



**HAL**  
open science

# Évaluation de l'imagerie mentale dans la rééducation de l'entorse de cheville stade II : étude de faisabilité

Annick Iha Bernard

► **To cite this version:**

Annick Iha Bernard. Évaluation de l'imagerie mentale dans la rééducation de l'entorse de cheville stade II : étude de faisabilité. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01889958

**HAL Id: dumas-01889958**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01889958>**

Submitted on 8 Oct 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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

*UNIVERSITÉ de BRETAGNE OCCIDENTALE*  
**FACULTÉ DE MÉDECINE**

ANNÉE 2018

**THÈSE D'EXERCICE**

**Pour le**  
**DOCTORAT DE MÉDECINE**  
**DE SPÉCIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Par**

**IHA BERNARD Annick**

**Interne de l'Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre**

**Élève de l'École du Val de Grâce de Paris**

**Ancienne élève de l'École de Santé des Armées de Lyon-Bron**

**Né le 18 Avril 1991 à Pontivy (56)**

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 2 Octobre 2018

---

**ÉVALUATION DE L'IMAGERIE MENTALE DANS LA RÉÉDUCATION DE  
L'ENTORSE DE CHEVILLE DE STADE II : ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

---

Président : M. le Professeur DUBRANA Frédéric

Membres du Jury : M. le Professeur TIMSIT Serge

M. le Professeur REMY-NERIS Olivier

M. le Médecin en chef MARCHANDOT Florent

Mme. le Médecin en chef BISSERIEUX Hélène



*UNIVERSITÉ de BRETAGNE OCCIDENTALE*  
**FACULTÉ DE MÉDECINE**

ANNÉE 2018

**THÈSE D'EXERCICE**

**Pour le**  
**DOCTORAT DE MÉDECINE**  
**DE SPÉCIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Par**

**IHA BERNARD Annick**

**Interne de l'Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre**

**Élève de l'École du Val de Grâce de Paris**

**Ancienne élève de l'École de Santé des Armées de Lyon-Bron**

**Né le 18 Avril 1991 à Pontivy (56)**

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 2 Octobre 2018

---

**ÉVALUATION DE L'IMAGERIE MENTALE DANS LA RÉÉDUCATION DE  
L'ENTORSE DE CHEVILLE DE STADE II : ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

---

Président : M. le Professeur DUBRANA Frédéric

Membres du Jury : M. le Professeur TIMSIT Serge

M. le Professeur REMY-NERIS Olivier

M. le Médecin en chef MARCHANDOT Florent

Mme. le Médecin en chef BISSERIEUX Hélène

**UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DES SCIENCES DE LA SANTE DE BREST**

---

**Doyens honoraires**

---

**FLOCH** Hervé  
**LE MENN** Gabriel (†)  
**SENECAIL** Bernard  
**BOLES** Jean-Michel  
**BIZAIS** Yves (†)  
**DE BRAEKELEER** Marc (†)

**Doyen**

---

**BERTHOU** Christian

**Professeurs émérites**

---

<b>BOLES</b> Jean-Michel	Réanimation
<b>CENAC</b> Arnaud	Médecine interne
<b>COLLET</b> Michel	Gynécologie obstétrique
<b>JOUQUAN</b> Jean	Médecine interne
<b>LEHN</b> Pierre	Biologie cellulaire
<b>MOTTIER</b> Dominique	Thérapeutique
<b>YOUINOU</b> Pierre	Immunologie

**Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers en surnombre**

---

<b>LEFEVRE</b> Christian	Anatomie
<b>OZIER</b> Yves	Anesthésiologie-réanimation

**Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de Classe Exceptionnelle**

---

<b>BERTHOU</b> Christian	Hématologie
<b>COCHENER-LAMARD</b> Béatrice	Ophthalmologie
<b>DEWITTE</b> Jean-Dominique	Médecine et santé au travail
<b>FEREC</b> Claude	Génétique
<b>FOURNIER</b> Georges	Urologie
<b>GENTRIC</b> Armelle	Gériatrie et biologie du vieillissement
<b>GILARD</b> Martine	Cardiologie
<b>GOUNY</b> Pierre	Chirurgie vasculaire
<b>NONENT</b> Michel	Radiologie et imagerie médicale
<b>REMY-NERIS</b> Olivier	Médecine physique et réadaptation
<b>SARAUX</b> Alain	Rhumatologie
<b>ROBASZKIEWICZ</b> Michel	Gastroentérologie

**Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1<sup>ère</sup> Classe**

---

<b>AUBRON</b> Cécile	Réanimation
<b>BAIL</b> Jean-Pierre	Chirurgie digestive

<b>BEZON</b> Éric	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
<b>BLONDEL</b> Marc	Biologie cellulaire
<b>BOTBOL</b> Michel	Pédopsychiatrie ( <i>jusqu'en décembre 2018</i> )
<b>BRESSOLLETTE</b> Luc	Médecine vasculaire
<b>CARRE</b> Jean-Luc	Biochimie et biologie moléculaire
<b>DE PARSCAU DU PLESSIX</b> Loïc	Pédiatrie
<b>DELARUE</b> Jacques	Nutrition
<b>DEVAUCHELLE-PENSEC</b> Valérie	Rhumatologie
<b>DUBRANA</b> Frédéric	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>FENOLL</b> Bertrand	Chirurgie infantile
<b>HU</b> Weiguo	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
<b>KERLAN</b> Véronique	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
<b>LACUT</b> Karine	Thérapeutique
<b>LE MEUR</b> Yannick	Néphrologie
<b>LE NEN</b> Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>LEROYER</b> Christophe	Pneumologie
<b>MANSOURATI</b> Jacques	Cardiologie
<b>MARIANOWSKI</b> Rémi	Oto-rhino-laryngologie
<b>MERVIEL</b> Philippe	Gynécologie obstétrique
<b>MISERY</b> Laurent	Dermato-vénérologie
<b>NEVEZ</b> Gilles	Parasitologie et mycologie
<b>PAYAN</b> Christopher	Bactériologie-virologie
<b>SALAUN</b> Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
<b>SIZUN</b> Jacques	Pédiatrie
<b>STINDEL</b> Éric	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
<b>TIMSIT</b> Serge	Neurologie
<b>VALERI</b> Antoine	Urologie
<b>WALTER</b> Michel	Psychiatrie d'adultes

### Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2<sup>ème</sup> Classe

---

<b>ANSART</b> Séverine	Maladies infectieuses
<b>BEN SALEM</b> Douraied	Radiologie et imagerie médicale
<b>BERNARD-MARCORELLES</b> Pascale	Anatomie et cytologie pathologiques
<b>BROCHARD</b> Sylvain	Médecine physique et réadaptation
<b>BRONSARD</b> Guillaume	Pédopsychiatrie ( <i>à compter du 1<sup>er</sup> décembre 2018</i> )
<b>CORNEC</b> Divi	Rhumatologie
<b>COUTURAUD</b> Francis	Pneumologie
<b>GENTRIC</b> Jean-Christophe	Radiologie et imagerie médicale
<b>GIROUX-METGES</b> Marie-Agnès	Physiologie
<b>HERY-ARNAUD</b> Geneviève	Bactériologie-virologie
<b>HUET</b> Olivier	Anesthésiologie-réanimation
<b>L'HER</b> Erwan	Réanimation
<b>LE GAC</b> Gérald	Génétique
<b>LE MARECHAL</b> Cédric	Génétique
<b>LE ROUX</b> Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
<b>LIPPERT</b> Éric	Hématologie
<b>MONTIER</b> Tristan	Biologie cellulaire
<b>NOUSBAUM</b> Jean-Baptiste	Gastroentérologie
<b>PRADIER</b> Olivier	Cancérologie
<b>RENAUDINEAU</b> Yves	Immunologie

<b>SEIZEUR</b> Romuald	Anatomie
<b>THEREAUX</b> Jérémie	Chirurgie digestive
<b>TROADEC</b> Marie-Bérengère	Génétique

---

#### Professeurs des Universités de Médecine Générale

---

**LE FLOC'H** Bernard  
**LE RESTE** Jean-Yves

---

#### Professeur des Universités Associé de Médecine Générale (à mi-temps)

---

**BARRAINE** Pierre  
**CHIRON** Benoît

---

#### Professeur des Universités

---

**BORDRON** Anne

Biologie cellulaire

---

#### Professeur des Universités Associé (à mi-temps)

---

**METGES** Jean-Philippe

Cancérologie

---

#### Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers Hors Classe

---

<b>JAMIN</b> Christophe	Immunologie
<b>MOREL</b> Frédéric	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
<b>PERSON</b> Hervé	Anatomie

---

#### Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1<sup>ère</sup> Classe

---

<b>ABGRAL</b> Ronan	Biophysique et médecine nucléaire
<b>DE VRIES</b> Philine	Chirurgie infantile
<b>DOUET-GUILBERT</b> Nathalie	Génétique
<b>HILLION</b> Sophie	Immunologie
<b>LE BERRE</b> Rozenn	Maladies infectieuses
<b>LE GAL</b> Solène	Parasitologie et mycologie
<b>LE VEN</b> Florent	Cardiologie
<b>LODDE</b> Brice	Médecine et santé au travail
<b>MIALON</b> Philippe	Physiologie
<b>PERRIN</b> Aurore	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
<b>PLEE-GAUTIER</b> Emmanuelle	Biochimie et biologie moléculaire
<b>QUERELLOU</b> Solène	Biophysique et médecine nucléaire
<b>TALAGAS</b> Matthieu	Histologie, embryologie et cytogénétique
<b>UGUEN</b> Arnaud	Anatomie et cytologie pathologiques
<b>VALLET</b> Sophie	Bactériologie-virologie

---

#### Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2<sup>ème</sup> Classe

---

<b>BERROIGUET</b> Sofian	Psychiatrie d'adultes
<b>BRENAUT</b> Emilie	Dermato-vénéréologie



# Remerciements :

## À L'ÉCOLE DU VAL DE GRÂCE

### À Monsieur le médecin général Humbert BOISSEAUX

**Directeur de l'École du Val-de-Grâce**

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Officier dans l'Ordre National du Mérite

Chevalier de l'Ordre des Palmes académiques

### À Madame le médecin-chef des services hors classe Catherine CRÉACH nom d'usage THIOLET

**Directrice-adjointe de l'École du Val-de-Grâce**

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Officier dans l'Ordre National du Mérite

**À L'HÔPITAL D'INSTRUCTION DES ARMÉES  
CLERMONT TONNERRE**

**À Monsieur le Médecin Général Inspecteur Rémi MACAREZ**  
**Médecin-chef de l'Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre**

Praticien certifié des hôpitaux des armées

Officier de l'ordre national de la légion d'honneur

Officier de l'ordre national du mérite

**À Monsieur le Médecin en Chef Renaud DULOU**

**Médecin-chef adjoint**

**de l'Hôpital d'instruction des Armées Clermont Tonnerre**

Professeur agrégé de l'Ecole du Val de Grâce

Chevalier dans l'ordre national de la légion d'honneur

Chevalier dans l'ordre national du mérite

## **À NOTRE PRÉSIDENT DU JURY**

### **Monsieur le Professeur Frédéric DUBRANA**

Professeur des universités - Praticien hospitalier

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie

Chef de service Chirurgie orthopédique

Centre Hospitalier Universitaire de Brest

*Vous nous faites l'honneur de présider le jury de cette thèse. Pour l'intérêt que vous portez à ce travail, nous vous remercions. Veuillez accepter notre reconnaissance et soyez assuré de notre profond respect.*

## **À MA DIRECTRICE DE THÈSE**

### **Madame le Médecin en Chef Hélène BISSERIEUX**

Praticien certifié des hôpitaux des armées

Spécialiste de Médecine Physique et de Réadaptation

Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre

*Merci de m'avoir guidé dans la réalisation de cette thèse. Je te remercie pour ta disponibilité et ta gentillesse. Ton aide et tes encouragements m'ont beaucoup aidé. Travailler avec toi a été un plaisir. Je te remercie sincèrement.*

## **À MON CO-DIRECTEUR DE THÈSE**

### **Monsieur le Professeur Olivier RÉMY-NÉRIS**

Professeur des universités - Praticien hospitalier

Professeur de Médecine Physique et de Réadaptation

Chef de service Médecine Physique et de Réadaptation

Centre Hospitalier Universitaire de Brest

*Merci de nous avoir accompagnées pour ce travail. Nous vous remercions pour votre disponibilité et vos conseils. Soyez assuré de mon profond respect.*

