



**HAL**  
open science

# Entorse latérale simple de la cheville : évaluation de la reprise sportive suite à un protocole de renforcement excentrique des fibulaires

Chloé Paulhiac

► **To cite this version:**

Chloé Paulhiac. Entorse latérale simple de la cheville : évaluation de la reprise sportive suite à un protocole de renforcement excentrique des fibulaires. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01938282

**HAL Id: dumas-01938282**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01938282>**

Submitted on 28 Nov 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.

**Entorse latérale simple de la cheville : évaluation de la reprise sportive  
suite à un protocole de renforcement excentrique des fibulaires.**

# **T H È S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MARSEILLE**

**Le 12 Avril 2018**

**Par Madame Chloé PAULHIAC**

**Née le 26 février 1992 à Montauban (82)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

<b>Monsieur le Professeur VITON Jean-Michel</b>	<b>Président</b>
<b>Monsieur le Professeur BENSOUSSAN Laurent</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Professeur CURVALE Georges</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Professeur AIGLE Luc</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Docteur JOUVION Arnaud-Xavier</b>	<b>Assesseur</b>

# AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

**Président** : Yvon BERLAND

## FACULTE DE MEDECINE

**Doyen** : Georges LEONETTI

**Vice-Doyen aux Affaires Générales** : Patrick DESSI  
**Vice-Doyen aux Professions Paramédicales** : Philippe BERBIS

**Assesseurs :**

- \* aux Etudes : Jean-Michel VITON
- \* à la Recherche : Jean-Louis MEGE
- \* aux Prospectives Hospitalo-Universitaires : Frédéric COLLART
- \* aux Enseignements Hospitaliers : Patrick VILLANI
- \* à l'Unité Mixte de Formation Continue en Santé : Fabrice BARLESI
- \* pour le Secteur Nord : Stéphane BERDAH
- \* aux centres hospitaliers non universitaires : Jean-Noël ARGENSON

**Chargés de mission :**

- \* 1<sup>er</sup> cycle : Jean-Marc DURAND et Marc BARTHET
- \* 2<sup>ème</sup> cycle : Marie-Aleth RICHARD
- \* 3<sup>ème</sup> cycle DES/DESC : Pierre-Edouard FOURNIER
- \* Licences-Masters-Doctorat : Pascal ADALIAN
- \* DU-DIU : Véronique VITTON
- \* Stages Hospitaliers : Franck THUNY
- \* Sciences Humaines et Sociales : Pierre LE COZ
- \* Préparation à l'ECN : Aurélie DAUMAS
- \* Démographie Médicale et Filiarisation : Roland SAMBUC
- \* Relations Internationales : Philippe PAROLA
- \* Etudiants : Arthur ESQUER

**Chef des services généraux** : \* Déborah ROCCHICCIOLI

**Chefs de service :**

- \* Communication : Laetitia DELOUIS
- \* Examens : Caroline MOUTTET
- \* Logistique : Joëlle FRAVEGA
- \* Maintenance : Philippe KOCK
- \* Scolarité : Christine GAUTHIER

### DOYENS HONORAIRES

M. Yvon BERLAND  
M. André ALI CHERIF  
M. Jean-François PELLISSIER

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	FIGARELLA Jacques
	ALDIGHERI René		FONTES Michel
	ALESSANDRINI Pierre		FRANCOIS Georges
	ALLIEZ Bernard		FUENTES Pierre
	AQUARON Robert		GABRIEL Bernard
	ARGEME Maxime		GALINIER Louis
	ASSADOURIAN Robert		GALLAIS Hervé
	AUFFRAY Jean-Pierre		GAMERRE Marc
	AUTILLO-TOUATI Amapola		GARCIN Michel
	AZORIN Jean-Michel		GARNIER Jean-Marc
	BAILLE Yves		GAUTHIER André
	BARDOT Jacques		GERARD Raymond
	BARDOT André		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BERARD Pierre		GIUDICELLI Roger
	BERGOIN Maurice		GIUDICELLI Sébastien
	BERNARD Dominique		GOUDARD Alain
	BERNARD Jean-Louis		GOUIN François
	BERNARD Pierre-Marie		GRISOLI François
	BERTRAND Edmond		GROULIER Pierre
	BISSET Jean-Pierre		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BLANC Bernard		HASSOUN Jacques
	BLANC Jean-Louis		HEIM Marc
	BOLLINI Gérard		HOUEL Jean
	BONGRAND Pierre		HUGUET Jean-François
	BONNEAU Henri		JAQUET Philippe
	BONNOIT Jean		JAMMES Yves
	BORY Michel		JOUVE Paulette
	BOTTA Alain		JUHAN Claude
	BOURGEADE Augustin		JUIN Pierre
	BOUVENOT Gilles		KAPHAN Gérard
	BOUYALA Jean-Marie		KASBARIAN Michel
	BREMOND Georges		KLEISBAUER Jean-Pierre
	BRICOT René		LACHARD Jean
	BRUNET Christian		LAFFARGUE Pierre
	BUREAU Henri		LAUGIER René
	CAMBOULIVES Jean		LEVY Samuel
	CANNONI Maurice		LOUCHET Edmond
	CARTOUZOU Guy		LOUIS René
			LUCIANI Jean-Marie
	CHAMLIAN Albert		MAGALON Guy
	CHARREL Michel		MAGNAN Jacques
	CHAUVEL Patrick		MALLAN- MANCINI Josette
	CHOUX Maurice		MALMEJAC Claude
	CIANFARANI François		MATTEI Jean François
	CLEMENT Robert		MERCIER Claude
	COMBALBERT André		METGE Paul
	CONTE-DEVOLX Bernard		MICHOTEY Georges
	CORRIOL Jacques		MILLET Yves
	COULANGE Christian		MIRANDA François
	DALMAS Henri		MONFORT Gérard
	DE MICO Philippe		MONGES André
	DELARQUE Alain		MONGIN Maurice
	DEVIN Robert		MONTIES Jean-Raoul
	DEVRED Philippe		NAZARIAN Serge
	DJIANE Pierre		NICOLI René
	DONNET Vincent		NOIRCLERC Michel
	DUCASSOU Jacques		OLMER Michel
	DUFOUR Michel		OREHEK Jean
	DUMON Henri		PAPY Jean-Jacques
	FARNARIER Georges		PAULIN Raymond
	FAVRE Roger		PELOUX Yves
	FIECHI Marius		PENAUD Antony

MM PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RICHAUD Christian  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jean-Claude  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SERMENT Gérard  
SERRATRICE Georges  
SOULAYROL René  
STAHL André  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THOMASSIN Jean-Marc  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean

## PROFESSEURS HONORIS CAUSA

### 1967

MM. les Professeurs  
DADI (Italie)  
CID DOS SANTOS (Portugal)

### 1974

MM. les Professeurs  
MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)  
T.A. LAMBO (Suisse)

### 1975

MM. les Professeurs  
O. SWENSON (U.S.A.)  
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

### 1976

MM. les Professeurs  
P. FRANCHIMONT (Belgique)  
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

### 1977

MM. les Professeurs  
C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)  
C.GIBBS (U.S.A.)  
J. DACIE (Grande-Bretagne)

### 1978

M. le Président  
F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

### 1980

MM. les Professeurs  
A. MARGULIS (U.S.A.)  
R.D. ADAMS (U.S.A.)

