

MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION DE MASSO KINESITHERAPIE DE NANCY

**L'EFFICACITE DES TRAITEMENTS MASSO-  
KINESITHERAPIQUES DES TENDINOPATHIES  
ACHILLEENNES CHRONIQUES A TRAVERS LA  
LITTERATURE**

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Hélène PANIER**,  
étudiante en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie,  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute 2013-2014.

## SOMMAIRE

### RESUME

1	INTRODUCTION.....	1
2	METHODOLOGIE DE RECHERCHE:.....	2
3	RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES .....	3
3.1	Le tendon.....	3
3.1.1	Composition et structure :.....	4
3.1.2	Collagène : .....	4
3.1.3	Elastine : .....	5
3.1.4	Substance fondamentale : .....	5
3.1.5	Vascularisation : .....	6
3.1.6	Innervation :.....	6
3.2	Tendinopathie.....	7
3.2.1	Facteurs intrinsèques et extrinsèques :.....	8
3.2.2	Biomécanique : .....	8
3.2.3	Cicatrisation tendineuse :.....	10
3.2.4	La douleur:.....	10
4	LES TRAITEMENTS KINESITHERAPIQUES DES TENDINOPATHIES.....	12
4.1	La cryothérapie : .....	12
4.2	La thérapie par laser de basse énergie :.....	13
4.3	Les ultrasons : .....	13
4.4	Le massage transversal profond :.....	14
4.5	La thérapie manuelle :.....	14
4.6	Les ondes de choc : .....	15
4.7	Le renforcement excentrique : .....	17

5	DISCUSSION :	18
5.1	Le repos :	18
5.2	La cryothérapie :	19
5.3	Le laser de basse énergie :	20
5.4	Les ultrasons :	21
5.5	La thérapie manuelle :	21
5.6	Le massage transversal profond :	22
5.7	Les étirements :	22
5.8	Les ondes de choc :	24
5.9	Le travail excentrique :	25
5.10	Quelques revues de littérature	27
6	CONCLUSION	29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

## RESUME

Les tendinopathies achilléennes chroniques sont des affections fréquentes, qui guérissent difficilement, altèrent la qualité de vie des patients et pour les sportifs, diminuent les performances. Leur physiopathologie n'est encore pas tout à fait comprise mais ce mémoire nous permet de montrer que celle-ci n'est pas liée à un processus inflammatoire mais bien à un processus dégénératif causé par des sollicitations néfastes et répétées du tendon. Les traitements sont multiples et parfois mal adaptés. La compréhension de la physiopathologie permet de montrer l'utilité de nos techniques kinésithérapiques, leurs limites et de les adapter en conséquence.

Ce mémoire a pour but de passer en revue la littérature à la recherche des différents traitements kinésithérapiques efficaces contre la tendinopathie achilléenne chronique pour permettre une prise en charge adaptée pour un retour aux conditions antérieures.

L'accès à la littérature est limité par le caractère payant de nombreux articles ce qui nous a gêné pour répondre de manière objective à la problématique posée. Néanmoins, l'utilisation des ondes de choc radiales et du travail excentrique semble être la plus adaptée dans le traitement des tendinopathies achilléennes chroniques.

Mots clés : Tendinopathie, tendon d'Achille, traitements kinésithérapiques, pathogénèse.

Tendinopathy, Achilles tendon, physical therapy treatments, pathogenesis

## 1 INTRODUCTION

«*Le tendon d'Achille est l'un des tendons les plus larges et les plus puissants du corps humain*» (1). Il fait le lien entre le muscle triceps sural et l'os calcanéum (2).

Les tendinopathies achilléennes sont des affections fréquentes (3), qui se produisent le plus souvent chez les hommes d'âge moyen et plus particulièrement chez les sportifs qui pratiquent la course ou le saut (3) (1). «*La prévalence de la tendinopathie d'Achille chez les coureurs est d'environ 11 % à 29 %*» (4). Elles sont souvent liées à une surcharge d'activité en intensité et en durée ou à un entraînement mal adapté (3). Leur étiologie et leur pathogénie sont encore incertaines, malgré tout, il existe plusieurs hypothèses qui seront développées dans ce mémoire (5) (4).

Le terme tendinite était utilisé pour décrire les micro-lésions tendineuses associées auparavant à un processus inflammatoire. Les traitements qui en découlaient tentaient de lutter contre l'inflammation (6). Cependant, des études histologiques récentes de tendons pathologiques ont démontré que ces lésions n'étaient, pour la plupart, pas liées à un processus inflammatoire mais plutôt à une dégénérescence du tendon associée à une désorganisation du collagène. Il existe malgré tout des cas d'inflammation, en particulier en phase aiguë. Le terme utilisé est dorénavant «tendinopathie» pour toutes les affections du tendon, terme qui semble plus adapté. Le tendon se cicatrise mal (5) (4), il perd ses propriétés mécaniques (6), il devient plus fragile face aux charges qui lui sont appliquées, le rendant encore plus sujet aux blessures. Sur un tendon lésé, nous observons l'apparition de nombreux nouveaux vaisseaux sanguins et nerveux qui seraient pour certains peut être à l'origine de la douleur (4). C'est une cicatrisation pathologique qui est entretenue si ses causes ne sont pas corrigées (1). Dans les tendinopathies, la douleur est importante et implique parfois l'arrêt des activités sportives. Les tendinopathies sont difficiles à traiter et, faute de connaissances avérées, les traitements sont nombreux et parfois mal adaptés voire inefficace. Une chronicité de la maladie peut s'installer chez certains patients, altérant ainsi leur qualité de vie (3) (7).

Le but de ce mémoire est de passer en revue la littérature pour essayer de déterminer quels traitements kinésithérapiques sont efficaces pour les tendinopathies achilléennes

chroniques afin de permettre une meilleure prise en charge et un retour aux activités sportives antérieures le plus rapidement possible et sans douleur.

Nous aborderons dans ce mémoire les tendinopathies chroniques de type mécanique et non inflammatoire en excluant les atteintes des tissus environnants (1).

Nous verrons successivement : la méthodologie de recherche, l'anatomie et la physiopathologie, les différents traitements utilisés et enfin la discussion.

## **2 METHODOLOGIE DE RECHERCHE:**

La recherche bibliographique réalisée a tenté de répondre à cette question : *Quels sont les traitements kinésithérapeutiques efficaces dans les tendinopathies achilléennes chroniques ?*

Tout d'abord, nous nous sommes intéressés à l'anatomie et la physiopathologie du tendon d'Achille et de la tendinopathie calcanéenne. Par la suite nous avons parcouru la littérature afin de savoir quels étaient les différents traitements et nous les avons choisis en fonction de leur pertinence. Nous avons essayé d'apprécier le niveau de preuve de chaque article. Puis nous avons ensuite tenté de connaître les raisons pour lesquelles ces traitements sont efficaces ou non. Enfin, nous avons tenté de savoir s'il existait des modalités d'utilisation pour chaque thérapeutique.

Afin de mener à bien ces recherches, divers moteurs de recherche ont été consultés tels que EM Consulte, EM Premium, Réedoc, Kinédoc, Pubmed, Pedro, Cochrane Library, ScienceDirect (Elsevier) et le site de l'HAS. Les mots clés utilisés ont été : «lésion du tendon», «tendinopathie d'Achille», «traitements kinésithérapeutiques des tendinopathies», «pathogénèse des tendinopathies», «tendon injury», «Achilles tendinopathy» «Achilles tendinopathy treatments», « Pathogenesis of Achilles tendinopathy ». Les langues utilisées sont le français et l'anglais. La période de recherche s'étend globalement sur les dix dernières années mais certains chapitres de ce mémoire ont nécessité une recherche au-delà de dix ans faute de pouvoir obtenir des articles en nombre suffisant.

Le nombre d'articles trouvé est d'environ 2000, nous en avons sélectionné 209 et nous en avons retenu 81. Le nombre d'articles trouvés est surestimé car certains d'entre eux apparaissent plusieurs fois dans les différentes recherches effectuées. D'autres encore, figuraient dans les références bibliographiques d'un article déjà sélectionné. Une recherche manuelle a été réalisée pour certains articles sur Google Scholar faute de pouvoir y accéder gratuitement sur d'autres sites. Nous avons recherché sur la base de Pedro le niveau de pertinence de chaque article.

Voyons maintenant les connaissances anatomiques du tendon et physiopathologiques de la tendinopathie.

### **3 RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES**

#### **3.1 Le tendon**

Le tendon d'Achille ou tendon calcanéen est le tendon le plus large et le plus puissant du corps humain qui fait la jonction entre le muscle triceps sural et l'os calcanéum. Le triceps sural, constitue le mollet et présente trois chefs musculaires pour une terminaison commune. Les gastrocnémiens latéral et médial s'insèrent respectivement sur les épicondyles et condyles latéral et médial ainsi que sur les coques latérales et médiales. Le soléaire s'insère sur le bord postérieur de la fibula, sur le col et le corps de celle-ci et sur la crête oblique du tibia ainsi que sur le bord médial de la face postérieure et sur la membrane interosseuse. Les trois chefs musculaires se regroupent pour ne former qu'un et constituer le muscle du mollet avec un trajet vers le bas pour se terminer par un seul tendon sur la partie inférieure de la face postérieure du calcanéum. En dynamique, il a pour principale action la flexion plantaire (pour l'ensemble) et flexion de genou (pour les gastrocnémiens seuls) en chaîne ouverte. Les gastrocnémiens ont aussi pour action l'extension de genou en chaîne fermée. En statique, le soléaire permet le contrôle de l'inclinaison jambière vers l'avant. Le muscle triceps sural est innervé par le Nerf tibial dont les racines sont, pour le soléaire (L4), L5, S1 et pour les gastrocnémiens (L5), S1, S2. Il est vascularisé par les artères poplitée, tibiale postérieure et fibulaire (2).

### 3.1.1 Composition et structure :

*«Le tendon est un tissu conjonctif dense, très peu vascularisé, ce qui va avoir des implications sur les possibilités de cicatrisation lors de blessures» (8).*

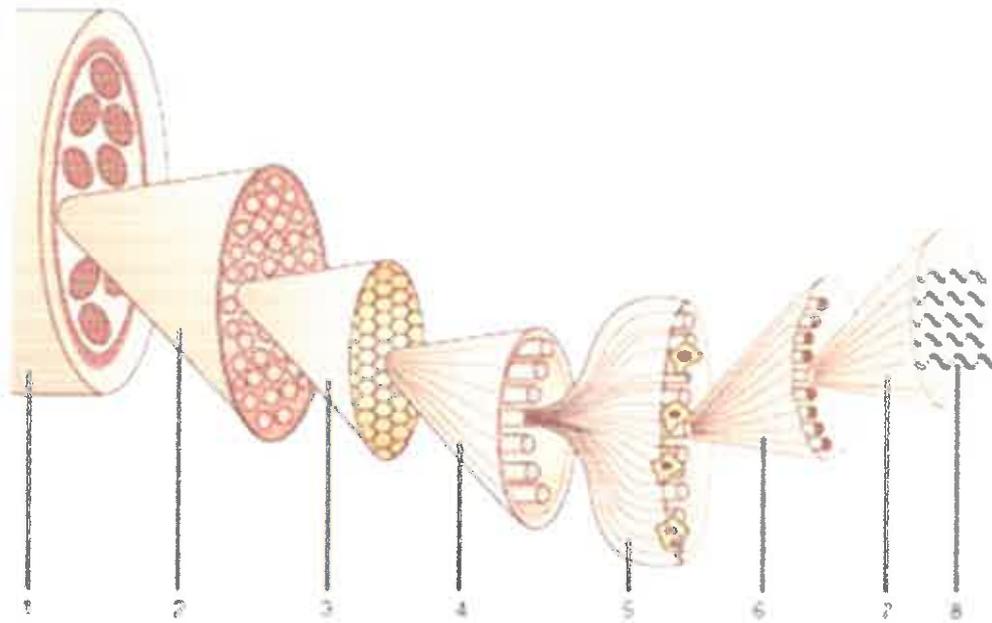
Le tendon est constitué de 80% de matrice extracellulaire, elle-même constituée de 70% d'eau et 30% de matière sèche (collagène et élastine), et de 20% de cellules fibroblastiques (8).

