

# Rééducation des entorses de cheville : étude de la récidive ciblée sur le geste sportif

Gauthier Lamidel

► **To cite this version:**

Gauthier Lamidel. Rééducation des entorses de cheville : étude de la récidive ciblée sur le geste sportif. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01738361

**HAL Id: dumas-01738361**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01738361>**

Submitted on 20 Mar 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.





**INSTITUT DE FORMATION EN MASSO KINESITHERAPIE  
- BREST -**

22 Avenue Camille Desmoulins

29238 BREST CEDEX 3

**REEDUCATION DES ENTORSES DE  
CHEVILLE : ETUDE DE LA RECIDIVE  
CIBLEE SUR LE GESTE SPORTIF**

Travail Ecrit de Fin d'Etudes présenté par  
Gauthier LAMIDEL

En vue de l'obtention du diplôme de Masseur-Kinésithérapeute Diplômé d'État

Promotion 2014/2017  
Année académique 2016/2017

Juin 2017

# REMERCIEMENTS

A Mathilde Macé, directrice de ce travail écrit de fin d'études, pour le temps passé et les conseils que tu m'as donnés,

A l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'IFMK de Brest, Laurence, Marc, Ronan et Vincent, formateurs, Elisabeth Richard, coordinatrice pédagogique,

A une secrétaire en or, Dominique Madec, pour tout ce que tu as fait pour nous,

A l'ensemble de ma promotion, pour ces trois années passées ensemble,

A ma mère Sophie, à mon frère Thibault, à toi Alexandre, pour le bonheur que vous m'apportez chaque jour,

Merci.

# SOMMAIRE

<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<u>I. Anatomopathologie.....</u>	<u>2</u>
I.1. Epidémiologie.....	2
I.2. Définition de l'entorse du ligament collatéral latéral.....	2
I.3. Mécanisme lésionnel.....	3
I.4. Classification.....	3
I.5. Conséquences structurelles.....	4
I.6. Conséquences fonctionnelles.....	4
I.7. Prévention des récurrences.....	5
<u>II. Complexe articulaire de la cheville.....</u>	<u>5</u>
II.1. Articulation talo-crurale.....	5
II.2. Facteurs de stabilité passifs.....	6
II.3. Stabilité passive du mouvement d'inversion.....	6
II.4. Facteurs de stabilité active.....	7
<u>III. Biomécanique du saut.....</u>	<u>7</u>
III.1. Définition du saut.....	7
III.2. Pathomécanique de la réception.....	8
<u>IV. Stratégies de rééducation.....</u>	<u>8</u>
IV.1. Protocole de prise en charge précoce.....	8
IV.2. Suite des soins.....	8
<u>V. Proprioception.....</u>	<u>9</u>
V.1. Troubles proprioceptifs après entorse latérale de la cheville.....	9
V.2. Reprogrammation neuromusculaire.....	10
V.3. Hypothèse de Freeman.....	10
V.4. Hypothèse de Thonnard.....	10
V.5. Problématique et hypothèses de travail.....	10
<b>A PROPOS D'UN CAS CLINIQUE.....</b>	<b>12</b>
<u>I. Présentation du cas clinique.....</u>	<u>12</u>
<u>II. Bilan initial (6 octobre 2015).....</u>	<u>12</u>
II.1. Bilan algique.....	12
II.2. Bilan articulaire.....	12
II.3. Bilan musculaire.....	13
II.4. Bilan fonctionnel.....	13
II.5. Diagnostic kinésithérapique.....	13

III.Traitement kinésithérapique.....	14
III.1.Antalgie.....	14
III.2.Mobilisations.....	14
III.3.Renforcement musculaire.....	14
III.4.Travail proprioceptif.....	15
IV.Résultats.....	15
V.Discussion du cas clinique.....	16
<b>METHODOLOGIE.....</b>	<b>17</b>
<b>RESULTATS.....</b>	<b>18</b>
I.Single-Leg Stance Test.....	18
II.Star Excursion Balance Test.....	19
III.Vertical Drop Jump Test.....	20
IV.Single-Leg Drop Landing Test.....	20
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>22</b>
I.Analyse des résultats.....	22
I.1.Stratégie posturale utilisée.....	22
I.2.Evolution du centre de pression selon l'analyse de la dimension fractale.....	22
I.3.Facteurs cinématiques lors du star excursion balance test.....	23
I.4.Facteurs cinématiques lors de la réception de saut.....	24
I.5.Temps de stabilisation.....	25
II.Ebauche d'un bilan clinique d'évaluation du risque de récurrence.....	25
II.1.Facteurs prédictifs.....	25
II.2.Proposition de bilan.....	26
II.3.Limites des études et du travail présenté.....	27
II.4.Perspectives futures.....	27
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>I</b>

## AVANT-PROPOS

L'entorse de la cheville est une pathologie fréquente qui pose de nombreux problèmes. Le premier est d'ordre social : qui ne connaît pas dans son entourage une personne qui est victime d'entorses à répétitions et qui souffre d'instabilité chronique de la cheville ? Ce phénomène est une véritable gêne au quotidien, notamment lorsque les récidives et l'instabilité deviennent un handicap.

L'entorse de cheville est également un problème de santé publique. En France, les coûts journaliers pour la société sont évalués à 1.2 millions d'euros et peuvent atteindre un milliard d'euros par an (1). Cependant ces sommes pourraient être plus élevées car la plupart des études ne prennent en compte que les frais directs (2).

Ces chiffres dressent un constat alarmant sur les stratégies de rééducation des entorses et sur la prévention des récidives. Car les taux de récidives avec et sans rééducation sont proches (1). Il est donc très important d'élaborer de nouvelles stratégies pour limiter les conséquences socio-économiques d'une première entorse.

Au-delà de ce constat, une situation clinique m'a interpellée lors d'un stage au club de football professionnel du Stade Brestois 29. Un jeune joueur s'est blessé lors d'un match à la réception d'un saut. Mais à la fin de la prise en charge kinésithérapique, une question s'est posée à moi : si l'on peut faire un bilan final pour évaluer la qualité de la prise en charge sur les déficits observés suite à l'entorse, quel bilan peut-on faire pour évaluer le risque de récurrence ?

La problématique qui s'est imposée à moi est la suivante : « *comment évaluer le risque de récurrence lié au saut après une première entorse de la cheville ?* ».

L'objectif de ce travail écrit de fin d'études est de proposer une analyse de tests cliniques qui pourraient permettre d'évaluer ce risque de récurrence, autour d'un geste sportif pourvoyeur d'entorses : le saut. Afin de mieux contextualiser ce travail, l'entorse de cheville a été décrite à travers le basket-ball, un sport « emblématique » sur ce sujet car il regroupe deux caractéristiques de ce mémoire : la fréquence élevée des entorses de cheville et la fréquence élevée des sauts.

Dans un premier temps, il s'agira de décrire l'entorse, l'articulation de la cheville et le saut. Ensuite, un cas clinique sera étudié et une revue de la littérature portant sur quatre tests cliniques sera décrite. Pour conclure, les limites de ce travail seront analysées et une ébauche de protocole de prévention sera présentée.

# INTRODUCTION

## I. Anatomo-pathologie

### I.1. Epidémiologie

L'épidémiologie des entorses de cheville est difficile à évaluer dans la population générale, la plupart des études sur le sujet sont ciblées sur les milieux sportif et militaire. Une étude de plusieurs sports (basket-ball, football, course à pied, danse) révèle que tout traumatisme confondu l'entorse de cheville représente 40 % des lésions et jusqu'à 53 % au basket-ball dans les réceptions de saut (3).

Cette pathologie est donc particulièrement présente et invalidante dans le domaine sportif. Elle représente entre 10 et 30 % de tous les traumatismes sportifs (4) (5) (6) et au basket-ball ce pourcentage varie de 48 % (7) à 79 % (5). Le geste le plus pourvoyeur de blessures est le saut, surtout la réception (8). Dans ce même sport le taux de récives peut atteindre jusqu'à 73 % (9), un chiffre qui pose question lorsque que ces problèmes peuvent conduire à un arrêt définitif de l'activité sportive.

Selon un rapport épidémiologique des blessures couvrant une période de 17 ans en NBA (National Basketball Association, ligue américaine professionnelle de basket-ball) (10) plus de 60 % des blessures au basket-ball concernent le membre inférieur. Toujours selon ce rapport, l'entorse de cheville est de loin la pathologie la plus fréquente. Toute pathologie confondue, elle est responsable de 8.8 % des matchs manqués par les joueurs, presque un sur dix. C'est la deuxième pathologie qui entraîne le plus de matchs manqués derrière le syndrome fémoro-patellaire.

La fréquence des entorses de cheville dans ce sport n'est pas surprenante tant il y a de situations à risque : sauts, contacts physiques, fatigue... Selon certains auteurs, le taux de récive au basket-ball atteint 73 % (9). Dans une étude rétrospective effectuée chez des basketteurs suédois, les joueurs ayant subi une entorse de cheville présentent des antécédents d'entorse dans 92 % des cas, récidivantes sur la même cheville dans 83 % des cas et 78 % des joueurs ont eu une entorse récente dans les douze derniers mois précédant l'étude.

### I.2. Définition de l'entorse du ligament collatéral latéral

Pour toute articulation une entorse se définit comme une élongation voire une rupture d'un ou plusieurs faisceaux ligamentaires sans perte de contact entre les surfaces articulaires. En ce qui concerne la cheville, l'entorse la plus fréquente est celle du ligament collatéral latéral. Elle a lieu dans 90 % des cas, dans 10 % des cas c'est le ligament collatéral médial qui est touché.

Cependant, pour 20 à 25 % des entorses latérales on remarque que c'est l'articulation transverse du tarse qui est touchée. La majorité de ces entorses concerne le compartiment latéral (calcanéo-cuboïdien) (11). Pour toute entorse de la cheville en inversion, il faut rechercher des lésions du médio-pied.

### I.3. Mécanisme lésionnel

Lorsque l'amplitude des mouvements physiologiques est dépassée, les structures ostéo-articulaires sont mises en tension. Selon la vitesse et la force, le choc peut causer une simple élongation du ligament jusqu'à une entorse grave voire une fracture.

Dans la majorité des cas l'entorse du ligament collatéral latéral se fait en inversion excessive (12), (13), (14), (15). Le mouvement d'inversion associe un varus dans le plan frontal, un équin dans le plan sagittal et une adduction dans le plan horizontal. La flexion plantaire est un élément déterminant car l'articulation de la cheville est moins stable dans cette position (6).

Ce mouvement d'inversion peut être réalisé lors de la marche (simple faux pas) ou lors d'activité sportive. Au basket-ball, la situation typique d'entorse est lors de la réception d'un saut (8). Lors de la réception, plusieurs cas de figure sont envisageables :

- le basketteur se réceptionne sur le pied d'un adversaire
- le basketteur se réceptionne suite à un contact avec un adversaire
- le basketteur se réceptionne sans élément perturbateur

Il semblerait que les deux premières situations soient les plus pourvoyeuses d'entorses. Cependant, il peut arriver que lors d'une réception sans élément perturbateur le pied se présente en inversion avec comme conséquence une entorse de cheville. C'est principalement le cas à l'entraînement. Au contraire, les situations avec contact ou réception sur le pied d'un adversaire se rencontrent principalement en match.

### I.4. Classification

Avant toute classification, la vérification des critères d'Ottawa est nécessaire pour écarter toute lésion osseuse associée. C'est selon ces critères que la radiographie doit être prescrite ou non (16). La classification est nécessaire pour savoir quelle stratégie adopter en terme de soins. Les échelles qui semblent les plus intéressantes pour une prise en charge précoce devraient considérer les critères cliniques et la symptomatologie du patient.



Les classifications de Trevino (annexe 1) et de O'Donoghue (annexe 2) répondent le mieux à ces critères (17). La première classe les entorses en quatre grades croissants, de la simple élongation sans rupture jusqu'à la rupture des ligaments tibio-fibulaire antérieur et calcanéofibulaire. Le critère de classification retenu est la laxité, de l'absence de laxité jusqu'à l'apparition d'une laxité dans les plans sagittal et frontal.

La deuxième classification classe les entorses en trois grades croissants allant de la simple élongation sans rupture jusqu'à la rupture totale d'au moins un faisceau ligamentaire. Elle les classe selon des critères cliniques (retentissement fonctionnel, laxité, ecchymoses) et selon la symptomatologie douloureuse. Ces deux classifications nécessitent, pour les stades les plus graves, une vérification radiologique qui confirme les laxités cliniques et qui investigate les possibles lésions osseuses associées.