### 1981

MM. les Professeurs  
H. RAPPAPORT (U.S.A.)  
M. SCHOU (Danemark)  
M. AMENT (U.S.A.)  
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)  
S. REFSUM (Norvège)

### 1982

M. le Professeur  
W.H. HENDREN (U.S.A.)

### 1985

MM. les Professeurs  
S. MASSRY (U.S.A.)  
KLINSMANN (R.D.A.)

### 1986

MM. les Professeurs  
E. MIHICH (U.S.A.)  
T. MUNSAT (U.S.A.)  
LIANA BOLIS (Suisse)  
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

### 1987

M. le Professeur  
P.J. DYCK (U.S.A.)

### 1988

MM. les Professeurs  
R. BERGUER (U.S.A.)  
W.K. ENGEL (U.S.A.)  
V. ASKANAS (U.S.A.)  
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)  
A. DAVIGNON (Canada)  
A. BETTARELLO (Brésil)

### 1989

M. le Professeur  
P. MUSTACCHI (U.S.A.)

<b>1990</b> MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
<b>1991</b> MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b> MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b> MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b> MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b> MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b> MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b> MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
<b>2000</b> MM. les Professeurs	D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
<b>2001</b> MM. les Professeurs	P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
<b>2002</b> MM. les Professeurs	M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
<b>2003</b> M. le Professeur Sir	T. MARRIE (Canada) G.K. RADDA (Grande Bretagne)
<b>2004</b> M. le Professeur	M. DAKE (U.S.A.)
<b>2005</b> M. le Professeur	L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
<b>2006</b> M. le Professeur	A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
<b>2007</b> M. le Professeur	S. KAUFMANN (Allemagne)

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016



**2016**

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTES Bernard	31/08/2019

**2017**

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2018

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille	GRIMAUD Jean-Charles
ALBANESE Jacques	<i>CLAVERIE Jean-Michel Surnombre</i>	GROB Jean-Jacques
ALIMI Yves	COLLART Frédéric	GUEDJ Eric
AMABILE Philippe	COSTELLO Régis	GUIEU Régis
AMBROSI Pierre	COURBIERE Blandine	GUIS Sandrine
ANDRE Nicolas	COWEN Didier	GUYE Maxime
ARGENSON Jean-Noël	CRAVELLO Ludovic	GUYOT Laurent
ASTOUL Philippe	CUISSET Thomas	GUYS Jean-Michel
ATTARIAN Shahram	CURVALE Georges	HABIB Gilbert
AUDOUIN Bertrand	DA FONSECA David	HARDWIGSEN Jean
AUQUIER Pascal	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	HARLE Jean-Robert
AVIERINOS Jean-François	DANIEL Laurent	HOFFART Louis
AZULAY Jean-Philippe	DARMON Patrice	HOUVENAEGHEL Gilles
BAILLY Daniel	D'ERCOLE Claude	JACQUIER Alexis
BARLESI Fabrice	D'JOURNO Xavier	JOURDE-CHICHE Noémie
BARLIER-SETTI Anne	DEHARO Jean-Claude	JOUVE Jean-Luc
BARTHET Marc	DELPERO Jean-Robert	KAPLANSKI Gilles
BARTOLI Jean-Michel	DENIS Danièle	KARSENTY Gilles
BARTOLI Michel	<i>DESSEIN Alain Surnombre</i>	KERBAUL François
<i>BARTOLIN Robert Surnombre</i>	DESSI Patrick	KRAHN Martin
BARTOLOMEI Fabrice	DISDIER Patrick	LAFFORGUE Pierre
BASTIDE Cyrille	DODDOLI Christophe	LAGIER Jean-Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DRANCOURT Michel	LAMBAUDIE Eric
BERBIS Philippe	DUBUS Jean-Christophe	LANCON Christophe
BERDAH Stéphane	DUFFAUD Florence	LA SCOLA Bernard
<i>BERLAND Yvon Surnombre</i>	DUFOUR Henry	LAUNAY Franck
BERNARD Jean-Paul	DURAND Jean-Marc	LAVIEILLE Jean-Pierre
BEROUD Christophe	DUSSOL Bertrand	LE CORROLLER Thomas
BERTUCCI François	<i>ENJALBERT Alain Surnombre</i>	<i>LE TREUT Yves-Patrice Surnombre</i>
BLAISE Didier	EUSEBIO Alexandre	LECHEVALLIER Eric
BLIN Olivier	FAKHRY Nicolas	LEGRE Régis
BLONDEL Benjamin	<i>FAUGERE Gérard Surnombre</i>	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FELICIAN Olivier	LEONE Marc
BONELLO Laurent	FENOLLAR Florence	LEONETTI Georges
BONNET Jean-Louis	FIGARELLA/BRANGER Dominique	LEPIDI Hubert
BOTTA/FRIDLUND Danielle	FLECHER Xavier	LEVY Nicolas
BOUBLI Léon	FOURNIER Pierre-Edouard	MACE Loïc
BOYER Laurent	<i>FRANCES Yves Surnombre</i>	MAGNAN Pierre-Edouard
BREGEON Fabienne	FUENTES Stéphane	<i>MARANINCHI Dominique Surnombre</i>
BRETELLE Florence	GABERT Jean	<i>MARTIN Claude Surnombre</i>
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc	MATONTI Frédéric
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane	MEGE Jean-Louis
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad	MERROT Thierry
BRUNET Philippe	GAUDART Jean	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MEYER/DUTOUR Anne
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie	MICCALEF/ROLL Joëlle
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick	MICHEL Fabrice
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René	MICHEL Gérard
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	MICHELET Pierre
CHABOT Jean-Michel	GIORGI Roch	MILH Mathieu
CHAGNAUD Christophe	GIOVANNI Antoine	MOAL Valérie
CHAMBOST Hervé	GIRARD Nadine	MONCLA Anne
CHAMPSAUR Pierre	GIRAUD/CHABROL Brigitte	MORANGE Pierre-Emmanuel
CHANEZ Pascal	GONCALVES Anthony	MOULIN Guy
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GORINCOUR Guillaume	MOUTARDIER Vincent
CHARREL Rémi	GRANEL/REY Brigitte	<i>MUNDLER Olivier Surnombre</i>
<i>CHARPIN Denis Surnombre</i>	GRANVAL Philippe	NAUDIN Jean
CHAUMOITRE Kathia	GREILLIER Laurent	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHIARONI Jacques	<i>GRILLO Jean-Marie Surnombre</i>	NICOLLAS Richard
CHINOT Olivier		OLIVE Daniel