### 3.1.2 Collagène :

Le tendon permet la transmission des forces mécaniques entre le muscle et l'os et fait partie intégrale du système musculo-squelettique. Les molécules de collagène qui le composent (75% de matière sèche du tendon) sont unies par des ponts, ce qui assure la solidité du tendon vis-à-vis des contraintes mécaniques (7). *«La clé de la résistance à la traction des tendons est le collagène» (9).*

La plus petite unité du tendon est composée de plusieurs molécules de collagène (tropocollagène) appelées microfibrilles qui, associées entre-elles, forment les fibrilles. Les fibrilles sont regroupées au sein de fibres qui elles-mêmes sont englobées dans les faisceaux primaires. Les faisceaux primaires sont rassemblés pour former les faisceaux secondaires, eux même formant le dernier niveau de cette structure, les faisceaux tertiaires. L'ensemble des faisceaux tertiaires sont contenus dans le paratendon, dernière enveloppe richement vascularisée qui constitue le tendon (7). Le paratendon permet un bon glissement du tendon avec son environnement (9). Chaque catégorie de faisceaux est entourée par un épiténon, couche mince de tissus conjonctifs qui contient les vaisseaux sanguins, les lymphatiques ainsi que les nerfs (fig. 1).

Par ailleurs, les ténocytes synthétisent le collagène ainsi que les protéines de la matrice extra cellulaire.



1. Faisceau fibreux quaternaire, 2. Faisceau fibreux tertiaire, 3. Faisceau fibreux secondaire, 4. Faisceau fibreux primaire, 5. Fibre de collagène, 6. Fibrille de collagène, 7. Micro fibrille de collagène, 8. Triple hélice de collagène

*Figure 1 : Organisation du tendon (10).*

### 3.1.3 Elastine :

L'élastine est en faible quantité dans le tendon (2% pour le tendon calcanéen) lui procurant une faible élasticité (8). Les fibres élastiques sont éparpillées entre les faisceaux de collagène (11).

### 3.1.4 Substance fondamentale :

La substance fondamentale est une substance gélatineuse occupant les espaces entre les cellules et les faisceaux, elle permet une résistance globale et une certaine stabilité du tendon (8).

Cette structure alignant les faisceaux de fibres avec l'axe du tendon, permet une certaine résistance à la traction. La jonction tendino-osseuse peut supporter la traction, les forces de

compression et de cisaillement. La jonction myotendineuse est le point le plus faible du tendon (12).

### 3.1.5 Vascularisation :

La vascularisation du tendon est peu importante comparée à celle du muscle (13). Elle se fait par un système extrinsèque provenant du paratendon ainsi que par des anastomoses du système capillaire péri-tendineux et par un système intrinsèque provenant de la jonction myotendineuse et de la jonction ostéotendineuse (1) (14). Pour la jonction musculo tendineuse, ce sont les artères du périnysium du muscle qui se poursuivent dans le tendon par des anastomoses. A la jonction ostéotendineuse, les artères n'ont pas de trajet fixe. Il n'existe pas de communication entre le tendon et son insertion osseuse. Il existe une zone hypo-vascularisée située entre 2 et 5 cm au-dessus de l'insertion distale où l'on retrouve le plus souvent les lésions (7) (11).

Lors de l'exercice physique, cet apport sanguin est multiplié par 3 à 7 (1) (14).

### 3.1.6 Innervation :

L'innervation des gros tendons comme celle du tendon calcanéen, est plus pauvre que celle des plus petits tendons. Le tendon a essentiellement une innervation sensitive, en particulier à l'insertion osseuse et au niveau de la jonction myo-tendineuse (11). Il existe quatre types de récepteurs qui sont sensibles à la pression, à l'étirement, au mouvement et à la tension musculaire. On y retrouve parmi eux, les organes tendineux de Golgi (type III) qui permettent de réguler la tension musculaire. Les récepteurs de type IV, terminaisons nerveuses libres, agissent comme des nocicepteurs dans la détection et la transmission de la douleur. Cette innervation est constituée essentiellement de mécanorécepteurs et moins de nocicepteurs. «*Des fibres sympathiques et parasympathiques sont présentes au sein du tendon*» (11) (1) (13).

### 3.2 Tendinopathie

Une tendinopathie d'origine mécanique est une dégénérescence du tendon qui peut être causée par plusieurs mécanismes qui sont :

- Un conflit entre le tendon et son environnement.
- Une traction excessive liée à des sollicitations néfastes répétées.
- Un traumatisme direct (15).

En temps normal, un tendon victime d'une microlésion n'est pas symptomatique et peut guérir assez rapidement. Si les sollicitations excessives perdurent, le tendon n'a pas le temps de se réparer correctement et à long terme, les lésions deviennent chroniques. Quand les symptômes apparaissent, le tendon est déjà très atteint (7). Ces lésions intra-tendineuses sont le plus souvent réalisées en position de décélération (contractions excentriques) (11). Des microlésions répétées provoquent une inflammation locale avec un œdème tissulaire et une dégénérescence tissulaire puis celle-ci disparaît pour laisser place à une tendinopathie chronique (13).

*«Dans les études sur prélèvement histologiques, il n'a jamais été mis en évidence d'inflammation» (16) ; «elle n'est que la réponse de l'organisme à la nécrose cellulaire des ténocytes et à la désorganisation du collagène» (16).* La tendinopathie n'est pas liée à un processus inflammatoire mais bien à une mort cellulaire. Cette mort cellulaire est causée par une ischémie suite à une traction maximale du tendon entraînant une anoxie au niveau des cellules (les ténocytes) qui vont par la suite mourir. La mort des ténocytes va entraîner une diminution de la quantité de collagène diminuant la capacité de régénération du tendon (16).

Nous aborderons dans ce mémoire les tendinopathies corporéales (ou tendinoses) qui sont liées à une altération du tendon lui-même et les tendinopathies d'insertion (ou enthésopathies/enthésoses) qui sont liées à une altération de l'insertion distale du tendon d'Achille (15). Les tendinopathies corporéales sont les lésions du tendon au-dessus de 2 cm de l'insertion distale du tendon. Les tendinopathies d'insertion concernent l'insertion distale du tendon jusqu'à 2 cm au-dessus de celle-ci (11). L'atteinte des structures environnantes telles que le paratendon, la gaine synoviale ou la bourse de glissement ne seront pas abordées dans ce

mémoire. Quant aux lésions myotendineuses, elles sont considérées comme des lésions musculaires et ne seront donc pas abordées non plus (1) (15).

### **3.2.1 Facteurs intrinsèques et extrinsèques (4):**

Les tendinopathies chroniques sont liées à des facteurs intrinsèques qui sont : un surpoids, un âge de plus de 40 ans, un désordre hormonal, des troubles morphologiques et statiques (une rétraction du triceps sural, une inégalité de longueur des membres inférieurs, un pied creux, un varus tibia, un pied varus, une instabilité latérale de la cheville. Il peut s'agir aussi d'un déséquilibre agoniste-antagoniste, des rétractions, une hyper mobilité articulaire, ou encore une hyper laxité ligamentaire.

Elles peuvent être liées aussi à des facteurs extrinsèques tels qu'un entraînement mal adapté, un manque de repos entre les séances, une augmentation soudaine de la vitesse (la force de l'impact augmente avec celle-ci), de la distance, de l'intensité ou de la durée d'un entraînement (1) (11). Mais aussi l'environnement (température froides, l'humidité), un traumatisme (chute), des compétitions surchargées (1) (11), les corticostéroïdes (15). Enfin le type de surface, ou l'utilisation d'un chaussage mal adapté sont à l'origine de charges excessives sur le tendon (1) (11).

La connaissance de ces facteurs de risque permet de mettre en œuvre une prévention afin de lutter contre l'apparition et les récives des tendinopathies achilléennes.

### **3.2.2 Biomécanique :**

Le tendon peut adapter sa structure et ses propriétés mécaniques en fonction des contraintes qui lui sont appliquées. En effet, la matrice extracellulaire accompagnée des ténocytes peuvent modifier l'expression des gènes afin de s'adapter aux contraintes mécaniques. C'est la mécano-transduction (7) (13).

« La résistance d'un tendon est quatre fois supérieure à celle d'un muscle en tension isométrique » (11). L'entraînement physique augmente la surface des fibres tendineuses et

augmente la synthèse de collagène, le tendon est plus épais et plus résistant (11) (13). Des contraintes anormales ou un étirement excessif ont tendance à augmenter la production de médiateurs inflammatoires et à créer des lésions tendineuses (9).

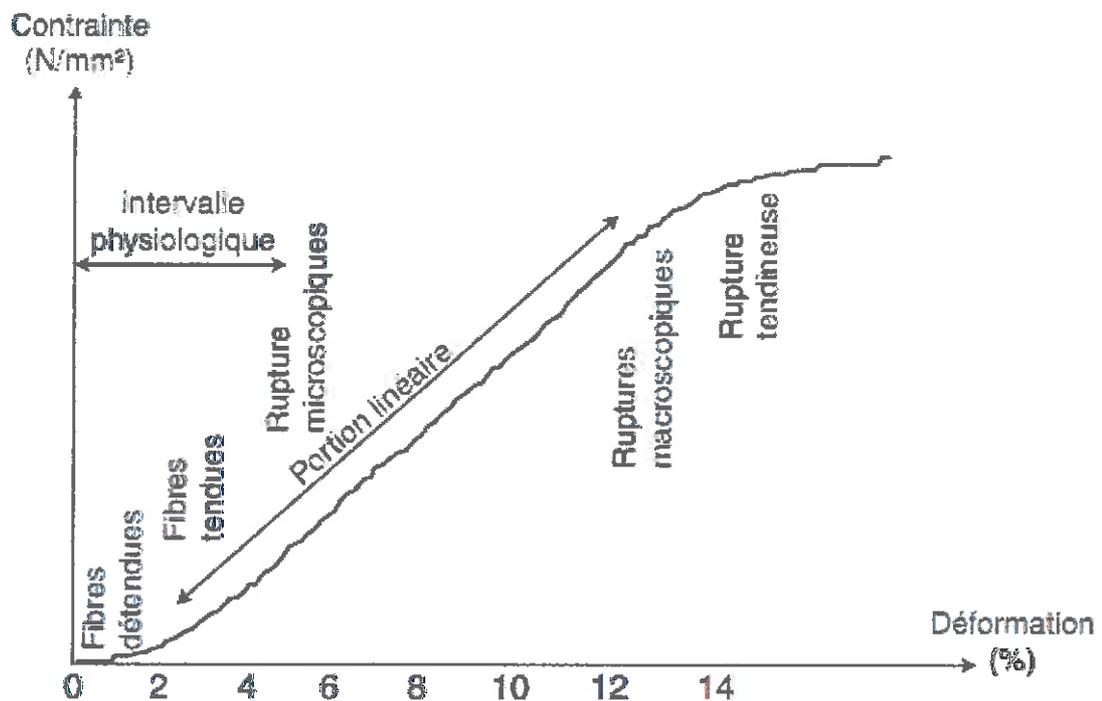


Figure 2 : Courbe déformation-contrainte d'un tendon (17).

«Des charges mécaniques appropriées à des niveaux physiologiques sont généralement bénéfiques pour les tendons en termes d'amélioration de la propriété mécanique du tendon» (9). En effet, les charges mécaniques excessives sont néfastes pour le tendon mais les charges mécaniques insuffisantes ont également un effet négatif sur le tendon. Une charge mécanique insuffisante entraîne un changement de la forme du tendon, de son nombre de cellules et de l'alignement des fibres de collagène. Le tendon a besoin d'une charge mécanique moyenne adaptée à chaque patient pour que le tendon garde sa souplesse, son poids d'origine ainsi que sa résistance à la traction ; tout ceci afin de permettre une régénération optimale du tendon blessé (9). L'organisation des fibres de collagène s'effectue dans le sens de la traction (3).

