étaient en général assez localisées, peu étendues proximo-distalement et latéro-médialement. Dans un seul cas la lésion s'étendait de la mi-hauteur du paturon jusqu'à la partie subterminale du TFPD. Dans 14 cas, deux régions distinctes du doigt étaient lésées (dans 9 cas le TFPD est atteint dans le paturon et dans le pied). Dans 15 cas le TFPD est lésé uniquement dans le pied. Les lésions du TFPD donc concernent à 64% (25 cas) la région digitale distale (du paturon à la terminaison du TFPD). Quatre cas d'enthésopathies distales ont été mises en évidence avec dans 3 cas une apparence hypoéchogène du tendon à son insertion distale, le tendon étant épaissi et d'apparence hétérogène dans le 4^{ème} cas. Dans ces cas d'enthésopathie, il a été mis en évidence un seul cas d'ostéolyse de la surface osseuse d'insertion distale du TFPD.

La grande majorité des lésions observées étaient représentées soit par des images hypoéchogènes focales, distinctes (10 cas), soit par un épaississement d'un des lobes du tendon (19 cas). Dans 7 cas, les deux types d'image étaient associées, avec la présence d'une zone hypoéchogène au sein d'un lobe épaissi. Une image d'échogénicité hétérogène (le plus souvent associée à un épaississement) a été mise en évidence dans 4 cas. Dans 9 cas, des zones hyperéchogènes ont été mises en évidence au sein du tendon (dans 5 cas le compte rendu échographique faisait mention de zones de minéralisation). Dans seulement 2 cas, les limites du TFPD étaient difficiles à visualiser.

Dans l'étude de Barr et coll. (4), 20 des 24 lésions identifiées au sein du TFPD en région métacarpienne ou métatarsienne se présentaient sous la forme de petites zones hypoéchogènes focales, souvent circulaires. Ces lésions étaient peu étendues proximo-distalement, généralement moins d'un centimètre. Dans cette étude ces lésions focales du TFPD sont différenciées des lésions circulaires centrales (« core lésions ») du TFSD. Ces lésions très localisées du TFPD peuvent être sous diagnostiquées si le tendon n'est pas examiné systématiquement sur toute sa longueur.

En ce qui concerne les images échographiques associées, dans un tiers des cas (12 cas), la gaine digitale était distendue. Contrairement à l'étude de Barr et coll. (4), il n'a jamais été observé d'éléments échogènes au sein du liquide synovial (dans leur étude ces signes échographiques faisaient suspecter la présence d'une zone d'adhérence). Dans notre étude un cheval présentait une adhérence entre le TFPD et le ligament sésamoïdien droit latéralement. Le même cheval présentait un méso synovial épaissi entre le ligament

annulaire palmaire et le TFSD. A l'examen échographique dynamique la mobilité du TFSD était diminuée par rapport à celle du TFPD. 14 lésions de l'OSD ont pu être mises en évidence. Dans 9 cas, il s'agissait d'une anomalie de la facies flexoria (irrégularité de la surface osseuse dans 4 cas, ostéolyse de la facies flexoria dans 4 cas et présence de spicules dans un cas). Dans 6 cas une bursite podotrochléaire était associée à la tendinite. 8 cas de desmopathie du ligament annulaire digital distal ont été mis en évidence dans cette étude. 6 cas de desmopathie du ligament sésamoïdien collatéral et 6 cas de desmopathie du ligament sésamoïdien distal impair ont été diagnostiqués. La plupart des chevaux de l'étude présentaient donc une forme combinée de syndrome podotrochléaire. Ces observations montrent que l'examen échographique du pied lors de tendinite digitale du TFPD doit être très complet et en particulier inclure systématiquement l'évaluation de structures anatomiques proches du TFPD comme les autres éléments de l'appareil podotrochléaire.

Les lésions échographiques associées étaient représentées également par les arthropathies interphalangiennes (6 cas d'arthropathie interphalangienne distale et 2 cas d'arthropathie interphalangienne proximale ont été mis en évidence). Les lésions du TFPD en association avec une constriction du ligament annulaire palmaire n'ont pas été rapportées ici. Seuls 2 cas de desmopathie du ligament annulaire palmaire ont été mis en évidence.

Des examens échographiques ont été réalisés sur le membre opposé à celui atteint pour 5 chevaux : 2 d'entre eux présentaient une minéralisation du TFPD dans le pied et 2 présentaient une irrégularité de la facies flexoria (avec une image d'ostéolyse pour l'un des 2). Il pourrait être intéressant de faire une évaluation échographique de l'appareil podotrochléaire du membre opposé, des signes précoces de syndrome podotrochléaire, de forme tendineuse notamment, pouvant être mis en évidence du côté opposé à la lésion initiale.

Il est reconnu que les atteintes tendineuses bilatérales sont assez communes (30) mais seul un cheval de l'étude a présenté une atteinte bilatérale du TFPD (avec une expression clinique sur les 2 antérieurs).

2. Examen radiographique

L'examen radiographique des pieds a confirmé le fait que d'autres éléments de l'appareil podotrochléaire sont souvent lésés lors de tendinite du TFPD. En particulier la radiographie a montré une atteinte fréquente de l'OSD avec de nombreuses images anormales (35). Une atteinte des éléments ligamentaires composant l'appareil podotrochléaire a été mise en évidence dans 8 cas (4 cas d'enthésopathie du ligament sésamoïdien distal et 4 cas d'enthésopathie du ligament sésamoïdien collatéral). Cet examen a confirmé que les arthropathies interphalangiennes étaient assez souvent associées à la tendinite digitale du TFPD (4 cas d'arthropathie interphalangienne proximale et 6 cas d'arthropathie interphalangienne distale). En ce qui concerne les images concernant le TFPD, 5 cas de minéralisation ont été mis en évidence.

L'anomalie (échographique et radiographique) la plus rare était représentée par un cas d'enthésopathie distale du TFPD avec ostéolyse de la surface osseuse d'insertion du tendon.

L'intérêt de la radiographie lors de tendinite digitale du TFPD est donc de préciser le diagnostic de syndrome podotrochléaire en apportant en particulier les informations concernant l'architecture de l'OSD, de compléter l'examen des autres formations ostéoarticulaires éventuellement lésées et enfin éventuellement de visualiser les zones de minéralisation du TFPD.

F. Evolution, pronostic et traitements

Sur 38 chevaux dont on connaît l'évolution, 15 ont pu reprendre la compétition (la plupart au niveau antérieur). Un de ces chevaux a été réformé deux ans après l'apparition de la tendinite du TFPD à cause d'un trouble locomoteur postérieur (arthropathie fémorotibiale médiale sévère). 4 chevaux ont pu reprendre pendant une période (de 2 à 12 mois) la compétition puis la boiterie a récidivé. 5 chevaux ont repris un entraînement normal mais pas encore la compétition. Dans l'étude de Barr et coll. (4), 7 chevaux sur 24 ont repris leur activité sportive antérieure. Parmi ces 7 chevaux, pour 2 d'entre eux le TFPD est redevenu normal à l'échographie. Dans notre étude l'évolution échographique n'a été connue précisément que pour 4 chevaux. Dans un cas la lésion échographique avait disparu 7 mois après l'identification de la lésion (épaississement médial du TFPD en région suprasésamoïdienne) ; dans un cas le tendon était toujours épaissi mais présentait

une échogénicité normale, alors qu'il présentait un an auparavant un épaissement et une image hypoéchogène.

1. Traitements chirurgicaux

Parmi les 3 chevaux qui ont subi une ténoscopie, un cheval est à l'entraînement normal sans présenter de boiterie, un cheval a pu retravailler et reprendre la compétition pendant 2 mois, puis la boiterie a récidivé sévèrement (il s'agit du cheval qui présentait une atteinte bilatérale, la ténoscopie ayant été réalisée après l'identification de la seconde lésion). Le dernier cheval a présenté une forte inflammation et une boiterie franche après la chirurgie. Celui-ci a été dirigé vers une activité de reproduction.

Un cheval a subi une desmotomie du ligament annulaire palmaire avant d'être examiné au centre. Celui-ci a repris la compétition. Deux chevaux ont subi cette intervention après leur examen au centre mais l'évolution de la locomotion n'est pas connue car la chirurgie a été effectuée très récemment.

Cinq chevaux ont subi une névrectomie des nerfs digitaux propres. L'un d'entre eux a présenté une boiterie 10 mois après la chirurgie, suite à un petit travail, et a ensuite été réformé. Les 4 autres chevaux ont pu reprendre la compétition. Parmi ces 4 chevaux, 2 ont repris la compétition depuis peu, et un cheval a été réformé deux ans plus tard pour une arthropathie fémorotibiale médiale sévère. Le faible nombre de cas et le manque de recul dans le temps ne permet pas de tirer de conclusion relativement à cette chirurgie dans notre étude. Le risque de rupture du TFPD à la suite d'une névrectomie des rameaux palmaires des nerfs digitaux propres réalisée pour traiter le syndrome podotrochléaire est bien reconnu (28). Cet article indique qu'une dégénérescence extensive du TFPD peut apparaître même quand le degré de pathologie osseuse naviculaire est relativement léger. De plus la dégénérescence extensive du TFPD n'est pas une conséquence inévitable des lésions de l'os sésamoïde distal puisque des TFPD relativement normaux ont été retrouvés dans des pieds contenant un OSD anormal. Aucun cas de rupture du TFPD ne figure dans notre étude (hormis une seule lésion relativement étendue, seules des lésions focales ont été mises en évidence).

2. Traitements médicaux

Trois chevaux ont été traités par infiltration de la gaine digitale : l'un des deux a repris la compétition (avec des fers en œuf), les deux autres ont pu reprendre la compétition pendant un an pour l'un et un an et demi pour l'autre (avec des fers en œuf) puis la boiterie a récidivé.

Sept chevaux ont reçu une injection dans la bourse podotrochléaire (de stéroïdes courte action) : 2 ont été réformés (ils étaient ferrés avec des fers à oignons pour l'un et des fers à l'envers pour l'autre) ; un cheval a repris l'entraînement mais pas la compétition (avec des fers en œuf) ; 4 chevaux ont repris la compétition. Parmi les chevaux qui ont repris la compétition, 3 ont été névrectomisés car le traitement médical local et le traitement orthopédique (fers en œuf et fers à l'envers) n'avaient pas suffisamment amélioré la locomotion du cheval.

Deux chevaux ont reçu du tiludronate (en association avec un traitement orthopédique et pour l'un d'entre eux une infiltration de l'articulation interphalangienne distale). Ceux-ci ont tous deux repris la compétition. Ces chevaux présentaient tous deux des remodelages osseux (un élargissement des fossettes synoviales de l'os sésamoïde distal pour l'un et une irrégularité de la facies flexoria pour l'autre). La présence de lésions osseuses, notamment de type ostéolytiques associées à la tendinopathie constitue une indication à l'utilisation de ce traitement.

3. Traitements orthopédiques

En ce qui concerne l'effet des ferrures, dans la plupart des cas le soutien de la région postérieure du pied, en particulier avec des fers à l'envers, semble améliorer la locomotion du cheval. 16 chevaux ont été ferrés avec des fers à l'envers : 7 ont pu reprendre la compétition. Un de ces 7 chevaux était très gêné avec les fers à l'envers alors qu'il était compétitif avec des fers classiques. Un cheval a repris l'entraînement mais pas la compétition. Deux chevaux ont repris la compétition pendant une courte période puis la boiterie a récidivé, 6 chevaux ont été réformés, dont 2 ont eu par la suite une activité de loisirs. 12 chevaux ont été ferrés avec des fers en œuf : 6 ont repris la compétition (dont 3 qui ont été névrectomisés), 2 ont repris l'entraînement mais pas la compétition et 4 chevaux ont été réformés.

Le nombre de cas est trop faible pour permettre une évaluation statistique de ces différents traitements. De plus, la plupart des chevaux ont reçu plusieurs traitements en même temps, ils ont souvent changé de ferrure, ils ont eu des temps de repos plus ou moins longs. On ne peut donc pas dire quel type de traitement améliore nettement le pronostic sportif des chevaux présentant une tendinite digitale du TFPD. Seul le traitement orthopédique avec la mise en place de fers à l'envers en particulier semble significativement améliorer la locomotion de ces chevaux.

4. Pronostic en fonction de la localisation de la lésion

4.1. Pronostic selon que la lésion se trouve sur l'antérieur gauche ou l'antérieur droit

Tableau 19 : Evolution sportive des chevaux selon que la lésion concerne l'antérieur gauche (AG) ou l'antérieur droit (AD)

	Compétition	Réforme	Retour en C puis récive	Entraînement normal	Evolution inconnue
AG	8	7	2	4	0
AD	8	6	2	1	1

21 chevaux sont atteints sur l'antérieur gauche. Parmi ceux-ci 8 chevaux ont repris la compétition, 4 sont à l'entraînement : 12 travaillent donc normalement. 18 chevaux sont atteints sur l'antérieur droit (on connaît l'évolution de 17 d'entre eux). Parmi ceux-ci 8 chevaux ont repris la compétition, un cheval est à l'entraînement : 9 chevaux sur 17 sont donc au travail.

La répartition AD-AG (respectivement 18 et 21 cas) est comparable ; l'évolution des chevaux selon qu'ils soient atteints sur l'antérieur gauche ou sur l'antérieur droit n'est pas très différente : le pronostic sportif des chevaux est donc le même quelque soit le membre atteint.

4.2. Pronostic selon la localisation de la lésion dans le doigt

Tableau 20 : Evolution sportive des chevaux dont la lésion est située dans le pied.