OUAFIK L'Houcine  
PAGANELLI Franck  
PANUEL Michel  
PAPAZIAN Laurent  
PAROLA Philippe  
PARRATTE Sébastien  
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure  
PELLETIER Jean  
PETIT Philippe  
PHAM Thao  
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique  
PIQUET Philippe  
PIRRO Nicolas  
POINSO François  
RACCAH Denis  
RAOULT Didier  
REGIS Jean  
REYNAUD/GAUBERT Martine  
REYNAUD Rachel  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth  
*RIDINGS Bernard Surnombre*

ROCHE Pierre-Hugues  
ROCH Antoine  
ROCHWERGER Richard  
ROLL Patrice  
ROSSI Dominique  
ROSSI Pascal  
ROUDIER Jean  
SALAS Sébastien  
*SAMBUC Roland Surnombre*  
SARLES Jacques  
SARLES/PHILIP Nicole  
SCAVARDA Didier  
SCHLEINITZ Nicolas  
SEBAG Frédéric  
SEITZ Jean-François  
SIELEZNEFF Igor  
SIMON Nicolas  
STEIN Andréas  
TAIEB David  
THIRION Xavier  
THOMAS Pascal

THUNY Franck  
TREBUCHON-DA FONSECA Agnès  
TRIGLIA Jean-Michel  
TROPIANO Patrick  
TSIMARATOS Michel  
TURRINI Olivier  
VALERO René  
VAROQUAUX Arthur Damien  
VELLY Lionel  
VEY Norbert  
VIDAL Vincent  
VIENS Patrice  
VILLANI Patrick  
VITON Jean-Michel  
VITTON Véronique  
VIEHWEGER Heide Elke  
VIVIER Eric  
XERRI Luc

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

### **PROFESSEUR CERTIFIE**

BRANDENBURGER Chantal

### **PRAG**

TANTI-HARDOUIN Nicolas

### **PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS**

ADNOT Sébastien  
FILIPPI Simon

### **PROFESSEUR ASSOCIE A TEMPS PARTIEL**

BURKHART Gary

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ACHARD Vincent ( <i>disponibilité</i> )	FABRE Alexandre	NINOVE Laetitia
ANGELAKIS Emmanouil	FOLETTI Jean- Marc	NOUGAIREDE Antoine
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	FOUILLOUX Virginie	OLLIVIER Matthieu
BARTHELEMY Pierre	FROMNOT Julien	OUDIN Claire
BARTOLI Christophe	GABORIT Bénédicte	OVAERT Caroline
BEGE Thierry	GASTALDI Marguerite	PAULMYER/LACROIX Odile
BELIARD Sophie	GELSI/BOYER Véronique	PERRIN Jeanne
BERBIS Julie	GIUSIANO Bernard	RANQUE Stéphane
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	REY Marc
BEYER-BERJOT Laura	GONZALEZ Jean-Michel	ROBERT Philippe
BIRNBAUM David	GOURIET Frédérique	SABATIER Renaud
BONINI Francesca	GRAILLON Thomas	SARI-MINODIER Irène
BOUCRAUT Joseph	GRISOLI Dominique	SARLON-BARTOLI Gabrielle
BOULAMERY Audrey	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	SAVEANU Alexandru
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUIDON Catherine	SECQ Véronique
BUFFAT Christophe	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	HRAIECH Sami	TOGA Isabelle
CARRON Romain	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CASSAGNE Carole	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHAUDET Hervé	LABIT-BOUVIER Corinne	VALLI Marc
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VELY Frédéric
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	VION-DURY Jean
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	ZATTARA/CANNONI Hélène
DAUMAS Aurélie	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	LOOSVELD Marie	
DEL VOLGO/GORI Marie-José	MANCINI Julien	
DELLIAUX Stéphane	MARY Charles	
DESPLAT/JEGO Sophie	MASCAUX Céline	
DEVEZE Arnaud ( <i>Disponibilité</i> )	MAUES DE PAULA André	
DUBOURG Grégory	MILLION Matthieu	
DUFOUR Jean-Charles	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
EBBO Mikaël	NGUYEN PHONG Karine	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DEGIOANNI/SALLE Anna	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BERLAND/BENHAIM Caroline		STEINBERG Jean-Guillaume
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
COLSON Sébastien	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques  
BONNET Pierre-André  
CALVET-MONTREDON Céline  
GUIDA Pierre  
JANCZEWSKI Aurélie

## MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

## MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à TEMPS-PLEIN

TOMASINI Pascale

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**  
**PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
*LAGIER Aude (MCU-PH) disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
KERBAUL François (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
*MARTIN Claude (PU-PH) Surnombre*  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
MICHELET Pierre (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)

GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

BRANDENBURGER Chantal (PRCE)

BURKHART Gary (PAST)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)

PERRIN Jeanne (MCU-PH)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

GUEDJ Eric (PU-PH)  
GUYE Maxime (PU-PH)  
*MUNDLER Olivier (PU-PH) Surnombre*  
TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIOSTATISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE  
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

*CLAVERIE Jean-Michel (PU-PH) Surnombre*  
GAUDART Jean (PU-PH)  
GIORGI Roch (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)  
RAOULT Didier (PU-PH)

ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH)  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)  
LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
*ENJALBERT Alain (PU-PH) Surnombre*  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

**CARDIOLOGIE 5102**

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
BONELLO Laurent (PU PH)  
BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
CUISSSET Thomas (PU-PH)  
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
HABIB Gilbert (PU-PH)  
PAGANELLI Franck (PU-PH)  
THUNY Franck (PU-PH)