### 3.2.3 Cicatrisation tendineuse :

La régénération du tendon est plus difficile que celle du muscle ou du cartilage du fait de sa pauvreté en vascularisation et de ce fait, de son oxygénation et de sa nutrition (11). La cicatrisation tendineuse se divise en trois phases : la phase inflammatoire, la phase de réparation et de remodelage.

- La phase inflammatoire initiale dure environ 24h, les cellules inflammatoires migrent sur le site lésionnel.
- La phase de réparation débute quelques jours après la blessure pour durer quelques semaines. Dans cette phase, les fibroblastes synthétisent en abondance le collagène et des constituants de la matrice extra cellulaire qui s'organisent de manière anarchique.
- La phase de remodelage débute environ vers la 6<sup>ème</sup> semaine : Il y a une diminution de l'activité cellulaire et de la synthèse de collagène. En temps normal, les fibres s'orientent et s'organisent mieux au fil du temps pour aboutir à la 10<sup>ème</sup> semaine à un tendon qui retrouve ses propriétés mécaniques de départ (12). Lorsque le tendon subit des sollicitations excessives répétées, les fibres de collagène sont denses et désorganisées. La cicatrisation laisse place à un tendon qui a des propriétés structurales et fonctionnelles inférieures au tendon d'origine et a, par conséquent, plus de risque de subir une nouvelle blessure sur ce site réparé (9).

Dans les tendinopathies, et plus particulièrement dans les zones avasculaires ou hypovasculaires du tendon (18), ces trois phases peuvent être altérées, la réponse inflammatoire peut ne pas être stimulée de façon adéquate ce qui empêche le bon déroulement des autres phases par la suite (19). La pauvreté de la vascularisation et donc de l'oxygénation et de la nutrition, empêche une régénération optimale de celui-ci et plus particulièrement au niveau de l'enthèse (15).

### 3.2.4 La douleur:

La douleur est la caractéristique principale des tendinopathies chroniques. En effet le tendon possède des fibres nerveuses sensibles véhiculant la douleur (13).

On a longtemps cru que les tendinopathies chroniques étaient associées à un processus inflammatoire et que la douleur en résultait. Etant donné que la plupart des tendinopathies ne sont pas liées à un processus inflammatoire, plusieurs hypothèses sont évoquées et l'origine de la douleur est encore incertaine. Malgré tout, si le processus inflammatoire peut être à l'origine de la douleur en période aiguë, il ne l'explique pas dans le long terme (11). La douleur ne viendrait pas du tendon lui-même mais de ses tissus environnants (18) car l'innervation est plutôt péri-tendineuse (15).

Plusieurs hypothèses sont évoquées à propos de l'origine de cette douleur :

- Certaines études montrent que les fibres de collagène intactes sont indolores alors que les fibres de collagène altérées sont douloureuses. A l'inverse, d'autres études montrent que cette hypothèse n'est pas valable pour toutes les tendinopathies (11).

- L'apparition de néovaisseaux, accompagnés de nouveaux nerfs sensitifs, pourrait être à l'origine de la douleur. Ces néovaisseaux sont absents dans les tendinopathies non douloureuses. Certaines études ont montré que la disparition de ceux-ci pourrait être à l'origine de la disparition de douleur notamment par le travail excentrique. La disparition de ces néovaisseaux et notamment la dénervation du tendon pourraient être l'origine de cette disparition de douleur (11) (20) (21) (22) (23). Une étude récente sur 29 tendinopathies corporelles montre que, la douleur à la palpation est en lien avec le site de néovascularisation maximale et là où le tendon est le plus épais (24). Une revue de littérature récente montre cependant que, l'hypothèse selon laquelle la douleur serait liée à l'apparition d'une néovascularisation, n'est pas prouvée (25).

- Il existe une autre hypothèse selon laquelle des substances biochimiques issues du tendon lésé stimuleraient des nocicepteurs à l'intérieur et autour du tendon et pourraient entraîner une douleur. Ces substances telles que la substance P et la substance CGRP permettent le transfert d'un message douloureux. La production excessive de la substance P peut modifier la structure du tendon, entraînant des symptômes douloureux, voire une rupture tendineuse. *«Le nombre de fibres nerveuses réagissant à la substance P et au CGRP a été démontré comme étant spécifiquement augmenté dans les tendinopathies chroniques»* (11).

-La présence de glutamate, neuromédiateur central de la douleur, pourrait être aussi la cause de la douleur. Elle est augmentée chez les patients atteints de tendinopathie (11).

Nous allons maintenant décrire les différents traitements kinésithérapeutiques les plus abordés à travers la littérature.

#### **4 LES TRAITEMENTS KINESITHERAPIQUES DES TENDINOPATHIES**

Les traitements kinésithérapeutiques pour les tendinopathies achilléennes chroniques sont nombreux. Une prise en charge globale débute par une modification des troubles statiques, une modification des modalités d'entraînement (intensité, durée, distance), du chaussage, ainsi que la surface de terrain (1). Les traitements abordés dans la suite de ce mémoire sont le repos, le froid, les ultrasons, le laser, le massage transversal profond, les étirements, la thérapie manuelle, le travail excentrique et les ondes de choc.

##### **4.1 La cryothérapie :**

La cryothérapie est l'utilisation du froid dans le traitement des traumatismes et des lésions aiguës et subaiguës. Elle a ses vertus dans les affections de l'appareil musculo-squelettique. Ses effets sont d'abord la diminution de chaleur en réduisant la vitesse du métabolisme, cela aide les tissus à survivre à l'hypoxie. Elle est efficace pour réduire la douleur en diminuant la vitesse de conduction nerveuse et provoque une vasoconstriction locale permettant de contrôler l'hémorragie et l'œdème. Elle a aussi des effets anti-inflammatoires et neuromusculaires en diminuant la spasticité. Ses principales contre-indications sont les problèmes de circulation, les maladies vasculaires périphériques, une hypersensibilité au froid, une anesthésie de la zone d'application, les infections, les plaies ouvertes (7) (26) (27).

Il existe trois manières de procéder au refroidissement : par conduction (contact direct), par convection (échange thermique entre l'air froid et la cible) et par sublimation (passage de

l'état solide à l'état gazeux). Nous nous intéresserons plus particulièrement dans ce mémoire à la cryothérapie gazeuse hyperbare qui est une technique qui utilise la sublimation du CO<sub>2</sub> médical. Utilisée depuis 1993, le but est d'obtenir un choc thermique, de passer de 36°C à 2° en 20 à 40 secondes avec une pression cutanée d'environ 5 bars. Elle permet de créer rapidement une vasoconstriction puis, au moment du choc thermique, il se produit une vasodilatation réflexe. Cette thérapeutique a un effet antalgique qui peut perdurer jusqu'à plusieurs heures. Nous avons aussi un effet anti-inflammatoire. Ses principales contre-indications sont le syndrome de Raynaud, le diabète, les maladies métaboliques et les troubles de la sensibilité cutanée pour le risque de blessure cutanée (28).

#### **4.2 La thérapie par laser de basse énergie :**

C'est une thérapie qui utilise une source laser à des puissances trop faibles pour entraîner un échauffement tissulaire. Son utilisation étant récente, les effets biologiques et physiologiques sont encore étudiés. Il aurait pour effet une augmentation de la circulation, l'accélération de la synthèse de collagène, une diminution de la douleur, une accélération du processus de cicatrisation, et un effet anti-inflammatoire ainsi que l'augmentation de la résistance à la traction de la cicatrice (3) (26). Son utilisation dans les tendinopathies augmenterait la résistance du tendon et diminuerait ainsi la douleur (29).

Ses contre-indications sont les cancers, la grossesse, et l'application directe dans les yeux.

#### **4.3 Les ultrasons :**

C'est une vibration mécanique de haute fréquence (entre 0.5 et 3MHz) produite par effet piézoélectrique. La propagation est facile dans un milieu solide ou liquide mais amortie par le milieu gazeux. Plus la fréquence augmente plus la profondeur de pénétration diminue.

Ses effets sont l'augmentation de chaleur dans les tissus, une augmentation de l'extensibilité des fibres de collagène du tendon et des capsules articulaires, une modulation de

la douleur, de l'augmentation du flux sanguin (26) et un effet défibrosant. La sonde doit être appliquée perpendiculairement au site et sans interposition d'air, c'est pour cela qu'on applique un gel entre la sonde et la peau.

Les fréquences utilisées pour des zones profondes sont de 1MHz et pour des zones superficielles sont de 3MHz. Les ultrasons peuvent être utilisés de façon pulsés ou intermittentes afin de limiter l'effet thermique. Ils sont indiqués pour les tendinopathies, les séquelles d'entorses, cicatrices chéloïdes, névrome, bursite, maladie de Dupuytren. Les contre-indications sont les tumeurs, les grossesses, les thromboses, les troubles de la sensibilité, les pièces métalliques internes (27).

#### **4.4 Le massage transversal profond :**

Inventé par Cyriax dans les années 70, c'est un massage par friction appliqué transversalement au tendon (3) qui a pour but de lever les adhérences fibreuses anormales du tissu cicatriciel, de briser les ponts entre les fibres qui empêchent une bonne cicatrisation et qui seraient une source possible de douleur. Son action mécanique provoque une hyperhémie qui conduit une augmentation du flux sanguin vers la zone pour relancer le phénomène de cicatrisation (30). Le massage transversal profond aurait une action antalgique immédiate par la théorie du «gate control» (3). Il permettrait de soigner les petites lésions tendineuses, ligamentaires et musculaires bien localisées et non inflammatoires aiguës (31).

#### **4.5 La thérapie manuelle :**

*«C'est un concept général assez proche des manipulations et de l'ostéopathie qui reprend, soit de façon individuelle, soit en les mélangeant et en les faisant se compléter, certaines manœuvres de dégagement articulaire et de mobilisation de la colonne vertébrale et des articulations périphériques propres à certains auteurs».* Ces manœuvres sont accompagnées du respect de la non douleur et des limites physiologiques articulaires (31).

#### 4.6 Les ondes de choc :

Les ondes de choc radiales ont été introduites en 1992 en urologie afin de détruire les calculs lors de la lithotritie extracorporelle (28). En France elles sont utilisées depuis une quinzaine d'années pour les tendinopathies (32). C'est un appareil qui génère une onde de choc par percussion directe au niveau de la peau. Elle peut atteindre jusqu'à 3 à 3.5 cm de profondeur (28).

Leurs effets sont :

- Neurologiques par un effet de «gate control» (5) (27) : arrêt du message douloureux par une stimulation des fibres nerveuses sensibles de gros calibre (Effet à court terme) (28).
- Biochimiques par libération de substances antalgiques. Nous observons aussi une hyper vascularisation après une séance ce qui diminuerait la concentration en substances P qui est un neurotransmetteur de la douleur (Effet à moyen terme) (32).
- Défibrosants (27) ; « *traumatisants* » (32) par action mécanique (27) similaire à celle retrouvée avec le MTP (28), c'est celle-ci aura une action à long terme. Elles créent une néo lésion susceptible de mieux cicatriser par la suite. C'est pour cela qu'il faut attendre un certain délai à la fin pour que les tissus mous guérissent (6 semaines) (32).

Plusieurs études ont prouvé que les ondes de choc altéraient les fibres nerveuses amyéliniques qui conduisent la douleur (33).

Les indications sont : les tendinopathies calcanéennes, les aponévrosites plantaires, les enthésopathies des ischio-jambiers hautes, les tendinopathies de la coiffe des rotateurs qui obtiennent des bons résultats globalement (satisfaction >70%). Les tendinopathies patellaires ainsi que les épicondylites latérales et médiales obtiennent des moins bons résultats (<70% de satisfaction) (32).

Les contre-indications sont : le SDRC de type 1, les bursites ou les ténosynovites, les traitements anticoagulants en cours ou troubles de la coagulation, les enfants (27), la grossesse, les pathologies neurologiques, les infections locales, les tumeurs, les pathologies vasculaires.

Les effets indésirables sont : une augmentation de la douleur pendant et après la séance associée parfois à un œdème réactionnel ainsi qu'une ecchymose locale (28).