Evolution sportive 	Compétition (C)	Réforme	Retour en C puis récursive	Entraînement normal
Régions du pied 				
Région sésamoïdienne	3	1	0	0
Région subterminale	3	1	0	0
Région supra-sésamoïdienne	0	1	1	1
Régions supra-sésamoïdienne et sésamoïdienne	1	0	0	1
Insertion distale	1	0	0	1
TOTAL	8	3	1	3

La moitié des chevaux atteints dans le pied (8/15) ont repris la compétition. 3 ont repris l'entraînement : 11 chevaux sur 15 sont donc capables de travailler normalement. 3 chevaux ont été réformés.

3 chevaux sur les 4 qui présentent une lésion du TFPD en région sésamoïdienne ont repris la compétition, un seul a été réformé. Les chevaux atteints en région subterminale ont repris la compétition pour 3 d'entre eux, le 4ème a été réformé. En ce qui concerne les 2 chevaux présentant une enthésopathie distale, l'un d'entre eux a repris la compétition et l'autre est à l'entraînement.

Tableau 21 : Evolution des chevaux dont la lésion est située dans le paturon

	Compétition (C)	Réforme	Retour en C puis récursive	Entraînement normal
Paturon	4	3	0	0

Parmi les chevaux atteints dans le paturon, 4 chevaux sur 7 ont repris la compétition, 3 chevaux ont été réformés.

Tableau 22 : Evolution des chevaux dont la lésion est située en regard du boulet

	Compétition (C)	Réforme	Retour en C puis récidive	Entraînement normal	Evolution inconnue
Boulet	1	0	0	0	1

Le seul cheval atteint en regard du boulet dont on connaît l'évolution a repris la compétition.

Tableau 23 : Evolution des chevaux dont la lésion est située dans 2 régions du doigt

Evolution sportive ▶ Paturon (P) et pied ▼	Compétition (C)	Réforme	Retour en C puis récidive	Entraînement normal
P et région sésamoïdienne	0	4	0	1
P et région subterminale	0	1	0	1
P et région supra-sésamoïdienne	0	0	1	0
P et insertion distale	0	1	0	0
TOTAL (1)	0	6	1	2
Métacarpe (1/3 distal) et paturon	0	0	1	0
Métacarpe (1/3 distal) et boulet	1	0	0	0
Paturon et boulet	2	0	1	0
TOTAL (2)	3	0	2	0
(3) Paturon => insertion distale (lésion étendue)	0	1	0	0
TOTAL (1+2+3)	3	7	3	2

Parmi les chevaux présentant une lésion dans le paturon et dans le pied, aucun n'a repris la compétition (1 cheval a repris la compétition mais la boiterie a récidivé), 6 ont été réformés, 2 sont à l'entraînement. Si l'on considère tous les chevaux qui présentent une lésion dans 2 régions du doigt, 3 ont pu reprendre la compétition (2 des chevaux sont

atteints dans le paturon et le boulet, un cheval est atteint dans le tiers distal du métacarpe et en regard du boulet).

Il semble donc (assez logiquement) que les chevaux présentant une lésion dans deux régions du doigt ont une évolution sportive moins bonne que ceux qui sont atteints dans une seule région du doigt (qui eux retournent à la compétition pour environ la moitié d'entre eux, qu'ils soient atteints dans le pied, le paturon ou le boulet). Cependant en ce qui concerne les chevaux atteints dans le pied, 11 sur les 15 sont au travail normal (dont 3 qui n'ont pas encore repris la compétition), ce qui est un assez bon résultat (mais on ne peut pas conclure que les lésions podales isolées sont de meilleur pronostic que les autres à cause du nombre trop faible de cas).

Le seul cheval qui présente une lésion étendue du paturon à l'insertion distale du tendon a été réformé.

En conclusion de cette partie, on peut exposer les conclusions de Barr et coll. (4) : d'après cette étude, le cheval atteint doit être confiné au box et seule une activité contrôlée doit être autorisée. L'évolution du cas doit être surveillée à l'échographie. Dans leur étude, le degré de boiterie et de distension de la gaine digitale étaient généralement améliorés avec le repos au box, et les lésions échographiques diminuaient de taille. Au contraire il était commun de trouver une aggravation des signes cliniques et des lésions échographiques si les chevaux étaient remis au travail ou laissés en liberté au pré. A l'échographie les lésions du TFPD persistaient en générales et étaient toujours présentes jusqu'à 2 ans après l'identification de la première lésion. Dans notre étude, même si la persistance échographique des lésions n'a pas pu être démontrée, le taux de retour en compétition (39%) montre que le pronostic sportif des chevaux atteints de tendinite digitale du TFPD est toujours réservé.

III - Imagerie comparée

A. Intérêts et limites de l'échographie

1. Intérêts

1.1. Intérêt diagnostique

Cette technique est très performante pour le diagnostic des lésions des tissus mous. L'échographie permet d'imager de manière plus sensible et plus complète les lésions d'enthésopathie (avec une bonne évaluation de la composante osseuse et de la composante ligamentaire ou tendineuse de la lésion) par rapport à la radiographie. L'échographie permet de connaître de manière précise la nature de la lésion, avec une bonne corrélation entre les images échographiques et la réalité anatomique.

Dans l'étude de Denoix et Coll (19) les examens nécropsiques ont permis de préciser les variations de calibre, de forme et d'architecture du TFPD dans son trajet digital et ont montré que l'échographie était beaucoup plus sensible et fiable que la palpation pour déceler des anomalies de ce tendon dans la région du paturon. C'était le cas par exemple des calcifications tendineuses, des lésions discrètes du perforant dans le paturon. L'examen échographique a également permis de retrouver et de préciser toutes les anomalies identifiées à la palpation.

1.2. Intérêt pratique

L'échographie est un examen non invasif, indolore, qui se pratique sur cheval debout, le plus souvent sans moyen de contention particulier. Cet examen est d'une totale innocuité pour le patient comme pour l'opérateur, et ne requière aucun équipement de protection. Sa mise en œuvre pratique est simple, elle ne nécessite pas d'infrastructure particulière, les appareils pouvant être transportés en clientèle ambulatoire. Le coût du matériel est accessible aux vétérinaires praticiens et sera amorti à long terme. La même sonde peut d'ailleurs être utilisée pour l'examen locomoteur et l'examen gynécologique.

L'échographie présente l'intérêt de fournir des informations disponibles immédiatement.

1.3. Intérêts pronostiques et thérapeutiques

L'intérêt pronostic de l'examen échographique est basé sur la connaissance de la taille et de l'étendue de la lésion tendineuse, de son échogénicité, de son architecture, de l'ampleur des remodelages osseux et des éventuelles lésions associées. Le suivi des lésions permet d'ajuster le pronostic au fur et à mesure de la cicatrisation.

L'identification précise et précoce des éléments anatomiques lésés permet la mise en œuvre rapide d'un traitement adapté. Le repérage de la topographie des récessus synoviaux facilite et optimise les traitements par injection locale. La gestion de l'activité du cheval est facilitée par le suivi des images échographiques au cours de la reprise du travail.

2. Limites

2.1. Limites diagnostiques

Les images échographiques ne permettent d'observer que des affections osseuses périphériques ou concernant la plaque osseuse sous-chondrale. Le trajet des traits de fracture (les fractures pouvant être diagnostiquées par rupture de la continuité de la surface osseuse) et les remaniements de la structure osseuse interne ne peuvent pas être évalués. La radiographie s'impose alors. En ce qui nous concerne, la recherche de lésions osseuses de tissus environnant le TFPD, en particulier l'évaluation de la densité osseuse interne (os compact / os spongieux) de l'os sésamoïde distal, rend l'examen radiographique nécessaire.

Le manque de spécificité de l'échogénicité ne permet pas toujours la caractérisation précise d'un tissu et la détermination de l'âge d'une lésion. Cet âge peut être évalué en étudiant tous les signes échographiques de la lésion, comme l'œdème péri-tendineux et le degré et type de distension synoviale. D'autre part il est difficile d'établir le degré d'activité d'une lésion : lorsqu'une lésion est cicatrisée et n'est plus inflammatoire, l'image échographique reste souvent anormale et il est difficile d'apprécier le rôle d'une lésion échographique ancienne sur la boiterie observée. Par ailleurs, l'aspect échographique d'une lésion récente ne préjuge pas de la durée de sa réparation et des séquelles éventuelles, ce qui limite son intérêt pronostic.

2.2. Limites techniques

L'échographie est une technique exigeante. La qualité des informations obtenues et la fiabilité du diagnostic dépendent en grande partie de l'opérateur. Ce dernier doit être capable d'identifier les nombreux artéfacts qui peuvent apparaître. La connaissance approfondie de l'anatomie régionale et une certaine expérience sont nécessaires pour être à même d'identifier des lésions discrètes ou d'accorder aux images un degré de signification rationnel.

De plus l'échographie du TFPD, lors de la recherche de lésions tendineuses digitales, est un examen relativement long si l'on veut étudier de manière approfondie sa structure jusqu'à son insertion distale. Un examen complet, associant la recherche d'éventuelles lésions associées, la réalisation de différentes coupes, ainsi qu'au préalable la préparation de la région, demande en moyenne une demi-heure. Ce facteur temps est parfois difficilement compatible avec une activité en clientèle.

B. Apports et limites de différentes techniques d'imagerie – Comparaison avec l'échographie.

Les différentes techniques d'imagerie médicale applicables à l'appareil locomoteur sont divisées en deux grands groupes :

- **Les techniques topographiques** permettent de localiser le site de la lésion. Au même titre que les examens physique et dynamique ou les anesthésies diagnostiques, elles participent au *diagnostic topographique* de la lésion, étape préliminaire aux examens complémentaires utilisant des techniques lésionnelles. En effet, ces techniques topographiques ne sont pas spécifiques des lésions qu'elles peuvent localiser. Elles sont essentiellement représentées par la thermographie et la scintigraphie. Ces deux techniques diffèrent notablement dans leur sensibilité et leur fiabilité.
- **Les techniques lésionnelles** aboutissent à l'identification de la lésion. Outre la radiographie et l'échographie, la tomodensitométrie (scanner) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) permettent un *diagnostic lésionnel*.

1. Techniques précisant le diagnostic topographique

1.1. Thermographie

Le principe de la thermographie est fondé sur la mesure des différences de température cutanée entre les différentes parties du corps, qui reflètent plus ou moins fidèlement la localisation des sites inflammatoires profonds. La mesure s'effectue à distance grâce à une caméra infrarouge. Les informations fournies par le thermogramme sont essentiellement topographiques : une chaleur localisée peut inciter à examiner plus particulièrement une région donnée. L'interprétation d'un thermogramme doit toujours être conduite avec prudence au regard des nombreux artefacts liés à l'épaisseur du poil (notamment la présence de zones de tonte), à l'incidence de la caméra, à la présence antérieure de protections sur les membres, à la présence de cicatrices. Si un membre est trop proche de la caméra par rapport à son opposé ou si le cheval appuie davantage sur un membre que sur l'autre, des résultats « faux- positifs » apparaîtront de même. D'autre part, la température cutanée ne reflète pas systématiquement des lésions douloureuses profondes (dans le cas de la tendinite du FPD dans le pied par exemple), peu inflammatoires, chroniques ou anciennes, d'où l'apparition de « faux-négatifs ».

La thermographie fournit un complément d'information et de documentation intéressant mais toujours insuffisant à lui seul pour le diagnostic topographique ou, à fortiori, lésionnel. La thermographie est moins précise pour localiser une lésion que l'échographie et la corrélation avec la sévérité de la lésion est faible.

L'échographie, méthode sensible (peu de faux-négatifs) et fiable (peu de faux-positifs) présente un intérêt nettement supérieur en pathologie locomotrice. L'examen thermographique a été réalisé sur 70% des chevaux de cette étude, et dans 70% de ces cas, aucune anomalie thermographique a pu être mise en évidence. Dans cette étude, la thermographie ne s'est pas révélée utile pour localiser la lésion diagnostiquée par la suite.

1.2 La scintigraphie osseuse (25)

La scintigraphie osseuse est une méthode d'imagerie qui, grâce à l'administration d'un produit radioactif dans l'organisme du patient et à des moyens de détection appropriés, permet une exploration fonctionnelle du système myoarthrosquelettique dans sa globalité (en pratique courante chez le cheval, l'examen porte surtout sur l'appareil squelettique). Toute perturbation du métabolisme ou de la vascularisation du tissu osseux apparaît sur

l'image scintigraphique avec une grande précocité et sensibilité. Ces deux phénomènes sont retrouvés dans tous les sites lésionnels en phase inflammatoire active.

Lors de la phase d'exploration des tissus mous (10 minutes après l'injection du radiopharmaceutique), la radioactivité détectée reflète la diffusion du radiopharmaceutique du compartiment vasculaire aux parties molles (muscles, tendons, ligaments...). Cette phase de l'examen peut ainsi être intéressante pour détecter les tendinites en phase inflammatoire aiguë.

Lors de la phase d'exploration du tissu osseux (3 heures après l'injection du radiopharmaceutique), la radioactivité détectée permet la mise en évidence précoce de sites inflammatoires osseux, notamment la composante osseuse des lésions d'enthésopathies.

En revanche, le scintigramme fournit des informations peu spécifiques sur la nature des lésions détectées. Leur identification n'est possible qu'après confrontation raisonnée des données cliniques, radiographiques et échographiques.

De plus, la scintigraphie fournit peu d'information sur les sites douloureux chroniques ou anciens, où les processus inflammatoires sont peu actifs. Cette méthode d'imagerie présente une résolution d'image limitée (largement inférieure à la radiographie et à l'échographie), ne permettant pas de délimiter deux structures anatomiques juxtaposées. En ce qui concerne la détection des lésions des tissus mous, il s'agit d'une méthode peu fiable, très irradiante pour le personnel et l'avantage de la scintigraphie sur un examen physique approfondi n'est pas certain.