### 1.5. Conséquences structurelles

Selon l'ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation de Santé) (18) les déficiences structurelles retrouvées après une entorse du ligament collatéral latéral sont : une douleur locale péri-articulaire, un déficit de mobilité surtout en flexion dorsale, un déficit de force des muscles éverseurs et un déficit proprioceptif. Les tests cliniques proposés dans ce travail écrit de fin d'études ne traiteront pas les trois premiers points parce qu'il est estimé qu'ils sont réhabilités lors d'une « prise en charge kinésithérapique classique ».

Le but de ce travail est d'analyser les déficits proprioceptifs présents après une entorse de la cheville à travers des tests cliniques qui se rapprochent d'un geste sportif et lésionnel, le saut. Ces tests cliniques se veulent être un lien entre la fin de prise en charge rééducative et le risque de récurrence. Cela grâce à leur capacité à détecter des troubles proprioceptifs liés au saut qui pourraient être une des origines du risque de récurrence. Le but est de réaliser un bilan post-rééducation qui permet de s'assurer que le patient est prêt ou non à reprendre son activité, physique ou sportive.

### 1.6. Conséquences fonctionnelles

A court terme, la principale conséquence fonctionnelle est la diminution de l'appui sur la cheville victime de l'entorse. Cette incapacité aboutit à l'arrêt de la pratique sportive ou à un arrêt de travail selon le métier du patient. A plus long terme, la suite d'une première entorse de cheville peut être handicapante : les récurrences peuvent conduire vers une instabilité chronique de cheville, pathologie multifactorielle handicapante. Le paradigme de J. Hertel (annexe 3) regroupe les facteurs qui amènent au développement d'une instabilité chronique de cheville. Cette pathologie peut être porteuse de symptômes invalidants : douleurs, sensations de dérobement, entorses à répétition. A long terme l'évolution de l'instabilité chronique peut se diriger vers l'arthrose précoce et nécessiter l'indication d'un traitement chirurgical.

### I.7. Prévention des récives

Selon l'OMS, la prévention est « l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps » en distinguant trois types de prévention :

- la prévention primaire qui consiste à « diminuer l'incidence d'une maladie dans une population à risque » (avant le début de la maladie)
- la prévention secondaire qui consiste à « diminuer la prévalence d'une maladie dans une population » (au début de la maladie)
- la prévention tertiaire qui consiste à « diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou des récives dans une population » (une fois la maladie installée)

Pour l'entorse de cheville, la prévention primaire viserait à détecter les profils de patients à risque de faire une première entorse de cheville à partir de facteurs de risque. La prévention tertiaire aurait pour but de limiter les récives d'entorse de cheville et les conséquences fonctionnelles de l'instabilité chronique de la cheville après une première entorse.

Compte-tenu de la problématique de ce mémoire de fin d'études, l'action de détection ciblée par les tests relèverait d'une action de prévention tertiaire. Une fois subie la première entorse de cheville, le but est d'identifier des tests qui permettraient d'évaluer le risque de récive, afin de cibler au mieux les déficits à prendre en compte dans la conception d'un protocole de prévention.

## **II. Complexe articulaire de la cheville**

Les rappels anatomiques sont tirés des travaux de M. A. J. Kapandji (19), M. Dufour et M. Pillu (20).

### II.1. Articulation talo-crurale

L'articulation de la cheville ou articulation talo-crurale est la dernière articulation « verticale » du membre inférieur permettant des mouvements unidirectionnels (dans le plan sagittal). Elle doit répondre à deux objectifs : mobilité et stabilité. Cette équation n'est pas simple à résoudre pour une articulation qui doit supporter, lors de l'appui unipodal, le poids du corps voire plus dans des activités à haute énergie cinétique : course ou réception d'un saut. L'articulation talo-crurale peut être schématisée comme un système composé d'un cylindre plein (trochlée du talus) encastré dans un cylindre creux (face inférieure du tibia) qui est maintenu par le système de pince bi-malléolaire. Les surfaces articulaires en présence sont la face inférieure du tibia, les surfaces articulaires des malléoles tibiale et fibulaire et la trochlée du talus.

A noter une particularité intéressante : la trochlée talaire présente un bord antérieur plus large que son bord postérieur. L'articulation talo-crurale, articulation « simple » à un seul degré de liberté permet des mouvements de flexion et d'extension dans le plan sagittal qui s'organisent autour de l'axe transversal de l'articulation (axe bi-malléolaire). Mais on ne peut pas résumer la cheville à cette seule articulation : elle est liée sur le plan biomécanique aux articulations tibio-fibulaires et au complexe de l'arrière-pied (articulations sous-talienne et articulation transverse du tarse).

Ce complexe original, associé aux arches plantaires qui permettent la déformabilité du pied, est alors capable de mouvements dans les trois plans de l'espace quelle que soit la situation de la jambe et quel que soit le type de terrain. On décrit alors deux mouvements originaux qui sont l'inversion et l'éversion. L'inversion associe flexion plantaire et varisation alors que l'éversion associe flexion dorsale et valgisation.

## II.2. Facteurs de stabilité passifs

### *Stabilité osseuse*

En position anatomique de référence, l'articulation talo-crurale est une pince mono-axiale stable : le talus est enchâssée entre les malléoles tibiales et fibulaires et la surface inférieure du tibia. Cet encastrement limite les mouvements dans le plan frontal. Les bords antérieur et postérieur du tibia répondent respectivement aux butées de la face supérieure du col du talus et des tubérosités postérieures du talus, limitant les mouvements de flexion et d'extension dans le plan sagittal.

### *Stabilité capsulo-ligamentaire*

La capsule articulaire de la cheville, renforcée par les ligaments collatéraux médial et latéral augmentent la congruence de l'articulation talo-crurale. Les ligaments des articulations tibio-fibulaire inférieure, sous-talienne et transverse du tarse sont importants pour la stabilité du complexe articulaire de la cheville d'un point de vue biomécanique.

## II.3. Stabilité passive du mouvement d'inversion

La stabilité passive citée ci-dessus est décrite dans un cadre théorique statique. Cependant lors du mouvement d'inversion, les facteurs de stabilité osseuse n'interviennent pas, sauf la malléole médiale qui maintient en dedans la trochlée du talus. Le seul facteur de stabilité passive est la chaîne ligamentaire d'inversion qui se divise en deux lignes de tension :

– une ligne de tension principale qui passe par le faisceau antérieur du ligament collatéral latérale, le ligament interosseux, le ligament bifurqué, les ligaments calcanéocuboïdien et le ligament talo-scaphoïdien ;

– une ligne de tension accessoire qui passe par le faisceau postérieur du ligament collatéral médial et le ligament talo-calcaneen postérieur.

Dans le plan sagittal, la stabilité de l'articulation est assurée de la flexion jusqu'à la position neutre. En extension, lorsque le talus bascule vers l'avant, le contact articulaire se fait par le bord postérieur de la trochlée talaire qui est rappelons-le plus étroit que le bord antérieur. Malgré le resserrement de la pince tibio-fibulaire, la trochlée n'occupe pas l'intégralité de l'espace inter-malléolaire ce qui diminue la stabilité de l'articulation.

#### II.4. Facteurs de stabilité actif

Les stabilisateurs actifs de la cheville sont les muscles péri-articulaires et plus particulièrement les muscles dont les tendons sont en situation rétro-malléolaires. Ces muscles sont garant d'une stabilité active grâce au développement d'une tension musculaire visant à éviter les mouvements traumatiques. Schématiquement, on dit que le tibial antérieur et le triceps sural sont des haubans sagittaux alors que le tibial postérieur et les fibulaires sont des haubans frontaux du talus.

Les muscles fibulaires (avec les extenseurs) s'opposent aux mouvements en inversion exagérée, le tibial postérieur et le tibial antérieur (avec les muscles fléchisseurs) s'opposent aux mouvements en éversion exagérée.

### III. **Biomécanique du saut**

#### III.1. Définition du saut

Un saut est composé de trois phases : une phase de préparation, où le système musculo-tendineux emmagasine de l'énergie qui sera restitué lors de la phase de détente, suite à laquelle le sportif doit se préparer à la phase de réception sur le sol, phase critique où a lieu l'entorse.

La phase de préparation donne lieu à une contraction excentrique des muscles de la propulsion (quadriceps et triceps sural) ce qui permet d'ajouter plusieurs forces : la tension passive élastique emmagasinée par les structures tendineuses et la force musculaire développée.

La phase de détente donne lieu à une contraction concentrique dite « explosive » qui additionne l'énergie élastique et l'énergie musculaire produite lors de la phase de préparation. Pour se faire il faut un temps très court entre ces deux phases, sans quoi l'énergie emmagasinée sera dissipée sous forme de chaleur.

### III.2. Pathomécanique de la réception

La réception est le moment critique du saut vertical. Lors du premier contact au sol, le pied se présente en flexion plantaire. La flexion plantaire, rappelons-le, diminue la stabilité de l'articulation talo-crurale (6).

Après le premier contact au sol, la projection du centre de gravité dépasse l'axe de l'articulation tibio-tarsienne ce qui entraîne les contraintes en varus de l'arrière-pied et en supination de l'avant-pied. Ensuite quand le pied se retrouve à plat au sol (cheville à 90°), le calcaneus, du fait de la contrainte en varus, bascule ce qui majore les tensions sur le ligament collatéral latéral de la cheville (21). Si les tensions sur le ligament sont plus importantes que ses propriétés mécaniques, alors il peut y avoir une elongation voire une rupture ligamentaire.

La finalité de la rééducation dans ce travail s'intéresse au saut car c'est le mouvement le plus pourvoyeur d'entorses de cheville au basket-ball. Le basketteur saute et un élément perturbe la réception comme un choc avec un adversaire ou la pose du pied sur celui d'un adversaire. Mais il semblerait que pour des hauteurs de saut supérieures à 18 cm, le contrôle de la réception puisse se faire de manière active et volontaire. C'est pourquoi ce travail propose une batterie de tests basées sur l'analyse de la « stabilité posturale dynamique » ciblée sur un geste sportif, le saut.

## IV. **Stratégies de rééducation**

### IV.1. Protocole de prise en charge précoce

La rééducation des entorses latérales de cheville semble simple de prime abord. Le protocole de prise en charge initiale est bien défini : c'est le protocole POLICE (22). Il succède au protocole RICE des recommandations de la HAS (18) (*Rest repos Ice glace Compression compression Elevation élévation*) avec une nuance : on préfère au repos la remise en charge optimal (Optimal Loading) à l'aide d'une protection (Protection) comme les contentions souples ou les aides techniques (cannes anglaises).

### IV.2. Suite des soins

D'autres aspects de la rééducation des entorses de cheville sont bien définis par les recommandations de l'ANAES (18) comme la mobilisation précoce (11) (23), la correction des troubles articulaires (positionnement du talus ou de la fibula), le renforcement des muscles fibulaires notamment dans leur composante excentrique (24). Mais le dernier volet de la rééducation, la reprogrammation neuromusculaire, qui doit restaurer l'intégrité du système de protection de la cheville, reste aujourd'hui trop peu efficace au vu du nombre de récurrences décrit dans la littérature.

## V. Proprioception

La majorité des données présentées sur la proprioception est tirée du livre intitulé « La Proprioception » (25) de Julia et al.

Le mot proprioception est un « mot valise » formé d'un préfixe, proprio tiré du latin *proprius* soit propre en français et d'un suffixe, perception. Au sens propre du terme, la proprioception peut se définir comme la perception qu'une personne a d'elle-même. Cette perception comprend différents paramètres qui permettent de distinguer une proprioception « consciente » (sens de positionnement articulaire, sensations somesthésiques) et une proprioception « inconsciente » (variations internes à l'organisme). Le système proprioceptif est composé de plusieurs voies d'entrées sensorielles.

Dans le cadre du complexe articulaire de la cheville, l'entrée sensorielle la plus classiquement décrite est celle des récepteurs présents dans les structures capsulo-ligamentaires. Ils sont notamment présents dans le ligament collatéral latéral de la cheville mais une structure originale serait la clef de voûte des informations proprioceptives de la cheville : les rétinaculums. Ces structures auraient donc un double rôle : un rôle mécanique de maintien des tendons contre le squelette osseux et un rôle proprioceptif tant ces structures sont riches en mécano-récepteurs et en fibres nerveuses.

On résume souvent les ligaments à des freins passifs. Au contraire, ce sont de véritables organes sensoriels : les ligaments contiennent des récepteurs somato-sensoriels stimulés par les mouvements de l'articulation. Ces récepteurs vont informer les centres médullaires sur la force, la vitesse et la direction du mouvement de l'articulation. Une boucle réflexe proprioceptive est composée de la stimulation de ces récepteurs et du message moteur réflexe envoyé par les centres moteurs pour apporter une réponse adaptée. Cette voie d'entrée sensorielle n'est bien sûr pas la seule en jeu pour garantir la stabilité de l'articulation de la cheville, d'autant plus lors de la pratique sportive. Il faut considérer les voies d'entrées visuelles, labyrinthiques et cutanées (voûte plantaire). Un schéma ([annexe 4](#)) permet de récapituler l'ensemble des systèmes nécessaires à la proprioception. L'intégralité du système proprioceptif doit être optimal pour protéger efficacement la cheville.