Les ondes de chocs relèvent d'une prescription médicale (32). Elles peuvent être utilisées avec ou sans anesthésie mais dans la majorité des études, les ondes de choc sont utilisées sans anesthésie car la douleur permet de déterminer l'intensité nécessaire pour être efficace et à la fois pour ne pas être trop agressif (28).

Toutes les ondes de choc sont extracorporelles, on ne différenciera donc pas dans ce mémoire, les ondes de choc radiales et les ondes de choc extracorporelles (32).

Le protocole le plus fréquemment retrouvé dans la littérature s'effectue à l'aide de gel ultrasons dans la majorité des études choisies ou sans rien pour quelques-unes d'elles. Le tendon doit être mis en tension et le sport peut être pratiqué en parallèle afin de diriger la cicatrisation mais celui-ci doit être pratiqué modérément en évitant les sports type course à pied ou à base de saut. Le nombre de coups appliqué par séance est de 2000, 1000 coups sur le bord médial du tendon et 1000 coups sur le bord latéral du tendon (tab. I).

*Tableau I : Les différentes modalités d'utilisation des ondes de choc (5) (28) (32) (33) (34) (35) :*

AUTEUR	Nombre de séances	Nombre de séance par semaine	Nombre de coups par séance	Pression cutanée (Bars)	Fréquence d'impulsion
(5) ROMPE	3 séances	1	2000 (1000 partie médiale, 1000 partie latérale)	2,5 bars	8 Hz (dépend de la tolérance des patients)
(28) ROZENBLAT	3 à 6 séances	1	2000	3 bars	6 à 15 Hz
(33) LABAREYRE SAILLANT	3 séances au minimum jusqu'à 6 séances	2	2000	2,5 bars	9Hz
(34) LABAREYRE	3 à 6 séances	1 ou 2	2000	2à 4 bars	9Hz
(28) SERRE	5 séances	1 pour les 3èrès semaines et les deux dernières sont séparées de 2 semaines.	2000	1 à 3 bars	5 à 10 Hz
(35) BARTH	1 à 3 séances jusqu'à 6 séances	2	2000	1,8 à 2,5 bars	1 à 15 Hz

De Labareye a trouvé des résultats sensiblement supérieurs pour 6 séances en 3 semaines, c'est-à-dire 2 séances par semaine mais il conclut que c'est le nombre de séances au total qui compte, soit 6 séances, et non le nombre de séances par semaine (32).

#### 4.7 Le renforcement excentrique :

«*La contraction excentrique s'effectue par un développement d'une tension par un complexe musculaire forcé à l'allongement*» (31). Elle permet un développement d'une tension plus importante que lors d'une contraction concentrique (31). Elle génère des contraintes importantes sur les structures passives du muscle. Très efficace pour augmenter la force musculaire, néanmoins elle provoque des courbatures et des microlésions musculaires favorisant l'augmentation du collagène tendineux. Malgré son effet délétère sur le tendon en contraction maximale, elle est aussi efficace dans la prévention des lésions myo-tendineuses en contraction modérée (27).

Le protocole utilisé le plus fréquemment dans les études choisies est le protocole d'Alfredson qui consiste à effectuer pendant 12 semaines, 2 séances de travail excentrique par jour, 7 jours par semaine. Ceci en effectuant l'exercice sur une marche en appui sur le membre inférieur atteint de tendinopathie calcanéenne ; Le sujet démarre en flexion plantaire pour aller vers la flexion dorsale lentement, en réalisant 3 séries de 15 répétitions le genou tendu puis 3 séries de 15 répétitions genou fléchi afin de recruter équitablement le soléaire et les gastrocnémiens (fig.3). Le retour à la position initiale s'effectue à l'aide du membre inférieur sain en évitant ainsi un travail concentrique du membre inférieur atteint. Le patient se repose pendant une à deux minutes selon la littérature entre chaque série. Une douleur légère à modérée est tolérée, si celle-ci devient invalidante, le patient arrête l'exercice. Si la douleur est légère et qu'elle diminue au fur et à mesure des séances, la charge qui jusque-là, était le poids du corps, peut être augmentée par le port d'un sac à dos chargé de poids (5) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42).



*Figure 3 : Travail excentrique du tendon d'Achille selon le protocole d'Alfredson (43).*

## 5 DISCUSSION :

Nous allons maintenant donner les résultats que nous avons trouvés à travers la littérature pour chaque traitement, pour tenter de connaître leur efficacité et savoir quels sont les plus adaptés dans le traitement des tendinopathies. Dans chaque étude, la satisfaction des patients a été évaluée à partir de l'évaluation de leur douleur, de la fonction et du retour à leur activité antérieure.

### 5.1 Le repos :

Résultant d'un surmenage, les tendinopathies achilléennes impliquent une réduction de l'activité physique afin de pouvoir guérir. Cependant, pour les athlètes l'arrêt de l'activité sportive totale entraîne une rapide diminution de leurs performances ainsi qu'une diminution de leur qualité de vie. La période de repos devrait dépendre de la sévérité et de la durée de la blessure (44). Une utilisation moindre d'un tendon est moins néfaste que l'immobilisation totale. Si un tendon est immobilisé, son poids ainsi que sa composition, l'agencement des fibres de collagène et leurs propriétés mécaniques diminuent (13). Il y a une diminution du calibre des fibres de collagène et la quantité des ponts entre les fibres diminue également réduisant ainsi la solidité du tendon (3). De ce fait, sa résistance à l'étirement diminue également, le rendant plus fragile (13). La rééducation précoce dans les lésions tendineuses permet d'améliorer plus rapidement le gain articulaire et la force musculaire ainsi que les qualités biologiques des cicatrices tendineuses (46).

Selon Dorie, si les douleurs disparaissent à l'échauffement, le repos n'est pas nécessaire ; s'il existe quelques douleurs mais qu'elles restent supportables, le repos est relatif. Enfin, le repos est complet en cas de période de crise lorsque celle-ci entraîne une certaine impotence fonctionnelle ; malgré tout, ce temps de repos doit être le plus réduit possible (47).

L'association du repos complet à l'utilisation des ondes de choc n'est pas utile tant que le patient n'éprouve pas de douleur pendant qu'il pratique un sport et que celui-ci n'est pas de type explosif (course ou saut) (2). D'après l'étude de Silbernagel, les patients atteints de tendinopathie achilléenne ont eu les mêmes résultats en pratiquant un sport léger en parallèle que les patients qui ne pratiquaient aucune activité pendant le traitement (45).

Il semblerait qu'il soit nécessaire d'appliquer un repos relatif aux patients atteints de tendinopathies achilléennes en évitant en période aiguë tous les sports de type « explosifs » tels que la course ou le saut et privilégier des sports à caractère plus légers telle que la natation par exemple. Le repos complet est nocif pour le tendon et l'absence de repos l'est tout autant car les hyper sollicitations néfastes perdurent et le tendon ne cicatrise pas.

## 5.2 La cryothérapie :

L'association de la cryothérapie hyperbare avec les ondes de choc montre de bons résultats pour les tendinopathies corporeales avec 80% de patients satisfaits par rapport à l'utilisation des ondes de choc seules et avec un retour à l'activité antérieure pour 70 % d'entre eux. Pour les tendinopathies d'insertion, l'étude montre des mauvais résultats dans les deux groupes (28).

Il existe peu d'études datant de moins de dix ans à ce propos. Malgré tout, l'utilisation de la cryothérapie hyperbare semble avoir un effet positif en association avec les ondes de choc, cette hypothèse est à vérifier à l'aide d'autres études.

### **5.3 Le laser de basse énergie :**

Le laser diminuerait l'inflammation, augmenterait l'angiogenèse et la synthèse de collagène, augmentant la résistance du tendon et diminuerait ainsi la douleur (3) (14) (29) (48) (49). La majeure partie des études trouvées concernent les épicondylites et les tendons de la coiffe des rotateurs. Il existe peu d'études à propos de l'utilisation du Laser sur les tendinopathies d'Achille. Les résultats sont mitigés (14). L'utilisation du laser pourrait avoir un effet sur la douleur dans le traitement des troubles musculo-squelettiques avec une composante inflammatoire, c'est-à-dire lorsqu'elle existe pour les tendinopathies, pendant la période aigue (48). Cette hypothèse est à vérifier car l'hétérogénéité des paramètres d'utilisation font que les études sont contradictoires (50).

Tumilty a fait une étude systématique sur l'efficacité du laser et a montré, avec 12 études positives contre 13 négatives sur plusieurs tendons du corps humain, que les avis sont mitigés et que les études sont trop hétérogènes pour être comparées objectivement. Parmi elles, quatre études étudient le tendon achilléen et il observe que deux d'entre elles ont des résultats négatifs. (49). Il a ensuite fait une étude en 2012 sur 40 patients et a montré que l'association du travail excentrique avec le laser n'a pas fait preuve de meilleurs résultats que l'utilisation du travail excentrique seul (29).

A l'inverse, l'étude de Steriouglas en 2008 et la revue systématique de Sussmilch montrent que l'association de ces deux thérapeutiques accélérerait le temps de guérison (51) (52). Il n'y a pas de preuve d'efficacité (27).

L'utilisation du laser n'est aujourd'hui pas encore justifiée dans le traitement des tendinopathies achilléennes et les résultats sont mitigés dans la majorité des études du fait des différentes localisations testées, de l'hétérogénéité des paramètres et des résultats.

#### **5.4 Les ultrasons :**

Une étude expérimentale effectuée sur les rats montre que les ultrasons auraient une action sur la cicatrisation tendineuse en augmentant la synthèse de collagène en période aiguë mais n'aurait pas d'effets bénéfiques pendant la phase de remodelage (53).

Il existe peu d'études récentes sur les ultrasons et d'autant plus concernant le tendon d'Achille. Une revue de littérature datant de 1998 a montré qu'il existait peu de preuves pour soutenir l'utilisation des ultrasons dans les troubles musculo-squelettiques ; cependant cette étude n'aborde pas les tendinopathies achilléennes (54). Une autre revue de littérature conclut qu'il n'y a pas de preuve scientifique suffisante pour justifier l'utilisation des ultrasons pour le traitement des patients atteints de douleur et blessures des tissus mous (55). Le manque d'études nous empêche de conclure sur son efficacité, comme de son inefficacité.

#### **5.5 La thérapie manuelle :**

Elle serait utile en prévention en cas de déficit d'amplitude articulaire en flexion dorsale. (14). Vicenzino a montré l'efficacité des mobilisations «*Mobilization with movement*» dans l'augmentation d'amplitude en flexion dorsale de la cheville saine (avant d'avoir une quelconque pathologie tendineuse) (56). Une autre étude montre un gain en flexion dorsale grâce à des mobilisations spécifiques mais sur des patients atteints d'entorse de cheville (57).

Christenson propose la technique d'Hunter (2000), qui consiste à réaliser des mobilisations spécifiques du tendon couplées à des étirements spécifiques de la loge postérieure

de la jambe et un renforcement progressif du triceps sural. Celle-ci appliquée sur un cas clinique de tendinopathie achilléenne, apporte une amélioration de la douleur et de la fonction avec un retour aux activités antérieures en trois mois (58).

Il est nécessaire d'avoir plus d'études sur la thérapie manuelle en tant que traitement pour conclure sur l'efficacité dans les tendinopathies achilléennes. Inversement, elle semble utile dans la prévention des tendinopathies achilléennes lorsque celles-ci sont causées par un manque de flexion dorsale de cheville. D'autres études sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

### **5.6 Le massage transversal profond :**

Quelques études ont été réalisées sur d'autres localisations telles que le coude, la cuisse avec la bandelette ilio-tibiale, ou le genou avec le tendon patellaire mais aucune n'a prouvé son efficacité par rapport à d'autres traitements (30) (59) (60). Une revue de littérature a tenté d'analyser l'efficacité du massage transversal profond sur les tendinopathies diverses du corps humain ; par l'hétérogénéité des études et de l'association de plusieurs thérapeutiques en parallèle il n'est pas possible de conclure sur l'efficacité seule du massage transversal profond ; mais l'auteur conclut malgré tout, que cette thérapeutique a sa place dans le traitement des tendinopathies en général (61).