**CHIRURGIE DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
*LE TREUT Yves-Patrice (PU-PH) Surnombre*  
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)

BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)

**CHIRURGIE GENERALE 5302**

GIUSIANO Bernard (MCU-PH)  
MANCINI Julien (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
CURVALE Georges (PU-PH)  
FLECHER Xavier (PU-PH)  
PARRATTE Sébastien (PU-PH)  
ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
TROPIANO Patrick (PU-PH)

OLLIVIER Matthieu (MCU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
CHINOT Olivier (PU-PH)  
COWEN Didier (PU-PH)  
DUFFAUD Florence (PU-PH)  
GONCALVES Anthony (PU-PH)  
HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
MARANINCHI Dominique (PU-PH) *Surnombre*  
SALAS Sébastien (PU-PH)  
VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
DODDOLI Christophe (PU-PH)  
GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
MACE Loïc (PU-PH)  
THOMAS Pascal (PU-PH)

FOUILLOUX Virginie (MCU-PH)  
GRISOLI Dominique (MCU-PH)  
TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
AMABILE Philippe (PU-PH)  
BARTOLI Michel (PU-PH)  
MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
PIQUET Philippe (PU-PH)

SARLON-BARTOLI Gabrielle (MCU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

GRILLO Jean-Marie (PU-PH) *Surnombre*  
LEPIDI Hubert (PU-PH)

ACHARD Vincent (MCU-PH) *disponibilité*  
PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

**EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION 4601**

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
BOYER Laurent (PU-PH)  
CHABOT Jean-Michel (PU-PH)  
GENTILE Stéphanie (PU-PH)  
SAMBUC Roland (PU-PH) *Surnombre*  
THIRION Xavier (PU-PH)

DELPERO Jean-Robert (PU-PH)  
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
SEBAG Frédéric (PU-PH)  
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
BIRNBAUM David (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

GUYSS Jean-Michel (PU-PH)  
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
LAUNAY Franck (PU-PH)  
MERRROT Thierry (PU-PH)  
VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,**

**RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛOLOGIE 5004**

CASANOVA Dominique (PU-PH)  
LEGRE Régis (PU-PH)

HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
BERNARD Jean-Paul (PU-PH)  
BOTTA-FRIDLUND Danielle (PU-PH)  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH)  
SEITZ Jean-François (PU-PH)  
VITTON Véronique (PU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
KRAHN Martin (PU-PH)  
LEVY Nicolas (PU-PH)  
MONCLA Anne (PU-PH)  
SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)

NGYUEN Karine (MCU-PH)  
TOGA Caroline (MCU-PH)  
ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
BOUBLI Léon (PU-PH)  
BRETTELLE Florence (PU-PH)  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
COURBIERE Blandine (PU-PH)  
CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
D'ERCOLE Claude (PU-PH)

BERBIS Julie (MCU-PH)  
LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)  
TANTI-HARDOUIN Nicolas (PRAG)

#### **IMMUNOLOGIE 4703**

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
OLIVE Daniel (PU-PH)  
VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
ROBERT Philippe (MCU-PH)  
VELY Frédéric (MCU-PH)

BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème section)

#### **MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
PAROLA Philippe (PU-PH)  
STEIN Andréas (PU-PH)

MILLION Matthieu (MCU-PH)

#### **MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; MEDECINE GENERALE ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
DISDIER Patrick (PU-PH)  
DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
*FRANCES Yves (PU-PH) Surnombre*  
GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
ROSSI Pascal (PU-PH)  
SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

EBBO Mikael (MCU-PH)

GENTILE Gaëtan (MCF Méd. Gén. Temps plein)

ADNOT Sébastien (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)  
FILIPPI Simon (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)  
BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén à mi-temps)  
CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)  
GUIDA Pierre (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

#### **NUTRITION 4404**

DARMON Patrice (PU-PH)  
RACCAH Denis (PU-PH)  
VALERO René (PU-PH)

*ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité*  
BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

#### **ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)  
SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

#### **OPHTALMOLOGIE 5502**

DENIS Danièle (PU-PH)  
HOFFART Louis (PU-PH)  
MATONTI Frédéric (PU-PH)  
*RIDINGS Bernard (PU-PH) Surnombre*

#### **HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701**

BLAISE Didier (PU-PH)  
COSTELLO Régis (PU-PH)  
CHIARONI Jacques (PU-PH)  
GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
LOOSVELD Marie (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

#### **MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603**

LEONETTI Georges (PU-PH)  
PELISSIER/ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

BARTOLI Christophe (MCU-PH)  
TUCHANT-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)

#### **MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
VITON Jean-Michel (PU-PH)

#### **MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

BERGE-LEFRANC Jean-Louis (MCU-PH)  
SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

#### **NEPHROLOGIE 5203**

*BERLAND Yvon (PU-PH) Surnombre*  
BRUNET Philippe (PU-PH)  
BURTEY Stéphanne (PU-PH)  
DUSSOL Bertrand (PU-PH)  
JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)  
MOAL Valérie (PU-PH)

#### **NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)  
FUENTES Stéphane (PU-PH)  
REGIS Jean (PU-PH)  
ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)  
SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)  
GRAILLON Thomas (MCU PH)

#### **NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)  
AUDOIN Bertrand (PU-PH)  
AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)  
CECCALDI Mathieu (PU-PH)  
EUSEBIO Alexandre (PU-PH)  
FELICIAN Olivier (PU-PH)  
PELLETIER Jean (PU-PH)

#### **PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)  
POINSO François (PU-PH)

**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)  
FAKHRY Nicolas (PU-PH)  
GIOVANNI Antoine (PU-PH)  
LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)  
NICOLLAS Richard (PU-PH)  
TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

DEVEZE Arnaud (MCU-PH) Disponibilité

REVIS Joana (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502**

DESSEIN Alain (PU-PH) Surnombre

CASSAGNE Carole (MCU-PH)  
L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)  
MARY Charles (MCU-PH)  
RANQUE Stéphane (MCU-PH)  
TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PEDIATRIE 5401**

ANDRE Nicolas (PU-PH)  
CHAMBOST Hervé (PU-PH)  
DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)  
GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)  
MICHEL Gérard (PU-PH)  
MILH Mathieu (PU-PH)  
REYNAUD Rachel (PU-PH)  
SARLES Jacques (PU-PH)  
TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)  
FABRE Alexandre (MCU-PH)  
OUDIN Claire (MCU-PH)  
OVAERT Caroline (MCU-PH)