## **AUX MEMBRES DE NOTRE JURY**

### **Monsieur le Professeur Serge TIMSIT**

Professeur des universités - Praticien hospitalier

Professeur de Neurologie

Chef de service Neurologie

Centre Hospitalier Universitaire de Brest

*Vous nous faites l'honneur de votre présence dans ce jury de thèse, nous vous remercions pour l'intérêt porté à ce travail. Veuillez recevoir ma considération.*

### **Monsieur le Médecin en Chef Florent MARCHANDOT**

Praticien des hôpitaux des armées

Service d'Accueil des Urgences

Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre

*Merci de l'honneur que vous nous faites en siégeant dans le jury de cette thèse. Je vous remercie pour votre bienveillance. Soyez assuré de mon profond respect.*

### **À Fabien,**

*Merci de m'avoir soutenue tout au long de ce travail. Je te remercie de croire en moi et de me pousser un peu plus chaque jour. Tout simplement merci pour le bonheur que tu m'apportes au quotidien.*

### **À mes parents, mon frère,**

*Merci de m'avoir accompagnée pour être là aujourd'hui. Merci pour les valeurs que vous m'avez transmises, j'espère les honorer le plus longtemps possible.*

### **À Martine, Patrick, Guillaume,**

*Merci de m'avoir accueillie avec tant de gentillesse. Merci de nous accompagner, merci pour votre soutien. Enfin, merci pour vos relectures précieuses.*

### **À mes amis,**

*Marie, Amélie, parce que nous continuons à grandir ensemble malgré la distance. Barbara, Victoria, Claire A pour votre joie de vivre. Andréa, Mathilde, Laura, Amandine, j'espère que d'autres belles aventures nous attendent. Claire B, Alexandra, Kelly, pour nos fous rires.*

### **À mes co-internes,**

*Merci de m'avoir permis de m'épanouir à vos côtés. Arnaud, merci pour ton soutien et nos footings. Agathe, Jessyca, Romain, Thibault, Antoine, Adrien, merci pour cet internat que nous partageons. Merci à Rose, David, Victor, Daphné, j'espère que nous nous recroiserons !*

### **Aux médecins de l'HIA Clermont Tonnerre,**

*Merci à Gwénohé, Benoit, Emilie, Florence, Nicolas, Zoé, Sabine, merci pour tout ce que vous m'avez appris. Votre disponibilité, votre envie de nous transmettre, j'espère être à la hauteur du dévouement dont vous faites preuve.*

*Merci aux médecins des urgences, pour votre bienveillance, votre envie de nous transmettre.*

*Merci aux médecins d'unité qui nous accompagne en garde. Merci de votre gentillesse.*

### **Aux équipes paramédicales de l'HIA Clermont Tonnerre,**

*Merci pour vos sourires, votre joie de vivre. Merci de m'avoir accompagné dans mes premiers pas d'interne. Travailler à vos côtés est un réel plaisir.*

# Table des matières

---

<b>RESUME.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>I - INTRODUCTION .....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>II – MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>- 22 -</b>
A – SUJETS.....	- 22 -
B – PROGRAMME DE REEDUCATION ET IMAGERIE MENTALE.....	- 24 -
C – EVALUATION DE LA RECUPERATION DE LA CHEVILLE TRAITEE.....	- 26 -
D – CRITERES DE JUGEMENT POUR LA FAISABILITE .....	- 27 -
<b>III – RESULTATS.....</b>	<b>- 29 -</b>
A – POPULATION.....	- 29 -
B – EVALUATION DE LA RECUPERATION DE LA CHEVILLE TRAITEE.....	- 30 -
C – RESULTATS DES CRITERES DE JUGEMENT POUR LA FAISABILITE .....	- 31 -
<b>IV – DISCUSSION .....</b>	<b>- 34 -</b>
A – À PROPOS DU PROTOCOLE.....	- 34 -
1 - <u>chronologie de prise en charge</u> .....	- 34 -
2 - <u>critères d’inclusion et critères d’exclusion</u> .....	- 35 -
3- <u>évaluation de la capacité d’IM</u> .....	- 36 -
4- <u>modalités de pratique de l’IM proposée aux patients</u> .....	- 37 -
5- <u>tests</u> .....	- 40 -
B – FAISABILITE .....	- 42 -
1- <u>recrutement</u> .....	- 42 -
2- <u>observance</u> .....	- 43 -
3- <u>adhésion</u> .....	- 44 -
C – PROTOCOLE D’ETUDE PROSPECTIVE CONTROLEE RANDOMISEE .....	- 45 -
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>- 49 -</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>- 51 -</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>- 56 -</b>

## Résumé

---

**INTRODUCTION :** L'entorse de cheville du ligament collatéral latéral est un traumatisme fréquent, elle engendre des frais directs et indirects importants. L'immobilisation fonctionnelle et la rééducation en kinésithérapie correspondent au traitement recommandé en cas d'entorse de stade II. L'imagerie mentale (IM) consiste à s'imaginer une action sans exécution physique. Elle est utilisée par les sportifs en entraînement et en compétition. Elle semble être intéressante dans le traitement de l'entorse de cheville chez le sportif mais n'a été pas évaluée dans la population générale.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la faisabilité d'un protocole d'IM associée à la kinésithérapie afin d'aboutir à la rédaction d'un protocole d'étude contrôlée randomisée comparant cette prise en charge à la kinésithérapie seule après entorse du ligament collatéral latéral de cheville de stade II.

**MATÉRIEL ET MÉTHODE :** Les patients étaient inclus au cabinet de kinésithérapie à moins de 7 jours d'une entorse de cheville de stade II. L'IM était réalisée à chaque séance de kinésithérapie. Une évaluation des capacités de la cheville était réalisée à 6 semaines du traumatisme. Les critères de jugement étaient le taux de recrutement, l'observance, la bonne réalisation des tests d'évaluation et l'adhésion des patients et kinésithérapeutes.

**RÉSULTATS :** Trois patients ont été inclus. Le mode de recrutement a été le principal problème. La mise en œuvre de l'IM fut facile. Les patients et les kinésithérapeutes étaient satisfaits de leur participation.

**CONCLUSION :** Le protocole d'étude semble acceptable et réalisable, bien que le nombre de patients inclus soit faible. L'inclusion des patients par les médecins des urgences permettra un meilleur recrutement sans retarder le délai de traitement. Une étude contrôlée, randomisée comparant l'IM associée à la rééducation et rééducation seule est proposée. L'entorse de cheville étant une pathologie courante chez les sujets jeunes sportifs, l'intérêt pour les armées pourrait être grand.

## Abstract

---

Lateral ligament ankle sprain is a frequent trauma generating direct and indirect costs. Functional ankle immobilization and physiotherapy rehabilitation is the recommended treatment for a grade II ankle sprain recovery. Mental imagery (MI) involves envisioning a non-invasive physical treatment. MI is already used by athletes in their training and competition with proven benefits but has never been assessed within the global population.

The objective is to evaluate the feasibility of a MI protocol associated together with physiotherapy treatment in order to lead to the draft-writing of a trial protocol comparing this combined treatment vs. stand-alone standard physiotherapy treatment on a lateral ligament ankle sprain injured population simple.

Patients on-boarded the physical therapy clinic within 7 days of their stage II ankle sprain. MI has been practiced combined to each and every physiotherapy session. Evaluation of ankle recovery has been performed after 6 weeks after trauma. Evaluation criteria's were the recruitment rate, compliance, evaluation tests progress, patients and physiotherapists adherence.

Three patients have been included. The recruitment method has been the main faced issue. MI implementation has been easy, and both patients and physiotherapists were satisfied.

Although the restricted patient population included, the study protocol seems to be suitable and viable. The protocol approval and usage by emergency physicians'practicians will allow earlier ankle injury treatment. A trial comparing combined MI and rehabilitation treatment vs. stand-alone rehabilitation needs now to be performed. Ankle sprain is a common pathology in young athletes' population, and armies can also find here a common interest.

# I - Introduction

---

Deux millions d'euros, c'est le coût de santé publique que représente l'entorse de cheville en France, soit environ 6000 cas par jour (1,2). Ce traumatisme implique des frais directs et des frais indirects tel que l'absentéisme. Ces coûts sont donc un fardeau pour la société et le traitement des entorses de cheville est un moyen de diminuer ce fardeau en assurant un retour à l'emploi le plus précoce possible. Il y a donc un intérêt à rechercher les moyens d'optimiser la rééducation. C'est dans cette optique que cette étude a été pensée. La rééducation de l'entorse de cheville est une pratique courante des masseurs-kinésithérapeutes (MK) en ambulatoire. En 2007, Christakou(3) a montré un effet bénéfique significatif de l'imagerie mentale (IM) sur l'endurance musculaire chez des athlètes âgés de 18 à 30 ans en cours de rééducation fonctionnelle pour une entorse de cheville de stade II. Son utilisation lors des séances de kinésithérapie pourrait peut-être aussi améliorer la récupération fonctionnelle.

D'après Malouin(4), l'IM consiste à s'imaginer une action sans l'exécuter physiquement. Elle est utilisée dans le sport pour améliorer les performances, favoriser l'apprentissage, poursuivre l'entraînement en cas de blessure(5). En rééducation, la pratique de l'IM est plus connue et répandue dans la prise en charge de l'hémiplégie. Elle est recommandée en complément de la rééducation motrice en phase chronique après un accident vasculaire cérébral (AVC) par la Haute Autorité de Santé (HAS)(6). Elle permet notamment de faciliter le réapprentissage de tâches motrices et le transfert des améliorations acquises dans de nouveaux

environnements(7). Plusieurs études ont déjà démontré un effet de l'IM en rééducation orthopédique. En 2009, Stenekes et al.(8), retrouvent un effet significatif de l'IM dans la préparation du mouvement et une absence d'influence sur la force motrice. Puis en 2012, Lebon et al.(9) ont montré une diminution significative de la douleur et une augmentation plus importante significative de l'activité musculaire à l'électromyographie dans le groupe IM par rapport au groupe contrôle dans la rééducation après reconstruction du ligament croisé antérieur. En utilisant l'IM, la thérapie par miroir et la discrimination droite/gauche, Dilek et al.(10) obtiennent des effets bénéfiques pour contrôler la douleur, améliorer la force de préhension et augmenter les fonctions des membres supérieurs aux premiers stades de la rééducation d'une fracture du radius distal.

Héту et al.(11) démontrent dans une méta-analyse que l'IM active les régions cérébrales qui sont connues pour jouer un rôle lors de l'exécution réelle du mouvement. Lafleur et al.(12) ont montré par tomographie à émissions de position (TEP) que la pratique de l'IM active des zones cérébrales similaires au mouvement exécuté. Plusieurs études retrouvent cette équivalence anatomo-fonctionnelle(13,14) notamment via imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. L'IM aurait également un impact sur la plasticité cérébrale ; une augmentation de l'activité cérébrale a déjà été enregistrée dans le système cortico-cérébelleux et le cortex orbito-fronto-médian(15) chez des patients en bonne santé en utilisant l'IM avec une perspective interne. L'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne et des potentiels moteurs évoqués a montré une activation de M1 et de la voie cortico-motrice(16) en IM comme c'est le cas lors des mouvements exécutés. Plus généralement, l'IM entraîne une facilitation de l'excitabilité cortico-motrice et une

diminution de l'inhibition intracorticale. Parallèlement, l'IM entraîne une activation du système nerveux végétatif(13), avec une accélération de la fréquence respiratoire et une augmentation de la fréquence cardiaque.

L'IM peut être pratiquée selon différents modes(17) : kinesthésique, haptique, visuel avec une perspective interne ou externe, auditif. En perspective interne le patient est acteur, en perspective externe le patient est observateur. L'IM kinesthésique se pratique à la première personne, elle s'attarde sur le ressenti produit lors d'un mouvement réel. L'IM peut être réalisée en combinant plusieurs modes. La pratique de l'IM peut se faire seule ou couplée à d'autres types d'interventions(17,18). Elle peut notamment être couplée à l'entraînement physique sur des sessions distinctes, ou couplée à l'entraînement physique sur les mêmes sessions. La pratique de l'IM sur les mêmes sessions que la pratique physique est favorable à une bonne corrélation temporelle (chronométrie) ainsi qu'une meilleure vivacité et meilleure sensation kinesthésique de l'image produite comme le rappelle Malouin(18) dans sa revue de la littérature.