### V.1. Troubles proprioceptifs après entorse latérale de la cheville

Selon Julia et al. l'entorse latérale de la cheville est responsable de nombreux troubles proprioceptifs : une altération de l'équilibre dans le plan frontal, une altération du sens de positionnement articulaire, une augmentation du temps de réaction des muscles fibulaires, une vitesse de conduction des informations proprioceptives ralentie et une sensation cutanée perturbée.

## V.2. Reprogrammation neuromusculaire

Les recommandations de l'ANAES font état d'un effet positif de la reprogrammation neuromusculaire sur la reprise d'activité précoce (grade B) et de la stabilité de la cheville (grade C) et sur la prévention des récives (grade C) (18). La reprogrammation neuromusculaire après entorse de la cheville connaît deux hypothèses majeures, une première décrite par Freeman et une deuxième décrite par Thonnard.

## V.3. Hypothèse de Freeman

Dans ses premières études, Freeman et al.(26) démontrait que pour des patients ayant des sensations de dérobement de la cheville, une instabilité mécanique n'était pas toujours retrouvée. L'hypothèse de Freeman (27) stipule qu'après une entorse aiguë de la cheville, les récepteurs articulaires proprioceptifs sont endommagés ou plutôt dé-afférencés. Les informations proprioceptives des récepteurs articulaires ne sont plus transmises ou partiellement au système nerveux central ce qui altère les réactions musculaires en « feedback ». C'est le rôle des muscles fibulaires qui, pour éviter les traumatismes en inversion forcée, se contractent pour « rattraper » le mouvement lésionnel et ramener l'articulation de la cheville dans ses amplitudes physiologiques.

## V.4. Hypothèse de Thonnard

Cependant, Thonnard (28) a démontré grâce à l'électromyographie que les bouffées myo-électriques des premières réponses musculaires apparaissent après 60 ms... alors que le mouvement lésionnel se produit en 20 ms. La rééducation proprioceptive en « feedback » (hypothèse de Freeman) a alors été repensée en rééducation proprioceptive en « feedforward » c'est-à-dire qu'il faut utiliser toutes les informations proprioceptives possibles pour ré-engranger des schémas moteurs d'anticipation au niveau du système nerveux central.

Pour se faire, la stimulation des récepteurs proprioceptifs, point de départ des boucles de rétro-action, semble nécessaire. En les stimulant, le système nerveux central engendre de nouvelles informations ce qui l'aidera à développer des schémas moteurs modifiés. En ce sens, la rééducation basée sur l'hypothèse de Freeman n'était pas inefficace comme le pensent certains auteurs mais incomplète.

## V.5. Problématique et hypothèses de travail

La reprogrammation neuromusculaire devrait donc aujourd'hui associer les deux hypothèses citées précédemment pour être le plus efficace possible, dans le but de solliciter la coordination et l'anticipation des contractions musculaires comme l'a décrit Thonnard. Pour mettre en place une telle rééducation la stimulation de l'intégralité des informations proprioceptives impliquées dans le mécanisme de protection de la cheville devrait être systématiquement réalisée.

Un bon moyen de réaliser ces stimulations serait de solliciter le système proprioceptif lors d'exercices de saut pour être au plus proche de la fonction en bombardant le système nerveux central du sportif d'expériences motrices similaires à ce qu'il vit lors de sa pratique sportive. Ces expériences psychomotrices sont essentielles pour l'enregistrement de schémas moteurs efficaces. En résumé, la reprogrammation neuromusculaire doit coller au geste lésionnel spécifique du sport considéré, ici le basket-ball. L'apprentissage (ou ré-apprentissage?) du geste sportif est une technique de reprogrammation neuromusculaire qui se veut efficace pour l'intégration des schémas moteurs anticipateurs dans la protection de la cheville.

Mais avant d'utiliser de telles techniques de rééducation à mesure préventive, il est préférable de savoir à quels patients les adresser. C'est la problématique de ce travail écrit de fin d'études : « *comment évaluer le risque de récurrence après une première entorse de la cheville ?* ». L'objectif de ce travail écrit de fin d'études est essayer de proposer des tests cliniques qui permettront, à la fin d'une prise en charge kinésithérapique, de définir des critères de risque de récurrence pour un patient confronté aux situations de saut, et ainsi d'adresser un protocole de prévention aux patients classés « à risque ». Le premier critère est d'avoir été victime de sa première entorse de cheville. Le deuxième critère est de s'adresser à des patients pratiquant une activité physique ou sportive qui inclue des situations de sauts répétés.

Mais dans l'optique de l'évolution des métiers de la santé vers l'*Evidence Based Practice* ces deux seuls critères ne sont ni suffisants ni satisfaisants pour adresser un protocole de prévention à un patient qui aurait été victime de sa première entorse de cheville. Un bilan des déficits proprioceptifs consécutifs à l'entorse est nécessaire. Ma première hypothèse de travail portait sur le temps de réaction des muscles fibulaires, qui serait déficient dans les schémas moteurs de pré-activation. Une récente revue de la littérature (29) a montré un retard dans le temps de réaction des muscles fibulaires chez des patients avec un « historique d'entorses de cheville ». Mais une revue de littérature portant sur les éléments prédictifs du risque de se faire une première entorse de cheville (30) n'établissait pas de lien direct entre le temps de réaction musculaire et le risque d'entorse. Il était alors difficile de savoir si le temps de réaction musculaire était une conséquence de « l'historique d'entorses de cheville », ou de la première entorse, ou d'un temps de réaction déjà déficitaire avant la première entorse chez ces patients.

J'ai alors choisi une nouvelle hypothèse de travail portant sur la faculté pour une personne de passer d'un état dynamique à un état statique, faculté appelée dans la littérature « stabilité posturale dynamique ». Mon hypothèse était qu'il y aurait chez des patients ayant eu une première entorse de cheville des déficits proprioceptifs dans la stabilité posturale dynamique. Le but de ce travail est donc d'analyser les déficits proprioceptifs qui pourraient être retrouvés dans la stabilité posturale dynamique de patients ayant été victime de leur première entorse de cheville. Ce troisième critère va être analysé au travers d'une revue de la littérature de quatre tests cliniques. Ces tests ont été choisis dans une logique de progression par rapport au saut, du test de l'appui unipodal jusqu'au test de réception de saut sur une jambe.



## A PROPOS D'UN CAS CLINIQUE

### I. Présentation du cas clinique

Monsieur S. est un footballeur âgé de 18 ans. Il habite à Brest depuis sa signature au club du Stade Brestois 29 à l'été 2014. Il jongle entre ses études (bac sciences et technologies de la gestion) et son statut de joueur professionnel. Il occupe le poste de milieu de terrain. Le 3 octobre 2015, Monsieur S. se blesse lors d'un match avec l'équipe réserve du Stade Brestois 29 en Championnat de Football Amateur, groupe 2 (CFA2). En plein saut, un adversaire déséquilibre le patient qui se réceptionne pied droit en inversion. La poursuite de l'activité a été possible après l'accident initial avec des douleurs minimes. Le lendemain, les symptômes douloureux sont majorés à la marche dans le déroulement du pas au niveau de la face latérale de la cheville droite. Le 4 octobre 2015 un examen clinique est réalisé par le kinésithérapeute du club : il révèle des douleurs en supination cotées à 6 sur l'EVA (Evaluation Visuelle Analogique). Les douleurs à la palpation sont localisées au niveau du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral.

Le patient est pris en charge dès le lendemain au centre de soins du Stade Brestois 29 situé au stade municipal de Pen Helen. Seul l'examen clinique ayant été réalisé, les soins restent préventifs (protocole POLICE) jusqu'au lundi 5 octobre : protection de la cheville, mobilisations infra-douloureuses de la cheville et du pied, massages à but de drainage et glaçage à visée antalgique. Mardi 6 octobre le patient est vu par le médecin du club et passe les examens complémentaires nécessaires à l'établissement du diagnostic : distension simple du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral de la cheville droite. Le médecin a délivré ce jour sa décision de mettre Monsieur S. au repos et c'est ce jour qu'a pu commencer la rééducation à proprement parlé du patient, que j'ai suivi sur l'ensemble de sa prise en charge.

### II. Bilan initial (6 octobre 2015)

#### II.1. Bilan algique

Monsieur S. ressent des douleurs diffuses cotées à 6 sur l'EVA à la marche et lors de la mise en tension du ligament collatéral latéral. Il ressent des douleurs cotées à 3 sur l'EVA à la palpation du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral.

#### II.2. Bilan articulaire

La circumduction de l'articulation talo-crurale droite est très limitée mais elle n'offre pas de bruit articulaire ni de ressaut. Les mouvements de l'articulation sous-talienne en adduction-abduction et en varus-valgus sont moins francs à droite qu'à gauche mais sans bruit articulaire ni ressaut.

Les amplitudes articulaires pour l'articulation talo-crurale droite sont de 5° en flexion dorsale passive et de 15° en flexion plantaire passive. Pour l'articulation talo-crurale gauche, la flexion dorsale passive est de 10° et la flexion plantaire passive est de 30°. Ces pertes d'amplitude sont liées aux douleurs que le patient ressent dans les amplitudes extrêmes.

### II.3. Bilan musculaire

En comparaison avec le membre sain les cotations des muscles testés selon l'échelle MRC (Medical Research Council) sont les suivantes : les muscles court et long fibulaires sont cotés à 4, les fléchisseurs et les extenseurs de la cheville sont cotés à 4. La raison de cette légère perte de force est principalement la douleur que le patient ressent lors de contractions avec des résistances élevées.

### II.4. Bilan fonctionnel

A la marche le patient présente une boiterie d'esquive du pied droit causé par les douleurs ressenties. Il se déplace à l'aide d'une aide technique (cannes anglaises).

### II.5. Diagnostic kinésithérapique

On retrouve trois déficiences chez Monsieur S. : une douleur à la marche, une limitation d'amplitude quantifiée en flexions plantaire et dorsale de l'articulation talo-crurale et une faiblesse relative des muscles fibulaires, des fléchisseurs et des extenseurs de la cheville. Les douleurs ressenties et le manque de mobilité articulaire entraînent une incapacité majeure : Monsieur S. ne peut pas dérouler le pas correctement. Cette incapacité est un handicap : le mauvais déroulement du pas l'empêche de marcher correctement et de courir. Les douleurs rendent impossibles tout contact avec un objet, le ballon de football est à exclure du quotidien du patient.

Le patient est donc handicapé dans une activité nécessaire à tout déplacement : la marche et a fortiori la course. Il l'est aussi dans sa passion qui est aussi son métier : le football. Le projet du patient est de « retrouver le plus vite possible les terrains de football » car il est dans une période de transition entre le statut de « jeune joueur » et celui de « joueur du groupe professionnel ». Tout entraînement et tout match manqué sont un frein au passage du patient dans le groupe professionnel du Stade Brestois 29.

Les objectifs à court terme sont de diminuer les douleurs pour retrouver une marche sans boiterie d'esquive et de réhabiliter les muscles déficients. A moyen terme, l'objectif est de réathlétiser le patient grâce à la reprise de la course pour qu'il retrouve les terrains d'entraînement. A long terme, l'objectif est de mettre tous les moyens possibles en place pour limiter le risque de récurrence... pour le patient l'objectif est de reprendre la compétition et de continuer son intégration au groupe professionnel du Stade Brestois 29.

### **III. Traitement kinésithérapique**

La rééducation de Monsieur S. est axée sur la récupération fonctionnelle et sur la reprogrammation neuromusculaire car elle permet la reprise d'activité précoce (grade B), améliore la stabilité (grade C) et diminue les récurrences (grade C) selon l'ANAES (18). Les principes sont de respecter la douleur du patient, la fatigue physiologique, de ne pas sur-solliciter les tissus lésés, d'optimiser le retour sur les terrains et de prévenir les récurrences.

#### **III.1. Antalgie**

D'après la HAS (18), la prise en charge précoce doit comprendre des techniques efficaces pour soulager les douleurs, pour drainer l'œdème et pour retrouver des amplitudes articulaires normales. Plusieurs techniques sont utilisées pour lutter contre les douleurs du patient : massage, électrothérapie (fonction antalgique : TENS) et glaçage intensif (vessie de glace) vingt minutes en fin de séance ; il est conseillé au patient de glacer son pied chez lui. Pour limiter les douleurs à la marche, il est donné à Monsieur S. des cannes anglaises. La lutte contre l'œdème passe par des techniques similaires : massages à visée de drainage et glaçages répétés (vingt minutes plusieurs fois par jour).