D'un point de vue pratique, sa mise en œuvre est relativement lourde :

- elle nécessite une immobilité de l'animal au cours de l'acquisition des images, l'animal est donc tranquilisé sur une longue période.
- les équipements nécessaires pour l'utilisation des sources radioactives sont conséquents, le besoin en personnel qualifié n'est pas négligeable.
- l'examen est onéreux.

La scintigraphie présente quelques avantages par rapport à l'échographie dans la détection de certaines lésions osseuses et notamment dans la détection précoce des enthésopathies. En revanche, l'échographie est une technique beaucoup plus intéressante dans le diagnostic de lésions des tissus mous.

2. Techniques précisant le diagnostic lésionnel

2.1 La radiographie

La radiographie est la projection sur un plan d'un objet en trois dimensions. Un faisceau de rayons X d'une certaine énergie et intensité, est atténué par l'objet. Les différences de densité des structures de l'objet traversé permettent de former une image radiographique caractérisée par son contraste et son noircissement. Les images obtenues sont d'une excellente résolution.

Elles donnent une vue globale des formations ostéo-articulaires permettant d'évaluer leur orientation, leurs formes et leur congruence. La radiographie est la méthode d'imagerie de référence pour l'examen de l'architecture osseuse : elle objective des lésions de l'os sous-chondral, des ostéo-arthroses, des séquestres osseux, des ostéomyélites.....

Par contre, cette technique ne permet pas de différencier les tissus mous, puisqu'ils ont tous la même densité liquidienne. Cette technique est moins sensible que l'échographie dans le diagnostic des lésions discrètes d'enthésopathie.

En ce qui concerne les tendinites du FPD, la radiographie est peu utile pour l'identification des lésions des tissus mous du doigt, sauf dans le cas de déformation palmaire du paturon, d'enthésopathies avec avulsion osseuse ou déminéralisation, lors de calcifications au sein du tendon, lors de la présence de spicules osseuses sur la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. On a vu dans cette étude, que les lésions de tendinite digitale du FPD sont souvent accompagnées de lésions osseuses des structures anatomiques proches, qui concernent en particulier les autres éléments de l'appareil podotrochléaire. Il s'agit des lésions de l'os sésamoïde distal et des lésions d'enthésopathie du ligament sésamoïdien collatéral et du ligament sésamoïdien distal impair.

La radiographie, technique accessible et facile à mettre en œuvre à tout praticien est très complémentaires à l'échographie ; la première étant mieux adaptée à l'évaluation des structures osseuses, et la seconde à celle des tissus mous. Etant donné que la tendinite distale du FPD est souvent associée à d'autres lésions de structures anatomiques proches, l'utilisation des deux techniques simultanément, permet d'améliorer le diagnostic, le traitement et le pronostic.

2.2 La tomodensitométrie (27)

Comme la radiographie, la tomodensitométrie utilise une source de rayons X. Si cette source est fixe en radiographie, celle-ci tourne ici autour de l'objet dans un plan transversal et les rayons X traversant l'objet sont mesurés. Toutes les mesures sont transmises à un ordinateur et celui-ci reconstruit l'image d'une coupe transversale d'une certaine épaisseur de l'objet examiné. L'ordinateur est capable de reconstruire ces images dans d'autres plans de coupe avec une perte de la qualité de l'image.

On peut ainsi visualiser toutes les structures de l'objet par leur différence de densité en faisant varier une échelle de niveau de gris. La résolution des images est excellente et l'analyse de l'architecture osseuse est meilleure par rapport à la radiographie mais l'examen des tissus mous est moins sensible qu'avec l'échographie car les densités sont trop voisines. L'appareillage utilisé reste complexe à appliquer au cheval et cet examen nécessite une anesthésie générale.

2.3 L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (17) (18) (20)

L'IRM utilise les propriétés magnétiques des atomes d'hydrogène présents en concentration plus ou moins élevée selon la nature des tissus. Au cours d'un examen, le membre étudié est placé dans un aimant créant un champ magnétique B_0 . Les spins (unité élémentaire d'aimantation) des noyaux d'hydrogène, s'orientent alors suivant l'axe du champ magnétique B_0 . L'image IRM est obtenue en analysant le temps de relaxation, c'est à dire le temps de retour à l'équilibre des spins lorsque, soumis au champ magnétique, ils subissent des impulsions électromagnétiques qui viennent perturber leur équilibre. La relaxation peut être étudiée selon deux axes :

- ◆ T1 caractérise le temps de relaxation dans le plan longitudinal par rapport au champ électromagnétique B_0
- ◆ T2 caractérise le temps de relaxation dans le plan transversal par rapport au champ électromagnétique B_0

Les images « pondérées » en T2 sont intéressantes dans la recherche de lésions mais sont moins satisfaisantes dans l'examen des tissus normaux par rapport aux images pondérées T1.

L'avantage de cette technique est de fournir à la fois la représentation des os et des tissus mous, ce qui permet de mieux évaluer les pathologies d'insertion. Cette technique fournit une très bonne délimitation des formations tendineuses et présente une grande sensibilité

aux altérations de la structure histologique des tendons. Outre une exploration plus complète de l'appareil tendineux, l'intérêt de l'IRM par rapport à l'échographie réside dans la différenciation des tissus mous du pied. En effet, le sabot et la géométrie de la région des talons, ne permettent pas d'obtenir des images échographiques des formations profondes du pied et de la couronne. Les images IRM sont en revanche excellentes en raison du contraste naturelle entre les diverses formations du pied. De nombreuses études suggèrent que cette technique est la meilleure pour évaluer les tissus mous du pied (3). Le principe de l'acquisition de l'image permet une combinaison infinie de plans de coupe ; sa digitalisation autorise l'utilisation de toutes les techniques de traitement d'images. L'innovation la plus remarquable est la possibilité d'obtenir une imagerie dans les trois plans : sagittal, transversal et frontal. L'IRM représente un examen non invasif et très sensible, très précis et reproductible.

En médecine vétérinaire, cependant, les inconvénients de l'IRM sont de taille : le coût de l'équipement est inaccessible dans le domaine clinique actuellement, seules quelques installations existent en Europe. La réalisation de l'examen nécessitant une immobilisation absolue de plusieurs minutes, le cheval doit être anesthésié. Cette technique peut être mise en œuvre seulement lorsque la lésion recherchée a été localisée au sein d'une région du membre. Les méthodes d'imagerie plus conventionnelles (comme l'échographie et la radiographie), plus accessibles, plus simples et moins coûteuses auront été mises en œuvre en première intention.

L'échographie garde incontestablement des atouts dans la pratique quotidienne : elle est facilement accessible sur le plan financier, très maniable (déplacement de la sonde dans différents plans à la demande), simple à mettre en œuvre et permet une évaluation fonctionnelle des tendons (la mobilisation des articulations étant possible pour réaliser un examen dynamique).

L'échographie permet une définition et un potentiel de traitement des images inférieurs à l'IRM, mais reste très utile en routine chez le cheval pour évaluer les tissus mous, les enthèses et les surface osseuses.

CONCLUSION

Au terme de cette étude il apparaît que sur les 39 chevaux atteints de tendinopathie digitale du fléchisseur profond du doigt, dans 25 cas (soit 64% des cas) la lésion est située en région digitale distale (du paturon à l'insertion distale du TFPD). Quatre chevaux présentaient une enthésopathie distale du TFPD, dont un seul présentait un remodelage osseux (ostéolyse). Les lésions digitales du TFPD sont représentées à l'échographie par des lésions localisées d'épaississement d'un des lobes du tendon (19 cas) ou par des images hypoéchogènes focales, distinctes (10 cas). Il n'est pas rare (7 cas) de trouver une association de ces deux types d'images. Une autre caractéristique des lésions digitales du TFPD est la présence d'images hyperéchogènes (9 cas) suggérant une métaplasie cartilagineuse ou osseuse au sein du tendon, témoignant d'une atteinte chronique dégénérative de celui-ci.

Les chevaux de sport (CSO) sont beaucoup plus fréquemment atteints que les trotteurs.

Ces atteintes du TFPD s'expriment le plus souvent par une boiterie accentuée sur le cercle dur à main correspondante, une diminution de la phase postérieure de la foulée (18 cas) visible en particulier au pas.

Dans un grand nombre de cas (25 cas), les chevaux de l'étude présentent une forme combinée de syndrome podotrochléaire. Le terme de maladie naviculaire pouvait laisser penser que seul l'os naviculaire (ou os sésamoïde distal) était impliqué dans cette pathologie. Le terme plus récent de syndrome podotrochléaire est plus approprié puisqu'il exprime la diversité des éléments anatomiques potentiellement lésés donnant lieu à la même symptomatologie : la partie distale du TFPD est rarement le seul élément de l'appareil podotrochléaire concerné et des lésions osseuses et/ou ligamentaires y sont fréquemment associées.

Sur les 39 chevaux, seuls 15 (39%) ont pu reprendre la compétition (4 autres ont repris la compétition mais la boiterie a récidivé 2 mois à un an après). Dans plus d'un tiers des cas (6 cas, 37,5%) la mise en place de fers à l'envers a amélioré la locomotion des chevaux et leur a permis de reprendre la compétition. Le taux de retour en compétition montre que le pronostic sportif des chevaux atteints de tendinite digitale du fléchisseur profond est toujours très réservé.

Le taux de retour en compétition n'est pas très différent que les chevaux soient atteints dans le pied, le paturon ou le boulet (environ 50%). Lorsque le tendon est lésé dans 2 régions du doigt, le pronostic est moins bon puisque seulement 20% des chevaux sont retournés en compétition durablement (sans récurrence).

La prochaine étape dans l'investigation de cette entité pathologique pourrait être l'étude des images lésionnelles obtenues avec une technique d'imagerie de pointe comme l'imagerie par résonance magnétique. Une étude similaire à celle-ci, mais pour laquelle des lots de chevaux recevant un seul type de traitement seraient effectués, et qui incluerait un contrôle clinique et échographique de chaque cheval est en pratique difficile à mettre en œuvre mais serait utile pour améliorer le pronostic sportif des chevaux atteints de tendinopathie du fléchisseur profond du doigt.

LISTE DES ABREVIATIONS

CIRALE = Centre d'Imagerie et de Recherche sur les Affections Locomotrices Equines
ENVA = Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
H = hongre
F = femelle
M = mâle
SF = Selle Français
TF = Trotteur Français
AA = Anglo-Arabe
QH = Quarter Horse
W = Wesphalien
CSO = Concours de saut d'obstacle
CSIO = Concours international de saut d'obstacle
CCE = Concours complet d'équitation
Trot = courses de trot
A, B, C, D : niveaux de compétition en saut d'obstacle (du plus élevé au moins élevé).
AG = antérieur gauche
AD = antérieur droit
TFPD = tendon fléchisseur profond du doigt
TFSD = tendon fléchisseur superficiel du doigt
BC = bride carpienne
LSB = ligament suspenseur du boulet
AIPD = articulation interphalangienne distale
AIPP = articulation interphalangienne proximale
OSD = os sésamoïde distal
OSP = os sésamoïdes proximaux
FFLEX = facies flexoria
LSC = ligament sésamoïdien collatéral
LSD = ligament sésamoïdien distal impair
P1 = phalange proximale
P2 = phalange moyenne
P3 = phalange distale
Fsyn : Fossettes synoviales du bord distal de l'os sésamoïde distal
Opénie : ostéopénie
P.P. P3 = processus palmaire de la phalange distale
Enthésop. : enthésopathie
Olyse = ostéolyse
Min = minéralisation
PSGAG = polysulfate polysaminoglycanes
AH = acide hyaluronique
AINS = anti-inflammatoire non stéroïdien
RX = radiographie
RAS = rien à signaler (pour une radiographie : pas d'image indicatrice de pathologie ostéoarticulaire)

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ALLEN A. K. - Common Artifacts in Tendon and Ligament Ultrasound - J. Equine. Vet. Sci., 1991, **11** (6), 315-316.
- 2 - BARONE R., Anatomie comparée des mammifères domestiques - Tome 1 : Ostéologie, 3^{ème} édition, Paris, Vigot, 1986.
- 3 - BARONE R., Anatomie comparée des mammifères domestiques - Tome 2 : Arthrologie et myologie, 3^{ème} édition, Paris 6ème, Vigot, 1986.
- 4 - BARR A.R.S., DYSON S.J., BARR F.J., and O'BRIEN J.K. - Tendonitis of the deep digital flexor tendon in the distal metacarpal / metatarsal region associated with tenosynovitis of the digital sheath in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 1995, **27** (5), 348-355 :
- 5 - BUSONI V., DENOIX J.M. - Ultrasonography of the podotrochlear apparatus in the horse using a transcuneal approach: Technique and reference images. *Veterinary radiology and ultrasound*, **42**, N°6, 2001, 534-540.
- 6 - CARNIEL P. - Données de base de l'échographie. *Le point vétérinaire*, 1987, **19** (105), 199-212.
- 7 - DENOIX J.M. - Etude biomécanique de la région phalangienne chez le cheval. 11ème journée d'étude CEREOPA, 1985, 60-75.
- 8 - DENOIX J.M. - Bases physiques de l'échographie. Document d'enseignement post-universitaire d'échographie de base de l'appareil locomoteur chez le cheval – Recueil d'articles de 1989 à 1999 (Dossier A - Echographie : bases techniques, 4-26).
- 9 - DENOIX J.M. - Echographie de l'appareil locomoteur chez le cheval - Généralités. Document d'enseignement post-universitaire d'échographie de base de l'appareil locomoteur chez le cheval - Recueil d'articles de 1989 à 1999 (Dossier B, 7-9).
- 10 - DENOIX J.M. - Echo-anatomie des formations palmaires de la main chez le cheval. Document d'enseignement post-universitaire d'échographie de base de l'appareil locomoteur chez le cheval - Recueil d'articles de 1989 à 1999 (Dossier B, 11-13).
- 11 - DENOIX J.M. - Images échographiques des lésions du tendon fléchisseur profond du doigt. Document d'enseignement post-universitaire d'échographie de base de l'appareil locomoteur chez le cheval - Recueil d'articles de 1989 à 1999 (Dossier B, 82-85).