**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903**

BAILLY Daniel (PU-PH)  
LANCON Christophe (PU-PH)  
NAUDIN Jean (PU-PH)

**CHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE 16**

AGHABABIAN Valérie (PR)

**RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)  
CHAGNAUD Christophe (PU-PH)  
CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)  
GIRARD Nadine (PU-PH)  
GORINCOUR Guillaume (PU-PH)  
JACQUIER Alexis (PU-PH)  
MOULIN Guy (PU-PH)  
PANUEL Michel (PU-PH)  
PETIT Philippe (PU-PH)  
VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)  
VIDAL Vincent (PU-PH)

**REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802**

GAINNIER Marc (PU-PH)  
GERBEAUX Patrick (PU-PH)  
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

**RHUMATOLOGIE 5001**

GUIS Sandrine (PU-PH)  
LAFFORGUE Pierre (PU-PH)  
PHAM Thao (PU-PH)  
ROUDIER Jean (PU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)  
FAUGERE Gérard (PU-PH) Surnombre  
MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)  
SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)  
VALLI Marc (MCU-PH)

**PHILOSOPHIE 17**

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

**PHYSIOLOGIE 4402**

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)  
BREGÉON Fabienne (PU-PH)  
MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)  
TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BARTHELEMY Pierre (MCU-PH)  
BONINI Francesca (MCU-PH)  
BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)  
DADOIN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)  
DEL VOLGO/GORI Marie-José (MCU-PH)  
DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)  
GABORIT Bénédicte (MCU-PH)  
REY Marc (MCU-PH)

LIMERAT/BOUDOURESQUE Françoise (MCF) (40ème section) Retraite 1/5/2018  
RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)  
STEINBERG Jean-Guillaume (MCF) (66ème section)  
THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

**PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101**

ASTOUL Philippe (PU-PH)  
BARLESI Fabrice (PU-PH)  
CHANEZ Pascal (PU-PH)  
CHARPIN Denis (PU-PH) Surnombre  
GREILLIER Laurent (PU-PH)  
REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

MASCAUX Céline (MCU-PH)

TOMASINI Pascale (Maitre de conférences associé des universités)

**THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804**

AMBROSI Pierre (PU-PH)  
BARTOLIN Robert (PU-PH) Surnombre  
VILLANI Patrick (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

**UROLOGIE 5204**

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
KARSENTY Gilles (PU-PH)  
LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
ROSSI Dominique (PU-PH)



A notre président de jury,

**Monsieur le Professeur Jean-Michel VITON**

*Vous nous faites l'honneur de présider notre jury de thèse et nous vous en remercions. Soyez assuré de notre profond respect et de notre considération pour l'ensemble de votre travail.*

A nos assesseurs,

**Monsieur le Professeur Laurent BENSOUSSAN**

*Vous nous faites l'honneur de siéger dans notre jury. Nous vous exprimons nos sincères remerciements pour l'intérêt que vous avez porté à notre travail.*

**Monsieur le Professeur Georges CURVALE**

*Vous nous faites l'honneur de siéger dans notre jury. Soyez assuré de notre sincère reconnaissance et de tous nos remerciements.*

**Monsieur le Médecin en Chef Luc AIGLE**

*Veillez accepter nos sincères remerciements pour votre présence et pour la confiance que vous nous accordez en acceptant de faire partie de ce jury.*

*De façon plus personnel, merci pour le soutien que vous m'avez apporté lors de mon internat.*

A notre directeur de thèse,

**Monsieur le Médecin Chef Arnaud-Xavier JOUVION**

*Je te remercie pour ces deux années passées à travailler avec toi, de mon semestre en MPR à nos derniers cafés.*

*Je te remercie pour ta gentillesse, ton soutien sans faille et ta bonne humeur.*

*Et enfin pour la confiance que tu m'as témoigné tout au long de ce travail.*

## **ECOLE DU VAL DE GRACE**



### **A Monsieur le Médecin Général Inspecteur Jean-Didier CAVALLO**

Directeur de l'Ecole du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Officier de la Légion d'honneur

Commandeur de l'Ordre National du Mérite

Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques

### **A Monsieur le Médecin Général Humbert BOISSEAU**

Directeur-adjoint de l'Ecole du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques

## **HOPITAL LAVERAN**



### **A Monsieur le Médecin Général Michel GUISET**

Médecin-chef de l'Hôpital d'Instruction des Armées LAVERAN

Chevalier de la Légion d'honneur

Chevalier de l'Ordre National du Mérite

### **A Monsieur le Médecin en Chef des Services Fabrice SIMON**

Responsable du pôle formation enseignement recherche

De l'Hôpital d'Instruction des Armées LAVERAN

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Chevalier de l'Ordre National du Mérite

Chevalier des Palmes Académiques

## REMERCIEMENTS

Au médecin en chef Catherine Verret, chef du bureau de gestion de la recherche clinique de l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées, pour votre précieux soutien méthodologique et les analyses statistiques.

Merci à tous ceux qui ont rendu ce travail possible : médecins urgentistes, médecins d'unité, internes, radiologues, kinésithérapeutes, équipe infirmière du service d'ORL ; en m'ayant adressé des patients, en ayant examiné, évalué ou aidé à la rééducation.

Aux membres du comité pédagogique de l'hôpital Laveran, et plus particulièrement à l'assistante médico-administratif de classe supérieur Laurence Roux, pour votre patient accompagnement tout au long de cet internat.

A mon tuteur, le médecin en chef Laurent PAPILLAULT des CHARBONNERIES, pour votre soutien et votre accompagnement des derniers mois.

Un immense merci aux médecins du service de MPR de l'hôpital Laveran, Monsieur le Médecin en Chef Laurent Thefenne, Monsieur le Médecin en Chef Thomas Trappier et Madame le Médecin Principal Gratiane De Brier ; pour m'avoir fait découvrir et apprécier cette belle spécialité qu'est la médecine physique et réadaptation, pour votre présence pendant mes premiers pas d'interne et pour le plaisir que j'ai eu à travailler avec vous pendant mon deuxième semestre.

Au Médecin Principal Bertrand Lavenir, au Médecin Principal Marc Ringaud et au Médecin Capitaine Benoit Briant de Laubrière, pour ce troisième semestre mémorable passé à l'antenne médicale de Carpiagne, pour tout ce que vous m'avez appris et surtout pour m'avoir fait aimer la médecine d'unité.