#### **III.2. Mobilisations**

Le premier principe du traitement fonctionnel consiste à mécaniser le tissu lésé. La mécanisation est la « sollicitation d'un tissu lésé, adaptée à son état de cicatrisation et restitue progressivement les qualités histologiques indispensables à sa fonction ». C'est pourquoi la remise en charge précoce est préférable pour une reprise d'appui progressive, protégée par les cannes anglaises ou par une contention adhésive. La mobilisation, protégée et adaptée, permet une meilleure cicatrisation ligamentaire et en raccourcit même les délais (11) (18). Pour l'articulation talo-crurale, des glissements antérieurs et postérieurs de la mortaise tibio-fibulaire par rapport au talus sont effectués. On réalise aussi des décoaptations et des mobilisations analytiques en flexions dorsale et plantaire. La mobilisation manuelle de toutes les articulations du pied permet également de prévenir les rétractions fibreuses. Toutes ces mobilisations permettent d'envoyer des informations proprioceptives (tactiles, sens de positionnement) au système nerveux central. Grâce au travail antalgique pré-cité Monsieur S. ne ressent pas de douleurs lors des différentes mobilisations effectuées.

#### **III.3. Renforcement musculaire**

Un élément important du traitement fonctionnel est le renforcement musculaire. Une bonne stabilité ligamentaire est importante mais les ligaments sont des freins passifs toujours protégés par des freins actifs, les muscles. Le traitement fonctionnel permet une rééducation précoce et appropriée qui permet de récupérer un bon contrôle musculaire. Les exercices de recrutement musculaire ont pour but de préparer la reprogrammation neuromusculaire : le renforcement musculaire analytique est donc un élément préalable à la reprogrammation neuromusculaire.

Les exercices musculaires n'ont débuté qu'à partir du moment où Monsieur S. a été débarrassé des douleurs ressenties à la contraction musculaire, cinq jours après le bilan initial. Pour les muscles fibulaires, le renforcement initial est réalisé manuellement selon la méthodologie décrite par l'ANAES (18) : de la course interne en isométrique vers la course externe en excentrique et de la chaîne ouverte vers la chaîne fermée. La même méthode est utilisée pour le renforcement des muscles fléchisseurs et extenseurs de la cheville.

#### III.4. Travail proprioceptif

Les techniques d'amélioration de la stabilité sont variées. La reprogrammation neuromusculaire ou rééducation proprioceptive consiste à placer le patient dans des positions de déséquilibre en utilisant différents outils instables afin de solliciter les réactions de défense de l'organisme (31). Le travail proprioceptif a été validé à partir du moment où Monsieur S. ne ressentait plus de douleurs à la mise en charge, notamment lors de l'appui unipodal.

##### *Travail proprioceptif statique*

Le premier exercice est réalisé sur un plateau de Freeman. Le patient doit réaliser des appuis successifs vers l'avant et vers l'arrière sans faire tourner le plateau sur les côtés. Le deuxième exercice est réalisé sur trampoline. Le patient doit rester en équilibre sur son pied droit tout en subissant des déséquilibres rythmés réalisés par le kinésithérapeute.

##### *Travail proprioceptif dynamique*

Le premier exercice est réalisé sur trampoline. Le patient doit sautiller sur son pied gauche et à l'ordre du kinésithérapeute, il doit effectuer un appui sur le pied droit dans une direction précise (devant, derrière ou sur le côté). Le deuxième exercice est réalisé sur le sol. Le patient doit effectuer des appuis sur la pointe des pieds et à l'ordre du kinésithérapeute, il doit effectuer un appui sur le pied droit dans une direction précise (devant, derrière ou sur le côté).

## **IV. Résultats**

Après deux semaines de rééducation, le patient ressent des « gênes » à la course. Les amplitudes articulaires sont les mêmes à droite qu'à gauche, les muscles testés sont tous cotés à 5. Le patient peut dérouler le pas normalement sans esquive de l'appui. La suite de la rééducation va être axée sur la réathlétisation et le travail sur terrain pour préparer le retour à la compétition. Le médecin du Stade Brestois 29 l'a autorisé à reprendre l'entraînement sous le contrôle d'une contention adhésive qui supprime les gênes du patient à la course.

## **V. Discussion du cas clinique**

Bien que Monsieur S. ait pu reprendre l'entraînement (sous contrôle d'une contention adhésive), une problématique s'impose : par quels moyens pourrait-on s'assurer que le patient soit prêt à rejouer au football sans risquer de se faire une nouvelle entorse de la cheville ? La revue de littérature de ce travail s'est attaché au geste lésionnel de Monsieur S. : le saut. Pour mieux contextualiser ce geste, il a été mis en valeur dans l'introduction grâce à la description d'un sport où il est très présent.

Mais l'intérêt de ce travail n'est pas de faire un bilan du sportif basketteur ou du sportif footballeur, l'intérêt de ce travail est d'essayer de dégager des tendances dans les déficits proprioceptifs présents dans la stabilité posturale dynamique de tout patient confronté à des situations de saut. A travers une analyse biomécanique du saut, la discussion de ce travail écrit de fin d'études va essayer de répondre à une problématique : peut-on réaliser un bilan du risque de récurrence d'entorses de cheville liées au saut à travers des tests cliniques ?

## METHODOLOGIE

Pour réaliser cette revue de la littérature des articles en langue anglaise ont été recherchés sur le serveur de recherche PubMed. Chaque test a été investigué grâce à l'aide des mots-clefs suivants : *nom du test* ET *ankle sprain*. D'autres articles ont pu être trouvés grâce à la fonction « articles similaires » ou grâce à la bibliographie des articles.

<b>Single-Leg Stance Test</b>	<i>single leg stance</i> AND <i>ankle sprain</i>
<b>Star Excursion Balance Test</b>	<i>star excursion balance test</i> AND <i>ankle sprain</i>
<b>Drop Vertical Jump Test</b>	<i>drop vertical jump</i> AND <i>ankle sprain</i>
<b>Single-leg Jump Landing</b>	<i>single leg jump landing</i> AND <i>ankle sprain</i>

*Nota bene* : les tests cliniques sont décrits en annexe (*pages IV et V*) et certains critères d'étude de ces tests sont décrits dans le glossaire (*annexe 9 page VI*).

Pour chaque test, les études ont été sélectionnées selon ces critères :

<b>Critères de sélection</b>	<b>Inclusion</b>	<b>Exclusion</b>
<i>Date de l'étude</i>	Etudes < 10 ans	Etudes > 10 ans
<i>Population</i>	Patients ayant eu une première entorse de cheville dans les 6 derniers mois (durée après le traumatisme initial : de deux semaines jusqu'à un an)	Patients ayant une instabilité chronique de cheville  Patients ayant eu tout traumatisme majeur récent du membre inférieur  Patients ayant toute pathologie neurologique causant des troubles de l'équilibre
<i>Méthodologie</i>	Comparaison de la population étudiée avec un groupe contrôle sans antécédent d'entorse ou de pathologie causant des troubles de l'équilibre	Comparaison de la population étudiée avec un groupe de patients ayant une instabilité chronique de cheville
<i>Variables analysées</i>	Centre de pression* Cinématique articulaire Dimension fractale* Force de réaction du sol* Réussite du test Temps de stabilisation	Tout autre variable non retenue dans les critères d'inclusion

\*variables décrites (*annexe 9 page VI*)

## RESULTATS

Au total onze études ont été incluses : trois études portent sur le single-leg stance test, quatre études portent sur le star excursion balance test, deux études portent sur le vertical drop jump test et trois études portent sur le single-leg jump landing test.

*Nota bene* : pour la suite de ce travail le vocabulaire choisi sera le suivant ; les patients ayant eu une première entorse de cheville seront nommés « patients blessés » (PB), les patients appartenant au groupe contrôle seront nommés « patients contrôle » (PC). Pour distinguer les membres inférieurs, le membre inférieur ayant subi l'entorse de cheville sera nommé « membre inférieur blessé » (MIB) et l'autre membre inférieur sera nommé « membre inférieur sain » (MIS).

### I. Single-Leg Stance Test

Les trois études (32) (33) (34) sont des études transversales qui comparent les résultats du test entre les PB et les PC.

#### Réussite du test

Deux études (32) (33) ont défini la réussite du test comme le maintien de l'équilibre unipodal pendant vingt secondes sans que le pied oscillant ne touche le sol ou que le pied porteur ne décolle du sol. Yeux ouverts, 100 % des participants à l'étude ont réussi le test.

Yeux fermés : pour la première étude (32) 85 % des PC réussissent le test contre 55 % des PB. Pour la deuxième étude (33) 84 % des PC réussissent le test contre 35 % des PB.

Pour la troisième étude (34) le critère d'analyse était différent : l'équilibre unipodal est maintenu trente secondes et les chercheurs ont compté le nombre de fois où le pied oscillant des patients ont touché le sol. Une différence significative est établie uniquement yeux fermés où les PB touchent plus souvent le sol avec leur pied oscillant que les PC.

#### Stratégie utilisée

Pour les trois études (32) (33) (34) les PB ont utilisé une stratégie d'équilibre dite « de hanche » quelle que soit la condition visuelle (yeux ouverts ou yeux fermés). Les PC utilisaient une stratégie d'équilibre dite « de cheville ».

### Facteurs cinématiques

Une seule étude (33) a étudié les facteurs cinématiques lors de ce test. Il en ressort que les PB présentent une flexion de la hanche portante diminuée par rapport aux PC sur les deux membres inférieurs testés (MIB et MIS).

### Etude du centre de pression

Une seule étude (33) a étudié l'évolution du centre de pression. Dans cette étude la dimension fractale du centre de pression est moins large chez les PB comparativement avec celle des PC, uniquement pour le MIB.

## **II. Star Excursion Balance Test**

Trois études (34) (35) (36) sont des études transversales et la quatrième étude (37) est une étude cas-témoins. Elles comparent les résultats du test entre une population de patients ayant subi leur première entorse de cheville et une population contrôle.

### Réussite du test

La réussite du test est exprimée selon la distance maximale atteinte par le membre oscillant dans toutes les études. Une seule étude a étudié les résultats dans les huit directions initialement décrites. Toutes les autres études l'ont étudié dans trois directions (antérieur, postéro-latérale et postéro-médiale). Trois de ces études (35) (37) (36) montrent que les PB atteignent des distances maximales moins élevées que les PC dans toutes les directions quel que soit le membre inférieur considéré. Une étude (34) montre que les PB atteignent des distances maximales moins élevées que les PC dans la direction antérieure seulement.

### Facteurs cinématiques

Trois études ont étudié les facteurs cinématiques lors du test. Les facteurs cinématiques sont toujours étudiés pour le membre porteur. Une étude (35) a montré que chez les PB la flexion de genou est diminuée sur le MIB par rapport aux PC. Elle montre que le bassin est dans une position plus élevée chez les PB que chez les PC.

Les deux autres études (37) (36) sont plus précises et ont montré des diminutions d'amplitude chez les PB dans le plan sagittal selon trois directions :

- dans la direction antérieur une étude (36) ne retrouve pas de différence significative mais l'autre étude (37) trouve une flexion de hanche diminuée pour le MIS et une flexion de genou diminuée pour le MIB

- dans les directions postérieures les deux études montrent une diminution de la flexion de hanche et de genou sur les deux membres inférieurs (MIB et MIS)



– dans la direction postéro-latérale une étude (37) trouve une flexion dorsale de cheville diminuée sur le MIB et le MIS, elle retrouve le même déficit dans les deux autres directions mais uniquement sur le MIB

#### Etude du centre de pression

Deux études (37) (36) ont étudié la dimension fractale du centre de pression. Elles montrent toutes les deux une dimension fractale du centre de pression moins large dans toutes les directions chez les PB uniquement pour leur MIB.

### **III. Vertical Drop Jump Test**

La première étude (38) est une étude transversale et la deuxième étude (39) est une étude cas-témoins. Elles comparent les résultats du test entre une population de patients ayant subi leur première entorse de cheville et une population contrôle.

#### Réussite du test

Les auteurs des deux études n'ont pas précisé la réussite au test présenté par les patients.

#### Facteurs cinématiques

Deux études ont analysé les facteurs cinématiques lors d'un vertical drop jump test. La première (38) a montré des différences significatives dans la phase de réception du saut vertical maximal avec une flexion plantaire diminuée chez les PB uniquement sur leur MIB. La deuxième étude (39) a montré que les hauteurs de saut vertical maximal étaient les mêmes entre chaque groupe mais qu'à la réception de ce saut, la flexion plantaire était diminuée et l'amplitude du mouvement d'inversion était augmentée chez les PB uniquement sur leur MIB.

### **IV. Single-Leg Drop Landing Test**

Deux études (40) (41) sont des études transversales qui comparent les résultats du test entre une population de patients ayant subi leur première entorse de cheville et une population contrôle. La troisième étude (42) est une étude prospective qui comparent les résultats du test de la même façon.