- 12 - DENOIX J.M. - L'examen échographique du paturon chez le cheval. Document d'enseignement post-universitaire d'échographie de base de l'appareil locomoteur chez le cheval - Recueil d'articles de 1989 à 1999 (Dossier A, 106-111).
- 13 - DENOIX J.M. - Fonctionnal anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (Manus and pes), Tendon and ligaments injuries : Part I, *Veterinary Clinics of North America, Equine Practice*, 1994, **10**, N°2, 272-322.
- 14 - DENOIX J.M. - The Equine Distal Limb, An Atlas of Clinical Anatomy and Comparative Imaging, Manson Publishing, London, 2000, p. 36.
- 15 - DENOIX J.M., AZEVEDO C. - Images échographiques des lésions du tendon fléchisseur profond du doigt, *Pratique Vétérinaire Equine*, 1991, **23**, N°2, 15-24.
- 16 - DENOIX J.M., CREVIER N. and AZEVEDO C. - Ultrasound examination of the pastern in horses. Ultrasonographic diagnosis of joint injuries in horses, polycopié d'enseignement post-universitaire, CIRALE-IPC ENVA, 2000, 107-124.
- 17 - DENOIX J.M., CREVIER N., ROGER B., LEBAS J.F. - Magnetic resonance imaging of the equine foot, *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 1993, **34**, 405-411
- 18 - DENOIX J.M., LEBAS J.F., AUBERT G. - IRM et échographie des tendons et ligaments chez le cheval : images normales. *Point vétérinaire*, 1989, **20** (124), 37-46.
- 19 - DENOIX J.M., MIOLOT M., LEVY I et LAGADIC M. - Etude anatomopathologique des lésions associées aux images échographiques normales des tendons et ligaments chez le cheval, *Recueil de médecine vétérinaire*, 1990, **166** (1), 45-55.
- 20 - DENOIX J.M., ROGER B., LEBAS J.F., AUBERT G., CREVIER N. - Images par résonance magnétique chez le cheval : approche sémiologique sur membres isolés. 16^{ème} journée d'étude CEREOPA, 1990, 124-134.
- 21 - FOUQUET B., BERGEMER A.M. - Innervation des enthèses, Pathologie des insertions et enthésopathie, 1990, Masson, 238 p.
- 22 - GENOVESE, R. L., RANTANEN N. W., HAUSER M. L. et SIMPSON B. S. - Diagnostic ultrasonography of equine limbs. - *Vet. Clin. of North Am. Equine Practice*, 1986, **2**, 145-226.
- 23 - HUSSON J.L., CHAUVEAUX D., ROCHCONGAR P. et LANCIEN G. - Physiopathologie et anatomopathologie des enthésopathies d'insertion par sollicitations mécaniques du système tendino-musculaire, Pathologie des insertions et enthésopathie, 1990, Masson, 238 p.
- 24 - KENESI C. et TALLINEAU C. - Anatomie et biomécanique des enthèses, Pathologie des insertions et enthésopathie, 1990, Masson, 238 p.

- 25 - MARTIN F. - Application de la scintigraphie osseuse au diagnostic des boiteries du cheval, *Point Vétérinaire*, 1992, **24** (148), 547-552.
- 26 - MILES K. G. - Basic principles and clinical applications of diagnostic ultrasonography, *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.*, 1989, **11** (5), 609-622.
- 27 - PETERSON P.R., BOWMAN K.F. - Computed tomographic anatomy of the distal extremity of the horse, *Veterinary Radiology*, 1988, **29**, N°4, 147-156.
- 28 - POWIS R. L. - Ultrasound Science for the Veterinarian – *Vet. Clin. of North Am. Equine Practice*, 1986, **2**, (1), 3-27.
- 29 - RANTANEN N. W. - General considerations for ultrasound examinations. *Vet. Clin. of North Am. Equine Practice*, 1986, **2** (1), 29-32.
- 30 - WEBBON P.M. - A post-Mortem study of equine digital flexor tendons, *Equine Veterinary Journal*, 1977, **9** (2), 61-67.

ANNEXE

ANNEXE 1

QUESTIONNAIRE DESTINÉ AU VÉTÉRINAIRE TRAITANT

Le « date », vous avez référé le cheval « Nom, sexe, âge, race, discipline », appartenant à M./Mme « Nom » au CIRALE. Celui-ci a fait l'objet d'un examen échographique sur l'antérieur droit / gauche.

Une lésion a été identifiée sur le tendon fléchisseur profond du doigt ou tendon perforant.

1. TRAITEMENTS EFFECTUES

	OUI	NON
◇ AUCUN	☐	☐
◇ OPERATION CHIRURGICALE	☐	☐
◇ TRAITEMENT MEDICAL	☐	☐
Si oui, précisez :		
- par voie générale (orale, injection...)		
- par voie locale (injection dans la bourse podotrochléaire...)		

◇ TRAITEMENT ORTHOPEDIQUE (Ferrure)	☐	☐
Si oui, préciser quel type de ferrure :		

Le cheval a-t-il gardé cette ferrure ou en a-t-il changé (précisez au bout de combien de temps la ferrure a été changée et quel type de ferrure a alors été mise en place) ?

◇ AUTRES	☐	☐
Si oui, précisez :		

Précisez l'effet du traitement effectué sur l'évolution des troubles locomoteurs du cheval :

2. EVOLUTION :

	OUI	NON
◇ PAR LA SUITE, LE CHEVAL A-T-IL		
- Repris la compétition	☐	☐
- Repris l'entraînement	☐	☐
- Été dirigé vers une autre discipline ?	☐	☐
Si oui, laquelle ?		
- Été dirigé vers une activité de loisirs ?	☐	☐
- Été dirigé vers la reproduction ?	☐	☐
- Été réformé ?	☐	☐

◇ NOMBRE DE SEMAINES

- De repos au box :
- De pas :
- De trotting :
- De pré-entraînement :

◇ SI LE CHEVAL A REPRIS LA COMPETITION

- Précisez combien de semaines après l'examen :
- Précisez le niveau de compétition avant et après la survenue de la tendinite :

3. LE CHEVAL A-T-IL PRÉSENTÉ :

OUI

NON

◇ Une récurrence de la lésion observée ?

☐☐

Si oui, précisez :

- Dans quelles circonstances (type de sol, séance d'entraînement, compétition)

- Combien de temps après l'identification de la première lésion à l'échographie :

- L'aspect échographique de la lésion si vous avez effectué cet examen :

◇ Avez-vous effectué un contrôle clinique avec ou sans contrôle échographique ?

Si oui, - Précisez combien de temps après l'identification de la première lésion à l'échographie :

- Précisez le résultat de ce contrôle (absence ou présence de boiterie, grade de la boiterie, circonstance de la boiterie, aspect de la lésion tendineuse à l'échographie si cet examen a été effectué) :

OUI

NON

◇ D'autres problèmes de locomotion ?

☐☐

Si oui, précisez :

- Dans quelles circonstances (type de sol, séance d'entraînement, compétition) :

- Combien de temps après l'identification de la première lésion à l'échographie :

- Les résultats des examens éventuellement effectués (radiographie, échographie) :

4. OBSERVATIONS : (compléter au verso si nécessaire)

OUI

NON

5. Souhaitez-vous recevoir un résumé des résultats de cette étude (début 2003) ?

☐☐

En vous remerciant de votre aimable collaboration

ANNEXE 2

Professeur Jean-Marie DENOIX
U.P. Clinique Equine – CIRALE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT
7, Avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT CEDEX

Dozulé, le « date »

Anne FISCHER,
Interne à l'U.P. Clinique Equine

Dr. « Nom »
« Rue »
« Code postal » « ville »

Chère consoeur / Cher confrère,

Dans le cadre d'une étude rétrospective destinée à connaître le pronostic et l'évolution des lésions du tendon fléchisseur profond du doigt chez le cheval, nous vous remercions de bien vouloir nous retourner le questionnaire ci-joint, complété et corrigé si nécessaire.

Cette étude, qui fait l'objet d'une thèse de Doctorat Vétérinaire, est évidemment strictement **confidentielle** et ses résultats seront présentés de façon **anonyme**.

Dans le cas où vous ne disposeriez pas de toutes les informations pour remplir le questionnaire, nous vous joignons également un exemplaire de celui-ci destiné au propriétaire du cheval que nous vous serions très reconnaissants de lui faire parvenir.

Un résumé des résultats de cette étude vous sera adressé avant la soutenance de la thèse si vous le souhaitez.

En vous remerciant de votre collaboration, nous vous prions d'agréer, chère consoeur, cher confrère, l'expression de nos sentiments distingués.



Professeur Jean-Marie Denoix

Documents joints : le questionnaire qui vous est destiné, celui destiné au propriétaire et une enveloppe réponse.

ANNEXE 3

QUESTIONNAIRE DESTINE AU PROPRIETAIRE

Le “ *date* ”, votre cheval a fait l’objet d’un examen échographique sur l’antérieur droit / gauche.
Une lésion a été identifiée sur le tendon fléchisseur profond du doigt ou tendon perforant.

1. VOUS ET VOTRE CHEVAL

(en cas d’erreur de notre part, veuillez apporter les corrections nécessaires)

◇ VOUS :

Nom “Nom”
Adresse “Rue”
“Ville”
“Code postal”

Téléphone :

◇ VOTRE CHEVAL :

Nom “Nom”
Race “Race”
Sexe “Sexe”
Age “Age”
Discipline “Discipline”

2. TRAITEMENTS EFFECTUES

	OUI	NON
◇ AUCUN	☐	☐
◇ OPERATION CHIRURGICALE	☐	☐
◇ TRAITEMENT MEDICAL	☐	☐

Si oui, précisez :

- par voie générale (orale, injection...)
- par voie locale (injection dans le pied...)

◇ TRAITEMENT ORTHOPEDIQUE (Ferrure)	☐	☐
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Si oui, préciser quel type de ferrure :

Votre cheval a-t-il gardé cette ferrure ou en a-t-il changé (précisez au bout de combien de temps la ferrure a été changée et quel type de ferrure a alors été mise en place) ?

◇ AUTRES	☐	☐
----------	--------------------------	--------------------------

Si oui, précisez :

Précisez l’effet du traitement effectué sur la locomotion de votre cheval :

3. EVOLUTION :

	OUI	NON
◇ PAR LA SUITE, VOTRE CHEVAL A-T-IL		
- Repris la compétition	☐	☐
- Repris l'entraînement	☐	☐
- Eté dirigé vers une autre discipline ?	☐	☐
Si oui, laquelle ?		
- Eté dirigé vers une activité de loisirs ?	☐	☐
- Eté dirigé vers la reproduction ?	☐	☐
- Eté réformé ?	☐	☐

◇ NOMBRE DE SEMAINES

- De repos au box :
- De pas :
- De trotting :
- De pré-entraînement :

◇ SI VOTRE CHEVAL A REPRIS LA COMPETITION

- Précisez combien de semaines après l'examen :
- Précisez le niveau de compétition avant et après la survenue de la tendinite :

4. VOTRE CHEVAL A-T-IL PRESENTÉ :

- | OUI | NON |
|-----|-----|
|-----|-----|
- ◇ Une récurrence de la lésion observée ? ☐ ☐
- Si oui, précisez :
- Dans quelles circonstances (type de sol, séance d'entraînement, compétition)
 - Combien de temps après l'identification de la première lésion à l'échographie :
- L'intensité de la boiterie :
- Votre cheval a-t-il pu reprendre une activité sportive ☐ ☐
 - la compétition (précisez à quel niveau) ? ☐ ☐
 - Combien de temps après la récurrence de la tendinite ?
- ◇ D'autres problèmes de locomotion ?
- Si oui, précisez :
- Dans quelles circonstances (type de sol, séance d'entraînement, compétition)
 - Combien de temps après l'identification de la première lésion à l'échographie :

5. OBSERVATIONS : (compléter au verso si nécessaire)

6. Souhaitez-vous recevoir un résumé des résultats de cette étude (début 2003) ? ☐ ☐

En vous remerciant de votre aimable collaboration

ANNEXE 4

Professeur Jean-Marie DENOIX
U.P. Clinique Equine – CIRALE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT
7, Avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT CEDEX

Maisons-Alfort, le « date »

Anne FISCHER
Interne à l'U.P. Clinique Equine

M., Mme. « Nom »
« Rue »
« Code postal » « ville »

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'une étude rétrospective destinée à connaître le pronostic et l'évolution des lésions du tendon fléchisseur profond du doigt chez le cheval, nous vous serions très reconnaissants de bien vouloir nous retourner le questionnaire ci-joint, complété et corrigé si nécessaire.

Cette étude, qui fait l'objet d'une thèse de Doctorat Vétérinaire, est évidemment strictement **confidentielle** et ses résultats seront présentés de façon **anonyme**.

Un résumé des résultats de cette étude vous sera adressé avant la soutenance de la thèse si vous le souhaitez.

En vous remerciant de votre collaboration, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.