Les capacités d'IM sont variables d'un individu à un autre. Plusieurs méthodes existent afin de les évaluer et de s'assurer que les patients sont capables de pratiquer l'IM(19). Les mesures les plus simples à mettre en place sont indirectes, comme notamment la rotation mentale avec le test de latéralité, la chronométrie mentale et les questionnaires(20,21). La rotation mentale consiste à faire tourner mentalement une image en deux ou trois dimensions, le temps mis pour répondre est mesuré(22). La chronométrie consiste à s'assurer de la corrélation du temps entre le mouvement exécuté et le mouvement imaginé(23). Les questionnaires comportent

des exercices que le patient doit réaliser puis il répond à des questions d'auto-évaluation.

L'entorse du ligament latéral de la cheville est un traumatisme courant. Le diagnostic est clinique, l'échographie peut être utilisée en cas de doute. Plusieurs classifications existent pour en définir la gravité. La définition du stade de gravité se fait lors de l'évaluation clinique aux alentours du cinquième jour(24) après le traumatisme. Une entorse de stade II(1) est une entorse de gravité moyenne dont le traitement repose sur le port d'une attelle semi-rigide(25). L'immobilisation induite provoque une diminution de l'excitabilité cortico-motrice(26), une altération des représentations cognitives du membre avec un ralentissement des processus sensitivo-moteurs(27,28). Intégrer l'IM à la rééducation d'un membre immobilisé pourrait peut-être diminuer ces effets car cette technique facilite l'excitabilité cortico-motrice(12). Obtenir de meilleurs résultats en fin de rééducation serait ainsi possible.

En 2007, Christakou(3), montre un effet bénéfique de l'IM sur l'endurance musculaire chez des athlètes âgés de 18 à 30 ans en cours de rééducation après une entorse de cheville de stade II . L'entorse de cheville de stade II était confirmée par échographie au cinquième jour après le traumatisme. Les patients ont été randomisés en deux groupes, un groupe test et un groupe témoin de 10 patients chacun. La rééducation a commencé 7 à 8 jours après le traumatisme initial. Les patients du groupe test ont eu 3 séances par semaine d'IM de 60 minutes pendant les 4 semaines de rééducation. Afin d'évaluer l'efficacité de l'IM, les patients ont passé des tests pour une évaluation de l'endurance musculaire avec le heel-rise test, le toe-rise test, et le walking down a staircase test. Ils ont passé des tests

fonctionnels avec le single leg hop for distance (SLHD) et le single leg hop for time (SLHT). La proprioception a été évaluée avec une plateforme dynamique Biodex Stability System. Le Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ) a permis d'évaluer les capacités d'IM. L'IM a été pratiquée en rééducation avec le thérapeute et au domicile entre les séances faites en rééducation. Les patients ayant suivi le protocole avec l'IM ont obtenu de meilleurs résultats concernant l'endurance musculaire de manière significative,  $p < 0.012$ , en comparaison au groupe témoin pour le heel-rise test et le toe-rise test. Les scores au single leg hop for time étaient meilleurs chez les patients test mais de manière non significative. Ces résultats sont encourageants, mais Christakou n'a pas réussi à démontrer un meilleur résultat fonctionnel. D'autre part, elle n'a étudié que des sportifs qui ont déjà une pratique de l'IM dans le sport. Il est donc possible que l'utilisation de l'IM lors des séances de kinésithérapie améliore la récupération fonctionnelle, mais cela reste à démontrer.

Thomas Rulleau et Lucette Toussaint(21) résument les principales indications de l'IM, ils évoquent l'immobilisation par un plâtre ou par une attelle. Dans le cadre d'une entorse de cheville, le traitement recommandé comporte le port d'une attelle semi-rigide selon le stade de l'entorse(1). L'IM est une technique de rééducation avec un très faible coût puisqu'elle ne nécessite pas de matériel. Il paraît donc intéressant d'évaluer l'IM au cours de la rééducation de l'entorse de cheville au sein de la population générale et non seulement des jeunes sportifs comme Christakou l'a étudié. D'autre part, depuis 2006, les recherches concernant la pratique de l'imagerie mentale se sont développées et de nouveaux cadres ont été définis.

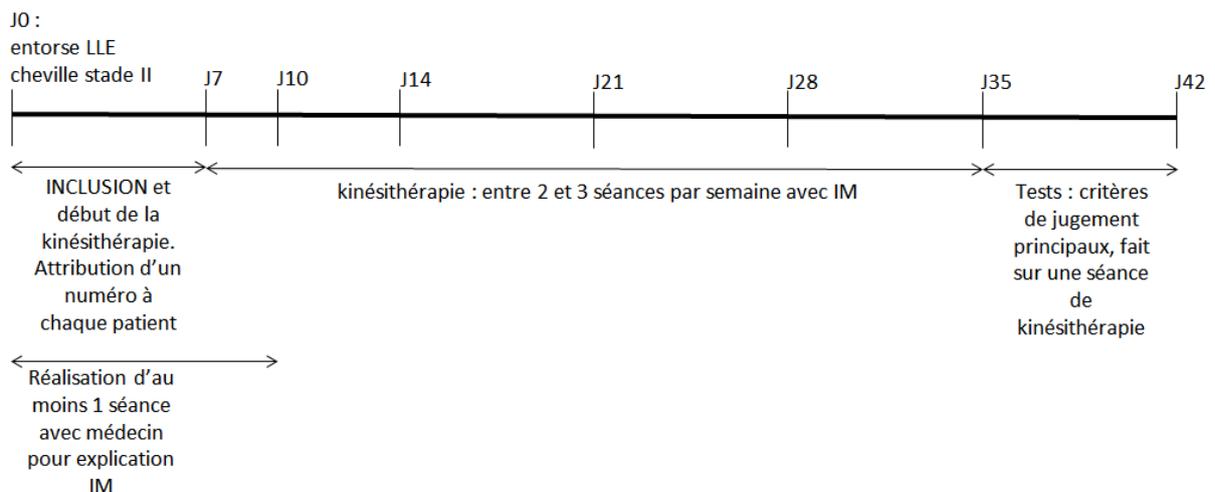
Cette étude a pour but de tester la faisabilité d'un protocole d'imagerie mentale pratiquée lors des séances de kinésithérapie au cours de la rééducation de l'entorse de cheville de stade II au sein de la population générale. Elle permettra la rédaction d'un protocole d'étude prospective contrôlée randomisée évaluant l'effet de la pratique de l'IM couplée à la kinésithérapie comparée au traitement de référence, la kinésithérapie seule.

## II – Matériel et méthode

---

Le protocole a été présenté au comité d'éthique de l'Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre le 19 décembre 2017.

Le recrutement des patients a été effectué au sein d'un cabinet de kinésithérapie de Brest du 1<sup>er</sup> janvier 2018 au 31 mai 2018. Quatre des cinq kinésithérapeutes du cabinet ont acceptés de participer à l'étude. Le protocole proposé a évolué en fonction des problèmes rencontrés.



**Figure 1 :** schéma du protocole d'IM

### *A – sujets*

Le recrutement des patients éligibles s'est fait parmi les patients consultant au cabinet de kinésithérapie pour la rééducation d'une entorse de cheville.

Les critères d'inclusion étaient :

- âge entre 16 et 55 ans,
- diagnostic d'entorse du ligament latéral externe de la cheville droite ou gauche de stade II clinique,
- traumatisme initial datant de 7 jours ou moins,
- traitement par attelle type AIRCAST® pour une durée supérieure ou égale à 10 jours ou par chaussure de marche type BOTIMED®,
- consentement éclairé et écrit du patient.

Les critères d'exclusion étaient :

- majeur sous régime de protection légale ou hors d'état d'exprimer son consentement (article L-1121-8 du Code de Santé Publique), personne privée de liberté ou hospitalisée sans consentement (article L-1121-6 du Code de Santé Publique)
- antécédent de pathologie psychiatrique,
- antécédent de pathologie neurologique,
- antécédents chirurgicaux comprenant au moins une chirurgie du pied ou de la cheville,
- IMC supérieur ou égal à 30,
- grossesse en cours ou désir de grossesse,
- impossibilité de faire une rééducation avec un kinésithérapeute,
- antécédent de 3 entorses ou plus depuis 1an sur la cheville traumatisée.

Lors de la première séance de kinésithérapie les patients étaient examinés par le kinésithérapeute puis les patients candidats à l'inclusion recevaient une

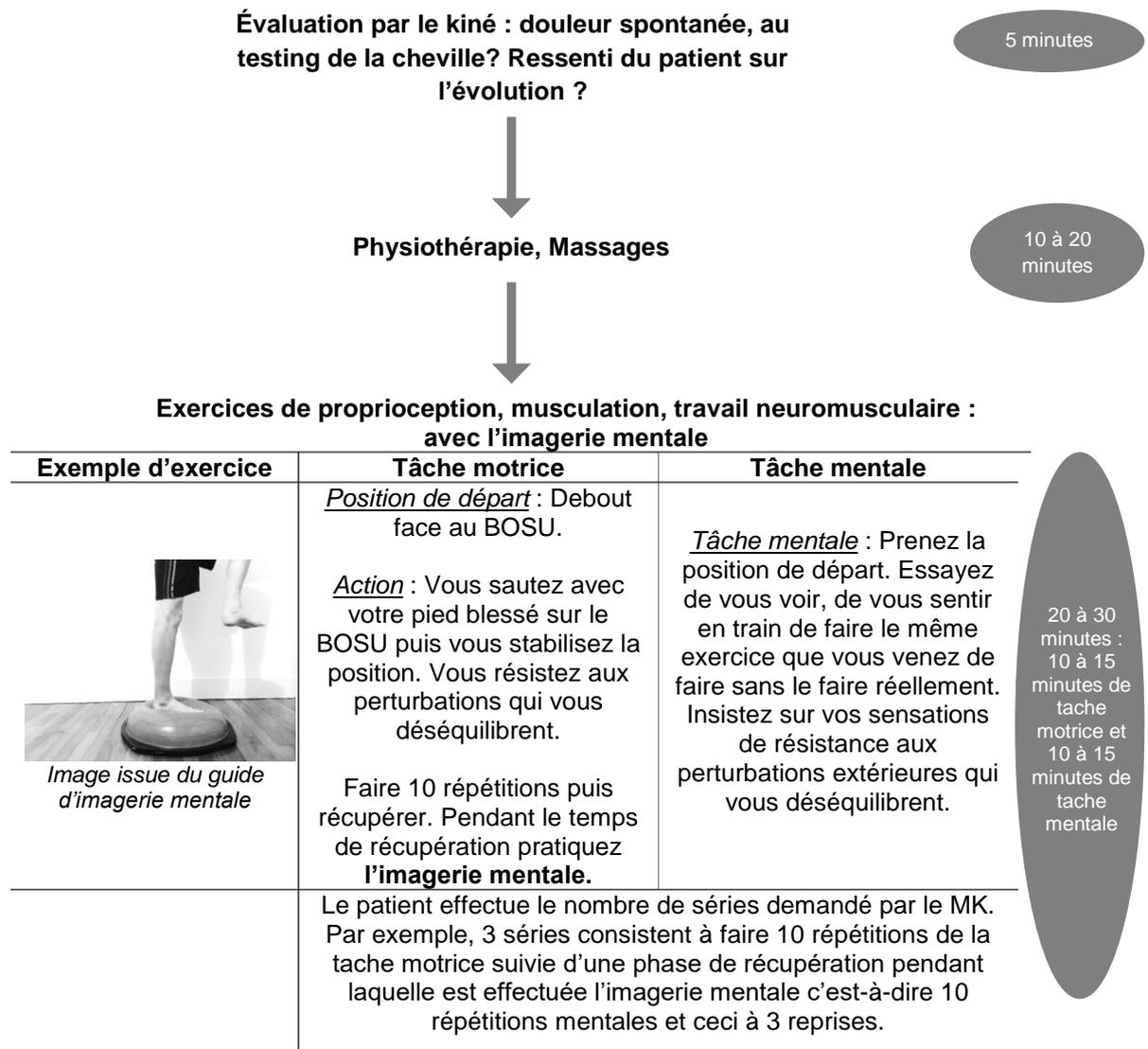
information orale de la part du masseur-kinésithérapeute (MK) et une fiche d'information (annexe1).