#### Réussite du test

Dans les trois études incluses seule l'une d'entre elles (40) présente un taux de réussite au single-leg drop landing test. Le test sur le MIS est réussi par 100 % des participants (PB ou PC). Seuls 49 % des PB ont réussi le test sur leur MIB. Pour les deux autres études (42) (41) le taux de réussite n'est pas indiqué.

### Facteurs cinématiques

Deux études (40) (42) ont étudié les facteurs cinématiques lors du single-leg drop landing test. La première (40) a montré que les PB présentent une majoration de l'adduction du pied (MIB) à la réception et une augmentation bilatérale de la flexion de hanche par rapport au groupe contrôle. La deuxième (42) montre également chez les PB une augmentation bilatérale de la flexion de hanche lors de la réception et une augmentation de l'angle d'inversion avant le contact du pied (MIB) avec le sol.

### Force de réactions

Deux études (40) (42) ont étudié la force de réaction du sol et montrent des résultats contradictoires. Pour la première (40) il y a une réduction significative de la force de réaction du sol lors de la réception chez les PB par rapport aux PC sur leur MIB. Pour la deuxième étude (42) il n'y a pas de différence significative dans la force de réaction du sol quel que soit le membre inférieur (MIB ou MIS).

### Temps de stabilisation

Une seule des études incluses (41) a étudié le temps de stabilisation. Elle n'a pas montré de différence dans le temps de stabilisation à la réception entre les PB et les PC. Mais elle a montré que chez des patients avec instabilité chronique de cheville ce temps était augmenté.

# DISCUSSION

## I. Analyse des résultats

### I.1. Stratégie posturale utilisée

Les résultats du single-leg stance test montrent une tendance à l'utilisation de la stratégie de hanche chez les PB. Cela montre qu'ils cherchent à améliorer leur stabilité posturale grâce à un alignement des articulations du membre inférieur, en gagnant l'articulation de la cheville et en utilisant l'articulation la plus proximale pour stabiliser l'ensemble du corps. L'étude de la cinématique articulaire a montré une diminution de la flexion de la hanche portante lors des tests en appui unipodaux chez ces mêmes patients. Cela confirmerait la stratégie d'alignement des articulations du membre inférieur pour créer un bloc unique qui répondrait mieux aux contraintes d'équilibration.

Pourquoi observe-t-on cette stratégie de hanche ? Cela pourrait être expliqué par un déficit du système sensorimoteur de la cheville : du fait d'une moins bonne information proprioceptive transmise (due à une lésions des mécano-récepteurs du ligament collatéral latéral de la cheville), le système nerveux central préférerait se reporter sur une articulation « efficace » pour réguler le contrôle de l'équilibre. Mais cette explication n'est pas satisfaisante car des études (43) (44) ne retrouvent pas de tels troubles de l'équilibre chez des patients ayant reçu une anesthésie des récepteurs de la cheville. L'explication pourrait alors venir d'une désadaptation précoce des réactions posturales de cheville après le traumatisme initiale. A cause des informations nociceptives présentes au début de l'évolution de la blessure, on aurait une réorganisation du schéma moteur qui privilégierait les stratégies de hanche pour moins solliciter et protéger l'articulation de la cheville. Cela expliquerait les moins bonnes performances des PB aux tests d'appui unipodaux car les stratégies de hanche sont plus efficaces dans l'équilibre dynamique et les stratégies de cheville efficaces dans l'équilibre statique (34). La réussite des patients yeux ouverts pourrait être expliquée par une compensation efficace par le système visuel. Ainsi la performance, ou l'échec, au single-leg stance test pourrait être le reflet des premières modifications délétères des schémas moteurs responsables de l'équilibration statique.

### I.2. Evolution du centre de pression selon l'analyse de la dimension fractale

Doherty et al. (33) expliquent que la dimension fractale est une façon fiable d'étudier l'évolution du centre de pression et qu'une modification de cette modélisation pourrait indiquer des modifications dans les stratégies d'adaptation posturale lors du maintien de l'équilibre en appui unipodal. Une dimension fractale plus large serait à la base d'une mauvaise coordination des trois types d'informations sensorielles (vestibulaire, visuelle et somato-sensorielle) dans le maintien de l'équilibre. A contrario, une dimension fractale moins large peut refléter un déficit d'utilisation du polygone de sustentation disponible pour répondre à l'exigence du contrôle postural lors du maintien de l'équilibre unipodal, notamment lors du star excursion balance test (45).

C'est ce qu'on retrouve dans les études étudiées dans ce travail : les patients ayant subi une première entorse de cheville présentent une dimension fractale du centre de pression moins large que les patients contrôle, quel que soit le test. Une étude de Doherty et al. (45) a analysé la différence de cette dimension entre des patients ayant subi une entorse qui réussissent le single-leg stance test les yeux fermés et des patients ayant subi une entorse qui ne le réussissent pas. Et les résultats indiquent que ces derniers présentent une dimension fractale du centre de pression encore plus réduite. Lors du star excursion balance test, la réponse du système de contrôle postural est altérée de la même façon : face à l'exigence d'une perturbation dynamique évolutive (orientation et performance du membre inférieur oscillant), les PB ont tendance à utiliser moins efficacement leur polygone de sustentation (comme le montre l'analyse de la dimension fractale du centre de pression). En revanche, quand le MIS est le membre porteur la dimension fractale du centre de pression ne semble pas altérée. Pourtant, les performances des PB au star excursion balance test sont moins bonnes que les performances des PC. Une moins bonne utilisation du polygone de sustentation n'est donc pas la seule explication à des performances utilisées lors de tests d'équilibration. Les facteurs cinématiques pourraient donc être déterminants dans les résultats de tests sur la stabilité posturale dynamique.

### 1.3. Facteurs cinématiques lors du star excursion balance test

Gribble et al. (46) (47) (48) ont montré que des déficits en flexion des articulations de la hanche et du genou sont responsables des moins bonnes performances au star excursion balance test car ces articulations permettent une meilleure utilisation musculaire adaptée au contrôle de la stabilité posturale dynamique. C'est précisément ces déficits que l'on retrouve lors des tests en appui unipodal : toutes les modifications cinématiques sont présentes dans le plan sagittal. Ces modifications concernent majoritairement la hanche et le genou et touchent le MIB comme le MIS. Pourquoi ces déficits sont-ils présents chez les PB ? De tels déficits semblent étonnant après une entorse de la cheville. L'explication pourrait tenir dans les résultats inédits trouvés par Doherty et al. (37). C'est la première étude à trouver un déficit de flexion de cheville lors du star excursion balance test. Ce déficit serait l'origine des amplitudes observées à la hanche et au genou : en effet Bell et al. (49) ont montré que des amplitudes articulaires modifiées à l'extrémité du membre inférieur se répercutent sur les articulations proximales du membre inférieur.

L'hypothèse d'une perturbation nociceptive peut également être envisagée de la même manière que ce qui a été envisagé lors de l'analyse des stratégies posturales. Les perturbations nociceptives pourraient être à l'origine d'une perturbation sensorimotrice qui entraînerait des schémas moteurs anormaux à l'extrémité distale du membre inférieure, qui auraient comme répercussions des troubles globaux de l'équilibre postural dynamique. Mais la bilatéralité des déficits posent question ; si une diminution d'amplitude et la nociception de la cheville blessée est compréhensible, le même déficit sur la cheville saine semble moins évident. Un autre facteur influence la réussite lors du star excursion balance test, la position du bassin lors du test. Chez les PB celui-ci est en position plus haute que chez les PC. Or une position plus basse du centre de gravité augmente la stabilité corporelle grâce à une meilleure possibilité de projeter la jambe oscillante, ce qui augmente l'effet stabilisateur du tronc (35).

En résumé, la survenue d'une première entorse de cheville semble être l'origine de troubles du contrôle moteur bilatéraux dans le contrôle de la stabilité posturale dynamique. Ces résultats sont en accord avec une revue de la littérature avec méta-analyse (50) qui observe aussi ces déficits bilatéraux après une entorse aiguë de la cheville. Grâce à l'étude prospective de Doherty et al. (36) on sait que ces déficits sont présents jusqu'à six mois après l'entorse initiale. D'un point de vue clinique, la performance réalisée lors du star excursion balance test refléterait donc bien le contrôle moteur lors de l'équilibre unipodal. Chez les patients ayant eu une première entorse de cheville ce test pourrait être le reflet d'une réorganisation des schémas moteurs impliqués dans la stabilité posturale dynamique. Il semblerait donc intéressant d'intégrer le star excursion balance test comme indicateur du risque de récurrence dans un bilan de fin de prise en charge kinésithérapique.

#### I.4. Facteurs cinématiques lors de la réception de saut

Lors de la réception de saut les PB ont montré des mécanismes intéressants : la diminution de la flexion plantaire sur le MIB et augmentation bilatérale de la flexion de hanche. Le premier mécanisme consiste à stabiliser la cheville en la plaçant dans une situation biomécanique plus sûre. La flexion plantaire est une zone instable pour l'articulation de la cheville comme nous l'avons vu dans l'introduction de ce travail (*page 7 partie II.3 Stabilité passive du mouvement d'inversion*). Le deuxième mécanisme, la flexion bilatérale de hanche, est un mécanisme protecteur pour réduire les forces de réaction du sol. La hanche se place comme un relais d'absorption des contraintes biomécaniques de la réception pour décharger la cheville de ce rôle. Cette hypothèse est corroborée par la réduction significative de la force de réaction du sol lors de la réception observée par Doherty et al. (40). Au total ces deux mécanismes semblent être le fruit d'une intervention du système nerveux central pour protéger la cheville lors de la réception de saut, comme pour éviter le risque de « sur-accident » sur la cheville lésée. Ces stratégies sont retrouvées à la phase initiale du traumatisme (40) jusqu'à six mois après (42). On peut penser qu'il existe une continuité dans l'adaptation de nouvelles stratégies posturales suite à un traumatisme initial.

L'inconvénient majeur de ces stratégies de protection est qu'elles sont accompagnées d'autres données cinématiques. Ces données cinématiques concernent l'articulation de la cheville dans le plan frontal. Avant la réception sont majorés les mouvements d'inversion et d'adduction de l'avant-pied, deux mouvements lésionnels pour l'articulation de la cheville. La théorie du manque de contrôle musculaire dans le plan frontal pourrait être vraie et pourrait être l'une des causes des récurrences d'entorses, d'autant plus que ces données sont retrouvées jusqu'à six mois après le traumatisme initial (42) au même titre que les stratégies de protection. Il semblerait donc intéressant, voire essentiel, d'inclure l'analyse des données cinématiques lors des tests de réception de saut à un bilan de fin de prise en charge kinésithérapique pour évaluer le risque de récurrence.

## I.5. Temps de stabilisation

L'étude du temps de stabilisation est une approche de quantifier la stabilité posturale dynamique : un temps de stabilisation court est associé avec la possession de meilleurs mécanismes de stabilisation. Les données présentées dans les résultats ne montrent pas de différences entre les PB et les PC. Cependant, des recherches portant sur des patients victimes d'une rupture du ligament croisé antérieur du genou ont montré que la diminution dans le contrôle postural dynamique peut être pallié par un changement dans la cinématique articulaire et par des schémas moteurs actifs : par exemple, le niveau d'activation du quadriceps est le même entre des patients ayant eu une rupture du ligament croisé du genou et des patients contrôle (51).

Pour les patients victimes d'une première entorse de la cheville, cette absence de différence dans le temps de stabilisation pourrait avoir la même origine : les schémas moteurs (notamment des muscles fibulaires et des muscles tibiaux antérieur et postérieur) pourraient être similaires à ceux des sujets sains. Cela semblerait étonnant étant donné la part importante donnée aux hypothèses de déficits d'activation musculaires dans la pathogenèse de l'instabilité chronique de cheville. Mais il est nécessaire de continuer les recherches dans ce domaine puisque de tels déficits ne semblent pas être présents avant l'entorse initiale (30) ; il s'agit alors de déterminer si ces déficits s'installent après l'entorse initiale ou s'ils sont la conséquence à long terme des récurrences ou de l'instabilité chronique de cheville. Malgré tout, comme le temps de stabilisation est un élément qui permet de discriminer les patients souffrant d'une instabilité chronique, on peut imaginer qu'un temps de stabilisation anormalement long pourrait être un facteur prédictif du risque de récurrence. Il semblerait donc intéressant d'ajouter l'analyse de ce critère clinique au single-leg test, en plus de l'analyse des facteurs cinématiques.