Professeur Jean-Marie Denoix

Documents joints : un questionnaire et une enveloppe réponse

ANNEXE 5 : Anamnèse et examen clinique des 39 chevaux atteints de tendinite digitale du TFPD

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
1	Tendinite FSD il y a 8 mois, traitée par vésicatoire sur les 2 boulets et une mise au repos. Lors de la reprise du travail il y a 1 mois : molettes tendineuses réapparues	1. Molettes tendineuses sur le boulet AD, douleur à l'hyperflexion de cette articulation et déformation du creux du paturon. 2. Attitude de soulagement en rétraction du membre AD. 3. Test d'extension inter-phalangienne suspect sur les deux antérieurs.	1. Sur le huit au pas, diminution de la phase antérieure de la foulée sur l'AD 2. Test de flexion digitale de l'antérieur gauche positif 2/5. Test d'appui sur l'antérieur gauche positif 1/5.	non réalisée
2	Boiterie antérieure droite chronique, apparue brutalement il y a 18 mois, d'intensité constante. Anesthésie digitale positive. Plusieurs ferrures posées : fer ovale, fer à oignons en aluminium, fer en coeur. Nette amélioration avec fers à oignons et plaque de cuir. Boiterie réapparue rapidement lors de la reprise du travail progressive. Actuellement la jument est au repos au pré depuis plus de 6 mois.	1. Attitude de soulagement de l'AD en protraction. 2. Distension du récessus dorsal de l'AIPD sur l'AD. 3. Test de la planche positif sur l'AD, suspect sur l'AG.	1 - Boiterie AD bien visible au pas (grade 2/5), caractérisée une nette diminution de la phase postérieure de la foulée sur le huit de chiffre au pas et sur le cercle, 2 - Boiterie aggravée sur le cercle en terrain dur à main correspondante (grade 3/5), 3 - Boiterie très améliorée sur terrain mou.	non réalisée
3	Boiterie antérieure gauche apparue il y a trois mois. Anesthésie digitale proximale positive à 100%. Actuellement le cheval est défermé et au repos au box.	1. Membre AG en protraction et en abduction. 2. Talons hauts et pied étroit sur l'AG	1 - Boiterie AG sur le cercle à main correspondante (grade 2/5). 2 - Test de flexion digitale de l'antérieur gauche positif (grade 1/5) 3 - Test de flexion digitale de l'antérieur droit provoque un test d'appui positif de l'antérieur gauche (grade 1/5).	non réalisée
4	Distension de la synoviale digitale antérieure droite depuis au moins 6 mois. Légère boiterie antérieure droite, test de flexion digitale positif. Le cheval est actuellement en travail léger.	AD : distension sévère de la synoviale digitale, flexion digitale limitée et douloureuse. Varus inter-phalangien.	non réalisé	non réalisée
5	Depuis 3 mois : boiterie antérieure gauche en voie d'amélioration. Anesthésie digitale distale positive. La jument est actuellement au repos.	non réalisé	non réalisé	non réalisée
6	Boiterie antérieure droite. Suivi depuis quelques années pour un syndrome podo-trochléaire bilatéral, associé à une arthropathie interphalangienne distale antérieure droite. Traité par une ferrure orthopédique (fers en œuf compensés en aluminium) et des injections intra-articulaires (AH puis stéroïdes). Progressivement plus d'amélioration avec ces traitements. Névrectomie bilatérale des rameaux palmaires des nerfs digitaux propres réalisée. Il y a 2 mois, après un petit travail, sévère boiterie antérieure droite. Mis au repos, et depuis un mois sous AINS.	1 - Soulagement AD, le membre en protraction. 2 - Déformation et épaississement palmaire du paturon. 3 - Pince longue sur les deux antérieurs.	1 - Boiterie antérieure droite marquée, avec quasi absence de phase postérieure de la foulée sur les 2 antérieurs. 2 - Jetée passive des antérieurs (protraction) au pas et au trot.	non réalisée

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
7	Boiterie antérieure droite récidivante. Il y a 4 mois : boiterie antérieure droite due à un abcès. Boiterie disparue après traitement. Reprise du travail il y a 2 mois. Récidive de la boiterie il y a 1 mois. Anesthésie digitale distale positive à 50%, anesthésie interphalangienne distale positive à 100%. La jument est au repos depuis un mois (paddock).	AG : Pied haut et étroit, sensibilité discrète de la fourchette à la pince exploratrice, engorgement discret, palmaire et distal, du paturon.	1 - Au pas sur le huit de chiffre: réduction marquée de la phase postérieure de la foulée antérieure droite. 2 - Boiterie antérieure droite marquée (2/5) au trot en ligne droite sur terrain dur, s'aggravant sur le cercle à main correspondante.	non réalisée
8	Boiterie antérieure droite. Traité à l'isoxuprine depuis 15 jours, mise en place d'une ferrure en oeuf, et mise au repos depuis 5 jours en raison de l'aggravation des manifestations.	1. AD porté en protraction et abduction. 2. Pied AD plus étroit que le gauche.	non réalisé	non réalisée
9	Boiterie antérieure droite apparue brutalement il y a 1 mois, et répondant à 100% à l'anesthésie digitale distale.	Non réalisé.	Non réalisé.	non réalisée
10	Boiterie antérieure gauche apparue il y a 8 mois suite à une entorse interphalangienne distale survenue à la réception d'un obstacle. La région distale du paturon a immédiatement gonflé lors de l'accident et est restée ainsi depuis. Cheval immobilisé au box pendant 5 mois, puis reprise de l'activité avec une ferrure amortissante de type PG-shoe. Irrégularité antérieure gauche persistante. Infiltration de l'articulation interphalangienne distale. Boiterie de nouveau aggravée. Placé au box, vésicatoire (ONGUENT ROUGE ND) appliqué il y a 2 mois.	1. Engorgement sévère de l'extrémité distale du paturon AG. La région est chaude à la palpation. Présence d'un poul digital bondissant. 2. Pied AG plus haut, plus étroit et à talons plus hauts que le droit. 3. Limitation de l'amplitude de mobilisation de l'articulation interphalangienne distale AG en flexion et en extension (test de la planche).	Boiterie antérieure gauche de grade 4 ce jour, (visible au pas), avec réduction de la phase postérieure de la foulée.	non réalisée
11	Boiterie chronique antérieure gauche depuis 2 mois. Anesthésie digitale distale positive à 90%. Traitement anti-inflammatoire (aspirine) pendant une semaine : pas d'amélioration.	Non réalisé.	Non réalisé.	non réalisée
12	Boiterie antérieure droite depuis plusieurs années et aggravée il y a 9 mois. Le cheval est actuellement au repos dans un petit paddock depuis deux mois et demi.	1 - Épaississement marqué de la face palmaire du paturon AD. 2 - Palpation douloureuse des tissus mous de la face palmaire du paturon AD. 3 - Test de la planche positif sur les deux antérieurs, beaucoup plus marqué à droite. 4 - En station, le cheval garde l'AD toujours en protraction. 5 - Pied AD globalement atrophié.	En raison de la gravité des symptômes ce jour le cheval n'a été examiné qu'au pas sur le huit de chiffre et au trot en ligne droite. 1 - Au pas sur le huit de chiffre, forte réduction de la phase postérieure de la foulée sur les deux antérieurs, beaucoup plus marquée sur le droit. 2 - Au trot en ligne droite, boiterie antérieure droite sévère (3/5 à 4/5).	non réalisée

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
13	Depuis 3 mois, boiterie antérieure gauche plus marquée sur le cercle dur à main gauche. Anesthésie digitale distale positive à 80%. Infiltration de la bourse podotrochléaire (stéroïdes) : amélioration partielle. Depuis 4 mois le cheval est au repos avec des sorties au pas.	non réalisé	Non réalisé	non réalisée
14	Boiterie antérieure droite récidivante apparue soudainement suite à une séance de cross il y a 5 mois. Après 10 jours de repos, boiterie totalement disparue. Récidive il y a 4 mois. Anesthésie digitale distale positive à 80%. Anesthésie synoviale interphalangienne distale négative. Mis au repos 1 mois et fers en œuf mis en place. Nouvelle amélioration : reprise du travail puis des compétitions. Nouvelle récurrence il y a 1 mois ½ : boiterie de grade 2/5, aggravée à main correspondante sur terrain dur. Anesthésie digitale distale de nouveau positive. Travail presque normal depuis.	1. Attitude en protraction et abduction de l'AD, avec défaut d'extension du carpe. 2. Test d'extension inter-phalangienne (planche) sensible à droite. 3. Pied AD plus étroit, plus court, à pince verticalisée. 4. Épaississement tendineux dans le creux du paturon AD.	1. Boiterie antérieure droite de grade 2/5 ce jour, présente dans toutes les circonstances d'examen, caractérisée par une réduction de la phase postérieure de la foulée, plus marquée à main gauche. 2. Test de flexion digitale antérieur droit positif 2/5.	non réalisée
15	Déformation du boulet antérieur gauche (présente depuis plus de 10 mois) associée à une boiterie antérieure droite sur le cercle à main correspondante présente depuis 8 mois. Boiterie améliorée à chaud. Diagnostic échographique de ténosynovite chronique de la gaine digitale antérieure gauche. Infiltration de la gaine avec des stéroïdes : amélioration de la déformation du boulet. Amélioration partielle de la boiterie suite à la mise en place d'une ferrure à traverse il y a deux mois. Le cheval est actuellement entraîné quotidiennement.	1. Boulet AG : - forte distension de la gaine digitale - épaississement transversal palmaire des tendons fléchisseurs. - épaississement palmaire sous le boulet. - sensibilité marquée à la flexion passive de l'articulation métacarpo-phalangienne. - au soutien, épaississement et déformations du tendon fléchisseur profond du doigt. - molettes articulaires tendues. 2. Pied antérieur droit : - pied plus étroit, à quartiers verticalisés. - attitude de soulagement intermittent de l'antérieur droit en protraction. - test d'extension inter-phalangienne sensible.	1. Boiterie antérieure droite dans toutes les circonstances d'examen ce jour, plus marquée sur le cercle dur à main droite. Persiste à chaud et sur terrain mou. 2. Réduction de la phase postérieure de la foulée de l'antérieur droit sur le huit de chiffre au pas. 3. Test de flexion digitale de l'antérieur gauche positif 2/5.	non réalisée
16	Boiterie chronique de l'antérieur gauche, apparue il y a un an après une saison de concours complet en 4ème catégorie. Mis au repos deux mois, sans amélioration. Anesthésie digitale distale positive. Cheval au repos depuis un an.	1 - Pied AG plus étroit, 2 - Valgus du carpe gauche associé à un varus interphalangien compensateur.	Boiterie antérieure gauche de grade 2 à 3/5 sur les cercles mou et dur à main correspondante. Test de flexion digitale positif à 1/5. La boiterie est moins visible en ligne droite (grade de 1/5).	Anesthésie digitale proximale de l'AG positive, révèle une boiterie AD sur le cercle dur à main correspondante.

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
17	Il y a 8 mois : boiterie antérieure gauche aigue (3/5). Test de la planche positif. Anesthésies digitales et interphalangienne distale négatives. Fers en œuf mis en place. Il y a 7 mois, aggravation de la boiterie. Après 4 mois de repos et une ferrure à planche le cheval a repris le travail progressivement mais la boiterie a récidivé progressivement. Cheval également traité pour des épouvins sur les jarrets et pour une dorsalgie.	1 - Pied AG atrophié et plus haut que le droit. 2 - Test de la planche positif sur l'AG à 45-50°.	Boiterie antérieure gauche de grade 2/5 en ligne droite sur sol dur aggravée 3/5 aux deux mains sur le cercle dur mais moins visible sur sol souple. La boiterie est caractérisée par une diminution de la phase antérieure de la foulée et par une hyperflexion du coude.	Anesthésie tronculaire digitale proximale AG positive.
18	Boiterie antérieure droite avec une ténosynovite digitale chronique depuis un an. Mise au repos puis reprise de la compétition pendant une saison. Il y a 4 mois : récurrence de la boiterie. Il y a 2 mois : distension marquée de la gaine digitale antérieure droite et sensibilité du pied antérieur droit. Anesthésie digitale distale positive. Cheval mis au repos (pas en main). Distension de la gaine digitale diminuée avec le repos. Boiterie de faible intensité depuis 15 jours. Travail léger depuis environ 2 semaines.	1 - Distension marquée de la synoviale digitale AD. 2 - Diminution d'amplitude modérée et discrète sensibilité lors de la flexion digitale AD. 3 - Distension discrète de la synoviale métacarpo-phalangienne droite.	1 - Au pas sur le huit de chiffre : diminution modérée de la phase postérieure de la foulée antérieure droite. 2 - Soulagement antérieur droit (grade<1/5) au trot en ligne droite sur terrain dur s'accroissant - sur cercle à main correspondante sur terrain dur (grade 1/5), - sur cercle à main opposé sur terrain mou (grade inconstant: 1 à 2/5), - à chaud (grade 1/5). 3 - Test de flexion digitale antérieure droite positif (grade 2/5).	non réalisée
19	Depuis six mois : épisodes fréquents de boiterie antérieure bilatérale à froid, plus marquée le lendemain des séances d'entraînement ou des concours. Il y a un an : boiterie très aiguë de l'antérieur droit consécutive à un traumatisme de la sole. Fer à oignon mis en place : amélioration de la locomotion. Fers compensés mis en place par la suite : pas d'amélioration. Travail très léger depuis plusieurs mois sur le plat.	1 – Pied AG : plus haut et plus étroit que le droit. Attitude fréquente de soulagement en protraction; Intolérance marquée à l'extension interphalangienne (test de la planche) dès 10 à 15° d'inclinaison. 2 - Deux doigts antérieurs: Varus marqué et présence d'une distension synoviale interphalangienne distale bilatérale. Les talons sont fuyants sur les deux antérieurs.	Boiterie AG visible dans toutes les circonstances de l'examen: 1 - Défaut majeur de phase postérieure de la foulée de l'AG au pas sur le huit de chiffre et sur le cercle dur aux deux mains. 2 - Boiterie AG de grade 3/5 au trot sur le cercle caoutchouc à main droite et de grade 4/5 au trot sur le cercle caoutchouc à main gauche. La boiterie est légèrement moins importante sur le cercle dur. Boiterie de grade 2/5 au trot en ligne droite. 3 - Test de flexion de l'AG positif de grade 2/5. 4 - La boiterie AG persiste sur le cercle mou aux deux mains. 5 - La boiterie au pas est aggravée à chaud.	non réalisée
20	Boiterie antérieure gauche récidivante depuis 5 mois. Anesthésie digitale moyenne positive. Mise au repos et administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens : amélioration mais raideur à froid et allures raccourcies.	1 - Test de la planche positif sur l'AD. 2 - Varus du boulet AG. 3 - Embonpoint modéré sur une jument ayant par ailleurs des membres assez fins.	Boiterie antérieure droite sur le cercle dur à main correspondante.	non réalisée