Lors de la deuxième séance de kinésithérapie, les patients ont donné ou non leur accord pour participer à l'étude. Ils ont rencontré le médecin qui leur a présenté l'étude. Ils ont renseigné un formulaire de consentement éclairé, signé par le ou les représentants légaux pour les mineurs.

### *B – programme de rééducation et imagerie mentale*

Les patients ont reçu des explications sur l'imagerie mentale par le médecin. Ils ont passé un questionnaire évaluant leur capacité d'imagerie mentale, la traduction validée du Mouvement Imagery Questionnaire – Revised second version (MIQ-RS)(29). Un guide d'imagerie mentale leur a été remis et une éducation a été réalisée visant à favoriser une pratique d'imagerie mentale kinesthésique.

Les patients ont effectué entre deux et trois séances de kinésithérapie par semaine. Lors de chaque séance, il était demandé aux patients de pratiquer l'imagerie mentale. Les séances étaient alors composées de phases de rééducation classique avec activité motrice et sur les temps de récupération, les patients devaient réaliser l'imagerie mentale correspondant à l'exercice moteur réalisé précédemment (figure 2).



**Figure 2** : Déroulement d'une séance de kinésithérapie avec imagerie mentale

Les patients ont été revus à la sixième semaine du traumatisme initial avant leur séance de kinésithérapie pour l'évaluation de la cheville.

## *C – Evaluation de la récupération de la cheville traitée*

L'évaluation était réalisée au cours de la sixième semaine après le traumatisme initial. Quatre tests étaient réalisés :

- un test proprioceptif, test d'équilibre unipodal. Le but est de tenir le plus longtemps possible en appui unipodal les yeux fermés, pied nu sur le sol, l'objectif étant d'atteindre 30 secondes, 3 tentatives sont possibles. Le nombre d'échecs est analysé ;
- un test d'endurance musculaire, heel rise test. Le but est de se hisser sur les pointes de pied puis reposer le talon au sol un maximum de fois en appui monopodal pendant 30 secondes. La pointe de pied ne devait pas bouger. Le test a été réalisé à gauche et à droite. La différence du nombre de répétitions entre la cheville saine et la cheville traitée a été calculée ;
- un premier test fonctionnel, SLHD : saut unipodal le plus loin possible sans déséquilibre, la distance était mesurée en centimètre à l'aide d'un mètre rouleau à partir de la latte de départ jusqu'à la partie postérieure du pied du patient. Les patients ont fait trois sauts pour chaque pied. La meilleure distance a été retenue. Puis la différence entre la cheville saine et la cheville traitée a été calculée et analysée ;
- un deuxième test fonctionnel, SLHT. Le but est de parcourir sur un pied le plus rapidement possible une distance de 6 mètres représentée par deux lattes au sol sans déséquilibre. Les patients étaient chronométrés à l'aide d'un chronomètre standard manuel déclenché et arrêté par le médecin. Le temps était mesuré en seconde au dixième près. Les patients ont fait trois passages pour chaque pied.

Le meilleur temps pour chaque côté a été retenu. Puis la différence entre la cheville saine et la cheville traitée a été calculée.

### *D – Critères de jugement pour la faisabilité*

Le taux de recrutement a été calculé : (Nombre de patients traités pour entorse de cheville sur la période/Nombre de sujets inclus) x100.

La réalisation effective de l'imagerie mentale pendant les séances de kinésithérapie était appréciée grâce à une fiche d'observance que le patient devait remplir à chaque séance. L'observance était jugée comme bonne si plus de 80% des séances étaient accompagnées de l'IM, et excellente si 90% l'étaient.

La bonne réalisation des tests d'évaluation était vérifiée et l'évaluateur notait les difficultés rencontrées dans leur réalisation : problème de matériel, adéquation avec la phase de rééducation.

L'acceptabilité et l'adhésion au protocole des patients et kinésithérapeutes étaient évaluées par questionnaire. Il comportait quatre questions avec réponse selon échelle de Likert en 5 points et une question ouverte. Les questions ont abordé les thèmes suivants :

- pour l'adhésion :
  - avoir apprécié participer,
- pour l'acceptabilité :
  - la contrainte que pouvait représenter la pratique de l'imagerie mentale,
  - participer à nouveau à ce protocole,
- la sensation du bénéfice de l'imagerie mentale,
- commentaires libres.

A la fin du protocole les MK ont répondu à un questionnaire afin de connaître leur avis sur le protocole. Le questionnaire était composé de cinq questions avec des réponses guidées type échelle de Likert et une question ouverte. Les questions ont abordé les thèmes suivants :

- pour l'adhésion :
  - avoir apprécié participer,
  - la recommandation de cette pratique,
- pour la faisabilité :
  - la modification de la durée des séances de kinésithérapie,
  - les difficultés rencontrées,
- pour l'acceptabilité :
  - participer à nouveau à ce protocole,
- commentaires libres.

L'acceptabilité et l'adhésion étaient considérées comme correctes si les réponses aux questions étaient « tout à fait d'accord » ou « plutôt d'accord » (sauf pour la contrainte où la réponse devait être « pas du tout d'accord » et « plutôt pas d'accord »).

Le protocole a été modifié en fonction des problèmes rencontrés au cours du déroulement de l'étude de faisabilité.

### III – Résultats

---

#### *A – population*

Sept patients ont rempli les critères d'inclusion. Parmi eux, 4 patients ont été exclus : un avait des antécédents médicaux comprenant des pathologies neurologiques, un avait un IMC supérieur ou égal à 30, deux avaient eu 3 entorses ou plus depuis moins d'un an sur la cheville blessée.

Trois patients ont été inclus : deux hommes âgés de 17 ans chacun et une femme âgée de 23 ans. Un homme était un sportif régulier et pratiquait le rugby, il utilisait l'imagerie mentale lors de la pratique du rugby. Les deux autres patients n'étaient pas sportifs réguliers et n'avaient jamais pratiqué l'imagerie mentale.

Concernant l'évaluation de la capacité d'imagerie mentale, les 3 patients ont réalisé le questionnaire d'imagerie mentale MIQ-RS. Ils ont répondu à 14 questions dont 7 questions relatives à l'imagerie kinesthésique et 7 relatives à l'imagerie visuelle. Un score moyen allant de 1 à 7 a été obtenu pour chaque modalité d'imagerie, un score plus élevé représentant une meilleure capacité d'IM dans la modalité testée. Un des questionnaires a été perdu. Le patient 2 a eu un meilleur score en imagerie kinesthésique et le patient 3 a eu un meilleur score en imagerie visuelle (tableau 1).

**Tableau 1** : Score du questionnaire MIQ – RS

	Patient 1	Patient 2	Patient 3
Imagerie mentale kinesthésique	NK	5,71	4,86
Imagerie mentale visuelle	NK	5,43	5,71

*NK : Not Known*

### *B – Evaluation de la récupération de la cheville traitée*

Single leg hop for distance : la différence de la meilleure distance parcourue avec le pied sain était entre 0 cm et 11 cm plus importante qu'avec le pied traité (tableau 2).

**Tableau 2** : Résultats Single leg hop for distance

		Patient 1		Patient 2		Patient 3	
		CG	CD *	CG	CD*	CD	CG*
Distance (en cm)	Tentative 1	81	<b>73</b>	106	<b>93</b>	61	<b>47</b>
	Tentative 2	80	<b>72</b>	107	<b>108</b>	58	<b>48</b>
	Tentative 3	91	<b>80</b>	108	<b>103</b>	72	<b>64</b>
Meilleure distance		91	<b>80</b>	108	<b>108</b>	72	<b>64</b>
Différence distance (Cheville Saine-Traitée)		11		0		8	

*CG : cheville gauche, CD : cheville droite, \* : traitée*

Test d'équilibre unipodal : deux des trois patients sont parvenus à maintenir la position 30 secondes à la première tentative sur chaque pied. Un patient a fait un échec sur le pied sain et 3 échecs sur le pied traité.

Heel rise test : un patient a fait plus de répétitions du côté traité par rapport au côté sain et deux patients ont fait moins de répétitions du côté traité par rapport au côté saint (tableau 3).

**Tableau 3** : Résultats Heel rise test

	Patient 1		Patient 2		Patient 3	
	CG	CD *	CG	CD *	CD	CG *
Nombre de répétitions effectuées	26	<b>33</b>	26	<b>24</b>	34	<b>27</b>
Différence de nombre (Cheville Saine-Traitée)	-7		2		7	

CG : cheville gauche, CD : cheville droite, \* : traitée

Single leg hop for time : la différence du meilleur temps réalisé entre le pied sain et le pied traité était négative pour les trois patients (tableau 4).

**Tableau 4** : Résultats Single leg hop for time

		Patient 1		Patient 2		Patient 3	
		CG	CD *	CG	CD *	CD	CG *
Temps (en seconde, au dixième près)	Tentative 1	2,99	<b>3,60</b>	1,45	<b>1,50</b>	3,37	<b>4,38</b>
	Tentative 2	2,88	<b>3,10</b>	1,66	<b>1,79</b>	3,19	<b>4,94</b>
	Tentative 3	2,48	<b>2,53</b>	1,98	<b>1,94</b>	3,28	<b>4,53</b>
	Meilleur temps	2,48	<b>2,53</b>	1,45	<b>1,50</b>	3,19	<b>4,38</b>
Différence (Cheville Saine-Traitée)		-0,05		-0,05		-1,19	

CG : cheville gauche, CD : cheville droite, \* : traitée

### C – Résultats des critères de jugement pour la faisabilité

Le taux de recrutement était de 5%. (Nb de patients traités pour entorse de cheville sur la période/Nb de sujets inclus) x100 = (3/60)x100 = 5%

L'observance n'a pas pu être mesurée grâce aux fiches d'observance qui ont été perdues, bien que remplies, selon les patients. L'évaluation subjective des patients décrit une observance jugée bonne.

Tous les tests d'évaluation de la cheville ont pu être réalisés pour les 3 patients et ont semblé être adaptés à leur niveau de récupération. Dans leur réalisation, le chronométrage manuel a paru à l'examineur moyennement précis pour le single leg hop for time.

L'acceptabilité et l'adhésion au protocole par les patients étaient correctes (tableau 5).

**Tableau 5** : Réponses au questionnaire patient

Question	Réponse	Nombre de réponse
1-Avez-vous apprécié participer?	Tout à fait d'accord	1
	Plutôt d'accord	2
	Ni d'accord ni pas d'accord	0
	Plutôt pas d'accord	0
	Pas du tout d'accord	0
2-La pratique de l'imagerie mentale est-elle contraignante?	Tout à fait d'accord	0
	Plutôt d'accord	0
	Ni d'accord ni pas d'accord	0
	Plutôt pas d'accord	3
	Pas du tout d'accord	0
3-Si un protocole du même type vous était proposé, le referiez-vous?	Tout à fait d'accord	1
	Plutôt d'accord	2
	Ni d'accord ni pas d'accord	0
	Plutôt pas d'accord	0
	Pas du tout d'accord	0
4-Avez-vous la sensation que cette pratique a été bénéfique pour vous?	Tout à fait d'accord	0
	Plutôt d'accord	2
	Ni d'accord ni pas d'accord	1
	Plutôt pas d'accord	0
	Pas du tout d'accord	0

Deux patients n'ont pas laissé de commentaire, un patient a déclaré que le protocole n'était pas contraignant, qu'il avait été intéressant de participer et qu'il avait hâte de connaître les résultats.

L'acceptabilité et l'adhésion au protocole des MK étaient correctes (tableau 6). La mise en œuvre du protocole a posé « pas » ou « peu » de difficultés. Le MK qui a rencontré des difficultés n'a pas laissé de commentaire explicatif. La durée des séances a été « pas » ou « peu » augmentée. La faisabilité appréciée par le MK semble correcte.

**Tableau 6** : Réponses au questionnaire MK

Question	Réponse	Nombre de réponse
1-Avez-vous apprécié participer à cette étude?	Tout à fait d'accord	2
	Plutôt d'accord	1
	Ni d'accord ni pas d'accord	0
	Plutôt pas d'accord	0
	Pas du tout d'accord	0
2-Pensez-vous que la durée des séances de kinésithérapie a été modifiée?	Beaucoup augmentée	0
	Plutôt augmentée	1
	Pas de modification	2
	Plutôt diminuée	0
	Beaucoup diminuée	0
3-Avez-vous rencontré des difficultés suite à la pratique de l'IM?	oui, beaucoup	0
	oui, un peu	1
	non	2
4-Recommenderiez-vous la pratique de l'IM à vos patients?	Tout à fait d'accord	1
	Plutôt d'accord	2
	Ni d'accord ni pas d'accord	0
	Plutôt pas d'accord	0
	Pas du tout d'accord	0
5-Si on vous proposait à nouveau de participer à cette étude, accepteriez-vous?	Tout à fait d'accord	2
	Plutôt d'accord	1
	Ni d'accord ni pas d'accord	0
	Plutôt pas d'accord	0
	Pas du tout d'accord	0

## IV – Discussion

---

Cette étude de faisabilité visait à tester un protocole d'imagerie mentale associée à la kinésithérapie en vue de la mise en place d'une étude contrôlée randomisée avec le traitement de référence comme comparateur : la kinésithérapie seule, dans la rééducation de l'entorse de cheville de stade II.