Aux médecins anesthésistes et réanimateurs de l'hôpital Laveran, et plus particulièrement à Hélène Fetissof, Raphael Paris et Candice Pierrou, pour votre accueil, votre gentillesse, et la patiente dont vous avez fait preuve envers moi lors de mon passage dans le service de réanimation.

### A ma famille,

A mes parents, Agnès et Olivier, sans qui je n'aurais jamais pu arriver jusqu'ici et qui m'ont permis de devenir tout ce que je suis. Merci pour votre soutien infaillible et votre amour inconditionnel. Il n'existe aucun mot pour vous exprimer toute ma reconnaissance et tout mon amour...

Tout simplement merci à ma petite sœur Lauriane d'avoir toujours été là. Tu es la moitié de moi-même et je t'aime très fort.

A toute ma famille, ma mamie, mes grands-parents, ma tante Marie-Paule, mon oncle Michel et mes cousins ; merci infiniment pour tout le bonheur que vous m'avez apporté sans cesse depuis 26 ans.

### A mes amis,

A mes amis de la Boate, pour tout ce que nous avons partagé depuis bientôt 10 ans et pour avoir toujours été là : Cécile, Laurence, Claire, Madeleine, Sabine, Kim, Jean-No, Kelly, Delphine, Tanneguy, et tous les autres ...

A mes amis les plus anciens et indéfectibles malgré la distance et le temps qui passe : Valentin, Thomas, Hadrien et Olivier, Laure-Hélène, Angélique et Julie.

A mes co-internes marseillais, de ma promotion et au-delà, compagnons dans les bons moments comme dans les plus difficiles.

Merci à Marine, Lysiane et Anne-So pour votre amitié toute neuve, et qui je l'espère durera longtemps !

Milles mercis à Lise et David pour votre coaching et votre aide si précieuse sur la fin, pour la biblio, pour les relectures, et pour les bières bien sûr...

Remerciement spécial à Laura Postel, pour m'avoir précédé sur le chemin de la thèse et pour avoir été un exemple tout au long de ce travail.

### Et enfin,

Parce que vous êtes trop nombreux pour tous vous citer, un grand merci à l'ensemble du personnel paramédical du service des urgences, du service de MPR et du service de réanimation de Laveran, kinésithérapeutes, infirmiers, aides-soignants, ASH, manips radio, assistantes sociales ... pour avoir accompagné souvent avec humour, toujours avec attention et gentillesse tout mon internat.

Et enfin merci aux officiers, et plus particulièrement aux lieutenant année 2016-2017 du 1<sup>er</sup> Régiment Etranger de Cavalerie, ainsi qu'à l'ensemble du peloton Santé, pour m'avoir si bien intégré lors de mon passage au régiment, pour m'avoir enseigné ce qu'était le métier de militaire, et pour m'avoir permis de faire mes premières armes de médecin d'unité.

*A mon grand-père, Manuel Lopez.  
J'espère que tu es fier de moi.*

○...ALLEZ OU LA PATRIE ET L'HUMANITE ○  
VOUS APPELLENT SOYEZ Y TOUJOURS  
PRETS A SERVIR L'UNE ET L'AUTRE ET S'IL  
LE FAUT SACHEZ IMITER CEUX DE VOS  
GENEREUX COMPAGNONS QUI AU MEME POSTE  
SONT MORTS MARTYRS DE CE DEVOUEMENT  
INTREPIDE ET MAGNANIME  
QUI EST LE VERITABLE ACTE DE FOI  
DES HOMMES DE NOTRE ETAT.

---

**BARON PERCY**

CHIRURGIEN EN CHEF DE LA GRANDE ARMÉE  
○ AUX CHIRURGIENS SOUS-AIDES. 1811 ○

## Sommaire

Introduction.....	3
I- Etat de l'art.....	3
II- Problématiques actuelles.....	4
III- Objectifs de l'étude.....	4
Matériels et méthodes.....	5
I- Matériel et sélection.....	5
II-Intervention.....	6
II.1. Description de l'expérimentation.....	6
II.2. Mode de recueil des données.....	11
III-Divers.....	18
III.1. Méthodes d'analyse statistique et plan d'analyse.....	18
III.2. Considérations éthiques.....	19
Résultats.....	20
I-Inclusion.....	20
II- Description de la population.....	20
III- Description du traumatisme initial.....	24
IV- Résultats isocinétiques.....	28
V- Résultats posturographiques.....	29
VI- Evaluation à un an : résultats fonctionnels.....	30
Discussion.....	37
I-Epidémiologie et physiopathologie de l'entorse de cheville.....	37
I.1. Entorse latérale de cheville.....	37
I.2. Physiopathologie et stratégies de protection articulaire.....	38
I.3. Complications de l'entorse de cheville.....	40
II- Analyse de la population de l'étude.....	42
II.1. Population.....	42
III- Prise en charge.....	43
III.1. Prise en charge diagnostique.....	43
III.2. Prise en charge thérapeutique.....	47
III.3. Rééducation isocinétique.....	52
IV- Isocinétisme, posturographie et entorse de cheville.....	53
IV.1. Evaluation isocinétique.....	53
IV.2. Posturographie.....	57



V- Retentissement fonctionnel de l'entorse de cheville et reprise sportive.....	59
V.1. Intérêt de l'évaluation fonctionnelle .....	59
V.2. Entorse de cheville chez le sportif et reprise du sport.....	60
V.3. Entorse de cheville en population militaire .....	65
V.4. Retentissement sur la qualité de vie .....	66
VI- Limites et biais de l'étude .....	67
VI.1. Limites .....	67
VI.2. Biais .....	67
VI.3. Facteurs de confusion .....	68
VII- Applications pratiques .....	69
Conclusion .....	70
Références bibliographiques .....	71
Annexes .....	85
Annexe 1 : Questionnaire d'évaluation.....	85
Annexe 2 : Questionnaires de référence.....	87
Liste des abréviations .....	91
Liste des tableaux et figures .....	92

# Introduction

## I- Etat de l'art

L'entorse latérale de cheville est le traumatisme ostéo-articulaire lié au sport le plus fréquent, correspondant à 15% des traumatismes rapportés, tous sports confondus [1]. En population générale, elle touche en moyenne 6000 personnes par jour en France, en majorité une population jeune et active (sportifs, militaires, etc...) [2]. C'est un problème de santé publique majeur, qui représente un coût de 1,2 million d'euros par jour en France [3].