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
21	Boiterie antérieure gauche apparue suite à une épreuve de CSO sur terrain dur il y a 4 mois. Anesthésie intra-articulaire du boulet partiellement positive (60 à 70%). Anesthésie de la gaine digitale positive à 100%. Mise au repos, infiltration du boulet avec de l'acide hyaluronique, de la gaine digitale avec des stéroïdes, ferrure allégée : disparition de la boiterie. Récidive de la boiterie dès la reprise de l'obstacle. Repos au pré sans fers pendant un mois et demi : disparition de la boiterie. Actuellement : travail léger sans gêne, nette régression de la mollette tendineuse.	1 - Mollettes tendineuses métacarpienne distales et digitale. 2 - Mollettes articulaires de taille modérée.	Non réalisé.	non réalisée
22	Boiterie antérieure droite présente depuis 8 mois, apparue la semaine suivant un concours de CSO. Sole mince, pied sensible. Ferrure avec plaque mise en place. Après 3 mois de repos, récurrence de la boiterie dès la reprise du travail. Anesthésie digitale distale positive à 100%. Boiterie aggravée à chaud et après le travail, membre antérieur droit en protraction. La jument est actuellement sortie au paddock tous les jours.	1 - Pied AD légèrement atrophié. 2 - Test de la planche négatif à froid puis positif sur l'AD, après 20 minutes de longe.	1 - Absence de boiterie à froid, présence d'un discret soulagement AD à main droite et AG à main gauche. 2 - Tests de flexion antérieurs négatifs. 3 - Après 20 minutes de longe, présence d'une boiterie AD de grade 2 à 3/5.	Anesthésie digitale moyenne AD positive.
23	Boiterie antérieure droite apparue il y a 6 mois après une épreuve. Anesthésies diagnostiques de tout le membre antérieur droit (sauf articulation du coude) négatives. RX du coude:RAS. Il y a 3 mois, bleime en talon externe à droite traitée, complications avec apparition d'une cerise. Actuellement : repos au box, sortie au paddock 1 heure par jour.	1 - Extension inter-phalangienne bilatérale douteuse. 2 - Ferrure à oignons avec disparition des barres.	1 - Discrète diminution de la phase postérieure de la foulée AD sur le huit de chiffre. 2 - Soulagement discret de l'AD au trot en ligne droite. 3 - Boiterie AD (1à2/5) au trot sur le cercle dur aux 2 mains, légèrement aggravée à main opposée. 4 - Boiterie améliorée sur sol mou. 5 - Le test de flexion digital de l'AG est légèrement positif (<1/5) et provoque un test d'appui à droite.	1 - Anesthésie médio-carpienne négative. 2 - Anesthésie du suspenseur négative. 3 - Anesthésie métacarpienne distale positive
24	Mollette tendineuse apparue sur le boulet antérieur gauche il y a 4 mois. Injection d'acide hyaluronique dans la gaine digitale et application locale de préparations anti-inflammatoires (EKYFLOGYL ND). Repos au pré depuis trois mois.	- Distension de la gaine digitale AG.	Pas de soulagement observable ce jour au cours de l'examen. Test de flexion de l'antérieur gauche: positif 1/5.	non réalisée
25	Boiterie antérieure gauche franche et récidivante depuis 4 ans. Diagnostic d'enthésopathie proximale du ligament suspenseur de l'antérieur gauche. Traitement à base d'anti-inflammatoires non-stéroïdiens et ferrure avec plaque de cuir et silicone : amélioration de la locomotion. Récidive de la boiterie il y a 2 ans après accident – suspicion de lésion de l'épaule gauche. Mise au repos pendant un an et demi. Reprise du travail puis de la compétition il y a 7 mois. Récidive de la boiterie il y a 2 mois. Repos au box depuis 2 mois.	1 - Attitude de soulagement quasi permanent en protraction et en abduction de l'AG. 2 - Test de la planche : positif pour les deux antérieurs. 3 - Amyotrophie modérée du triceps brachial de l'épaule gauche.	1 - Sur le huit au pas nette réduction de la phase postérieure de la foulée AG 2 - En ligne droite: boiterie sévère de l'antérieur gauche de grade 3/5. 3 - Sur le cercle dur boiterie antérieure gauche sévère, plus marquée à main gauche (grade 3/5). 4 - Nette amélioration de la boiterie sur terrain mou.	- Anesthésie digitale distale de l'AG positive.

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
26	Boiterie antérieure gauche franche avec diminution de la phase postérieure de la foulée apparue brusquement il y a 15 jours au début d'une séance de travail. Anesthésies digitales moyenne et distale positives. Mise au repos depuis l'apparition de la boiterie.	- Engorgement récent du postérieur droit	1 - Boiterie AG de grade 1/5 à 2/5 aggravée sur le cercle à main correspondante, et à chaud sur sol dur. 2 - Le test de flexion digitale antérieure gauche est positif de grade 1/5.	Anesthésie digitale moyenne AG positive
27	Boiterie antérieure gauche récidivante depuis 7 mois, apparue suite à un concours. AG en protraction. Test de la planche positif. Anesthésie digitale distale positive à 100%. Aggravation de la boiterie avec le travail. Traitements reçus : Hyonate par voie générale et phénylbutazone 5 jours, traitement suivi d'une amélioration, puis lors des deux dernières récidives il y a 4 mois et 2 mois : infiltration des bourses podotrochléaires et de l'AIPD respectivement. Boiterie persistante depuis 2 mois => Repos au box et au paddock.	Non réalisé ce jour.	Non réalisé ce jour.	non réalisée
28	Boiterie antérieure droite récidivante depuis 6 mois. Boiterie antérieure gauche il y a un an traitée par une injection de stéroïdes dans la bourse podotrochléaire et par la mise en place de fers en œuf. Anesthésies des articulations interphalangiennes distale et proximale négatives. Anesthésie digitale distale positive. Traitement : phénylbutazone il y a deux jours et repos depuis une semaine.	- Paturon AD épaissi.	Boiterie antérieure droite sur le cercle à main gauche	non réalisée
29	Boiterie antérieure gauche récidivante apparue il y a un an. Anesthésie interphalangienne distale AG positive à 100%. Test de la planche suspect. Traitements reçus : ferrure légère pince tronquée, fers en œuf, fer à l'envers en aluminium avec une plaque de cuir ; infiltration de l'AIPD ; phénylbutazone, isoxuprine => pas d'amélioration significative. Travail léger depuis une semaine après 15 jours de repos. Dernière compétition (B2) il y a un mois et demi, résultats corrects.	- Pincés antérieurs longues (fin de ferrure) - Valgus métacarpo-phalangien AG - Distension discrète de l'interphalangienne distale AG.	1 - Sur le huit : diminution marquée de la phase antérieure de la foulée de l'antérieure gauche. 2 - Au trot en ligne droite : boiterie AG de grade 1/5. 3 - Boiterie AG sur le cercle dur de grade 3/5 à main correspondante et de grade 1 à 2/5 à main droite. Boiterie nettement améliorée sur sol mou. 4 - Tests de flexion digitale négatifs.	non réalisée
30	Boiterie AD récidivante depuis 3 ans. Anesthésie digitale distale positive. Infiltration de la bourse podotrochléaire ; ferrure ovale posée : amélioration et compétition pendant un an. Récidive de la boiterie il y a 2 ans et un an : infiltration de l'AIPD ; amélioration pendant 6 mois et pendant 2 mois la seconde fois. Repos au pré depuis deux mois.	1 - Soles concaves avec des seimes en barre sur les deux antérieurs. Sensibilité à la pince exploratrice en talon interne droit. 2 - Varus métacarpo-phalangien bilatéral. Cheval droit-jointé. 3 - Distension de l'articulation interphalangienne distale droite. 4 - Pied AD discrètement plus étroit que le gauche.	1 - Boiterie antérieure droite sur le cercle dur à main droite de grade 2/5, avec une diminution de la phase postérieure de la foulée et un test de pression transversale des talons discrètement positif (1/5). 2 - Allures étriquées, raccourcissement de la foulée sur les deux antérieurs.	non réalisée

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
31	Examen échographique ciblé de la gaine digitale AG demandée. Présente depuis 2 ans des molettes tendineuses sur l'AG (sans boiterie), ayant motivé une desmotomie du ligament annulaire palmaire avec infiltration de la gaine digitale AD avec de l'AH (molettes tendineuses apparues à droite). Apparition d'une boiterie AG il y a 9 mois. Anesthésie digitale distale positive. Fers en œuf + infiltration gaine digitale AG : pas d'amélioration. Une ferrure classique a été de nouveau posée dès février 2001 et le cheval est actuellement en compétition. La distension de la gaine digitale gauche est toujours marquée mais sans boiterie associée.	- Distension sévère de la gaine digitale AG	Non réalisé.	Non réalisée
32	Boiterie antérieure droite aiguë apparue il y a un an et demi alors que la jument est mal retombée sur une bordure. Irrégularité persistante mais exploitation sportive rendue possible par des infiltrations de l'AIPD, une ferrure à branches asymétriques avec plaque et silicone, des administrations de calcitonine. Repos au box depuis une semaine (à cause d'une blessure au jarret).	Pieds antérieurs parés très courts (à droite surtout). Pied droit en appui sur une sole fine et sans paroi.	Discret soulagement antérieur droit au trot en ligne droite s'accroissant nettement sur le cercle à main droite (boiterie de grade 2/5). 1 - Sur le huit de chiffre au pas, discrète diminution de la phase postérieure de l'antérieur droit. 2 - La flexion digitale antérieure droite est positive (1 à 2/5). 3 - Nette amélioration de la locomotion sur le mou (simple soulagement antérieur droit).	Non réalisée
33	Boiterie antérieure droite depuis 3 mois apparue lors d'une compétition. Anesthésie digitale distale positive. Repos au box depuis 3 mois, marche au pas en main.	1 - Sensibilité à l'extension interphalangienne distale des 2 antérieurs. 2 - Pied AD un peu plus étroit et plus court que le gauche.	- Antérieur droit : 1 - Réduction de la phase postérieure de la foulée sur le huit de chiffre au pas sur le dur. 2 - Soulagement sur le cercle dur aux deux mains au trot (2/5). 3 - Test d'appui positif (2/5) lors du test de flexion digitale antérieur gauche. 4 - Test de flexion digitale positif (2/5).	Non réalisée
34	Cheval présenté en consultation pour une échographie de la région naviculaire de l'antérieur droit. Boiterie apparue il y a 9 mois. Ferrure en œuf en aluminium : amélioration légère puis réapparition de la boiterie. Test de la planche positif ; phase postérieure de la foulée raccourcie. Anesthésie digitale distale positive. Repos au box depuis 5 mois.	1 - Pieds antérieurs plats et étroits, excès de paroi en partie interne. 2 - Pied AD : - Test de la planche positif. - Pression transfurcale à la pince exploratrice positive. 3 - Epaissement de la région tendineuse palmaire proximale de l'antérieur droit.	1 - Diminution de la phase postérieure de la foulée de l'AD sur le huit de chiffre au pas. 2 - Au trot sur le cercle dur : boiterie AD plus franche à main droite (1/5 à main gauche et 2/5 à main droite). 3 - Au trot sur le cercle sur sol mou : disparition de la boiterie AD à main gauche (0 à < 1/5), boiterie améliorée à main droite (1/5).	Non réalisée
35	Cheval présenté en consultation pour une boiterie antérieure présente depuis 9 mois. Attitude de soulagement avec l'antérieur gauche en protraction. Test à la planche positif. Infiltration des deux articulations interphalangiennes distales des antérieurs : amélioration et reprise de la compétition. Boiterie réapparue 3 mois plus tard. Mise au repos 3 mois. Récidive brusque de la boiterie lors de la reprise de la compétition. Cheval au repos au pré depuis.	1 - Attitude de soulagement avec l'AG en protraction. 2 - Test de la planche positif sur l'AG (angle toléré : 20°) 3 - Pression transfurcale sensible (difficile à interpréter, les fourchettes du cheval étant en assez mauvais état). 4 - Pied assez long, panard.	1 - Sur le huit de chiffre au pas : phase postérieure de la foulée diminuée sur l'AG. 2 - Au trot en ligne droite sur sol dur : boiterie de l'antérieur gauche (1/5) 3 - Au trot sur le cercle dur : boiterie antérieure gauche (2/5) 4 - Au trot sur le cercle mou : soulagement antérieur gauche à chaque main (< à = 1/5).	Non réalisée