### *A – À propos du protocole*

#### *1 - chronologie de prise en charge*

La chronologie de prise en charge a été établie initialement afin de respecter un délai de réflexion des patients tout en optimisant la disponibilité du médecin avec une répartition des tâches bien définie entre le MK et ce dernier. La première consultation avec le MK permettait de définir si les patients pouvaient participer à l'étude. Si c'était le cas, ils étaient revus par le médecin lors de la seconde consultation de kinésithérapie pour l'inclusion. Puis la capacité d'IM a été évaluée et les patients ont été éduqués à l'IM avec un guide qu'ils ont gardé ensuite. Un délai de réflexion était ainsi respecté via le délai entre les deux premières consultations de kinésithérapie.

## 2 - critères d'inclusion et critères d'exclusion

Les critères d'inclusion ont été établis afin d'inclure des patients ayant une entorse de stade II selon la classification proposée par Coudert et Raphaël(30). Cette classification clinique a été choisie pour sa simplicité d'utilisation. Cependant l'examen clinique n'est pas toujours corrélé à la gravité des lésions anatomiques observées pour les entorses de stade II(31). Faire réaliser une échographie ou une imagerie par résonance magnétique (IRM) chez les patients pour classifier précisément les entorses aurait impliqué un coût financier par la réalisation des examens ou la sollicitation d'un opérateur formé, et ce n'est pas indiqué en première intention(24). Les patients âgés de moins de 16 ans n'étaient pas inclus afin d'écartier les spécificités liées aux pathologies traumatiques des enfants dues à la croissance osseuse. Les patients de plus de 55 ans n'étaient pas inclus car plus à risque d'une lésion osseuse comme le rappellent les critères d'Ottawa qui recommandent la radiographie chez ces patients-là(32). Les patients ayant des antécédents psychiatriques ou neurologiques n'étaient pas inclus. Exclure ces patients permettait de s'assurer que les capacités d'imagerie mentale ne seraient pas modifiées bien que dans certaines pathologies comme la maladie de Parkinson, il a été démontré qu'elles étaient préservées(33). Les autres critères visaient à s'assurer que les patients puissent réaliser les tests fonctionnels en fin de rééducation sans problème. Les patients qui avaient un indice de masse corporelle (IMC) supérieur ou égal à 30 n'ont pas été inclus. En effet, le poids a un impact sur la condition physique, les tests de la sixième semaine auraient pu être non ou difficilement réalisables du fait du surpoids. Les femmes ayant un désir de grossesse ou en cours de grossesse n'ont pas été incluses par précaution. Les patients ayant plus de 3

antécédents d'entorses dans l'année précédente n'étaient pas inclus car il peut s'agir d'une instabilité chronique. Ils étaient plus à risque de faire une nouvelle entorse(34,35).

### 3-évaluation de la capacité d'IM

La capacité d'imagerie mentale a été évaluée par un questionnaire validé en français, le Movement Imagery Questionnaire – Revised Second version (MIQ-RS)(29). Plusieurs méthodes sont possibles afin d'évaluer les capacités d'imagerie mentale(20). Parmi les plus simples à mettre en œuvre, on retrouve la rotation mentale, la chronométrie mentale et les questionnaires. La rotation mentale et la chronométrie mentale permettent d'obtenir des mesures plus objectives que les questionnaires. Les données issues de ces derniers sont subjectives du fait de l'auto-évaluation du patient. Cependant malgré la nature subjective de cette mesure, de fortes corrélations ont été identifiées entre les scores de vivacité obtenus et les niveaux d'activation cérébrale(20). Williams et al.(36) ont montré que l'amplitude des potentiels évoqués moteurs était associée à une IM kinesthésique plus vive au questionnaire VMIQ-2 (Vividness of Movement Imagery Questionnaire-2). Guillot et al(37) ont montré que les bons imageurs activaient davantage les régions prémotrices pariétales et ventrolatérales en IRM fonctionnelle, connues pour jouer un rôle dans l'apprentissage moteur. Le MIQ-RS permet d'évaluer l'imagerie visuelle et l'imagerie kinesthésique via 7 questions pour chaque modalité. La chronométrie mentale permet d'évaluer les caractéristiques temporelles sans évaluation de la vivacité de l'imagerie. La rotation mentale évalue préférentiellement la vivacité de l'imagerie et correspond à une forme particulière d'IM. Une traduction du MIQ-RS a

été élaborée afin d'évaluer les capacités d'imagerie mentale chez les patients atteints d'une hémiparésie secondaire à un AVC(38). La traduction a été validée après avoir démontré une excellente cohérence interne, une bonne reproductibilité dans le temps chez des patients volontaires en bonne santé. Ce questionnaire est facilement réalisable, il peut être fait par le médecin qui examine le patient à l'inclusion. Le temps nécessaire est relativement court, une vingtaine de minutes. Les réponses aux questions sont sous forme d'échelle de Likert à laquelle est associé un score allant de 1 à 7. Un score moyen évaluant la capacité d'IM visuelle et d'IM kinesthésique(29) est obtenu facilement. Sélectionner les patients en fonction de leur score de capacité d'IM est possible cependant le MIQ-RS ne permet pas de définir des catégories en fonction du score obtenu. Cela impliquerait une sélection à partir d'un seuil défini de manière aléatoire. Il paraît plus intéressant d'inclure les patients sans tenir compte de leurs capacités d'IM puis de réaliser une analyse multivariée.

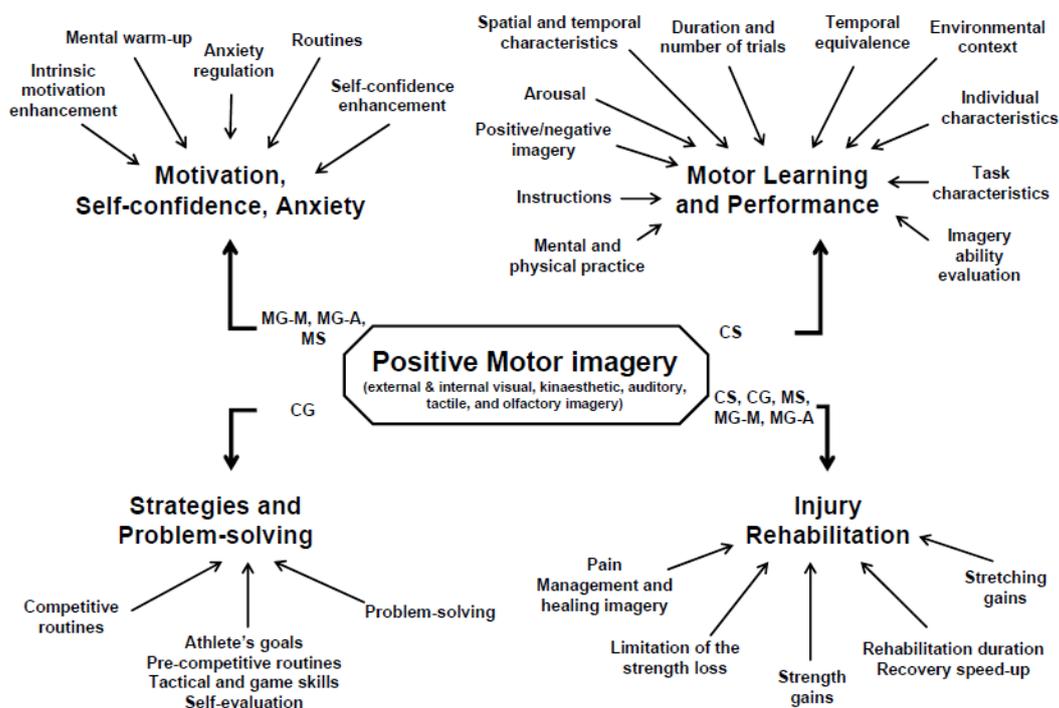
#### 4-modalités de pratique de l'IM proposée aux patients

Le modèle PETTLEP (Physical, Environment, Task, Timing, Learning, Emotion, Perspective)(39) et le Motor Imagery Integrative Model in Sport (MIIMS)(40) ont été utilisés comme cadre afin de structurer la pratique de l'IM. Le modèle PETTLEP a été créé par Holmes et Collins en 2001 pour aider les praticiens dans la pratique de l'IM en donnant un cadre à suivre. Bien que le PETTLEP soit un modèle ancien, il reste cependant pertinent en se basant sur la similitude entre action imaginée et exécutée(41,42). Le MIIMS est un modèle proposé par Guillot et Collet, bien connu par les sportifs. Il date de 2007 et définit 4 types principaux de pratiques (figure 3) :

- apprentissage moteur et performance,

- motivation confiance en soi et anxiété,
- les stratégies et la résolution de problèmes,
- la réhabilitation après blessures.

Concernant ce dernier cadre d'application, deux objectifs se distinguent, la gestion de la douleur et la récupération motrice. La récupération motrice doit suivre les principes de l'IM pour l'apprentissage moteur et la performance. Onze points doivent être respectés concernant l'utilisation de l'IM dans ce cadre. Ils concernent l'association de pratique physique et pratique mentale, les instructions, l'éveil du patient, l'aspect positif de l'IM, les caractéristiques spatiales et temporelles, la durée et le nombre de sessions, l'équivalence temporelle, l'environnement, les caractéristiques individuelles, les caractéristiques de la tâche d'IM et l'évaluation de la capacité d'IM.



**Figure 3:** Modèle MIIMS : 4 catégories et ses composants clés, d'après Guillot et Collet(40)

*CS: cognitive specific; CG: cognitive general; MG-M: motivational general-mastery; MG-A: motivational general arousal; MS: motivational specific.*

Pour favoriser une pratique la plus proche possible des modèles précédents(40,43), le protocole comprenait les éléments suivants :

- les patients pratiquaient l'IM dans les mêmes conditions que celles où l'exercice physique leur était demandé, elle représentait un complément à l'activité physique,
- les patients pouvaient se référer à un guide où la position de départ était identique pour l'IM et l'exécution du mouvement,
- le niveau de compétence était adapté puisque le patient était capable de réaliser les exercices physiquement, ainsi l'IM suivait la progression du patient, l'imagerie réalisée était donc positive,
- le temps de récupération était identique au temps d'exécution physique favorisant ainsi une isochronie,
- lors de l'éducation du patient, le médecin incitait les patients à adopter une IM kinesthésique ou une IM visuelle avec une perspective interne tout en s'adaptant à leurs préférences,
- la durée de pratique de l'IM variait entre 10 et 15 minutes par séances de kinésithérapie (figure 1).

Combiner répétition mentale et motrice permet d'optimiser la rééducation(17,44,45). L'isochronie étant un paramètre non négligeable(17,40,46), il faudrait mettre à disposition des patients une horloge décomptant les secondes, ainsi ils pourraient adapter la durée de l'IM à leur pratique physique. Dans le protocole proposé, les patients étaient incités à adopter une IM kinesthésique ou visuelle interne car ce sont les deux modes les plus adaptés pour améliorer les performances(17,46). Dans une revue de la littérature, Schuster et al.(46) définissent des critères pour une pratique de l'IM la plus efficace possible. L'IM kinesthésique ou visuelle, une

isochronie entre IM et exécution physique ainsi qu'un environnement cohérent sont des aspects favorisant le bénéfice potentiel de l'IM. Dans l'étude de faisabilité présentée, les patients effectuaient une dizaine de séances de rééducation pour une entorse de cheville en général sur 5 à 6 semaines. Le rythme des séances était donc de 2 à 3 par semaine sur 6 semaines. Ainsi les patients ont pratiqué l'IM pendant 8 séances sur 4 à 5 semaines, les deux premières séances permettant la sélection et l'inclusion des patients, ce qui est similaire aux études évaluant l'IM en rééducation orthopédique(47).