## **II. Ebauche d'un bilan clinique d'évaluation du risque de récurrence**

### II.1. Facteurs prédictifs

A la lumière des éléments sus-cités, il semblerait qu'un lien puisse être établi entre certains critères des tests analysés et le risque de récurrence :

- la réussite au single-leg stance test, la stratégie d'équilibration adoptée lors de ce test et l'évolution du centre de pression lors du test
- la réussite au star excursion balance test (critère prédictif à six mois du développement de l'instabilité chronique de cheville selon Doherty et al. (52)), très liée aux facteurs cinématiques et l'évolution du centre de pression lors du test
- la réussite du drop vertical jump test et du single-leg drop landing test à deux semaines (critère prédictif selon Doherty et al. (53)), les facteurs cinématiques lors de la réception de sauts verticaux ou lors de la réception unipodale de sauts verticaux

## II.2. Proposition de bilan

En conclusion, un bilan « classique » de fin de prise en charge kinésithérapique suite à une première entorse de cheville pourrait être le suivant :

*Premier test* : single-leg stance test, évaluation de la réussite du test et évaluation de l'évolution du centre de pression grâce à une plate-forme de force

*Deuxième test* : star excursion balance test, évaluation de la réussite du test et évaluation de l'évolution du centre de pression grâce à une plate-forme de force

*Troisième test* : drop vertical jump test, évaluation de la réussite du test et évaluation vidéo des cinématiques articulaires lors de la réception

*Quatrième test* : single-leg drop landing test, évaluation de la réussite du test et évaluation vidéo des cinématiques articulaires lors de la réception

Les limites de ce bilan dans la pratique libérale, où la majorité des patients sont pris en charge suite à une première entorse de cheville, résident dans la faisabilité d'un tel bilan. Certains points peuvent être mis en place facilement comme l'évaluation de la réussite des tests, l'étude des cinématiques articulaires grâce au bilan vidéo qui devrait se développer de plus en plus dans les années à venir. Une étude a montré (54) que l'analyse vidéo est fiable pour faire un bilan vidéo du valgus dynamique du genou. Il n'y a pas de raison que cela ne soit pas le cas pour faire un bilan vidéo des données cinématiques des articulations proximales du membre inférieur dans le plan sagittal, même si des études seront nécessaires pour montrer la fiabilité d'un tel outil de bilan.

Mais l'analyse de l'évolution du centre de pression à l'aide de la dimension fractale semble plus délicat à mettre en place dans la pratique libérale. L'acquisition, la maîtrise et le temps consacré à l'utilisation d'une plate-forme de force ne sont pas forcément simples à mettre en place. Mais au contraire, il ne faut pas considérer cela comme une limite mais comme une opportunité, l'opportunité de créer du lien entre les kinésithérapeutes libéraux et les kinésithérapeutes salariés du monde hospitalier ou des centres de rééducation. On peut très bien imaginer un kinésithérapeute libéral adresser son patient à de tels structures à la fin de sa prise en charge pour effectuer ces mesures sur plate-forme de force. A la suite de quoi, si le bilan montre un risque accru de récurrence, la dite structure pourra à ce moment rediriger le patient vers le kinésithérapeute libéral pour entreprendre un protocole de prévention.

En revanche, une limite majeure de ce travail est due à la bilatéralité des déficits dans la stabilité posturale dynamique observée suite à une première entorse de la cheville. Dans un bilan « classique » d'amplitude articulaire ou de force musculaire, la norme consiste à se référer au membre controlatéral quand cela est possible. Mais dans ce cas de figure, la bilatéralité des déficits interdit de se référer au membre controlatéral pour établir des mesures. Il est donc essentiel d'établir des normes prédictives en fonction des patients, selon leur âge, leur sexe, leur activité physique ou sportive car des tests comme le star excursion balance test sont sensibles à cela.

### II.3. Limites des études et du travail présenté

La première limite de chacune de ces études n'est pas vraiment une limite, mais une question : si chaque déficit observé l'a été après l'entorse initiale, et que l'inclusion des patients aux études n'a été faite qu'après cette entorse initiale... comment savoir si ces déficits n'étaient pas déjà présents avant ? Cette question pourrait être le sujet d'études prospectives où une cohorte de patients serait suivi sur une durée suffisamment longue pour le savoir. De plus, un nombre plus important d'études prospectives est nécessaires pour essayer d'établir un lien clair entre les tests analysés au cours de ce travail et le risque de récurrence.

Un biais majeur dans toutes les études incluses dans ce travail écrit de fin d'études est l'absence de données sur la rééducation suivie par ces patients. Certaines études précisent que les patients ayant eu une entorse se sont vus donner des conseils relatifs au protocole POLICE. Mais aucune étude n'indique clairement si les patients ont bénéficié d'un suivi en rééducation, ou non. Il est alors moins évident de mettre en lumière des déficits proprioceptifs « attendus » deux semaines, un mois ou six mois après une entorse si l'on ne sait pas si un travail de reprogrammation neuromusculaire a été entrepris par un kinésithérapeute ou non. Un autre biais réside dans le fait que les études ont été analysées de façon homogène par rapport aux tests qu'elles décrivaient, seulement la temporalité n'était pas identique dans chaque article. Même s'il semble y avoir un continuum entre les déficits observés à deux semaines et ceux observés à six mois, il serait présomptueux de penser qu'ils sont identiques.

Enfin, une récente revue de la littérature (52) n'a pas établi le star excursion balance test ni le single-leg stance comme des tests prédictifs du risque de récurrence et a fortiori de passage à la chronicisation. Cependant, ces résultats semblent surprenants tant ces tests semblent montrer des déficits dans la stabilité posturale propres aux patients ayant été victime d'une première entorse de cheville. Cela pourrait s'expliquer par les critères d'inclusion de cette revue de la littérature, qui a inclus des articles où les patients pouvaient avoir un « historique » d'entorses de cheville. On peut se poser la question de la pertinence de l'inclusion de ces patients pour établir des facteurs prédictifs alors qu'ils semblent déjà rentrer dans la définition de patients ayant subi des récurrences ou étant sujets à l'instabilité chronique de cheville.

### II.4. Perspectives futures

La suite logique de ce travail écrit de fin d'études serait de mettre en place ces tests cliniques et de les analyser dans une étude prospective comme cela a déjà été évoqué. Mais on pourrait également imaginer la mise en place d'un protocole de prévention basée sur les observations des déficits proprioceptifs de ce travail. Ce protocole devrait inclure des exercices basés sur les tests effectués : des exercices d'équilibre statique, des exercices d'équilibre unipodal avec une composante de déstabilisation dynamique, des exercices de saut où l'essentiel du travail serait de ré-engranger des schémas moteurs « normalisés » au patient. On peut imaginer, dans une logique de progression, commencer ce ré-apprentissage du geste par des exercices de repositionnement articulaire de type Perfetti.



Il faudrait ensuite intégrer ce repositionnement articulaire de façon active dans le saut et pourquoi pas développer des techniques innovantes de feedback vidéo comme cela est déjà utilisé dans le ré-apprentissage des techniques de réception dans la rééducation des entorses du ligament croisé antérieur du genou (55). Pour aller encore plus loin, comme l'ont écrit J.-C. Chanussot et A. Quesnot (56) la rééducation en orthopédie et en traumatologie va s'orienter vers « une rééducation réalisée en situation écologique » qui stimulera les schéma moteurs d'anticipation par l'image virtuelle dans un contexte fonctionnel. C'est pourquoi le développement de la rééducation à l'aide de la réalité virtuelle aurait tout son sens ici : l'apprentissage d'une stratégie de saut dont le schéma moteur n'est pas délétère pourrait être intégrée par le patient dans un cadre à la fois sûr et écologique.

Dans une vision plus globale, ces perspectives futures pourraient être celles du métier de kinésithérapeute. Ce travail écrit de fin d'études avait pour vocation d'essayer de définir des éléments prédictifs utiles à une stratégie préventive. Et la place de la prévention dans la kinésithérapie, depuis quelques années, ne cesse de prendre de l'ampleur. Le kinésithérapeute n'est pas confiné à son cabinet, ou à son plateau technique, ou à son service : il doit se déplacer sur le terrain pour être au plus proche de l'activité de ses patients pour saisir les problématiques de chaque patient au plus proche de la réalité. Cela se fait dans le monde de la prévention en entreprise, cela peut aussi se faire dans le domaine sportive. Le lien entre la prise en charge libérale et la pratique sportive (amatrice ou professionnelle) doit se développer : le kinésithérapeute ne doit pas hésiter à investir ce champs de la prévention publique et à se rapprocher des clubs sportifs.

Pour conclure ce chapitre sur la prévention, une petite réflexion sur ce sujet s'impose : où commence la prévention ? La prévention n'est-elle affaire que d'évaluation du risque de récurrence et de protocole de prévention basé sur ce risque ? Doherty et al. ont montré qu'il existe un « risque potentiel de reprendre l'activité [qui sollicite intensément la cheville] de façon prématurée suite aux entorses de cheville » (36). Mais il arrive souvent que le retour aux activités se fasse (peut-être?) trop précoce, comme cela a lieu dans beaucoup de cas deux semaines ou moins après le traumatisme initial (57).

## CONCLUSION

Beaucoup d'études existent sur les déficits propres à l'instabilité chronique de cheville. En revanche, un nombre plus restreint d'études s'attache aujourd'hui aux déficits observés après une première entorse de cheville, alors que l'analyse de ces déficits pourraient être le chaînon manquant de la pathogenèse de l'instabilité chronique.

L'objectif de ce travail écrit de fin d'études est d'analyser le risque de récurrence en lien avec un geste sportif, le saut. Une revue de la littérature existante a été réalisée pour répondre à la problématique de départ : « *comment évaluer le risque de récurrence lié au saut après une première entorse de la cheville ?* »

Grâce à l'étude de quatre tests cliniques, quelques tendances ont pu être dégagées bien que ce travail n'a qu'une valeur indicative, il n'a en aucun cas la présomption d'avoir le niveau d'exigence requis pour établir un niveau de preuve scientifique. Il semblerait que le risque de récurrences lors d'activités physiques ou sportives liées au saut soit lié à une adaptation de stratégies motrices protectrices précoces les éléments ne sont pas tous en faveur de la protection, et même au contraire en faveur de la récurrence. Ce sont ces adaptations motrices qui semblent être le point de départ de l'engrenage de l'instabilité chronique. Pour confirmer ces tendances, il semble intéressant et important de réaliser des études de meilleures qualités sur ce sujet et de réussir à établir des normes pour pouvoir réaliser des bilans les plus précis possibles.

Cette brève revue de la littérature m'a permis de découvrir une petite partie du domaine de la recherche, la recherche bibliographique. J'ai appris tout au long de ce travail à façonner mon esprit critique, ma faculté à analyser, ma faculté à raisonner. J'espère aujourd'hui en écrivant ces mots que ce n'est que le commencement, car j'espère pouvoir mener tout au long de ma carrière une carrière de recherches, bibliographique et clinique, car l'avenir de mon métier repose sur cette exigence scientifique.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Terrier R, Gédor C, Toschi P, Forestier N. Caractérisation de la prise en charge de l'entorse latérale de cheville chez une population de jeunes sportifs. *Kinésithérapie Rev.* mars 2013;13(135):11-5.
2. Aho LS, Fascia P, Gisselmann A. L'impact socio-économique des entorses de cheville peut-il être évalué? *Reanim Urgences.* 1995;4(4):553-555.
3. DiGiovanni BF, Partal G, Baumhauer JF. Acute ankle injury and chronic lateral instability in the athlete. *Clin Sports Med.* janv 2004;23(1):1-19.
4. Kemler E, van de Port I, Backx F, van Dijk CN. A Systematic Review on the Treatment of Acute Ankle Sprain: Brace versus Other Functional Treatment Types. *Sports Med.* mars 2011;41(3):185-97.
5. Fong DT-P, Hong Y, Chan L-K, Yung PS-H, Chan K-M. A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports: *Sports Med.* 2007;37(1):73-94.
6. Kobayashi T, Gamada K. Lateral Ankle Sprain and Chronic Ankle Instability: A Critical Review. *Foot Ankle Spec.* août 2014;7(4):298-326.
7. Agel J, Olson DE, Dick R, Arendt EA, others. Descriptive epidemiology of collegiate women's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train.* 2007;42(2):202.
8. Owoeye OBA, Akodu AK, Oladokun BM, Akinbo SRA. Incidence and pattern of injuries among adolescent basketball players in Nigeria. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2012;4(1):15.
9. Yeung MS, Chan K-M, So CH, Yuan WY. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med.* 1994;28(2):112-116.
10. Drakos MC, Domb B, Starkey C, Callahan L, Allen AA. Injury in the National Basketball Association: A 17-Year Overview. *Sports Health Multidiscip Approach* [Internet]. 10 mars 2010 [cité 27 mars 2017]; Disponible sur: <http://sph.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/1941738109357303>
11. Bendahou M, Saidi K, Besch S, Khiami F. Traumatisme de la cheville. 2013.
12. Dubin JC, Comeau D, McClelland RI, Dubin RA, Ferrel E. Lateral and syndesmotric ankle sprain injuries: a narrative literature review. *J Chiropr Med.* sept 2011;10(3):204-19.
13. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):364.
14. Rodineau J. Les entorses du cou-de-pied en pratique sportive. *Rev Rhum.* juin 2007;74(6):563-72.
15. Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. Chronic ankle instability: Biomechanics and

- pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* juin 2010;96(4):424-32.
16. Bertini N, Bleichner G, Cannamela A, Curvale G, Faure C, Jean P, et al. L'entorse de cheville au service d'accueil et d'urgence. *Réanimation Urgences.* 1995;4(4):491–501.
  17. J. de Lécluse. Evaluation et classification des lésions ligamentaires des entorses latérales de la cheville. *J Traumatol Sport.* 2003;(20):95-104.
  18. ANAES. Rééducation de l'entorse externe de la cheville. 2000 [cité 27 mars 2017]; Disponible sur: [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/entorse\\_rap.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/entorse_rap.pdf)
  19. A. I. Kapandji. Anatomie Fonctionnelle. 6e éd. Vol. II-Membre inférieur. Maloine; 2014.
  20. M. Dufour, M. Pillu. Biomécanique fonctionnelle. 2e éd. Elsevier Masson; 2017.
  21. Jean-Claude Chanussot, Raymond-Gilbert Danowski. Rééducation en traumatologie du sport, Tome 2 - Membre inférieur et rachis.
  22. Bleakley CM, Glasgow P, MacAuley DC. PRICE needs updating, should we call the POLICE? *Br J Sports Med.* mars 2012;46(4):220-1.
  23. Eiff MP, Smith AT, Smith GE. Early mobilization versus immobilization in the treatment of lateral ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1994;22(1):83–88.
  24. Collado H, Coudreuse JM, Graziani F, Bensoussan L, Viton JM, Delarque A. Eccentric reinforcement of the ankle evertor muscles after lateral ankle sprain: A new rehabilitation care for ankle sprain. *Scand J Med Sci Sports.* 29 mars 2009;20(2):241-6.
  25. M. Julia, D. Hirt, S. Perrey, S. Barsi, A. Dupeyron. La Proprioception. Sauramps Médical; 2012. 246 p.
  26. M. A. R. Freeman. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *Bone Jt J.* 4 nov 1965;47 B(4):669-77.
  27. M. A. R. Freeman, M. R. E. Dean, I. W. F. Hanham. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *Bone Jt J.* 4 nov 1965;47 B(4):678-85.
  28. Thonnard JL, Willems P, Plaghki L, De Nayer J. The pathogeny of ankle sprain: Evaluation of a hypothesis. *J Biomech.* janv 1989;22(10):1089.
  29. Hoch MC, Mckeen PO. Peroneal Reaction Time after Ankle Sprain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2014;46(3):546-56.
  30. Beynnon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *J Athl Train.* 2002;37(4):376.
  31. Coudreuse J-M, Parier J. L'entorse de la cheville. *Sci Sports.* avr 2011;26(2):103-10.
  32. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Sweeney K, et al. Inter-joint coordination strategies during unilateral stance 6-months following first-time lateral ankle sprain. *Clin Biomech.* févr 2015;30(2):129-35.

33. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Postural control strategies during single limb stance following acute lateral ankle sprain. *Clin Biomech.* juin 2014;29(6):643-9.
34. Pourkazemi F, Hiller C, Raymond J, Black D, Nightingale E, Refshauge K. Using Balance Tests to Discriminate Between Participants With a Recent Index Lateral Ankle Sprain and Healthy Control Participants: A Cross-Sectional Study. *J Athl Train.* mars 2016;51(3):213-22.
35. Bastien M, Moffet H, Bouyer LJ, Perron M, Hébert LJ, Leblond J. Alteration in global motor strategy following lateral ankle sprain. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 16 déc 2014 [cité 2 mai 2017];15. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4300726/>
36. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Dynamic Balance Deficits 6 Months Following First-Time Acute Lateral Ankle Sprain: A Laboratory Analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* août 2015;45(8):626-33.
37. Doherty C, Bleakley CM, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Laboratory Measures of Postural Control During the Star Excursion Balance Test After Acute First-Time Lateral Ankle Sprain. *J Athl Train.* 2 juin 2015;50(6):651-64.
38. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Sweeney K, Caulfield B, Ryan J, et al. Lower extremity coordination and symmetry patterns during a drop vertical jump task following acute ankle sprain. *Hum Mov Sci.* déc 2014;38:34-46.
39. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Sweeney K, et al. Coordination and symmetry patterns during the drop vertical jump, 6-months after first-time lateral ankle sprain: MOVEMENT PATTERNS DURING A DROP-JUMP. *J Orthop Res.* oct 2015;33(10):1537-44.
40. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Single-leg drop landing motor control strategies following acute ankle sprain injury: Landing strategies following acute ankle sprain injury. *Scand J Med Sci Sports.* août 2015;25(4):525-33.
41. Liu K, Dierkes C, Blair L. A new jump-landing protocol identifies differences in healthy, coper, and unstable ankles in collegiate athletes. *Sports Biomech.* 2 juill 2016;15(3):245-54.
42. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Single-leg drop landing movement strategies 6 months following first-time acute lateral ankle sprain injury: Ankle sprain and landing performance. *Scand J Med Sci Sports.* déc 2015;25(6):806-17.
43. Myers JB, Riemann BL, Hwang J-H, Fu FH, Lephart SM. Effect of peripheral afferent alteration of the lateral ankle ligaments on dynamic stability. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):498–506.
44. Riemann BL, Myers JB, Stone DA, Lephart SM. Effect of Lateral Ankle Ligament Anesthesia on Single-Leg Stance Stability. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2004;36(3):388-96.
45. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Balance failure in single limb stance due to ankle sprain injury: An analysis of center of pressure using the fractal dimension method. *Gait Posture.* mai 2014;40(1):172-6.
46. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train.* mai 2012;47(3):339-57.

47. Gribble P, Hertel J, Denegar C. Chronic Ankle Instability and Fatigue Create Proximal Joint Alterations during Performance of the Star Excursion Balance Test. *Int J Sports Med.* mars 2007;28(3):236-42.
48. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train.* 2004;39(4):321.
49. Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle Strength and Flexibility Characteristics of People Displaying Excessive Medial Knee Displacement. *Arch Phys Med Rehabil.* juill 2008;89(7):1323-8.
50. Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, Cauraugh JH. Bilateral balance impairments after lateral ankle trauma: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* avr 2010;31(4):407-14.
51. MacLeod TD, Snyder-Mackler L, Buchanan TS. Differences in Neuromuscular Control and Quadriceps Morphology Between Potential Copers and Noncopers Following Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* févr 2014;44(2):76-84.
52. Pourkazemi F, Hiller CE, Raymond J, Nightingale EJ, Refshauge KM. Predictors of chronic ankle instability after an index lateral ankle sprain: A systematic review. *J Sci Med Sport.* nov 2014;17(6):568-73.
53. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis. *Am J Sports Med.* avr 2016;44(4):995-1003.
54. Munro A, Herrington L, Carolan M. Reliability of 2-dimensional video assessment of frontal-plane dynamic knee valgus during common athletic screening tasks. *J Sport Rehabil.* 2012;21(1):7–11.
55. Dallinga J, Benjaminse A, Gokeler A, Cortes N, Otten E, Lemmink K. Innovative Video Feedback on Jump Landing Improves Landing Technique in Males. *Int J Sports Med.* 18 juill 2016;38(02):150-8.
56. Chanussot J-C, Quesnot A. Synthèse des avancées et perspectives de la rééducation en traumatologie et orthopédie: Advances and perspectives in traumatology and orthopedics rehabilitation. *Kinésithérapie Rev.* 2010;10(100):26–29.
57. Medina McKeon JM, Bush HM, Reed A, Whittington A, Uhl TL, McKeon PO. Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. *J Sci Med Sport.* janv 2014;17(1):23-8.
58. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus Knee Motion during Landing in High School Female and Male Basketball Players: *Med Sci Sports Exerc.* oct 2003;35(10):1745-50.
59. Delahunt E, Sweeney L, Chawke M, Kelleher J, Murphy K, Patterson M, et al. Lower limb kinematic alterations during drop vertical jumps in female athletes who have undergone anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res.* janv 2012;30(1):72-8.

## ANNEXES

### **Annexe 1** classification de TREVINO

<b>GRADE I</b>	Elongation sans rupture		Laxité 0
<b>GRADE II</b>	Rupture partielle		Laxité ±
<b>GRADE III</b>	Rupture LTFA Rupture LTFA et LCF	<b>Grade IIIA</b> <b>Grade III B</b> <b>Grade III C1</b> Fibulaires douloureux <b>Grade III C2</b> Subluxation des fibulaires	Tiroir antérieur + Varus passif +
<b>GRADE IV</b>	Ruptures LTFA et LCF	<b>Grade IV A</b> Avulsion de la malléole latérale <b>Grade IV B</b> Fracture de la trochlée du talus <b>Grade IV C</b> Fracture de la joue latérale du talus	Tiroir antérieur + Varus passif + Radiographie +

*LTFA* Ligament Talo-Fibulaire Antérieur

ou faisceau antérieur du ligament collatéral latéral de la cheville

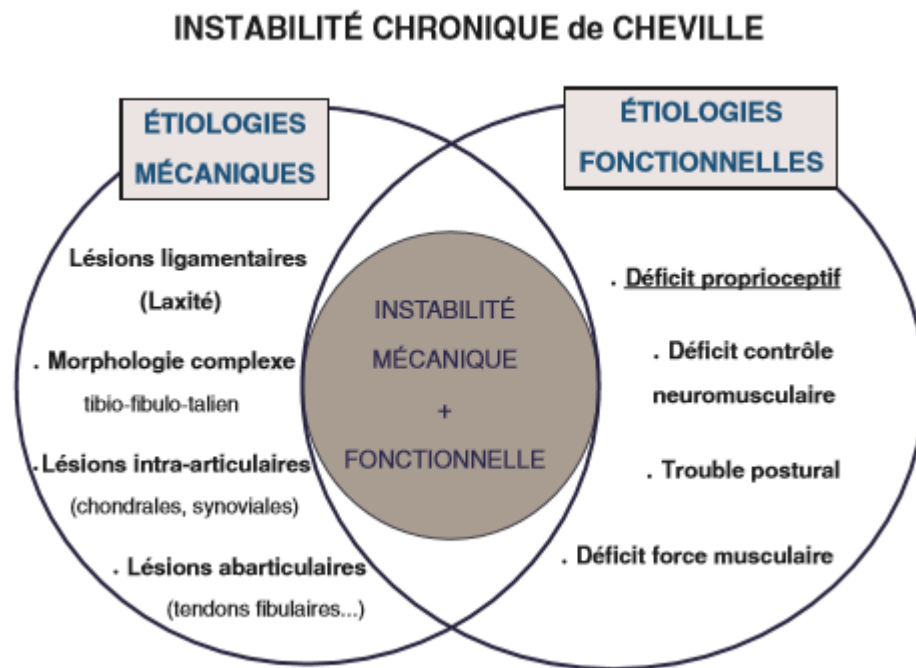
*LCF* Ligament Calcanéo-Fibulaire

ou faisceau moyen du ligament collatéral latéral de la cheville

### **Annexe 2** classification de O'DONOGHUE

<b>GRADE I</b>	Douleur 0 Retentissement fonctionnel 0 Laxité clinique et radiologique 0	Elongation sans rupture
<b>GRADE II</b>	Douleur + Retentissement fonctionnel + Laxité clinique et radiologique ±	Rupture partielle
<b>GRADE III</b>	Douleur ++ Ecchymose + Retentissement fonctionnel + Laxité clinique et radiologique ++	Rupture totale d'au moins un faisceau ligamentaire