Malgré le caractère bénin de ce traumatisme (deux tiers des cas correspondent à un grade I ou II de la classification échographique de Trévino [4]), c'est une pathologie qui peut être grave et avoir un impact majeur sur les capacités fonctionnelles du patient, en phase aigüe (25% des sujets présenteront un absentéisme scolaire et professionnel de 7 jours en moyenne [5]) et surtout à long terme.

En effet, une première entorse de cheville ne fait pas toujours l'objet d'une prise en charge efficace et est souvent négligée (57% des patients victimes d'une entorse de cheville ne seront ni examinés ni traités [6]), ce qui explique le taux de récurrence élevé. 70% des sujets atteints feront des entorses à répétition après un traumatisme initial [7,8], et parmi eux 30% développeront une instabilité chronique de cheville [8], l'instabilité chronique de cheville étant un facteur prédictif majeur de souffrir d'arthrose post-traumatique au long cours. Ce continuum de complications qui suivent un premier épisode d'entorse de cheville altère de manière significative la qualité de vie des sujets atteints, en diminuant l'activité physique, et constitue toute la gravité de cette pathologie [8].

Chez les sportifs, cela se traduit par des absences répétées aux entraînements et une diminution des performances sportives, un délai de reprise du sport augmenté (notion de « return to play » en anglais), un niveau de reprise inférieur au niveau initial, voire un abandon définitif de l'activité [9]. De plus, parmi une population sportive, ne pas terminer le programme de rééducation et donc reprendre précocement le sport est un des facteurs prédictifs majeur de récurrence d'entorse de cheville [10,11,12].

Concernant la prise en charge de l'entorse latérale de cheville, le traitement fonctionnel est recommandé en première intention [3,13,14,15]. La littérature scientifique retrouve de nombreuses études portant sur la rééducation de la cheville, notamment sur les différentes méthodes d'immobilisation à la phase aigüe, la physiothérapie, la récupération de la force musculaire, et la rééducation proprioceptive. Ainsi, la prise en charge initiale d'une entorse latérale de cheville simple fait l'objet de recommandation de bonnes pratiques, éditées régulièrement au cours de conférences de consensus internationales [3].

Parmi les stratégies de rééducation des entorses de cheville, le renforcement des muscles éverseurs de cheville permet une meilleure stabilité de la cheville. En effet, une étude menée sur chevilles saines a montré que des éverseurs forts permettaient une protection supérieure à l'usage d'un support externe, quel qu'il soit [16]. C'est donc un objectif principal de la rééducation.

## II- Problématiques actuelles

Actuellement, le renforcement musculaire en mode concentrique est la méthode de référence [17]. Or, sur d'autres complexes articulaires, notamment l'articulation du genou, le travail musculaire excentrique montre des résultats encourageants en matière d'efficacité. Chez les sportifs de haut niveau notamment, le travail en excentrique est réalisé sur dynamomètre isocinétique et semble apporter des résultats supérieurs à ceux obtenus par une rééducation en concentrique [18,19,20]. De plus, d'après la littérature, le travail musculaire en mode excentrique est applicable à la rééducation des fibulaires suite à une entorse de cheville [21,22]. De fait, la première partie de notre travail réalisé en 2015 retrouvait des résultats en faveur du renforcement musculaire excentrique dans la prise en charge des entorses : il permet une meilleure récupération de force musculaire et une meilleure stabilité en favorisant la récupération proprioceptive [23].

Ainsi, le travail musculaire en mode excentrique semble plus bénéfique que le renforcement en concentrique à court terme et pourrait donc être applicable à la rééducation des éverseurs dans les suites d'une entorse.

Bien que la littérature abonde en études portant sur l'épidémiologie des entorses de cheville et des récurrences, ainsi que sur les facteurs de risque d'entorse chez les sportifs, il y a un manque de donnée concernant les conditions de la reprise du sport et leur évaluation objective après un épisode d'entorse et sur l'évaluation de la guérison après un tel traumatisme.

De même, il n'existe aucune étude évaluant l'efficacité et le bénéfice du renforcement excentrique à distance du traumatisme sur la reprise des activités physiques et sportives, notamment en termes de prévention des récurrences.

## III- Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est de montrer qu'une prise en charge rééducative basée sur le renforcement des éverseurs en mode excentrique permet une meilleure récupération que le mode concentrique : à distance en termes de stabilité (se traduisant par moins de récurrence) et de reprise sportive, tant d'un point de vue quantitatif (fréquence de reprise) que qualitatif (délai de reprise, niveau de reprise). Notre évaluation se base sur un questionnaire réalisé à un an du traumatisme initial.

L'objectif secondaire est de montrer que le renforcement excentrique permet à l'issue immédiate de la prise en charge rééducative une meilleure récupération que le travail concentrique, sur le plan de la force musculaire (via une évaluation isocinétique) et de la proprioception (via une évaluation posturographique). Nous tâchons également dans ce travail d'identifier des éléments prédictifs de récurrence et de qualité de reprise sportive à l'issue de la prise en charge initiale du patient, afin d'optimiser la prise en charge du sportif par le clinicien.

## Matériels et méthodes

### I- Matériel et sélection

Il s'agit d'une étude prospective de type essai contrôlé randomisé en simple aveugle, monocentrique, menée sur l'Hôpital d'Instruction des Armées de Laveran (HIA), à Marseille.

Elle a été réalisée de décembre 2014 à décembre 2017. Les sujets étaient recrutés via le service d'accueil des urgences de l'HIA Laveran et les centres médicaux des armées (CMA) suivants :

- Centre Médical des Armées Marseille-Aubagne : Antenne Médicale d'Aubagne (1er Régiment Etranger), Antenne Médicale de Carpiagne (1er Régiment Etranger de Cavalerie),
- Centre Médical des Armées de Saint Christol (2ème Régiment Etranger du Génie),
- Centre Médical des Armées de Nîmes-Orange-Laudun : Antenne Médicale de Laudun (1er Régiment Etranger du Génie), Antenne Colonel de Chabrières (2ème Régiment Etranger d'Infanterie),
- Bataillon des Marins Pompiers de Marseille (BMPM).

Ils étaient ensuite adressés aux médecins du service de Médecine Physique et de Réadaptation de l'HIA, identifiés comme médecins investigateurs dans le protocole de recherche.