### 5-tests

Malheureusement, le faible nombre de patients ne permet pas de dégager une tendance et de vérifier la cohérence des résultats fonctionnels obtenus. Cependant des éléments sont à prendre en compte pour améliorer la qualité des résultats futurs.

Les qualités proprioceptives ont été évaluées par le test de station unipodale. Les patients ont été testés pendant 30 secondes. Il serait intéressant de mesurer le temps maximal maintenu sur chaque pied pour plus de précision(48).

L'endurance musculaire a été évaluée par le heel rise test. Il s'agit d'un test visant à mesurer l'endurance des muscles de la flexion plantaire de la cheville. Ce test permet de différencier des patients sains de patients ayant une excellente récupération et de patients ayant une mauvaise récupération(48).

La récupération fonctionnelle a été évaluée par le SLHD et le SLHT. Ces tests fonctionnels permettent d'évaluer la fonction des membres inférieurs. Ils peuvent être modifiés par divers paramètres, la douleur, le gonflement, la coordination

neuromusculaire, la force musculaire et la stabilité des articulations. Bolga(49) montre que le SLHD est un test avec un coefficient de corrélation intra-classe entre 0.95 et 0.96, témoin d'une excellente reproductibilité. Le SLHT est également un test avec une bonne reproductibilité(50).Le meilleur score était pris en compte afin de diminuer le risque d'erreur dû à l'apprentissage. Les deux tests ont une bonne corrélation(50), la question peut alors se poser de faire réaliser les deux tests. Les mesures réalisées sont simples pour les deux tests. Le SLHD nécessite de mettre en place une marque pour le départ et un mètre ruban pour mesurer la distance, cette mesure est par conséquent précise. Le SLHT nécessite la mise en place de deux marques espacées de 6 mètres et un chronométrage. Dans le cas présent une montre chronomètre manuelle a été utilisée. Cette mesure implique une erreur de mesure potentielle due à son déclenchement par l'examineur. Un chronométrage à l'aide de cellules photoélectriques serait plus précis. Pour l'analyse des données, la meilleure valeur est prise en compte, cela permet de s'affranchir de l'effet d'apprentissage avec des valeurs qui abaisseraient la moyenne ou la médiane. Cela d'autant plus que ce test est réalisé une seule fois, il ne s'agit pas d'évaluer la progression des patients, cas dans lequel la moyenne serait plus intéressante(51).

La simplicité de mise en place et le faible coût du matériel nécessaire pour les quatre tests sont des arguments supplémentaires pour leur choix d'utilisation.

Le test qui sera choisi comme critère de jugement principal pour l'étude contrôlée randomisée est le SLHD. La finalité de l'adjonction de l'IM à la kinésithérapie étant la restauration des capacités antérieures la plus rapide possible, il est important que le critère de jugement principal rende compte de la fonction de la cheville, ce qui est le cas du SLHD. Sa mesure est plus précise que celle du SLHT.

Pour l'interprétation des résultats, il serait intéressant d'avoir connaissance de la jambe dominante des patients. En 2015 Gentili et al.(17) ont montré que l'IM avec le bras dominant a entraîné des améliorations plus importantes de la vitesse de déplacement par rapport à la pratique de l'IM avec le bras non dominant en comparaison au groupe témoin. Un autre facteur perturbateur à prendre en compte pour l'interprétation est la diversité des prises en charges proposées par les MK dans l'entorse de cheville de stade II. Biais qui pourrait être évité par un recrutement et une prise en charge sur l'Hôpital d'Instruction des Armées (HIA), où l'harmonisation des pratiques pourrait être plus aisée.

Il serait intéressant pour le protocole définitif de suivre les patients sur 12 mois afin de savoir si les récurrences d'entorses surviennent de manière indifférente ou non dans le groupe test et le groupe contrôle. L'absence de récurrence d'entorse sur la cheville traitée étant en faveur d'une bonne récupération.

## *B – Faisabilité*

### *1-recrutement*

Le taux de recrutement a été particulièrement faible. Le délai entre le jour du traumatisme et la première consultation s'est révélé trop court, limitant le nombre d'inclusions. La prise en charge en ambulatoire a été un frein au recrutement de patients, du fait du délai entre le traumatisme et l'appel du patient en cabinet pour prendre rendez-vous et du délai entre l'appel et la programmation du rendez-vous. Les plannings des MK étant souvent bien remplis pour la semaine à venir à compter du jour de la prise de rendez-vous. Ce délai a donc été allongé à 12 jours entre le

traumatisme initial et la première séance de kinésithérapie et 16 jours entre le traumatisme et le rendez-vous avec le médecin dès le deuxième patient. Peut-être aurait-il été plus simple de recruter les patients consultant aux urgences de l'HIA avec une entorse de stade II de la cheville et de leur présenter le protocole de rééducation intégrant l'imagerie mentale. Puis s'ils souhaitaient participer, proposer une prise en charge avec les MK de l'HIA sur des créneaux réservés pour cette étude. Cela permettrait d'avoir une prise en charge plus rapide et donc de débiter l'imagerie mentale plus tôt notamment pendant la période d'immobilisation relative, pendant laquelle l'IM pourrait freiner les processus de plasticité cérébrale délétères. Il serait également envisageable d'informer les MK sur l'IM à plusieurs reprises facilement. Néanmoins, cette modification nécessite une information de l'équipe soignante des urgences qui sera le premier contact des patients et qui devra leur proposer de participer à cette étude.

D'autre part, un des facteurs expliquant le faible nombre d'inclusion est l'implication modérée des MK. Par manque de temps, des patients ayant consulté au cabinet ayant une entorse de stade II n'ont pas reçu d'information et l'étude ne leur a pas été proposée. Cela implique une disponibilité importante de l'investigateur principal pour informer régulièrement les MK ou les médecins responsables du recrutement et pour les motiver.

### 2-observance

L'observance n'a pas pu être évaluée grâce aux fiches d'observances remises au patient car aucune de ses fiches n'a été rendue à la fin de l'étude, deux ont été

perdues par les patients et une a été perdue par les MK. Elles sont pourtant un moyen, certes imparfait, de vérifier la bonne réalisation de l'IM. Il ne faut donc pas renoncer à les faire remplir mais elles devraient être conservées dans un classeur au cabinet de kinésithérapie et facilement accessibles au patient qui trouvera sa fiche à chaque séance.

Afin de favoriser l'observance, le guide d'IM a été réalisé sur le modèle de la traduction du questionnaire MIQ-RS(29) avec des exercices standard de rééducation de la cheville (annexe2).

### 3-adhésion

Les patients ont apprécié participer à cette étude et ont manifesté une bonne adhésion à l'IM. Deux patients ont déclaré qu'ils avaient la sensation que cette pratique avait été bénéfique dans leur prise en charge. On retrouve ces mêmes déclarations dans l'étude de Dickstein et al.(52) qui rapportent que malgré l'absence d'amélioration objective de la marche, un groupe de patients hémiplegiques ayant pratiqué l'IM dans le but d'améliorer la marche a eu le sentiment de s'améliorer, sentiment qui s'accompagnait d'une satisfaction et d'une meilleure confiance en soi. C'est également le cas parmi des patients hémiparétiques ayant pratiqué l'IM et dont l'adhésion et l'amélioration subjective ressentie étaient excellentes sans que les résultats objectifs ne soient significatifs(53).

Au-delà de la bonne adhésion à l'IM, les effets psychologiques supposés de l'IM seraient à eux seuls un sujet d'étude.

L'adhésion au protocole de rééducation couplée à l'IM et la faisabilité du point de vue des kinésithérapeutes sont bonnes. Les MK seraient prêts à participer à nouveau à une étude similaire et à recommander cette pratique. Un frein à l'intégration de l'IM dans le protocole de rééducation classique, pourrait être la durée des séances qui peut se retrouver un peu augmentée comme le décrit l'un des MK. Cela impliquerait des séances plus longues mais sans impact majeur pour le MK puisqu'ils ne sont pas exclusivement avec le patient pendant toute la durée de la séance.

### *C – protocole d'étude prospective contrôlée randomisée*

L'ensemble des notions abordées dans cette discussion a permis d'élaborer un protocole de recherche visant à évaluer l'efficacité de l'imagerie mentale dans la rééducation de l'entorse de cheville de stade II (tableau7).

**Tableau 7 : Résumé du protocole**

Titre de la recherche	Etude prospective ouverte randomisée contrôlée évaluant l'imagerie mentale dans la rééducation de l'entorse de cheville de stade II
Mots clés	Imagerie mentale, entorse de cheville, rééducation
Promoteur envisagé	Service de Santé des Armées
Investigateur principal	Médecin Thésé de l'HIA
Co-Investigateurs	Médecins des urgences

Centre	Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre (BREST) : Service d'Accueil des Urgences Centre de Kinésithérapie
Type d'étude	Etude hors produit de santé (HPS)
Design de l'étude	-Monocentrique -Prospective -Contrôlée -Ouverte -Randomisée
Planning de l'étude	-Durée totale : 30 mois -Période de recrutement : 24 mois -Durée de prise en charge par patient : 6 semaines -Durée de suivi par patient : 12 mois
Traitement à l'étude	L'imagerie mentale réalisée lors des séances de kinésithérapie
Traitement de référence	Kinésithérapie seule
Objectif principal	Montrer la supériorité de la rééducation avec imagerie mentale par rapport à la rééducation seule pour l'entorse de cheville de stade II dans la restauration fonctionnelle de la cheville
Objectifs secondaires	Evaluation de la supériorité de la rééducation avec imagerie mentale par rapport à la rééducation seule pour l'entorse de cheville de stade II pour améliorer la proprioception et l'endurance musculaire et diminuer les récives.
Critère de jugement principal	Single leg hop for distance
Critères de jugement secondaires	Appui monopodal, temps maximal maintenu sur chaque pied Heel rise test Single leg hop for time Taux de récive d'entorse ipsilatérale à 12 mois

<p>Critères d'inclusion</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- âge entre 16 et 40 ans</li> <li>- diagnostic d'entorse du ligament latéral externe de la cheville droite ou gauche de stade II clinique</li> <li>- traumatisme initial datant de 7 jours ou moins</li> <li>- traitement fonctionnel par attelle pour une durée supérieure ou égale à 10 jours</li> <li>- consentement éclairé et écrit du patient</li> </ul>
<p>Critères d'exclusion</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- antécédent de pathologie psychiatrique</li> <li>- antécédent de pathologie neurologique</li> <li>- antécédents chirurgicaux comprenant au moins une chirurgie du pied ou de la cheville</li> <li>- IMC supérieur ou égal à 30</li> <li>- impossibilité de faire une rééducation avec un kinésithérapeute</li> <li>- antécédent de 3 entorses ou plus depuis 1an sur la cheville traumatisée</li> <li>- majeur sous régime de protection légale ou hors d'état d'exprimer son consentement (article L-1121-8 du Code de Santé Publique), personne privée de liberté ou hospitalisée sans consentement (article L-1121-6 du Code de Santé Publique)</li> <li>- femme enceinte ou allaitante (article L-1121-5 du Code de Santé Publique)</li> </ul>
<p>Mise en place de l'étude</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- présentation du protocole de recherche aux infirmiers, médecins et internes travaillant au SAU de l'HIA CT</li> <li>- présentation du protocole de recherche aux MK de l'HIA</li> <li>- tous les 3 mois rappel sur le protocole de recherche aux soignants du SAU et aux MK</li> </ul>

Calendrier des différentes visites	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recrutement, information, obtention du consentement signé des patients par les médecins des urgences, puis randomisation, jusqu'à 7 jours après le traumatisme initial</li> <li>- Premier rendez-vous de kinésithérapie, évaluation de la capacité d'imagerie mentale, éducation et remise du guide d'imagerie mentale aux patients du groupe test jusqu'à 12 jours après le traumatisme initial</li> <li>- 2 à 3 séances de kinésithérapie par semaine jusqu'à l'évaluation</li> <li>- Evaluation à la sixième semaine après le traumatisme initial</li> <li>- Appel téléphonique à 12 mois du traumatisme initial</li> </ul>
Nombre de cas prévisionnel	46
Analyse statistique des données	<p>Etude de supériorité</p> <p>46 patients au total après estimation à 30% des perdus de vue, et à partir de 36 patients au total avec 18 dans chaque groupe</p> <p>risque alpha unilatéral de 0.05</p> <p>puissance 1-<math>\beta</math> de 90%, test unilatéral</p>

L'analyse statistique est en intention de traiter et per protocole. L'étude proposée est une étude de supériorité, comparant l'imagerie mentale associée à la kinésithérapie à la kinésithérapie seule. Le nombre de sujets nécessaires a été calculé en faisant l'hypothèse d'une distribution normale des résultats dans la population de l'étude. En prenant l'hypothèse que les tests fonctionnels seront améliorés de 19.3 % dans le groupe traité, comme dans l'étude de Christakou(3), le nombre de sujets par groupe est de 18, soit 36 patients au total. Un test unilatéral a été choisi car une supériorité de la rééducation couplée à l'imagerie mentale par rapport à la rééducation seule est prévue.