Le manque d'étude à propos du tendon d'Achille et l'inaccessibilité aux articles par leur caractère payant nous empêche de plus développer ce chapitre. Nous n'avons donc pas de preuve à ce jour que le massage transversal profond est efficace dans le traitement des tendinopathies achilléennes.

### **5.7 Les étirements :**

Ils ont été décrits comme inutiles autant dans la prévention que dans le traitement, pour les tendinopathies calcanéennes (14) sauf s'il y a un déficit articulaire dans la talo-crurale qui intervient dans la lésion (3). Carcia émet l'hypothèse qu'ils seraient utiles pour la douleur (62).

Pruvost quant à lui pense qu'ils seraient utiles dans l'amélioration de la résistance à l'étirement (63).

En 2006 Park fait une revue de quelques études et conclut qu'il n'y a pas de preuve fiable sur l'efficacité des étirements dans la prévention ni dans le traitement des troubles musculo-squelettiques et que les avis sont controversés. Les étirements réduiraient même la stabilité des articulations en réduisant la capacité d'absorber de l'énergie. Il serait nécessaire d'avoir une étude fiable pour savoir quelle est réellement l'efficacité des étirements dans les tendinopathies calcanéennes (64).

D'autre part, Witvrouw propose une hypothèse contraire, selon laquelle les tendons agiraient comme des ressorts élastiques qui stockent et libèrent de l'énergie lors des impacts et qui nécessitent de ce fait, une grande capacité d'absorption d'énergie. Ainsi l'augmentation de l'élasticité d'un tendon augmenterait sa qualité d'absorption d'énergie et des contraintes et le risque des blessures diminuerait. Mais un tendon trop élastique transmet moins bien les forces au muscle et le risque de blessures est augmenté. Il est nécessaire de trouver un point d'équilibre entre les deux (65) (66). Les étirements balistiques permettraient de réduire la raideur du tendon contrairement aux étirements statiques qui eux, augmenteraient la compliance du tendon mais les deux seraient utiles en association pour la prévention et le traitement des tendinopathies. Les étirements de type balistique, reproduisent un peu le même mécanisme que le travail excentrique en permettant une adaptation des fibres de collagène à l'étirement (65). Brosseau montre au contraire, qu'un étirement statique permet une diminution de la raideur de l'unité myotendineuse et que, plus le temps d'étirement est long et plus la raideur diminue. Les étirements balistiques isolés n'ont pas d'action sur la raideur de l'unité myotendineuse alors qu'un programme d'étirements balistiques aurait un effet sur la diminution de raideur. La force diminue après un étirement statique, mais celle-ci n'est que temporaire et n'aurait donc pas de mauvais impact sur la performance tant que l'étirement n'est pas réalisé juste avant l'effort (66).

Les avis sont contradictoires à propos de l'efficacité des étirements pour les tendinopathies achilléennes tant dans la prévention que dans le traitement. L'hétérogénéité et le manque d'études robustes nous montrent que les résultats sont mitigés.

### 5.8 Les ondes de choc :

Dans une étude regroupant 23 patients, 21 patients (91%) étaient satisfaits et très satisfaits du traitement par ondes de choc avec une diminution significative de la douleur (tendinopathie corporéale et d'insertion) (67).

Déjà en 2001, De Labareyre fait une étude sur l'efficacité des ondes de choc sur les tendinopathies achilléennes. Celui-ci obtient sur 41 patients atteints de tendinopathie corporéale, 70 % de patients satisfaits et très satisfaits contre 50% pour les 2 patients atteints d'entésopathie (33). En 2011, De Labareyre de nouveau, effectue une étude sur 156 patients atteints d'entésopathie et 594 patients atteints de tendinopathie corporéale et montre que 65% des patients atteints d'entésopathie et 75% des patients atteints de tendinopathie corporéale étaient satisfaits (32).

Serre en 2012, après une étude sur 168 patients atteints de tendinopathies calcanéennes corporéale et d'insertion, montre que 78% sont satisfaits du traitement par ondes de choc (34). D'autres études sont du même point de vue (35) (68) (69). Lakshmanan a fait une étude sur 16 tendinopathies corporéales et a obtenu des bons et très bons résultats dans la diminution de la douleur et l'amélioration des fonctions, il n'a pas constaté de complications suite à l'utilisation des ondes de choc (70).

En comparaison avec d'autres traitements ou en association : Rozenblat a fait une étude avec un grand nombre de patients en associant des ondes de choc avec une cryothérapie hyperbare et a montré une meilleure efficacité en associant les deux plutôt qu'en utilisant des ondes de choc seules (80% de patients atteints de tendinopathies médianes étaient satisfaits alors que les résultats sont décevants pour les tendinopathies d'insertion) (28).

Concernant quelques revues systématiques à propos des traitements des tendinopathies : Pruvost conclut que les ondes de choc sont efficaces sur les tendinopathies corporéales mais pas sur les tendinopathies d'insertion (63). Inversement Vient trouve une efficacité des ondes de choc pour les tendinopathies corporéales et les entésopathies (71).

Grâce à plusieurs études de moyenne et forte puissance, les ondes de choc ont prouvé leur efficacité réelle et sont aujourd'hui très utiles dans le traitement des tendinopathies achilléennes. Même si toutes les études sont positives concernant leur efficacité pour les tendinopathies corporéales, les résultats restent mitigés à propos des tendinopathies d'insertion.

### 5.9 Le travail excentrique :

Le travail excentrique pour traiter les tendinopathies d'Achille a été introduit par Stanish. Il proposait l'hypothèse que les microtraumatismes du tendon se produisaient lors d'une charge excentrée et que le travail excentrique permettait de renforcer le tendon, de l'habituer à supporter des charges qui pourraient lui causer des lésions. Dans leur étude, sur 200 patients atteints de tendinopathie achilléenne, après 16 mois, 44 % des patients étaient de retour à leur activité et avaient vu la douleur disparaître complètement et 43 % avaient déclaré une amélioration (72).

Alfredson et al ont fait une étude avec un protocole différent à propos des lésions de la partie médiane du tendon et en tolérant une douleur pendant les exercices mais qui devait rester supportable. Ils ont comparé le travail excentrique avec la méthode chirurgicale. Les résultats étaient significatifs à la fin de chaque traitement mais le temps d'attente avant d'avoir une chirurgie étant long, les résultats obtenus pour le travail excentrique étaient plus intéressants en termes de gain de temps (43).

De nombreuses études montrent l'efficacité du travail excentrique sur la partie corporelle (37) (39) (62) ; ainsi que sur les enthésopathies (42). En revanche Fahlstrom a montré des mauvais résultats concernant l'insertion du tendon avec seulement 32% de patients satisfaits (37).

Le travail excentrique a montré des meilleurs résultats que le travail concentrique avec 82% des patients satisfaits avec le travail excentrique contre 36 % pour le travail concentrique pour la partie médiane du tendon (38). Morrissey émet l'hypothèse que le travail excentrique réduirait la rigidité du tendon alors que le travail concentrique n'aurait aucune action sur celle-ci (73).

D'autres pensent que le travail excentrique permettrait d'accentuer la synthèse de collagène et de ce fait, diminuerait la douleur (4). Ohberg et Alfredson émettent l'hypothèse que la douleur serait en corrélation avec la zone de néovascularisation et que, d'après son étude sur la partie corporelle, le travail excentrique réduirait la zone de néovascularisation en créant un arrêt de circulation pendant les exercices excentriques (4) et par conséquent diminuerait la douleur (22). Cette idée est reprise par Knobloch en 2007 et il arrive aux mêmes conclusions

avec 80% d'effets bénéfiques pour la partie corporeale et 35 % pour l'insertion calcaneenne du tendon accompagné d'une diminution de la douleur (74). Une autre étude de ce même auteur a montré que 48 % des patients ont vu leur douleur diminuée après un travail excentrique ainsi qu'en parallèle, une diminution du flux sanguin pour la partie corporeale pour 45% des patients (75). Selon Pruvost, le travail excentrique serait utile pour la lutte contre la douleur et pour la réorganisation des fibres de collagène (63).

L'association du travail excentrique avec des attelles de nuit n'a pas montré d'efficacité supérieure au travail excentrique seul avec 48% de patients satisfaits dans le groupe travail excentrique associé aux attelles de nuit contre 63% de patients satisfaits avec le travail excentrique seul (40).

Le protocole de Stanish a été comparé avec celui d'Alfredson sur des tendinopathies concernant la partie médiane du tendon. Les deux protocoles ont montré une amélioration des fonctions et une diminution de la douleur mais le protocole d'Alfredson obtient des meilleurs résultats que celui de Stanish. (36). Guedj évoque la même hypothèse selon laquelle, le protocole d'Alfredson serait le plus efficace parmi tous les protocoles utilisés. Il conclut également que l'association d'autres thérapeutiques en parallèle favoriserait la rapidité de la guérison et du retour à l'activité antérieure (14).

Le travail excentrique a été comparé aux ondes de choc avec des avis controversés. A 4 mois, 28% des patients sont satisfaits pour le travail excentrique contre 64% satisfaits avec les ondes de choc concernant les enthésopathies (5). En outre l'association du travail excentrique avec les ondes de choc a montré des résultats supérieurs aux ondes de choc seules pour les tendinopathies corporeales et les tendinopathies d'insertion (69) (76).

Le travail excentrique a prouvé son efficacité et sa possible supériorité à d'autres traitements dans plusieurs études. Il serait utile pour diriger une bonne cicatrisation, pour renforcer le tendon, de l'habituer à supporter des charges, de diminuer sa rigidité et de ce fait augmenter sa capacité à emmagasiner et à restaurer l'énergie. Il permet aussi d'organiser les fibres de collagène entre elles, de réduire la quantité de néovaisseaux, de réduire la douleur, d'améliorer la fonction et de permettre un retour aux activités antérieures.

### 5.10 Quelques revues de littérature

Enfin certaines revues systématiques ont tenté de déterminer quels seraient les traitements les plus efficaces : Sussmilch évoque, après une revue de 23 études, qu'il n'y a pas de différence entre le travail excentrique et les ondes de choc, que l'association du travail excentrique avec l'utilisation du laser offre de bons résultats. En revanche, il évoque un manque de preuve d'efficacité des attelles de nuit (52). Selon une revue de Magnussen en 2009, le travail excentrique a plus de preuves d'efficacité que les autres méthodes de traitements (77). Pour Wasielewski, le travail excentrique est efficace mais il n'est pas prouvé qu'il soit plus efficace que les étirements ou le travail concentrique mais serait en revanche, plus efficace que les attelles de nuit, les ultrasons, ou le laser (78). Selon Maffuli, le travail excentrique serait probablement un bon traitement pour les tendinopathies mais, par le manque de preuves, nous ne pouvons pas dire que le travail excentrique est supérieur ou inférieur à un autre traitement ; et les autres traitements ne sont pas forcément inefficaces pour autant mais qu'il manque seulement des études robustes (79). Rowe conclut qu'il y a une preuve forte de l'efficacité pour le travail excentrique et les ondes de choc, une preuve modérée pour le laser, les contentions, le repos, et les exercices concentriques et enfin une preuve faible de l'efficacité des orthèses plantaires et des ultrasons (80). Une revue de littérature montre que les ondes de choc sont efficaces dans le traitement des tendinopathies d'insertion alors que le travail excentrique obtient de moins bons résultats voire même des résultats inférieurs à d'autres types de traitements kinésithérapiques (81).