N°	Anamnèse	Examen physique	Examen fonctionnel	Anesthésie
36	Boiterie antérieure droite depuis 3 mois. Anesthésie digitale distale positive à 80% . Fers à l'envers avec roulement antérieur et plaques : amélioration de la locomotion mais persistance de l'irrégularité. Travail régulier actuellement.	1 - Pied AD plus étroit. 2 - Test de la planche positif sur l'AD 3 - Récessus dorsal de l'articulation interphalangienne distale distendu sur l'AD.	1 - Soulagement AD de grade 1/5 aggravé sur le cercle à main opposée - sur sol mou le soulagement antérieur droit est plus modéré. 2 - Test de flexion digitale de l'antérieur droit est positif (2/5).	Non réalisée
37	Jument présentée en consultation pour un examen échographique et radiologique de l'appareil podotrochléaire gauche. Boiterie présente depuis 4 mois. Test de planche positif sur l'antérieur gauche ; boiterie antérieure gauche sur les deux types de sol et aux deux mains ; phase postérieure de la foulée réduite. Anesthésie digitale distale positive. Jument au repos depuis une semaine (marchée 10 minutes par jour en main)	1- Test de la planche positif à 30° sur l'AG. 2- Pieds antérieurs plats	Examen au pas sur le huit de chiffre : diminution de la phase postérieure de la foulée de l'antérieur gauche.	Non réalisée
38	Cheval présenté en consultation pour une évaluation lésionnelle du pied gauche. Boiterie présente depuis 5 mois. Anesthésie digitale distale positive à 100% ; RX du pied : RAS. Boiterie améliorée par un fer oval ; infiltration de la bourse podotrochléaire : amélioration fugace de la boiterie. Depuis un mois, repos complet au box, sorti au pas en main.	1 - Soulagement de l'AG en protraction. 2 - Pied AG plus petit que le droit 3 - Distension synoviale du récessus dorsal de l'AIPD 4 - Test de la planche positif 5 - Sensibilité à la pression transverse des talons. 6 - Doigt AG globalement plus chaud que le droit. 7 - Présence de molettes tendineuses sur le du boulet AG.	1 - Réduction sévère de la phase postérieure de la foulée de l'AG au pas sur le huit de chiffre 2 - Boiterie AG marquée (3 à 4/5) au trot sur le cercle dur à main gauche, légèrement améliorée à main droite (2/5). 3 - Boiterie AG (2/5) au trot en ligne droite sur terrain dur. 4 - La boiterie est nettement améliorée sur sol mou aux deux mains.	Non réalisée
39	Cheval présenté en consultation pour un bilan sur une boiterie antérieure gauche chronique depuis un an. Une ferrure en oeuf avec plaque améliore la locomotion du cheval. Le cheval est actuellement au travail.	1 - Pied AG atrophié. 2 - Test de la planche positif à 30° sur les 2 antérieurs. 3 - Discrète distension du récessus distal de la gaine digitale à gauche. 4 - Molettes articulaires et tendineuses sur les boulets.	Boiterie AG à main gauche de grade 1/5 et soulagement AD à main droite sur le cercle dur au trot. Le cheval est nettement amélioré sur terrain souple.	Non réalisée

ANNEXE 6 : Examens échographiques et radiographiques des 39 chevaux atteints de tendinite digitale du TFPD

N°	Examen échographique	Examen radiographique
1	- ténosynovite de la gaine digitale AD - en arrière du boulet AD, trait oblique hypoéchogène en partie superficielle et sagittale du TFPD. - en région métacarpienne distale, zone hypoéchogène en partie superficielle et latérale du TFPD. - épaissement du ligament annulaire palmaire.	Boulet AG (face, profil) : RAS
2	- lésion hypoéchogène médiale du TFPD en regard des condyles distaux de la première phalange - perte d'échogénicité du TFPD en regard de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal; - lésion hypoéchogène du ligament sésamoïdien collatéral.	Pied AD (face, profil, tangentielle de l'OSD) : RAS
3	- diminution d'échogénicité de la partie distale du TFPD sur l'AG. - en regard du paturon : asymétrie du TFPD avec augmentation de taille médialement, présence de deux nodules calcifiés dans le TFPD médialement et latéralement - dilatation du récessus dorsal de l'AIPP, présence d'une zone d'ostéolyse proximo-médiale sur P2.	Pied AG (face sur câle, face à l'appui, profil, tangentielle) : dégénérescence cartilagineuse et collapsus de l'AIPD, zone d'ostéolyse proximo-dorsale sur P2, présence de deux images radio-denses sur le TFPD.
4	Ténosynovite digitale sévère avec présence de minéralisations au sein de la membrane synoviale, épaissement majeur de celle-ci et du méso-tendon. Zone hypoéchogène et épaissement en partie latérale du TFPD, proximement aux OSP.	non réalisé
5	- épaissement marqué du ligament annulaire digital distal. - hypoéchogénicité localisée en partie médiale du tendon fléchisseur profond du doigt (paturon).	non réalisé
6	- Desmite du ligament annulaire digital distal, dans sa partie latérale et sagittale. - Tendinopathie du tendon fléchisseur profond du doigt distalement (en regard de la partie distale du paturon). - Enthésopathie et desmite sévère du ligament sésamoïdien distal.	Profil du pied AD : - Enthésopathie du ligament sésamoïdien distal, avec zones ostéolytiques à son insertion distale et proximale. - Images d'ostéo-arthrose sur l'AIPD
7	- présence d'une zone anormalement échogène dans la partie latérale du TFPD, en regard de la partie proximale de l'OSD. Présence d'un ostéophyte proximal sur l'OSD.	Pied AD : RAS
8	- distension liquidienne marquée de la bourse podo-trochléaire. - distension liquidienne du récessus palmaire de l'AIPD - visualisation de la spicule osseuse la plus développée, latéralement, au contact du TFPD. - ligament sésamoïdien distal impair faiblement échogène.	Pied AD (face, profil, face à l'appui et proximo-distale) : - spicules osseuses de la facies flexoria de l'OSD - foyers ostéolytiques de taille modérée en région distale de l'OSD.
9	- Augmentation de taille et échogénicité hétérogène de la partie distale du TFPD (en région supra-sésamoïdienne) avec perte de contour (limites difficiles à visualiser). - Foyer de minéralisation du TFPD en regard de la facies flexoria et en région para-sagittale médiale.	Pied AD (profil, face, face à l'appui, sky-line) : - foyer de minéralisation du TFPD en regard du bord distal de l'OSD et en région para-sagittale médiale.
10	- épaissement latéral du TFPD, en regard des tubercules palmaires de P2 - épaissement marqué et hétérogénéité du ligament annulaire digital distal, plus médialement - remaniements et ostéophytose péri-articulaires dorsaux marqués sur l'AIPD. - remaniements du processus extensorius de P3. - remaniements osseux des fosses d'insertion des ligaments collatéraux de l'AIPD, sans anomalie de ces ligaments. - présence d'un ostéophyte sésamoïdien distal.	Pied AG (face à l'appui, profil et obliques) : - convexité marquée du profil palmaire du paturon. - remaniements péri-articulaires dorsaux et dorso-médiaux sévères (AIPD). - ostéopénie globale de la P2 et de P1 avec présence de foyers d'ostéolyse - visualisation d'une minéralisation palmaro-médiale du paturon.
11	- épaissement de l'extrémité distale (7,1 mm) du TFPD, - discrète synovite de la bourse podotrochléaire,	Non réalisé.
12	TFPD épaissi et d'échogénicité très hétérogène à partir de mi-hauteur du paturon jusqu'à son insertion distale. La face dorsale du TFPD présente plusieurs foyers de minéralisation, surtout du côté latéral. Ligament annulaire digital distal fortement épaissi et hypoéchogène.	Pied AD (face à l'appui et profil): Minéralisation marquée et étendue du TFPD et de la bourse podo-trochléaire, qui commence en regard de P2 pour arriver jusqu'à l'insertion du TFPD sur P3. Remodelage du bord proximal de l'OSD en regard de l'insertion du ligament sésamoïdien collatéral.

N°	Examen échographique	Examen radiographique
13	- Partie distale (insertion sur la troisième phalange) du TFPD hypoéchogène, - remaniement (zone ostéolytique) au niveau de l'insertion distale du TFPD, - encoche au niveau de la facies flexoria de l'OSD, - remodelage osseux du bord proximal de l'OSD.	Pied AG (face et profil) : - présence d'une ostéolyse étendue au niveau de l'insertion du TFPD sur P3, - petit kyste osseux et sclérose à l'extrémité proximale de P2, - ostéopénie de l'OSD, - discret remodelage péri-articulaire inter-phalangien distal.
14	- hétérogénéité marquée de la surface d'insertion distale du ligament sésamoïdien distal impair sur la phalange distale. - épaissement du ligament annulaire digital distal en arrière de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. - épaissement médial du TFPD en arrière de P2 au niveau du récessus palmaire de l'AIPD et en arrière de P1. - image hypoéchogène au sein de ce tendon en arrière de P2. - épaissement et hypoéchogénéité superficielle du ligament sésamoïdien collatéral médial à proximité de son insertion sur l'os sésamoïde distal. - épaissement du ligament annulaire digital distal. - distension substantielle de la gaine digitale.	Pied AD (face, face à l'appui, profil et tangentielle proximo-distale) : - fragmentation du processus extensorius de P3.
15	1. Paturon et boulet AG : - nombreuses minéralisations au sein du TFPD, foyers hypoéchogènes à proximité des minéralisations - épaissement et déformation de ce tendon en particulier en arrière du boulet. - distension substantielle de la gaine digitale. 2. Pied AD : - ulcération et ostéolyse de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. - image échogène avec formation d'une ombre acoustique visualisée dans le creux du paturon, pouvant correspondre à une minéralisation du TFPD.	1- Pieds AG (face, face à l'appui, tangentielle et profil) : - remodelages du processus extensorius de P3. - ostéophyte proximal de l'os sésamoïde distal. - zone de radiodensité diminuée para-sagittale de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. - minéralisations alignées dans le creux du paturon. 2- Pieds AD (face, face à l'appui, tangentielle et profil) : - remodelages dorsaux de la phalange distale. - ostéolyse de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. 3- Boulet AG (face et profil) - nodule osseux détaché proximale à l'os sésamoïde proximal latéral. - épaissement marqué des tissus mous palmaires. - minéralisations étendues en arrière du boulet et dans le haut du paturon .
16	- Image hétérogène dans le TFPD dans le paturon ; la partie latérale est épaissie et témoigne d'une tendinopathie ancienne, - Calcification du ligament sésamoïdien distal et disparition de l'espace articulaire entre le sésamoïde distal et P3, - Ostéophyte du ligament sésamoïdien collatéral en partie médiale de l'os sésamoïde distal.	Pied AG (face, profil) : - Enthésophyte du ligament sésamoïdien collatéral sur le bord proximal de l'os sésamoïde distal, - Enthésopathie du ligament sésamoïdien distal.
17	- présence d'une image hypoéchogène dans la partie distale latérale du TFPD associé à une effusion liquidienne modérée dans la gaine digitale et à une irrégularité de la facies flexoria de l'OSD.	Pied antérieur gauche (face, profil, face à l'appui, tangentielle et oblique proximo-latérale à 45°): RAS
18	- Ténosynovite digitale avec distension liquidienne et épaissement très marqué de la membrane synoviale. - Présence de deux zones hypoéchogènes localisées dans la partie latérale du TFPD au tirers distal du métacarpe - Asymétrie de forme du tendon fléchisseur profond du doigt au tiers proximal du paturon - Enthésopathie d'insertion du ligament annulaire palmaire.	1- Boulet AD (face, profil et vues obliques) : - Remaniements osseux bilatéraux en regard des insertions du ligament annulaire palmaire sur les os sésamoïdes proximaux. - Présence d'une image radiotransparente linéaire verticale dans la partie proximale de P1 2- Pied AD (vue de profil): - Présence d'un ostéophyte en regard de l'insertion du scutum moyen sur la phalange moyenne.
19	- Tendinite marquée du chef médial du TFPD dans sa partie distale supra-sésamoïdienne. - Irrégularité modérée de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal en région parasagittale.	1 - Pied AG 5face, profil, tangentielle proximo-distale): - Remaniement du bord distal et du bord proximal de l'os sésamoïde distal. - Epaississement du creux du paturon.
20	- Tendon fléchisseur profond du doigt épaissi à son insertion distale.	1 - Pied AD (face profil et vue tangentielle) : - Os sésamoïde distal : - zone d'ostéolyse médio-distale - petite encoche sur le bord distal et latéral Processus extensorius : - léger remaniement dorsal.