## Conclusion

---

Intégrer l'imagerie mentale au sein de la rééducation de l'entorse de cheville de stade II pourrait améliorer le résultat fonctionnel.

L'étude de faisabilité semble montrer que le protocole proposé est acceptable pour les patients et pour les soignants. Les questionnaires reflètent une bonne adhésion des patients et des MK à la pratique proposée. L'IM peut être mise en œuvre facilement du fait de son faible coût et de l'absence de matériel nécessaire. L'étude prospective contrôlée randomisée proposée compare, l'IM associée avec la kinésithérapie, à la kinésithérapie seule dans le traitement de l'entorse du ligament collatéral latéral de cheville de stade II avec pour objectif de mettre en évidence la supériorité de l'IM sur la récupération fonctionnelle. En effet, il n'existe pas d'étude qu'il l'ait montré à ce jour.

La simplicité de la mise en œuvre de l'IM lui donne un fort potentiel d'utilisation en rééducation, puisqu'aucun investissement n'est à prévoir pour pouvoir la proposer aux patients, si ce n'est la formation des personnels.

Les armées pourraient être particulièrement intéressées par l'IM en rééducation orthopédique car les militaires sont une population jeune et sportive qui présente des traumatismes du sport, comme les entorses de cheville. Ces blessures ont un impact opérationnel lié aux arrêts de travail et aux restrictions d'aptitude. Les armées ayant besoin de personnels projetables en opération extérieure, toute méthode visant à accélérer la restauration fonctionnelle et donc le retour au service sans restriction est intéressante, quel que soit le traumatisme. Les armées ont

d'ailleurs développé des Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP) alliant relaxation, sophrologie et imagerie mentale, techniques utilisées avant, pendant et après la mission avec des objectifs d'optimisation des compétences et savoir-faire, de mobilisation des capacités physiques et psychologiques et d'amélioration de la récupération.

L'IM émerge depuis quelques années dans le sport de haut niveau mais il y a un intérêt potentiel à l'utiliser dans le traitement de certaines pathologies orthopédiques. Les études restent à mener pour en déterminer l'effet réel.

## Bibliographie

---

1. VIDAL. Entorse de cheville - La maladie [En ligne]. [https://www.vidal.fr/recommandations/4026/entorse\\_de\\_cheville/la\\_maladie/](https://www.vidal.fr/recommandations/4026/entorse_de_cheville/la_maladie/). Consulté le 6 mars 2018.
2. IRBMS, Institut de recherche du Bien-être de la Médecine et du Sport santé. Entorse de cheville : conduite à tenir et prise en charge [En ligne]. [cité 9 août 2018]. Disponible sur: <https://www.irbms.com/entorse-de-cheville-conduite-a-tenir/>. Consulté le 6 juin 2018.
3. Christakou A, Zervas Y, Lavallee D. The adjunctive role of imagery on the functional rehabilitation of a grade II ankle sprain. *Hum Mov Sci.* 2007;26(1):141-154.
4. Malouin F, Richards CL. Mental practice for relearning locomotor skills. *Phys Ther.* 2010;90(2):240-251.
5. Calmels C. Optimiser le retour de blessure en sport de haut niveau par la simulation mentale du geste sportif. *Réflexion Sport.* 2017;(15):24-57.
6. HAS, Haute Autorité de Santé. Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte. [En ligne]. [https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c\\_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte](https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte). Consulté le 18 janvier 2017.
7. García Carrasco D, Aboitiz Cantalapiedra J. Effectiveness of motor imagery or mental practice in functional recovery after stroke: a systematic review. *Neurología.* 2016;31(1):43-52.
8. Stenekes MW, Geertzen JH, Nicolai J-PA, De Jong BM, Mulder T. Effects of Motor Imagery on Hand Function During Immobilization After Flexor Tendon Repair. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(4):553-559.
9. Lebon F, Guillot A, Collet C. Increased muscle activation following motor imagery during the rehabilitation of the anterior cruciate ligament. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2012;37(1):45-51.
10. Dilek B, Ayhan C, Yagci G, Yakut Y. Effectiveness of the graded motor imagery to improve hand function in patients with distal radius fracture: A randomized controlled trial. *J Hand Ther.* 2018;31(1):2-9.
11. Héту S, Grégoire M, Saimpont A, Coll M-P, Eugène F, Michon P-E, et al. The neural network of motor imagery: An ALE meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2013;37(5):930-949.

12. Lafleur MF, Jackson PL, Malouin F, Richards CL, Evans AC, Doyon J. Motor Learning Produces Parallel Dynamic Functional Changes during the Execution and Imagination of Sequential Foot Movements. *NeuroImage*. 2002;16(1):142-157.
13. Collet C, Di Rienzo F, Guillot A. Corrélats neurophysiologiques de l'imagerie motrice. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2013;82(4):7-19.
14. Jeannerod M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*. 2001;14(1 Pt 2):S103-109.
15. Jackson PL, Lafleur MF, Malouin F, Richards CL, Doyon J. Functional cerebral reorganization following motor sequence learning through mental practice with motor imagery. *NeuroImage*. 2003;20(2):1171-1180.
16. Lebon F, Gueugneau N, Papaxanthis C. Stimulation magnétique transcrânienne et imagerie motrice : corrélats neurophysiologiques de l'action mentalement simulée. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2013;(82):21-30.
17. Ruffino C, Papaxanthis C, Lebon F. Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. *Neuroscience*. 2017;341:61-78.
18. Malouin F, Jackson PL, Richards CL. Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. *Front Hum Neurosci*. 2013;7:576.
19. Heremans E, Vercruyse S, Spildooren J, Feys P, Helsen WF, Nieuwboer A. Evaluation of motor imagery ability in neurological patients: a review. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2013;(82):31-38.
20. Malouin F, Saimpont A, Jackson PL, Richards CL. Optimiser la récupération locomotrice par l'imagerie motrice. *Mov Sport Sci/Sci Mo*. 2013;82(4):129-141.
21. Rulleau T, Toussaint L. L'imagerie motrice en rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*. 1 avr 2014;14(148):51-54.
22. Hoyek N, Collet C, Guillot A. Représentation mentale et processus moteur : le cas de la rotation mentale. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2010;71(3):29-39.
23. Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Reliability of Mental Chronometry for Assessing Motor Imagery Ability After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(2):311-319.
24. van Dijk CN, Mol BWJ, Lim LSL, Marti RK, Bossuyt PMM. Diagnosis of ligament rupture of the ankle joint: Physical examination, arthrography, stress radiography and sonography compared in 160 patients after inversion trauma. *Acta Orthop Scand*. 1996;67(6):566-570.

25. Chanussot J-C, Danowski R-G. Entorse de la cheville et du pied. In: Chanussot J-C, Danowski R-G. Traumatologie du sport. 8ème édition. Issy-les-Moulineaux. Elsevier masson; 2012. p. 402-415.
26. Kaneko F, Murakami T, Onari K, Kurumadani H, Kawaguchi K. Decreased cortical excitability during motor imagery after disuse of an upper limb in humans. *Clin Neurophysiol*. 2003;114(12):2397-2403.
27. Meugnot A, Toussaint L. Functional plasticity of sensorimotor representations following short-term immobilization of the dominant versus non-dominant hands. *Acta Psychologica*. 2015;155:51-56.
28. Toussaint L, Meugnot A. Short-term limb immobilization affects cognitive motor processes. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*. 2013;39(2):623-632.
29. Loison B, Moussaddaq A-S, Cormier J, Richard I, Ferrapie A-L, Ramond A, et al. Translation and validation of the French Movement Imagery Questionnaire – Revised Second version (MIQ-RS). *Ann Phys Rehabil Med*. 2013;56(3):157-173.
30. EM Premium. Coudert B, Raphaël M. Traumatisme récent de la cheville. 2007. [En ligne] <http://www.em.premium.com/article/61662>. Consulté le 6 juin 2018.
31. Frey C, Bell J, Teresi L, Kerr R, Feder K. A Comparison of MRI and Clinical Examination of Acute Lateral Ankle Sprains. *Foot Ankle Int*. 1996;17(9):533-537.
32. Bachmann LM, Kolb E, Koller MT, Steurer J, ter Riet G. Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. *BMJ*. 2003;326(7386):417.
33. Maillet A, Fraix V, Thobois S, Derost P, Bloem B, Pollak P, et al. Kinesthetic imagery of gait in advanced Parkinson's disease. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2013;82(4):115-128.
34. Pourkazemi F, Hiller CE, Raymond J, Black D, Nightingale EJ, Refshauge KM. Predictors of recurrent sprains after an index lateral ankle sprain: a longitudinal study. *Physiotherapy*. 2017; S0031-9406(17)30093-30097
35. 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*. 2014;17(6):568-573.
36. Williams J, Pearce AJ, Loporto M, Morris T, Holmes PS. The relationship between corticospinal excitability during motor imagery and motor imagery ability. *Behav Brain Res*. 2012;226(2):369-75.
37. Guillot A, Collet C, Nguyen VA, Malouin F, Richards C, Doyon J. Functional neuroanatomical networks associated with expertise in motor imagery. *NeuroImage*. 2008;41(4):1471-1483.

38. Gregg M, Hall C, Butler A. The MIQ-RS: A Suitable Option for Examining Movement Imagery Ability. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2010;7(2):249-257.
39. Holmes PS, Collins DJ. The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *J Appl Sport Psychol*. 2001;13(1):60-83.
40. Guillot A, Collet C. Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *Int Rev Sport Exerc Psychol*. 2008;1(1):31-44.
41. Wakefield C, Smith D, Moran A, Holmes P. Functional equivalence or behavioural matching? A critical reflection on 15 years of research using the PETTLEP model of motor imagery. *Int Rev Sport Exerc Psychol*. 2013;6(1):105-21.
42. Collins D, Carson HJ. The future for PETTLEP: a modern perspective on an effective and established tool. *Curr Opin Psychol*. 2017;16:12-16.
43. Wakefield C, Smith D. Perfecting practice: Applying the PETTLEP model of motor imagery. *J Sport Psychol Action*. 1 janv 2012;3(1):1-11.
44. Grangeon M, Guillot A, Collet C. Effets de l'imagerie motrice dans la rééducation de lésions du système nerveux central et des atteintes musculo-articulaires. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2009;67(2):9-38.
45. Guillot A, Moschberger K, Collet C. Coupling movement with imagery as a new perspective for motor imagery practice. *Behav Brain Funct*. 2013;9:8.
46. Schuster C, Hilfiker R, Amft O, Scheidhauer A, Andrews B, Butler J, et al. Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Med*. 2011;9:75.
47. Schott N, Frenkel MO, Korbus H, Francis KL. Mental practice in orthopedic rehabilitation: where, what, and how? A case report. *Mov Sport Sci/Sci Mot*. 2013;82(4):93-103.
48. Kaikkonen A, Kannus P, Järvinen M. A performance test protocol and scoring scale for the evaluation of ankle injuries. *Am J Sports Med*. 1994;22(4):462-469.
49. Bolga L, Kerskula D. Reliability of Lower Extremity Functional Performance Tests. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1997;26(3):138-142.
50. Swearingen J, Lawrence E, Stevens J, Jackson C, Waggy C, Davis DS. Correlation of single leg vertical jump, single leg hop for distance, and single leg hop for time. *Phys Ther Sport*. 2011;12(4):194-198.
51. Ageberg E, Zätterström R, Moritz U. Stabilometry and one-leg hop test have high test-retest reliability. *Scand J Med Sci Sports*. 1998;8(4):198-202.

52. Dickstein R, Levy S, Shefi S, Holtzman S, Peleg S, Vatine J-J. Motor imagery group practice for gait rehabilitation in individuals with post-stroke hemiparesis: a pilot study. *NeuroRehabilitation*. 2014;34(2):267-276.