Pendant l'élaboration de ce mémoire nous avons rencontré différentes difficultés ; tout d'abord, l'accès aux articles est, très souvent, payant. Ensuite, peu d'articles sont consacrés exclusivement à la région du tendon d'Achille ou aux tendinopathies telles que nous les avons définies au début de ce mémoire. Il faut aussi différencier les tendinopathies corporeales des tendinopathies d'insertions qui réagissent différemment aux traitements que nous avons étudiés. Nous n'en connaissons pas encore la raison mais le travail excentrique ainsi que les ondes de choc n'ont pas la même efficacité entre ces deux localisations. La période de recherche, étendue

aux 10 dernières années, ne permet pas d'avoir un grand nombre d'études à propos de certains traitements ; cependant nous sommes allés au-delà de cette période pour certaines thérapies afin d'avoir un aperçu de leur efficacité même si depuis les connaissances ont évolué. Ensuite, parmi les études que nous avons rassemblées, nous avons écarté les études évaluées en dessous de 5/10 sur le site de Pedro. Certaines études n'ont pas de niveau de preuve déterminé.

Nous avons trouvé plus d'études concernant le travail excentrique et les ondes de choc que d'études concernant les autres thérapies et ceci nous empêche de comparer objectivement les résultats à propos de l'efficacité des traitements des tendinopathies calcanéennes. De plus le fait que nous ayons trouvé beaucoup d'articles à propos de l'efficacité du travail excentrique sur le tendon calcanéen est sûrement en partie lié au fait que le protocole de Stanish a été démontré sur un tendon calcanéen. De plus, l'effet notable de ce protocole sur les tendinopathies, a fait émerger d'autres protocoles dérivés de celui de Stanish comme celui d'Alfredson.

Nous pouvons affirmer que les ondes de choc et le travail excentrique sont efficaces dans les tendinopathies calcanéennes, pour l'un avec un effet défibrosant permettant une nouvelle cicatrisation susceptible de mieux guérir et pour l'autre, en donnant une direction de cicatrisation optimale et une meilleure résistance du tendon à l'étirement. Là encore, il reste des avis mitigés sur l'efficacité de ces thérapeutiques entre la partie corporeale et l'insertion du tendon qui obtiennent des résultats différents. Mais ces deux thérapeutiques semblent toutes deux efficaces pour la portion médiane du tendon calcanéen. Sur ces 10 dernières années, il y a beaucoup moins d'études sur les autres thérapies, en particulier à propos du tendon d'Achille. Le repos relatif est préconisé dans le traitement des tendinopathies calcanéennes, il faut éviter une immobilisation stricte trop longue et inversement il faut éviter la pratique de sport violents pour ce tendon. Nous pouvons émettre l'hypothèse d'après le peu d'études que nous avons récolté, que l'association du froid à d'autres thérapeutiques n'est pas néfaste au contraire nous avons plutôt un résultat positif avec une association des ondes de choc par rapport à l'utilisation seule des ondes de choc. L'utilisation du laser, des ultrasons et du massage transversal profond n'est pas probante mais semble néanmoins soulager les douleurs de façon temporaire ; les avis sont mitigés, les études sont réalisées sur des localisations différentes mais il n'existe pas assez de preuves pour dire que ces thérapies sont inefficaces. La thérapie manuelle ainsi que les étirements auraient un but préventif dans le cadre d'un assouplissement en cas de déficit de

flexion dorsale. Cependant là aussi, les études sont peu nombreuses et les avis sont controversés rendant difficile l'apport d'une conclusion tranchée.

## 6 CONCLUSION

Les tendinopathies achilléennes chroniques sont des affections fréquentes et leur symptôme principal qui est la douleur, empêche un retour rapide aux activités antérieures. Les performances de ces patients ainsi que leur qualité de vie se retrouvent altérées. L'origine encore incertaine de la douleur empêche d'avoir une prise en charge kinésithérapique adéquate.

La différence du nombre d'études entre chaque thérapeutique, l'hétérogénéité des différentes études, les résultats controversés, les variations entre l'effet d'une thérapie sur les différents tendons du corps humain et sur les différentes régions tendineuses ainsi que les difficultés pour obtenir les articles, nous empêchent de conclure clairement sur ce qui est réellement efficace ou non.

La modification des troubles de la statique, des modalités d'entraînement et du matériel à l'origine de la tendinopathie achilléenne est nécessaire. Le travail excentrique, les ondes de choc semblent être aujourd'hui une arme thérapeutique certaine dans l'amélioration des symptômes et permettre un retour aux activités antérieures rapidement pour les tendinopathies corporeales. En ce qui concerne les enthésopathies, d'autres études sont nécessaires pour déterminer leur efficacité. L'utilisation en parallèle de la cryothérapie en respectant un certain repos relatif est proposée. L'efficacité du massage transversal profond, par manque d'études n'est pas prouvée mais paraît néanmoins avoir sa place dans le traitement de la tendinopathie calcanéenne. Cependant l'utilisation du laser, des ultrasons ainsi que de la thérapie manuelle ne semble pas être justifiée dans le traitement à ce jour. Néanmoins ces résultats ne sont pas définitifs, il faut plus d'études pour confirmer ou contredire ces conclusions.

Une meilleure accessibilité à la littérature permettrait d'avoir plus d'éléments de discussion, mais globalement il y a un manque d'études puissantes concernant l'efficacité des traitements kinésithérapiques à propos du tendon d'Achille. Il serait néanmoins intéressant de

savoir si les traitements proposés dans ce mémoire ont la même efficacité sur les autres tendinopathies du corps humain.

## BIBLIOGRAPHIE

1. **ROUSSEAU, R. DJIAN, P.** - Tendinopathie d'Achille : du diagnostic au traitement. Revue du podologue, 2013,53, p.10-18.
2. **DUFOUR, M.** Anatomie de l'appareil locomoteur : tome 1 membre inférieur. 2<sup>ème</sup> édition. Issy-les Moulineaux : Elsevier Masson, 2007. 479p. ISBN : 978-2-294-08055-5.
3. **GARD, S.** - Efficacité des traitements de kinésithérapie pour les tendinopathies. Kinésithérapie la revue, 2007, 67, p. 36-40.
4. **MURTAUGH, B.** - Eccentric training for the treatment of tendinopathies. The american college og sports medicine, 2013, vol 12, n°3, p. 175-182.
5. **ROMPE, JD. FURIA, J. MAFFULLI, N.** - Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional Achilles tendinopathy. The journal of Bone and Joint surgery, 2008, 90, p.52-61.
6. **BRETT, M. ANDRES, MD. GEORGE, A. MURELL, MD.** - Treatment of tendinopathy : what works, what does not, and what is on the horizon.. Clinical orthopaedics and related research, 2008, 466, p-1539-1554.
7. **GUEDJ, A. MESPLEDE, P. SOREL, G.** - Les tendinopathies en kinésithérapie. Applications au membre inférieur (1ère partie). Kinésithérapie scientifique, 2013, 543, p. 5-20.
8. **PREVOST, P.** - Le tendon à la loupe. Sport, santé et préparation physique, 2003, 5, p.1-4.

9. **WANG, J. GUO, Q. LI, B.** - Tendon biomechanics and mechanobiology : a mini-review of basic concepts and recent advancement. *J Hand Ther*, 2012, 25, p. 133-141.
10. Parlons de santé : *le tendon*. Décembre 2012. [en ligne] <http://parlonsdesante.wordpress.com/2012/12/16/les-tendons/> (page consultée le 16/01/2014).
11. **BARD, H. BIANCHI, S. BRASSEUR, J-L. DJIAN, P. GUERINI, H. LAPEGUE, F. PEETRON, P.** - Le tendon et son environnement. Sauramps Medical, 2013. 476p. ISBN : 9782840238881.
12. **WANG, J.** - Mechanobiology of tendon. *Journal of biomechanics*, 2006, 39, p. 1563-1582.
13. **WAVREILLE, G. FONTAINE, C.** - Tendon normal, anatomie, physiologie. Elsevier Masson, appareil locomoteur, 2008, 14, p. 7-10.
14. **GUEDJ, A. MESPLEDE, P. SOREL, G.** - Les tendinopathies en kinésithérapie : applications au membre inférieur (2<sup>ème</sup> partie). *Kinésithérapie scientifique*, 2013, 544, p. 33-39.
15. **BARD, H.** - Tendinopathies : étiopathogénie, diagnostic et traitement. EMC : Appareil locomoteur, 2012, 7, p.1-18.
16. **NOURISSAT, G.** - Lésions histologiques des tendinopathies corporelles et d'insertion. *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologie*, 2009, 95, p.339-341.

17. Labrha-les tendons. [en ligne] < <http://www.labrha.com/tendons.aspx>> (date de consultation le 16/01/2014)
18. **MAGNAN, B. BONDI, M. PIERANTONI, S. SAMAILA, E.** – The pathogenesis of Achilles tendinopathy : a systematic review. *Foot and ankle surgery*, 2014, p1-6.
19. **COOK, JL. KHAN, K-M. PURDAM, C.** Achilles tendinopathy. *Munual therapy*, 2002, 7, p.121-130.
20. **ALFREDSON, H.** - The chronic painful Achilles and patellar tendon : research on basic biology and treatment. *Scand J Med Sci Sports*, 2005, 15, p. 252-259.
21. **KNOBLOCH, K.** - The role of tendon microcirculation in Achilles and patellar tendinopathy. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 2008, 3, p.1-13.
22. **OHBERG, L. ALFREDSON, H.** - Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achille tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2004, 12, p.464-470.
23. **OHBERG, L. ALFREDSON, H.** -Ultrasound guided sclerosis of neovessels in painful chronic Achilles tendinosis : a pilot study of a new treatment. *Br J Sports Med*, 2002, 36, p. 173-177.
24. **DIVANI, K. CHAN, O. PADHIAR, N. TWYCROSS-LEWIS, R. MUFFULLI, N. CRISP, T. MORRISSEY, D.** - Site of maximum neovascularisation correlates with the site of pain in recalcitrant mid-tendon Achilles tendinopathy. *Munual therapy*, 2010, 15, p. 463-468.

25. **JOHANNES, L. SPIEZIA, F. MAFFULLI, N.** - Neovascularization in Achilles tendinopathy : have we been chasing a red herring ? . *Knee Surg Traumatol Arthrosc*, 2012, 20, p. 1891-1894.
26. . **WILLIAM, E.** - Therapeutic in rehabilitation. Fourth edition. China : McGraw-hill college, 2011. 598p. ISBN : 978-0-07-173769-2.
27. **GRIFFON, A. DE LUCAS, F. YAHIA, N. DARNAULT, A. BELMAHFOUD, R. BOFFA, J-F. BOVARD, M. CHERGUI, N. DANIEL, F. SINEY, H.** - Règles de prescription et techniques de masso-kinésithérapie dans les affections de l'appareil locomoteur. Elsevier Masson-appareil locomoteur, 2011, p.1-10.
28. **ROZENBLAT, M.** - Utilisation simultanée des ondes de choc radiales et de la cryothérapie gazeuse hyperbare en cabinet de traumatologie sportive : à propos de 333 cas. *J Traumatol Sport*, 2003, 20, p.211-218.
29. . **TUMILTY, S. MCDONOUGH, S. HURLEY, D. BAXTER, D.** - Clinical effectiveness of low-level laser therapy as an adjunct to eccentric exercise for the treatment of Achille's tendinopathy : a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabilitation*, 2012, 93, p.733-739.
30. **BROSSEAU, L. CASIMIRO, L. MILNE, D. WELCH, V. SHEA, B. TUGWELL, P. WELLS, GA.** - Deep transverse friction massage for treating tendinitis. *The cochrane library*, 2009, p.1-15.
31. **XHARDEZ, Y.** Vade-mecum de kinésithérapie et de rééducation fonctionnelle. 6<sup>ème</sup> édition. Maloine, 2009. 1392p. ISBN : 9782224031008.