N°	Examen échographique	Examen radiographique
21	-distension de la gaine digitale avec hyperplasie marquée de la membrane synoviale -asymétrie du perforant en région digitale proximale : épaisseur augmentée du lobe latéral de ce tendon, avec présence de discrètes zones hypoéchogènes dans sa profondeur. -adhérence cicatricielle entere le perforant et le ligament sésamoidien droit, latéralement. -trois discrets foyers hypoéchogènes visualisés dans le TFPD en face palmaire du boulet. -épaississement du méso synovial entre le ligament annulaire palmaire et le tendon perforé. -réduction partielle de mobilité du perforé, en comparaison à celle du perforant.	
22	- épaississement marqué de la partie médiale du TFPD en regard du paturon. - effusion liquidienne modérée de la bourse podo-trochléaire.	Pied AD (face, profil, face à l'appui et tangenciele) : présence de spicules sur la facies flexoria de l'os sésamoïde distal.
23	- bursite podotrochléaire - épaississement du lobe médial du TFPD dans le paturon et dans le pied - léger point anéchogène dans le ligament sésamoïdien droit	
24	- Présence d'une zone hypoéchogène au contour irrégulier dans l'angle latéral du TFPD au dessus du boulet et dans le paturon. - Effusion liquidienne substancielle de la gaine digitale.	Boulet antérieur gauche (2 obliques) : absence d'image radiographique indicatrice de pathologie ostéo-articulaire.
25	-Epaississement du tendon fléchisseur profond en regard de son insertion distale.	Pied antérieur gauche (profil, face, sky-line): - 3 à 4 fossettes synoviales modérément élargies sur le sésamoïde distal. Boulet antérieur gauche (profil, face): - Déformation des tissus mous à la face latérale du paturon.
26	- Pied et paturon : épaississement latéral du tendon fléchisseur profond.	Pied antérieur gauche (6 incidences): modification de l'architecture osseuse de l'os sésamoïde distal avec mise en évidence de quelques fossettes synoviales et des images radiotransparentes sur la facies flexoria.
27	1 - Paturon et pied antérieur gauche - Zone hypoéchogène dans la partie distale et profonde du TFPD. - Tendon fléchisseur profond du doigt épaissi plus proximale (paturon). - Enthésophytes sur le bord proximal de l'OSD. 2 - Paturon et pied antérieur droit - Distension synoviale de l'AIPD. - Difficulté de visualisation du ligament sésamoïdien collatéral. - Zone hyperéchogène dans le TFPD.	Non réalisé.
28	- Epaississement, hypoéchogénicité de la partie médiale du TFPD proximale à l'OSD, avec une zone hyperéchogène pouvant correspondre à une calcification dans le tendon. - Epaississement modéré du ligament annulaire digital distal.	Pied antérieur droit (Face, profil et sky-line) - Petit nodule ostéochondral sur le bord médial et distal de l'os sésamoïde distal. - Zone radiotransparente dans le processus palmaire médial de la phalange distale.
29	- Remaniement médial et latéral de l'attache distale du ligament sésamoïdien distal impair - Epaississement de la partie médiale du TFPD (creux du paturon) - Epaississement et hypoéchogénicité de la partie médiale du ligament annulaire digital distal	Pied antérieur gauche (face, profil, face à l'appui et sky line) : - Trait radiotransparent dans la paroi interne. - Remodelage discret du bord proximal de l'os sésamoïde distal. - Elargissement des fossettes synoviales de l'os sésamoïde distal. - Paroi mince. - Sole mince.
30	- Epaississement médial du TFPD, en arrière de l'OSD. - Remaniement osseux du bord proximal de l'OSD. - Zone d'ostéolyse sur la face palmaire de l'os sésamoïde distal.	Pied (sky-line, face à l'appui, face au soutien et profil): - Remaniement osseux marqué du bord proximal de l'os sésamoïde distal, à l'insertion du ligament sésamoïdien collatéral. - Zones radiotransparentes sur le bord distal et la facies flexoria de l'os sésamoïde distal.
31	- Ténosynovite marquée de la gaine digitale - Zone épaissie et hypoéchogène sur le bord latéral du TFPD, sous les OSP. - Zone hypoéchogène circonscrite sur le bord latéral du TFPD, au-dessus de la manica flexoria.	Non réalisé.

N°	Examen échographique	Examen radiographique
32	- Hypoéchogénicité à l'insertion du TFPD sur P3. - Ligament collatéral latéral légèrement plus épais que le médial.	Pied antérieur droit: (face, profil, face sur câle, tangentielle et obliques) Pied court avec une sole mince.
33	- Echogénicité hétérogène et épaississement du TFPD, avec des images hyperéchogènes de minéralisation de ce tendon. - Epaississement du ligament annulaire digital distal, avec des images hyperéchogènes de minéralisation.	Pied antérieur droit (faces sur cale et à l'appui, profil, proximo-distale): - Remodelages discrets de la face dorsale de la phalange moyenne.
34	- Lobe latéral du TFPD épaissi latéro-médialement dans le paturon. - Epaississement de la partie subterminale (sésamoïdo-phalangienne) du TFPD. - Légère augmentation de la quantité de liquide synovial au sein de la gaine digitale distale. - Enthésophyte à l'insertion distale du ligament collatéral latéral de l'os sésamoïde distal. - Zones d'ostéolyse de la partie distale et latérale de l'os sésamoïde distal - Ligament collatéral latéral de l'os sésamoïde distal épaissi dorso-palmairement.	Pied antérieur droit (face, profil, vue tangentielle de l'os sésamoïde distal) : 1 - Zones d'ostéolyse de la partie distale et latérale de l'os sésamoïde distal (zone d'insertion du ligament sésamoïde distal impair). 2 - Remodelage avec ostéophyte du bord proximal et latéral de l'os sésamoïde distal (enthésophyte du ligament collatéral latéral de l'os sésamoïde distal). 3 - Légère irrégularité de la surface osseuse de la facies flexoria.
35	- Zone d'ostéolyse latérale dans la facies flexoria de l'os sésamoïde distal - Lobe latéral du TFPD épaissi dans sa partie digitale distale (région distale du paturon). - Distension du récessus dorsal de l'AIPD et présence de points échogènes au sein du liquide synovial.	Pied antérieur gauche (face, profil, tangentielle proximo-distale) : 1 - Irrégularité de la surface osseuse de la facies flexoria avec une zone d'ostéolyse parasagittale latérale. 2 - Ostéophytes sur l'angle latéral et l'angle médial de l'os sésamoïde distal (enthésophytes sur les insertions distales des ligaments sésamoïdiens collatéraux). 3 - Ostéophyte articulaire sur le bord proximal de l'os sésamoïde distal. 4 - Remodelage de la surface osseuse dorsale de la phalange moyenne
36	- Perte d'échogénicité et épaississement modéré du TFPD dans sa partie sub-terminale sésamoïdo-phalangienne. - Distension modérée de la bourse podotrochléaire. - Epaississement échogène de la facies flexoria de l'OSD. - Synovite du récessus dorsal de l'articulation interphalangienne distale. - Epaississement latéral de l'extenseur dorsal en regard de l'AIPD.	Pied antérieur droit (face à l'appui, face sur cale, profil, proximo-distale) - densité osseuse diminuée sur la facies flexoria de l'os sésamoïde distal, image compatible avec une ostéolyse de surface.
37	- Visualisation de l'irrégularité de la facies flexoria et présence d'une fissure échogène dans le TFPD - Bursite podotrochléaire modérée.	- Présence d'une irrégularité de la surface palmaire de la facies flexoria. - Remodelage du processus palmaire distal médial.
38	- Nette asymétrie du TFPD : épaississement avec diminution d'échogénicité de sa portion latérale en regard de la P2. - Hypoéchogénicité du TFPD en regard de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. - Distension du récessus dorsal de la synoviale de l'AIPD	- Irrégularité de la surface osseuse de la facies flexoria. - Sclérose proximale de la corticale palmaire de l'os sésamoïde distal, densité hétérogène et diminuée distalement. - Présence d'un nodule sésamoïdien distal.
39	- Enthésophytes sur l'OSD à l'attache du ligament sésamoïdien collatéral. - Partie médiale du TFPD épaissie avec présence de zone d'hyperéchogénicité (creux du paturon). - Distension de la gaine digitale.	Pied antérieur gauche (face, profil, skyline et face à l'appui) : - Fossettes synoviales sur le bord distal de l'os sésamoïde distal. - Diminution de densité de l'os compact sur la partie médiale de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal. - Talon médial plus haut avec un trait radiotransparent dans la paroi médiale.

ANNEXE 7 : Traitement et évolution de 38 des 39 chevaux atteints de tendinite digitale du TFPD

N°	Sexe	Age (ans)	Activité	Traitement orthopédique	Traitement médical ou chirurgical	Evolution de l'activité du cheval	Niveau de compétition avant	Evolution/Niveau de compétition après
1	jument	5 ans	Trot	fer en oeuf plusieurs semaines puis a courru déferé	infiltration de la gaine digitale (corticoïdes et hyonate)		?	même niveau
2	jument	11	CSO	ferrure à l'envers compensée sur 3 ferrures puis fer en oeuf avec plaque	phénylbutazone	2 mois de repos au box, 1 mois de pas, 1 mois de trotting. Gêne persistante 1/5 à froid.	C	Loisirs, reproduction
3	entier	15	CSO	fer à l'envers compensé en alu	infiltration bourse hyonate+stéroïdes phénylbutazone	3 mois de repos box 1 mois de pas, pas de reprise de l'entraînement car boiterie permanente 2 à 3/5	?	Réformé
5	jument	7 ans	CSO	fer à l'envers		Reprise de l'entraînement, mise à la reproduction	?	reproduction
6	entier	16	CSO		névrectomie (effectuée avant l'examen), phénylbutazone	réformé	C	Ø
7	jument	9	Reining	fers oignon, changement au bout d'1 mois par ferrure classique		8 semaines box et pas, 8 semaines trotting, 1 mois de pré-entraînement	championnat de france	championnat de france
8	hongre	9	CSO	fer en oeuf sur 4 ferrures	névrectomie, phénylbutazone et infiltration de la bourse	2 mois de repos au box, 1 mois de pas , 15 jours de trotting, 1 mois de pré-entraînement	A	A
9	entier	11	CSO		névrectomie	6 semaines de repos au box, 3 semaines de pas, 3 semaines de trotting	A	A (réformé pour arthropathie grasset 2 ans plus tard)
10	hongre	5	CSO	fers à l'envers		Abattoir (boiteux au pré)		
11	jument	11	CSO	fer à l'envers compensé en alu sur 5 ferrures puis fer en oeuf alu	phénylbutazone	3 mois se repos au box, 1 mois de pas, 1 mois de trotting, 1 mois de pré-entraînement	C1	C1

ANNEXE 7 : (suite)

N°	Sexe	Age (ans)	Activité	Traitement orthopédique	Traitement médical ou chirurgical	Evolution de l'activité du cheval	Niveau de compétition avant	Evolution/Niveau de compétition après
23	jument	11	CSO	Fers en œuf plaque ouverte en fourchette	Infiltration bourse podotrochléaire	10j repos au box, 2 semaine de pas, 2 semaines de trotting, 1 semaine de pré-entraînement	B	Pas encore repris
24	jument	4	Trot		Infiltration bourse podotrochléaire	2 mois au pré, 1 mois trotting sur la plage, 1 mois de pré-entraînement	?	Reprise de la compétition 4 mois après l'examen
25	jument	10	CSO	Fers à l'envers 1 an puis ferrure roulante (equi +)	Isoxuprine	3 mois au petit trot puis entraînement normal	D	B4 8 mois après
26	hongre	10	CSO	Fers en œuf puis ferrure roulante (equi +) puis fers à l'envers	Produit homéopathique		B/C	C/D mais récidive 10 mois après
27	jument	10 ans	CSO		infiltration de la bourse podotrochléaire	2 mois de repos au box, 1 mois de pas. Pas de boiterie lors de la reprise de l'entraînement	?	décès alors qu'elle était prête à reprendre la compétition
28	entier	11	CSO	Fers à l'envers	ténoscopie de la bourse podotrochléaire	2 mois box, 3 mois trotting, reprise de la compétition puis récidive : tendinite bilatérale sévère (forte boiterie bilatérale)	CSIO	CSIO pendant 1 mois ½ puis récidive sévère
29	hongre	9	CSO	Ferrure normale légère avec relevé de pince + plaque. 2 mois plus tard, fers en œuf talons compensés avec relevé de pince + plaque puis fers à l'envers avec plaque ouverte en fourchette et latéralement + résine	Par voie locale, infiltration de l'AIPD stéroïdes. Par voie générale, phénylbutazone. Tiludronate 2 ans plus tard 2 fois à 3 mois d'intervalle.	2 mois au box et 4 mois au pas	B1	B4 puis B2
30	hongre	12	CCE	Fers en œuf alu avec plaque de cuir et silicone ouvert en fourchette		Réformé	? (CCE)	Ø
31	hongre	8	CSO	Fers à l'envers, retour rapide fers normaux (gêne avec soutien postérieur)	Desmotomie du LAP (réalisée avant l'examen), injection bourse stéroïdes+hyonate	lésion ancienne de 2 ans, cheval compétitif avec sa lésion	Nat 2	Nat 2
32	jument	9	CSO	Fers aluminium en œuf	injection bourse podotrochléaire et névrectomie	pas de reprise après traitements médicaux et orthopédiques, reprise après chirurgie	?	Même niveau qu'avant
33	hongre	8	CSIO	Fers en œuf avec pince courte	injection bourse podotrochléaire et névrectomie	Boiteux après 3 mois de repos => névrectomie. Reprise de compétition depuis peu.	CSIO	?
34	hongre	6 ans	CSO	Fer à l'envers puis fer en cœur		3 semaines après consult, reprise du travail => boiteux, vendu pour loisirs	?	Ø (loisirs)
35	hongre	9	CSO	Fer à l'envers couvert en région postérieure		4 semaines de préentraînement	?	Pas encore repris
36	jument	6	CSO	Fer à l'envers	infiltration interphalangienne distale stéroïdes et hyonate	1 semaine de pas	D/C	D/C (1 mois après l'examen)
37	jument	8	CSO	Fers à l'envers puis fers en œuf puis classiques couverts en talon	Tiludronate	entraînement après 4 mois puis compétition 5 mois après	A	A
38	hongre	10	CSO	Fers en œuf acier plaque ouverte		4 mois au box, 3 semaines de pas, puis entraînement repris	?	Pas encore repris
39	entier	12	CSO	Fer à l'envers + plaque ouverte en fourchette + silicone		entraînement plat un mois après, saut après 2 mois puis compétition 1 mois après.	C	C