53. Welfringer A, Leifert-Fiebach G, Babinsky R, Brandt T. Visuomotor imagery as a new tool in the rehabilitation of neglect: a randomised controlled study of feasibility and efficacy. *Disabil Rehabil*. 2011;33(21-22):2033-2043.

# Annexes

---

## Annexe 1 : Fiche information patient

***Vous avez une entorse de cheville du ligament latéral externe de moyenne gravité. Une étude intégrant de l'imagerie mentale au sein de la rééducation est menée en ce moment. Nous vous proposons d'y participer.***

### **L'imagerie mentale, qu'est-ce que c'est ?**

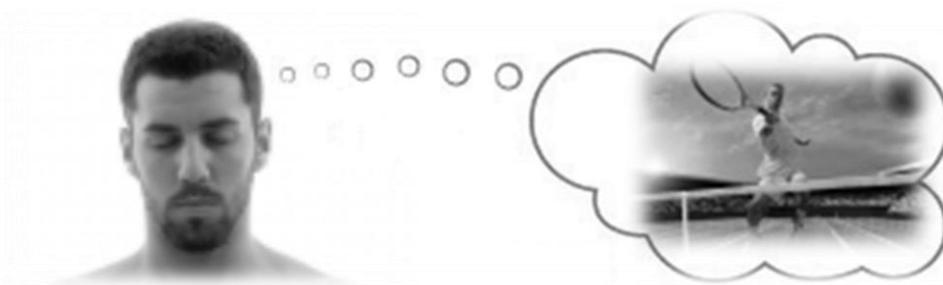
L'imagerie mentale peut être définie comme une représentation mentale d'un mouvement ou d'une séquence motrice, sans qu'elle soit accompagnée ou suivie par son exécution. Cela peut correspondre au fait de s'imaginer en train de courir, marcher, sauter par exemple, sans action visible du corps c'est-à-dire sans contraction musculaire

Il s'agit d'une technique de simulation motrice.

Plusieurs études scientifiques ont démontré qu'au cours de l'imagerie mentale les zones du cerveau activées étaient en partie identiques aux zones activées lors de l'exécution réelle du mouvement.

Cette technique est notamment beaucoup utilisée en sport de haut niveau afin d'améliorer les performances des athlètes. Par exemple, certains skieurs avant de descendre une piste, ferment les yeux et s'imaginent descendre la piste tout en mimant les changements de direction.

Un groupe de recherche est dédié à cette technique au sein de l'INSEP (institut national du sport, de l'expertise et de la performance).



### **Pourquoi cette étude ?**

L'entorse du ligament latéral externe de la cheville est un traumatisme articulaire très fréquent. Cette entorse occasionne un arrêt de la pratique sportive, dans certains cas, un arrêt de travail. La plupart des personnes souhaite une rééducation rapide et efficace.

L'imagerie mentale est utilisée couramment chez les sportifs professionnels pour améliorer leurs performances.

Par cette étude, nous voulons valider un protocole d'étude qui permet d'étudier les effets de l'imagerie mentale dans la rééducation de la cheville en la combinant aux techniques de rééducation classiques.

L'imagerie mentale permet-elle d'obtenir de meilleurs résultats concernant la stabilité statique et dynamique de la cheville ? Permet-elle d'obtenir une meilleure endurance musculaire ? Nous vous proposons donc une étude de faisabilité afin d'établir un protocole qui peut répondre à ces questions. Le protocole proposé au cours de cette étude a été soumis à un comité d'éthique le 11/12/2017 et a été validé.

**Participer à cette étude ça signifie quoi pour vous en tant que patient ? Comment va se passer cette étude ?**

Vous allez faire votre rééducation de manière classique avec un kinésithérapeute. En plus de cela, vous rencontrerez un médecin qui va vous expliquer comment pratiquer l'imagerie mentale lors de vos deux premières séances de kinésithérapie. Vous allez également recevoir un protocole d'imagerie mentale qui va vous guider dans les séances d'imagerie mentale par la suite.

A ce jour, il n'y a pas d'effets secondaires connus avec ce type de protocole.

Vous pratiquerez ainsi l'imagerie mentale au cours de vos séances de kinésithérapie. Au cours de certains exercices qui vous seront proposés, vous ferez les exercices en imagerie mentale donc sans activité physique visible.

Enfin vous passerez des tests afin de mesurer la stabilité de votre cheville et votre endurance musculaire au cours de la sixième semaine après votre entorse. Les données de ces tests seront anonymes.

Au total, vous serez suivi au cours de cette étude pendant un maximum de 6 semaines.

**Si vous souhaitez vous retirer de cette étude en cours de participation?**

Vous avez la possibilité de vous retirer de l'étude à tout moment. Dans ce cas, vos données personnelles ne seront pas traitées.

**En cas de question, n'hésitez pas à les poser, nous sommes à votre disposition.**

**Votre kiné :**

Cabinet de Kiné Balnéo KERINOU  
48 rue du Moulin à poudre  
29 200 BREST  
02.98.00.07.98

**Le médecin investigateur :**

Interne des Hôpitaux des Armées BERNARD  
bernard.annick29@gmail.com

*sous la direction du Dr BISSERIEUX Hélène, médecin rééducateur à l'Hôpital d'instruction des armées  
Clermont Tonnerre.*

# **Guide d'imagerie mentale pour le patient**

Vous participez à une étude concernant l'imagerie mentale dans la rééducation de la cheville. Au cours de cette étude, nous intégrons l'imagerie mentale au sein des séances de kinésithérapie. Lors de vos premières séances de kinésithérapie, des explications vous seront faites sur la manière de mettre en place l'imagerie mentale dans votre rééducation. Dans ce livret, vous trouverez plusieurs exercices d'imagerie mentale à réaliser au cours de vos séances de kinésithérapie selon les exercices réalisés.

**Exercice 1** : équilibre unipodal



*Position de départ* : Debout pieds joints.

*Action* : Vous vous mettez en équilibre sur votre pied blessé. Maintenez la position en fermant les yeux.

*Tache mentale* : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire le même exercice que vous venez de faire sans le faire réellement. Faites le même nombre de répétitions mentalement en vous stabilisant bien sur votre pied.

**Exercice 2** : équilibre unipodal sur BOSU avec perturbations extérieures.



*Position de départ* : Debout face au BOSU.

*Action* : Vous montez avec votre pied blessé sur le BOSU puis vous stabilisez la position. Vous résistez aux perturbations qui vous déséquilibrent.

*Tache mentale* : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire le même exercice que vous venez de faire sans le faire réellement. Insistez sur vos sensations de résistance aux perturbations extérieures qui vous déséquilibrent

**Exercice 3** : équilibre unipodal sur coussin d'équilibre



**Position de départ** : Debout face au coussin d'équilibre.

**Action** : Vous montez avec votre pied blessé sur le coussin d'équilibre puis vous stabilisez la position.

**Tache mentale** : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire le même exercice que vous venez de faire sans le faire réellement. Faites le même nombre de répétitions mentalement en stabilisant bien lorsque vous êtes sur le coussin.

**Exercice 4** : équilibre dynamique lors réception d'un saut à cloche pied



**Position de départ** : Debout en équilibre sur votre pied blessé.

**Action** : Faites un saut à cloche-pied en stabilisant bien lors de la réception.

**Tache mentale** : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire le même exercice que vous venez de faire sans le faire réellement. Faites le même nombre de répétitions mentalement en stabilisant bien la réception.

**Exercice 5** : équilibre dynamique lors de déplacement à cloche-pied

Position de départ : Debout en équilibre sur votre pied blessé.

Action : Faites des sauts à cloche-pied en stabilisant lors de chaque réception de saut

Tache mentale : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire le même exercice que vous venez de faire sans le faire réellement. Faites le même nombre de saut mentalement en stabilisant bien lors de chaque réception de saut.

**Exercice 6** : musculation contre résistance manuelle

Position de départ : Allongé sur la table d'examen.

Action : Le kinésithérapeute vient positionner sa main sur l'extérieur de la partie avant de votre pied. Vous devez pousser contre la main du kiné.

Tache mentale : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire les mouvements que vous venez de faire contre la main du kinésithérapeute sans le faire réellement. Faites le même nombre de répétitions mentalement comme vous venez de faire physiquement.

**Exercice 7** : musculation avec élastique



Position de départ : Assis sur une chaise.

Action : Positionnez l'élastique sur vos pointes de pied. Appuyez vos talons au sol. Puis, en gardant vos talons au sol allez chercher sur l'extérieur avec vos deux pointes de pied, l'élastique se tend. Faites 10 répétitions.

Tache mentale : Prenez la position de départ. Essayez de vous voir, de vous sentir en train de faire les mouvements que vous venez de faire avec l'élastique sans le faire réellement. Faites 10 répétitions mentalement comme vous venez de le faire.

## **SERMENT D'HIPPOCRATE**

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque. »

Serment prononcé par le Docteur Annick Bernard  
le 2 octobre 2018

Pour l'Ordre national des médecins,

Le médecin

## THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE

### INTERNE

Madame / Monsieur      BERNARD Annick  
Inscrit-e en DES de      Médecine générale

Titre définitif de la thèse soutenue :

**Évaluation de l'imagerie mentale dans la rééducation de l'entorse de cheville de stade II : Etude de faisabilité.**

ACCORD DU PRESIDENT DU JURY DE THESE SUR L'IMPRESSION DE LA THESE

OUI :    X

NON :

La présente autorisation d'imprimer sa thèse est délivrée à l'interne susmentionné.

Brest, le 18/09/2018

Le directeur de l'UFR de médecine et des  
sciences de la santé de Brest


C. BERTHOU

Le président du jury de thèse



F. DUBRANA

BERNARD Annick – Évaluation de l'imagerie mentale dans la rééducation de l'entorse de cheville stade II : étude de faisabilité

Th. : Méd. : Brest 2018

**RESUME** : INTRODUCTION : L'entorse de cheville du ligament collatéral latéral est un traumatisme fréquent, elle engendre des frais directs et indirects importants. L'immobilisation fonctionnelle et la rééducation en kinésithérapie correspondent au traitement recommandé en cas d'entorse de stade II. L'imagerie mentale (IM) consiste à s'imaginer une action sans exécution physique. Elle est utilisée par les sportifs en entraînement et en compétition. Elle semble être intéressante dans le traitement de l'entorse de cheville chez le sportif mais n'a été pas évaluée dans la population générale. L'objectif de cette étude est d'évaluer la faisabilité d'un protocole d'IM associée à la kinésithérapie afin d'aboutir à la rédaction d'un protocole d'étude contrôlée randomisée comparant cette prise en charge à la kinésithérapie seule après entorse du ligament collatéral latéral de cheville de stade II. MATÉRIEL ET MÉTHODE : Les patients étaient inclus au cabinet de kinésithérapie à moins de 7 jours d'une entorse de cheville de stade II. L'IM était réalisée à chaque séance de kinésithérapie. Une évaluation des capacités de la cheville était réalisée à 6 semaines du traumatisme. Les critères de jugement étaient le taux de recrutement, l'observance, la bonne réalisation des tests d'évaluation et l'adhésion des patients et kinésithérapeutes. RÉSULTATS : Trois patients ont été inclus. Le mode de recrutement a été le principal problème. La mise en œuvre de l'IM fut facile. Les patients et les kinésithérapeutes étaient satisfaits de leur participation. CONCLUSION: Le protocole d'étude semble acceptable et réalisable, bien que le nombre de patients inclus soit faible. L'inclusion des patients par les médecins des urgences permettra un meilleur recrutement sans retarder le délai de traitement. Une étude contrôlée, randomisée comparant l'IM associée à la rééducation et rééducation seule est proposée. L'entorse de cheville étant une pathologie courante chez les sujets jeunes sportifs, l'intérêt pour les armées pourrait être grand.

**MOTS CLES** :

IMAGERIE MOTRICE  
ENTORSE DE CHEVILLE  
REEDUCATION

**JURY** : Président : M. le professeur Frédéric DUBRANA

Membres : M. le professeur Olivier REMY-NERIS  
M. le professeur Serge TIMSIT  
Mme. le médecin en chef Hélène BISSERIEUX  
M. le médecin en chef Florent MARCHANDOT

**DATE DE SOUTENANCE** :

2 octobre 2018

**ADRESSE DE L'AUTEUR** :