32. **DE LABAREYRE, H.** - Que penser des ondes de choc dans le traitement des lésions tendinomusculaires en 2011 ? *Journal de traumatologie du sport*, 2011, 28, p. 16-23.
33. **DE LABAREYRE, H. SAILLANT, G.** - Tendinopathies calcanéennes. *Journal de traumatologie du sport*, 2001, 18, p. 59-69.
34. **SERRE, F.** - Etude prospective d'une série de 322 cas de tendinopathies traitées par ondes de choc radiales et auto rééducation. *Kinésithérapie scientifique*, 2012, 528, p. 5-13.
35. **BARTH, J. JAEGER, J-H. LUTZ, C.** - Les ondes de choc. *Kinésithérapie scientifique*, 2004, 445, p. 19-26.
36. **STASINOPOULOS, D. MANIAS, P.** - Comparing two eccentric exercise programmes for the management of Achilles tendinopathy : A pilot trial. *Journal of Bodywork & movement therapies*, 2013, 17, p. 309-315.
37. **FAHLSTROM, M. JONSSON, P. LORENTZON, R. ALFREDSON, H.** - Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf muscle training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2003, 11, p. 327-333.
38. **MAFI, N. LORENTZON, R. ALFREDSON, H.** - Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol, Arthrosc*, 2001, 9, p. 42-47.
39. **VAN DER PLAS, A. DE JONGE, S. DE VOS, R.J. VAN DER HEIDE, HJL. VERHAAR, JAN. WEIR, A. TOL, JL.** - A 5-years follow-up study of Alfredson's

heel drop exercise programmes in chronic midportion Achilles tendinopathy. Br J Sports Med, 2011, 46, p. 214-218.

40. **DE VOS, R.J. WEIR, A. VISSER, RJA. TOL, JL.** - The additional value of a night splint to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy : a randomized controlled trial. Br J Sports Med, 2007, 41, p.1-6.
41. **LANGBERG, H. ELLINGSGAARD, H. MADSEN, T. JANSSON, J. MAGNUSSON, SP. AAGAARD, P.** - Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. Scand J Med Sci Sports, 2007, 17, p.61- 66.
42. **JONSSON, P. ALFREDSON, H. SUNDING, K. FAHLSTROM, M. COOK, J.** - New regimen for eccentric calf-muscle training in patients with chronic insertional Achilles tendinopathy : results of a pilot study. Br J Sports Med, 2008, 42, p.746-749.
43. **ALFREDSON, H. PIETILA, T. JONSSON, P. LORENTZON, R.** - Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. The american journal of sports medicine, 1998, 26, p.360-366.
44. **SILBERNAGEL, K. THOME, R. KARISSON, J.** - Continued sports activity, using a pain monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy : a randomized controlled study. The american journal of sports medicine, 2007, 35, p.897-906.
45. **SILBERNAGEL, K.** Achilles tendinopathy evaluation and treatment. Goteborg, 2006. 121p. ISBN : 9162867644.
46. **TAYON, B. AZMY, C.** - Cicatrisation des tendons et ligaments. Kinésithérapie scientifique, 2003, 438, p. 7-16.

47. **DORIE, P.** - Prise en charge d'une tendinopathie achilléenne. *Kinésithérapie scientifique*, 2012, 532, p. 39-41.
48. **BJORDAL, JM. LOPES-MARTINS, RAB. IVERSEN, VV.** - A randomized, placebo controlled trial of low level laser therapy for activated Achilles tendinitis with microdialysis measurement of peritendinous prostaglandin E2. *Br J SportsMed*, 2006, 40, p.76-80.
49. **TUMILTY, S. MUNN, J. MCDONOUGH, S. HURLEY, D. BASFORD, J. BAXTER, D.** - Low level laser treatment of tendinopathy : a systematic review with meta-analysis. *Photomedicine and laser surgery*, 2010, 28, p. 3-16.
50. **BJORDAL, JM. COUPPE, C. CHOW, R. LJUNGGREN, JT.** - A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders. *Australian Journal of physiotherapy*, 2003, 49, p. 107-116.
51. **STERIOULAS, A.** - Effects of low-level laser therapy and eccentric exercises in the treatment of recreational athletes with chronic Achilles tendinopathy. *The american journal of sports medicine*, 2008, 36, p. 881-887.
52. **SUSSMILCH-LEITCH, S. COLLINS, N. WARDEN, S. CROSSLEY, KM.** - Physical therapies for Achilles tendinopathy : systematic review and meta-analysis. *Journal of foot and ankle research*, 2012, 5, p. 1-16.
53. **FU, SAI-CHUEN. HUNG, LK. SHUM, W-T. LEE, Y-W. CHAN, L-S. HO, G. CHAN, K-M.** - In vivo low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS) following tendon injury promotes repair during granulation but suppresses decorin and biglycan

expression during remodeling. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 2010, 40, p. 422-429.

54. **VAN DER WINDT, DA. VAN DER HEIJDEN, G. VAN DER BERG, S.** - Ultrasound therapy for musculoskeletal disorders : a systematic review. *Pain*, 1999, 81, 9. 257-271.
55. **BAKER, K. ROBERTSON, V.** - A review of therapeutic ultrasound : biophysical effects. *Physical therapy*, 2001, 81, p.1351-1358.
56. **VICENZINO, B. BRANJERDPORN, M. JORDAN, K.** - Initial changes in posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle after mobilization with movement in individuals with recurrent ankle sprain. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 2006, 36, p.464-471.
57. **COLLINS, N. TEYS, P. VICENZINO, B.** - The initial effects of a Mulligan's mobilization with movement technique on dorsiflexion and pain in subacute ankle sprains. *Manual therapy*, 2004, 9, p. 77-82.
58. **CHRISTENSON, RE.** - Effectiveness of specific soft tissue mobilizations for the management of Achilles tendinosis : single case study- experimental design. *Manual therapy*, 2007, 12, p.63-71.
59. **ELLIS, R. HING, W. REID, D.** - Iliotibial band friction syndrome- : a systematic review. *Manual therapy*, 2007, 12, p. 200-208.
60. **STASINOPOULOS, D. STASINOPOULOS, I.** - Comparaison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Clinical rehabilitation*, 2004, 18, p. 347-352.

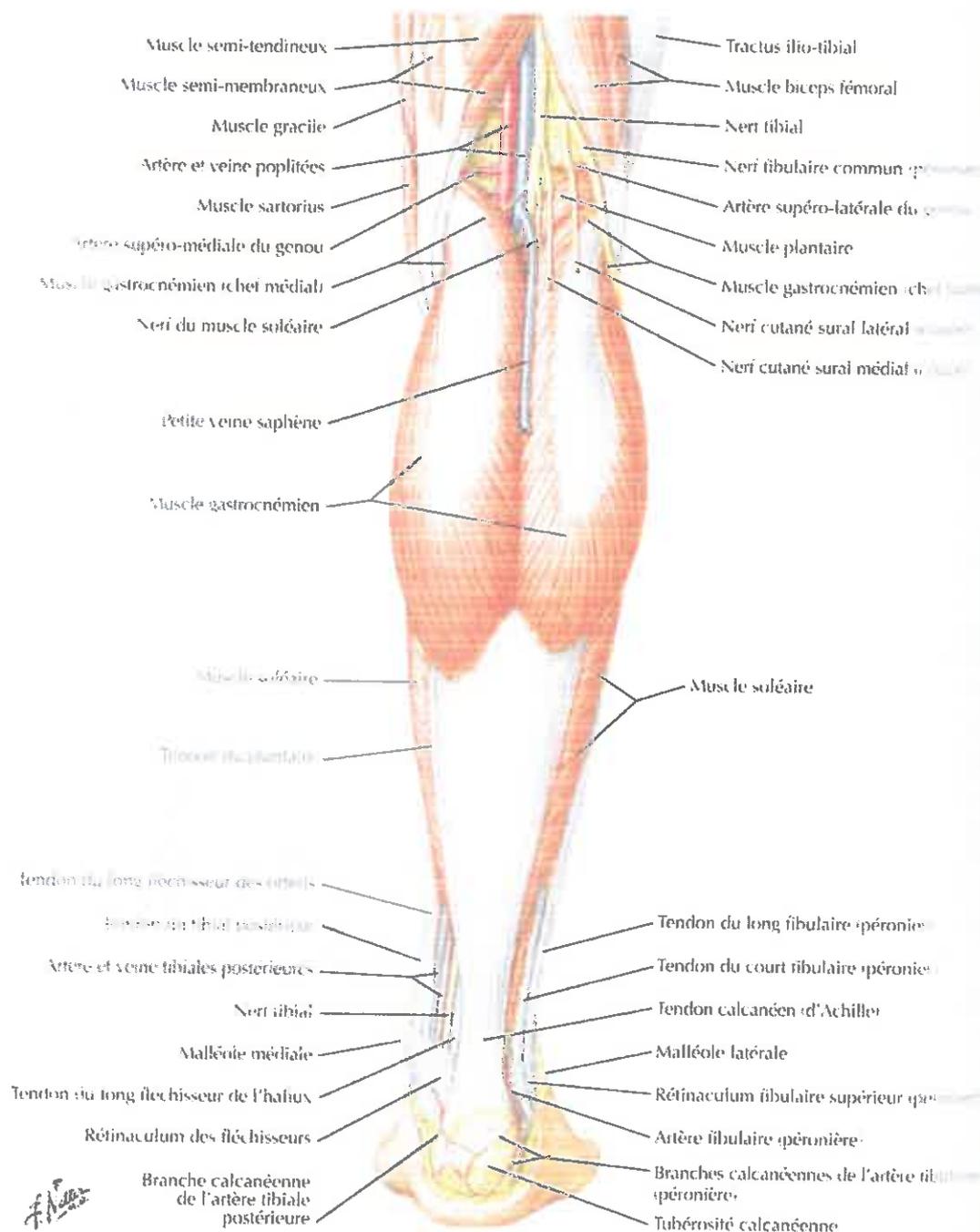
61. **JOSEPH, M. TAFT, K. MOSKWA, M. DENEGAR, C.** - Deep friction massage to treat tendinopathy : a systematic review of a classic treatment in the face of a new paradigm of understanding. *Journal of sports rehabilitation*, 2012, 21, p 343-353.
62. **CARCIA, C. MARTIN, R. HOUCK, J. WUKICH, D.** - Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits : Achilles tendinitis. *Journal Orthopaedic and Sports Phys Therapy*, 2010, 40, A1- A26.
63. **PRUVOST, J.** - Pathologie tendineuse du sportif. Elsevier Masson- Podologie, 2011, p.1-9.
64. **DON YOUNG PARK, MD. LORETTA CHOU, MD.** - Stretching for prevention of Achilles tendon injuries : a review of the literature. *Foot and ankle international*, 2006, 27, p.1086-1095.
65. **WITVROUW, E. MAHIEU, N. ROOSEN, P. MCNAIR, P.** - The role of stretching in tendon injuries. *Br J Sports Med*, 2007, 41, 9.224-226.
66. **BROSSEAU, E.** – Les étirements du triceps sural : quoi de neuf ? *Kinésithérapie la revue*, 2012, 12, p. 45-54.
67. **FRIDMAN, R. CAIN, J. WEIL, L.** - Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of Achilles tendinopathies : a prospective study. *J AM Podiatr Med Assoc*, 2008, 98, p. 466-468.

68. **RASMUSSEN, S. CHRISTENSEN, M. MATHIESEN, I. SIMONSEN, O.** - Shockwave therapy for chronic Achilles tendinopathy. *Acta Orthopaedica*, 2008,79, p.249-256.
69. **AL-ABBAD, H. SIMON, J.** - The effectiveness of extraporeal shock wave therapy on chronic Achilles tendinopathy : a systematic review. *Foot and ankle international*, 2013, 34, p. 33-41.
70. **LAKSHMANAN, P. O'DOHERTY, DP.** - Chronic achilles tendinopathy : treatment with extraporeal shock waves. *Foot and ankle surgery*, 2004, 10, p 125-130.
71. **VIENT, H.** - Efficacité des ondes de choc dans les tendinopathies du sportif. 2013. 57p. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat : Dijon.
72. **STANISH, W. CURWIN, S. RUBINOVICH, RM.** - Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clinical orthopaedics and related research*, 1986, 208, p 65-68.
73. **MORRISSEY, D. ROSKILLY, A. TWYCROSS-LEWIS, R. ISINKAYE, T. SCREEN, H. WOLEDGE, R.** - The effect of eccentric and concentric calf muscle training on Achilles tendon stiffness. *Clinical rehabilitation*, 2011, 25, p.238-247.
74. **KNOBLOCH, K.** - Eccentric training in Achilles tendinopathy : is it harmful to tendon microcirculation. *Br J Sports Med*, 2007, 41, p.1-5.
75. **KNOBLOCH, K. KRAEMER, R. JAGODZINSKI, M. ZEICHEN, J. MELLER, R. VOGT, P.** - Eccentric training decreases paratendon capillary blood flow and preserves paratendon oxygen saturation in chronic Achilles tendinopathy. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 2007, 37, p.269-276.