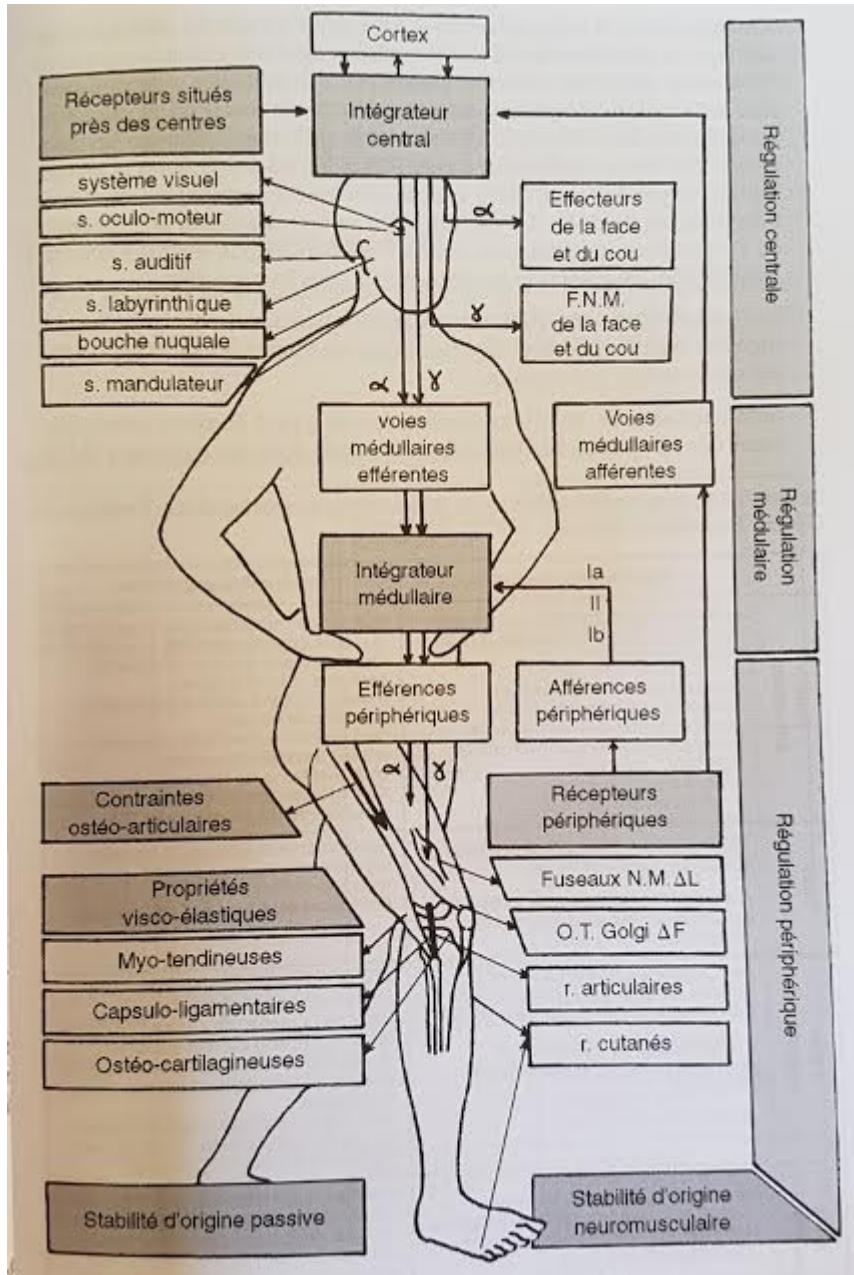
Annexe 3 paradigme de HERTEL



*Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics and pathophysiology of lateral ankle instability*



**Annexe 4** schéma récapitulatif des systèmes sensoriels proprioceptifs



: J.-C. Chanussot et R.-G. Danowski, *Rééducation en traumatologie du sport, Tome II : membre inférieur et rachis*

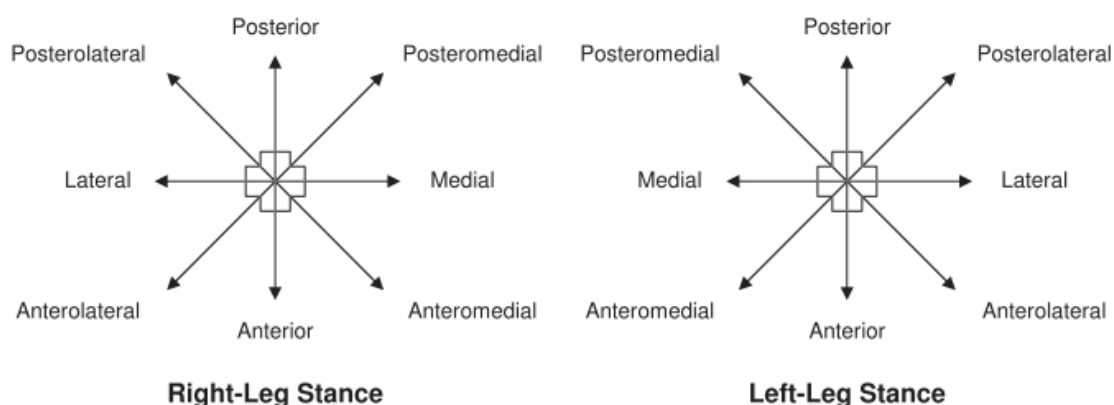
### **Annexe 5** description du single-leg stance test

Le single-leg stance test est un test de l'équilibre en appui unipodal. Ce test est utilisé dans de nombreux domaines comme l'analyse des troubles de la marche ou l'évaluation du risque de chute chez la personne âgée. Il peut être réalisé selon plusieurs modalités, avec des déstabilisations intrinsèques (yeux ouverts, yeux fermés) ou extrinsèques (déstabilisation par l'examineur).

La valeur clinique de ce test est analysée selon deux axes : le premier axe est une mesure non instrumentale du temps que le patient peut maintenir l'équilibre unipodal sans toucher le sol avec le pied de son membre inférieur oscillant ou sans décoller le pied portant. Le deuxième axe est une mesure instrumentale de la variation du centre de pression grâce aux plate-formes de force.

### **Annexe 6** description du Star Excursion Balance Test

Le Star Excursion Balance Test est défini par Gribble et al. (46) comme une « série de squats unipodaux en utilisant la jambe oscillante pour atteindre la distance la plus grande possible dans huit directions. Les directions sont matérialisées par des lignes sur le sol toutes orientées à 45° les unes par rapport aux autres dont le point de départ est un point central. Chaque direction est un challenge qui requiert des mouvements combinés dans les plans sagittal, frontal et transversal. »



*Gribble et al. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury : a literature and systematic review*

Selon l'étude de Gribble et al. ((46), les recherches ont établi le SEBT comme un test fiable, validé et hautement représentatif de l'équilibre postural dynamique et du risque de blessure des membres inférieurs. La valeur clinique de ce test est analysée selon trois axes : le premier axe est une mesure non instrumentale de la distance maximale atteinte par le patient avec le pied de son membre inférieur oscillant dans chaque direction. Le deuxième axe est une mesure instrumentale de la variation du centre de pression ou du centre de gravité grâce aux plate-formes de force ou plate-formes de stabilométrie. Le troisième axe est une mesure instrumentale des cinématiques articulaires grâce à des capteurs de mouvements.

### **Annexe 7 description du vertical drop jump test**

Le vertical drop jump test est un test de saut avec une composante pliométrique. Selon la description de Ford et al. (58) reprise par Delahunt et al. (59) il se compose d'un premier saut sans élan d'une plate-forme de 30 ou 40 cm de hauteur, avec réception sur les deux pieds (phase 1). Ce saut est immédiatement suivi d'un deuxième saut vertical maximal (phase 2). Ford et al. demandaient aux patients de tendre les bras vers le ciel comme s'ils voulaient marquer un panier (au basket-ball). La valeur clinique de ce test de réception de saut est analysée selon un axe : l'étude de la cinématique articulaire.

### **Annexe 8 description du single-leg drop landing test**

Le single-leg drop landing test est un test de saut à réception unipodale. Selon la description de Doherty et al. (40) le participant se place sur une plate-forme de quarante centimètres de haut placée à cinq centimètres d'une plate-forme de force. Jambe testée fléchie, le participant doit alors sauter et se réceptionner sur la jambe testée sur la plate-forme de force. A la réception, le participant doit trouver son équilibre le plus vite possible et tenir la position approximativement quatre à six secondes. Liu et al. (41) ont incorporé des mouvements multidirectionnels (saut en avant et saut latéral) dans la composante du saut vertical pour se rapprocher d'un mouvement spécifique au sport. La valeur clinique de ce test de réception de saut est analysée selon trois axes : le premier axe est une étude de la cinématique articulaire. Le deuxième axe est une étude des forces de réaction du sol lors de la réception. Le troisième axe est une étude du temps de stabilisation.

## **Annexe 9 glossaire**

Centre de pression : en biomécanique le centre de pression est un terme qui définit le point d'application du vecteur de force de réaction au sol, qui est représentée par l'ensemble des forces agissant entre un objet physique et sa surface de support. L'analyse de ce centre de pression est fréquente lors d'études sur le contrôle postural et de manière générale il est dit que des changements du contrôle moteurs peuvent se refléter dans des modifications du centre de pression.

Copers : à l'opposé des patients avec instabilité chronique de cheville (ICC), certaines personnes appelées « copers » en anglais peuvent se faire une entorse de la cheville sans développer d'instabilité, de sensation de déroboement ou de récurrences récurrentes. Dans la langue anglaise, le verbe « to cope » peut être traduit par « faire face à », on imagine donc que les copers ont fait face à l'entorse sans développer une ICC un an après le traumatisme initial.

Dimension fractale : la dimension fractale est un élément de mesure en biomécanique. Il caractérise la complexité d'un signal en décrivant sa forme avec une valeur discrète allant de 1 (ligne droite) à 2 (ligne compliquée qui remplit le plan qu'elle occupe). Rapportée au centre de pression, l'analyse de la dimension fractale donne une idée de l'activité du système sensorimoteur pour répondre aux exigences de l'équilibre. Mais les variations de la dimension fractale ne donne pas une idée linéaire de cette activité sensorimotrice.

Force de réaction du sol : en biomécanique, la force de réaction du sol est la force exercée par le sol sur un corps en contact avec elle. Une personne en appui bipodal exerce une force égale au poids de son corps sur le sol et en réaction, le sol exerce une force de réaction opposée sur cette personne.

Instabilité chronique de cheville : l'instabilité chronique de cheville (ICC) est un terme employé pour décrire des symptômes résiduels persistant un an après l'entorse initiale. Ces symptômes incluent la douleur, la sensation d'instabilité et de déroboement ainsi que les récurrences récurrentes d'entorse de la cheville. Les anglo-saxons décrivent deux types d'instabilité, d'origine mécanique (laxité, morphologie, lésions articulaires ou abarticulaires) ou d'origine fonctionnelle (déficit proprioceptif, déficit neuromusculaire ou neuromusculaire). Cette distinction est importante mais ces deux types d'instabilité sont intriqués comme le montre le paradigme de J.Hertel ([annexe 3 page III](#)).

Stabilité posturale dynamique : la stabilité posturale dynamique est définie dans la littérature comme l'habileté à trouver et à maintenir son équilibre lors de la transition d'un mouvement dynamique à un état statique. C'est typiquement le cas lors de la réception d'un saut. Cette habileté est dépendante des nombreux systèmes sensoriels nécessaires à l'équilibration décrits dans un schéma ([annexe 4 page IV](#)).

Gauthier LAMIDEL

**TITRE** REEDUCATION DES ENTORSES DE CHEVILLE : ETUDE DE LA RECIDIVE CIBLEE SUR LE GESTE SPORTIF

**Introduction** De nombreuses études existent sur les déficits propres à l'instabilité chronique de cheville. En revanche, peu d'études s'attachent aux déficits observés après une première entorse de cheville, alors que l'analyse de ces déficits pourraient être le chaînon manquant dans la compréhension de la pathogenèse de l'instabilité chronique de cheville. Cette étude a pour but d'évaluer le risque de récurrence suite à une première entorse de la cheville au travers de quatre tests cliniques ciblés sur un geste sportif, le saut.

**Méthode** Revue de la littérature de quatre tests cliniques incluant l'étude de caractéristiques biomécaniques.

**Résultats** Chaque test a permis d'identifier des altérations des stratégies motrices liées aux stabilités posturales statique et dynamique.

**Discussion** Il semblerait que le risque de récurrences lors d'activités physiques ou sportives relatives au saut soit lié à une adaptation de stratégies motrices protectrices précoces. Ces stratégies ne sont pas toutes en faveur de la protection, certaines sont même au contraire en faveur de la récurrence.

**TITLE** REHABILITATION OF ANKLE SPRAINS : A STUDY OF RECIDIVISM BASED ON SPORTING GESTURE

**Introduction** Numerous studies exist on deficits specific to chronic ankle instability. On the other hand, few studies focus on deficits observed after the very first ankle sprain, whereas analysis of these deficits may be the missing link in understanding the pathogenesis of chronic ankle instability. The purpose of this study is to evaluate the risk of recidivism following a first ankle sprain through four clinical tests targeted on a sporting gesture, the jump.

**Method** Literature review of four clinical tests including the study of biomechanical characteristics.

**Results** Each test was able to identify alterations in motor strategies related to static and dynamic postural stabilities.

**Discussion** It seems that the risk of recidivism in jump-related physical or sports activities is linked to an adaptation of early protective motor strategies. Not all strategies favor protection, some are even in favor of recidivism.

**Mots clefs** cheville, entorse, saut, récurrence, biomécanique

**Keywords** ankle, sprain, jump, recidivism, biomechanics

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE – BREST –  
22 avenue Camilles Desmoulins CS 93837 – 29238 Brest Cedex  
Travail Ecrit de Fin d'Etudes – Promotion 2014/2017