76. **ALLAIRE, T.** - Ondes de choc radiales : applications pratiques (2<sup>ème</sup> partie). Kinésithérapie scientifique, 2013, 543, p. 57-60.
77. **MAGNUSSEN, R. DUNN, W. THOMSON, B.** - Nonoperative treatment of midportion Achilles tendinopathy : a systematic review. Clin J Sport Med, 2009, 19, p. 54-64.
78. **WASLELEWSKI, NJ. KOTSKO, K.** - Does eccentric exercise reduce pain and improve strength in physically active adults with symptomatic lower extremity tendinosis ? A systematic review. Journal of athletic training, 2007, 42, p.409-421.
79. **MAFFULLI, N. LONGO, UG.** - How do eccentric exercises work in tendinopathy. Rheumatology, 2008, 47, p. 1444-1445.
80. **ROWE, V. HEMMINGS, S. BARTON, C. MALLIARAS, P. MAFFULLI, N. MORRISSEY, D.** - Conservative management of midportion Achilles tendinopathy. Sports Med, 2012, 42, p. 941-967.
81. **WIEGERINCK, JI. KERKHOFFS, GM. VAN STERKENBURG, MN. SIEREVELT, IN. VAN DIJK, CN.** - Treatment for insertional Achilles tendinopathy : a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc , 2013, 21, p. 1345-1355.

# ANNEXES

## ANNEXE I : Anatomie du triceps sural



## **Annexe II : Tableau récapitulatif des études**

Auteur-titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou insertion.	Pedro	Durée
Stasinopoulos (36)	2013	41 en tout: 21 pour Stanish; 20 pour Alfredson	Travail excentrique (protocole de Stanish versus protocole d'Alfredson)	Douleur (VISA) - Fonction	Meilleurs résultats pour le protocole d'Alfredson que celui de Stanish. Amélioration douleur et fonction pour les deux mais supérieur pour le protocole d'Alfredson.	Médiane	5	12 semaines puis 6mois.
Rompe (5)	2008	25 travail excentrique; 25 ondes de choc	Travail excentrique/ Ondes de choc basses énergie	Douleur (VISA) et fonction.	7 patients (28%) pour le travail excentrique et 1 patients (64%) pour ODC: très bons résultats et retour à l'activité antérieure. Meilleurs résultats pour ondes de choc à 4 mois, A un an les résultats sont stables.	Insertion	8	4mois puis 1ans
OHBERG L. ALFREDSON (22)	2004	30 patients, 41 tendons	Travail excentrique sur néovascularisation.	Néovascularisation avant et après travail excentrique	Diminution de la néovascularisation => diminution de la douleur probablement grâce au travail excentrique.	Médiane		12 semaines
FAHLSTROM (37)	2003	109 patients, 101 tendinopathies partie médiane, 31 tendinopathies d'insertion	Travail excentrique	Douleur EVA	89% très bons résultats et retour à l'activité précédente pour partie médiane; 32% de résultats satisfaisants pour insertion du tendon. = Travail excentrique efficace pour tendinopathies médianes mais pas pour les tendinopathies d'insertion.	Médiane et insertion		12 semaines

Auteur- titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou insertion.	Pedro	Durée
MAFI (38)	2001	44 patients, 22 dans chaque groupe.	Travail excentrique versus travail concentrique avec un peu de douleur.	Douleur (EVA)	82% travail excentrique satisfaits contre 36% pour le travail concentrique	Médiane	5	12 semaines
DE VOS (40)	2007	70 patients, 36 travail excentrique + attelles et 34 avec travail excentrique seulement	Travail excentrique et attelles de nuit.	Douleur + VISA score	Satisfaction 63% pour excentrique seul contre 48 % dans le groupe excentrique + attelles. Pas d'amélioration avec attelles de nuit en plus du travail excentrique	Médiane	7	12 semaines
VAN DER PLAS (39)	2010	58 patients 70 tendons	Travail excentrique Alfredson	Douleur+ VISA + néovascularisation	Aumentation VISA après 5 ans	Médiane	6	Après 5 ans
KNOBLOCH (75)	2007	59 patients	Travail excentrique	Microcirculation, oxygénation, douleur	Effets bénéfiques sur la microcirculation pour le partie médiane (80%) et pour l'insertion (35%) et donc diminution de la douleur. Oxygénation pas altérée après 12 semaines de travail excentrique	Médiane et insertion		12 semaines

Auteur-titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou insertion.	Pedro	Durée
LANGBERG (41)	2007	12 footeux, 6 tendinopathies et 6 sains	Travail excentrique	Synthèse collagène et douleur	Augmentation de la synthèse de collagène + diminution de la douleur chez les tendinopathies et nn chez les sujets sains. Corrélation entre synthèse de collagène et récupération de la blessure ? Par gain de force ou de protection	Non distingués		12 semaines
JONSSON (42)	2008	27 patients, 34 tendinopathies d'insertion	Travail excentrique: 3x15 2 fois par sem 7j/7 entolérant une douleur et augmentation de charge	Douleur et satisfaction	67% satisfaits et retour à leur activité précédente, 33% nn satisfaits malgré une diminution de douleur avec ce protocole	insertion		12 semaines
ALLAIRE (77)	2013		Ondes de choc radiales	Satisfaction.	Selon les études analysées: 70 à 80% de TB et B. Supériorité de l'association travail excentrique + ODC radiales. ODC peu d'effets secondaires	Non distingués		
MAGNUSSEN (78)	2009	16	Travail excentrique/ODC	Efficacité	Plus de preuve pour l'efficacité du travail excentrique par rapport aux autres méthodes.	Médiane	N/A	
ALFREDSON (43)	1998	30 patients, 15 dans groupe 1 et 15 dans groupe 2.	Travail excentrique/ chir	Douleur, Durée des symptômes. (a augmenté pour groupe chir)	Pour travail excentrique et chir, tous sont revenus à leur activité précédente mais plus rapidement avec travail excentrique (et ont évité chir)	Non distingués	7	12 semaines

Auteur-titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou insertion.	Pedro	Durée
FRIDMAN (67)	2006	23 patients	Ondes de choc extracorporelles	Satisfaction et douleur	91% satisfaits et très satisfaits et diminution de douleur significative. Ondes de chocs radiales efficaces.	Médiane et insertion		12 semaines
ROZENBLAT (28)	2003	333 cas en tt, pour tendinopathie achilléennes non précisé.	Ondes de choc radiales + cryothérapie hyperbare	Satisfaction et reprise du sport	Meilleurs résultats avec ascos ODC et cryo que ODC seules pour les tendinopathies corporeales 80% et retour à activité ant 70% pour 1 à 6 séances. Pour enthésopathie catastrophie.	Médiane et insertion		15 mois
DE LABAREYRE (32)	2011	Médiane 594 et enthésopathie 156	Ondes de choc		75% tendinopathies corporeales satisfaites; 65% pour enthésopathies calca. Ondes de choc efficaces	Médiane et insertion		Après 6 séances maxi
MORRISSEY (73)	2011	38 patients sains, 19 en excentrique, 19 en concentrique.	Travail excentrique/ travail concentrique	Rigidité tendon	Diminution de la raision dans le travail excentrique par rapport au travail concentrique (rien)	Non distingués		6 semaines
RASMUSSEN (68)	2008	48 patients Ondes de choc/ placebo	Ondes de choc	Douleur et score	A 8 et 12 semaines meilleurs résultats pour les ondes de choc extracorporelles que pour le groupe placebo.	Non distingués	9	4 semaines > 12 semaines
LABAREYRE SAILLANT (33)	2001	43-41 corporeales et 2 insertion	Ondes de choc	Satisfaction	68% TP et B satisfaites; insertion 50%	Médiane et insertion		Après 3 à 6 séances

Auteur-titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou insertion.	Pedro	Durée
WASILEWIKI (79)	2007	11 études	Travail excentrique	Douleur	Travail excentrique efficace mais pas prouvé qu'il est plus efficace que le travail concentrique ou les étirements; mais serait plus efficace que les attelles de nuit les ultrasons ou le laser. Conseil d'avoir repos de 4 à 6 semaines	Non distingués	N/A	
Al-Abbad (69)	2012-2013	Revue de la littérature	Ondes de choc radiales	Douleur et satisfaction	Entre 60 et 75% de réussite avec une moyenne de 4-5 séances	Non distingués		4-5 séances séparées d'une semaine chacune
BARTH (34)	2004	6	Ondes de choc radiales		Efficacité des ondes de choc pour insertion et non insertion. Résultats sup avec l'assoc du travail excentrique.	Insertion et médiane		12 semaines mini
Silbernagl (44)	2004	16 tendons	Ondes de choc radiales	Douleur EVA	88% de TS et S, efficace	Non distingués		10 séances en moyenne
TUMILTY (29)	2007	38 patients, 19 avec sport en // et 19 sans sport en //	Travail excentrique	VISA et douleur	Pas de différence significative entre les deux groupes. Pas de soul pour continuer sport en mm temps	Non distingués	8	12 semaines et +
KNOBLOCH (74)	2012	40 patients, 20 avec seulement travail excentrique et 20 avec travail excentrique + laser	Laser + travail excentrique	Douleur et VISA	Pas d'efficacité supérieure à l'assoc de laser basse énergie au travail excentrique	Médiane	10	4, 12 et 52 semaines

Auteur-titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou Insertion.	Petro	Durée
BJORDAL (48)	2006	20 patients	Travail excentrique	Douleur et flux sanguin	Douleur diminuée pour 48% et diminution du flux sanguin 45 %. Effet bénéfique du travail excentrique sur la microcirculation.	Médiane	6	12 semaines
STERGIOUGLAS (51)	2006	14 tendons	Laser	Effet sur l'inflammation	Diminuerait l'inflammation et douleur	Non distingués	10	
SERRE (34)	2008	52 patients	Travail excentrique + laser	Temps de guérison	Travail excentrique + laser a plus d'effets que travail excentrique + placebo sur le temps de guérison.	Non distingués	7	8 semaines
BJORDAL (48)	2012	168 tendons	Ordres de choc radiales	Satisfaction	45% très satisfaits; 35% satisfaits; 11% peu satisfaits; 10% satisfaction nulle.	Non distingués		6 semaines
STANISH (72)	2006	14 tendons	Laser de faible niveau	Inflammation, concentration proinflammatoire E2, seuil de douleur de pression	Le laser diminue l'inflammation et la douleur dans les tendinopathies d'Achille	Non distingués		
STASINOPOULOS(60)	1986	200 tendons	Travail excentrique protocole de Stanish	Douleur de gêne fonctionnelle	64% pu de douleur ni de gêne fonctionnelle, 43% diminution des symptômes mais encore quelques douleurs, 9% aucun changement et 2% aggravé.	Non distingués		16 mois
LAKSHMANAN (70)	2004	10 tendons travail statique + excentrique; 10 tendons avec ultrasons; 10 tendons avec massage transversal profond <b>TENDON PATELLAIRE.</b>	Un protocole de travail statique + excentrique; les ultrasons et le massage transversal profond	Douleur	Le protocole de travail statique + excentrique obtient d meilleurs résultats que la thérapie par ultrasons et par massage transversal profond.	Non distingués		4 semaines, 8 semaines et 16 semaines

Auteur-titre	Année	Nb de patients	Type de ttt	Critères évalués	Résultats	Partie médiane ou insertion.	Pedro	Durée
WIEGERINCK (81)	2004	16 tendons	Ondes de choc	VISA Score Victorian Institute of Sport évaluation	3 résultats excellents, 11 amélioration et 2 aucun changement	Médiane		En moyenne 20,7 mois

### ANNEXE III : protocole de Stanish