Le nombre de sujets nécessaire (NSN) a été évalué à 60 patients, pour permettre une puissance suffisante. Ce chiffre a été déterminé en se basant sur l'étude réalisée par Collado et al [22], dans laquelle 18 patients étaient inclus, répartis en deux groupes de 9 patients. Au vu des moyennes observées de différence isocinétique avec le côté sain après rééducation, nous en avons déduit que peu de patients rééduqués en concentrique avaient totalement récupéré en force musculaire alors que la quasi-totalité des sujets rééduqués en excentrique avaient atteint ou dépassé cet objectif. Afin de tenir compte du peu de sujets inclus et de la variabilité de la mesure, nous avons pris comme proportion de référence 40% de sujets guéris parmi les rééduqués en concentrique contre 80% de sujets guéris en excentrique, soit une différence minimum à mettre en évidence de 40 points de pourcentage. Avec une puissance de 90% et un risque alpha de 5%, le NSN à inclure par bras était estimé à 30. Compte tenu du risque de perdus de vue et d'exclusion secondaire, il était prévu d'inclure jusqu'à 40 sujets par bras.

La population de l'échantillon était représentative de la population ciblée par l'étude, soit des sujets jeunes, sains, et globalement sportifs. Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Âge au diagnostic de plus de 18 ans,
- Affiliation à la sécurité sociale,
- Ayant une lésion isolée du ligament collatéral latéral (LCL) de la cheville, partielle ou totale du faisceau talo-fibulaire antérieur (LTFA) et/ou calcanéofibulaire (LCF), quel que soit l'état du faisceau talo-fibulaire postérieur (LTFP),
- Pratiquant auparavant 3 heures de sport par semaine de tout type,

- Avec un membre controlatéral sain, indemne de toute symptomatologie douloureuse, articulaire ou musculaire à l'inclusion dans l'étude.

Les critères de non inclusion étaient :

- Récidive récente d'entorse : au moins un antécédent d'entorse sur la cheville étudiée ayant nécessité une prise en charge médicale dans les 12 mois précédents. Il a été montré que toute cheville indemne de traumatisme pendant au moins 12 mois ne présente aucune différence significative en termes de posturographie statique avec une cheville n'ayant jamais présentée le moindre antécédent traumatique [24].
- Lésions osseuses associées,
- Lésions classées grade III c1 ou supérieures à l'échographie selon la classification de Trévino [4] (tableau 1) ou lésions autres découvertes à l'échographie,
- Pathologies inflammatoires, infectieuses, vasculaires, orthopédiques du membre inférieur lésé ou controlatéral.

Les critères d'exclusion en cours d'étude étaient :

- Découverte de lésions associées osseuses, tendineuses ou musculo-ligamentaires à distance.
- Douleurs persistantes à l'appui ou à la contraction statique des éverseurs à l'issue des 6 premières séances de rééducation.
- La non réalisation de l'ensemble du protocole rééducatif.

## II- Intervention

### II.1. Description de l'expérimentation

#### *a- Inclusion*

Les patients inclus aux urgences et dans les CMA, entre décembre 2014 et décembre 2017, ont fait l'objet d'une double évaluation initiale, clinique et échographique.

L'évaluation clinique a été faite pour chaque patient par un des trois médecins investigateurs, le jour même puis répétée dans les 5 premiers jours suivants le traumatisme. Elle consistait en un interrogatoire suivi d'un examen clinique standardisé. Le recueil du consentement était également effectué.

Les critères de gravité anamnestiques étaient :

- Craquement lors du traumatisme,
- Gonflement immédiat,
- Ecchymoses et délai d'apparition,
- Sévérité de l'impotence fonctionnelle initiale : absence d'appui

Les éléments de l'examen clinique recherchés étaient :

- Douleur à la palpation du LCL,
- Amplitudes articulaires,
- Recherche d'une laxité frontale et d'un tiroir antéro-postérieur (signe de gravité),
- Testings musculaires.

Un bilan radiologique complémentaire était réalisé selon les recommandations actuelles (présence de critères d'Ottawa [25,26]) et était systématique pour les patients inclus via les urgences. Il comportait une incidence de la cheville de face et de profil comprenant la base du cinquième métatarsien.

Pour rappel, les critères d'Ottawa sont :

- Âge de plus de 55ans,
- Impotence fonctionnelle : incapacité de faire plus de quatre pas après le traumatisme,
- Douleur à la palpation osseuse de la malléole médiale ou latérale sur plus de 6cm,
- Douleur à la palpation de l'os naviculaire,
- Douleur à la palpation de la base du cinquième métatarsien.

L'évaluation échographique était systématique, afin de réaliser le bilan lésionnel ligamentaire avant le début de la rééducation. La classification échographique de Trévino était appliquée par l'examineur, afin d'éliminer les entorses graves (tableau 1). L'échographie pouvait être pratiquée par n'importe lequel des radiologues du service, ou réalisée en cabinet de radiologie externe selon la préférence des sujets inclus.

<b>Grade</b>	<b>Lésion</b>
<b>I</b>	Etirement
<b>II</b>	Rupture partielle
<b>III a</b>	Rupture complète du LTFA
<b>III b</b>	Rupture complète des LTFA et LCF
<b>III c1</b>	Rupture complète des LTFA et LCF, rupture interstitielle des tendons fibulaires
<b>III c2</b>	Rupture complète des LTFA et LCF, subluxation ou luxation des tendons fibulaires
<b>IV a</b>	Rupture complète des LTFA et LCF, arrachement de la pointe malléolaire
<b>IV b</b>	Rupture complète des LTFA et LCF, fracture de la trochlée talienne
<b>IV c</b>	Rupture complète des LTFA et LCF, fracture de la joue latérale du talus

*Tableau 1 - Classification radio-clinique de Trévino [4]*

#### *b- Protocole rééducatif*

Le protocole a été réalisé sur 5 semaines, pendant lesquelles la cheville traumatisée était immobilisée dès le jour de l'entorse par une orthèse rigide de stabilisation de type Aircast, permettant d'éviter les mouvements d'inversion et d'éversion, et prescrite par le médecin consulté initialement. De plus, les

sujets étaient exempts de sport et de toute activité physique intense pendant toute la durée du protocole.

Le protocole se composait de trois phases successives :

#### Phase I : première semaine, de J0 à J7

La prise en charge initiale, selon les recommandations HAS de 2000 [17], consistait en un traitement fonctionnel par protocole RICE : repos, surélévation du membre inférieur, glaçage pluriquotidien et stabilisation par une orthèse rigide, le but étant de lutter contre la douleur et l'œdème.

Une mobilisation passive précoce était associée, avec appui conservé aidé les premiers jours par l'usage de cannes anglaises selon la douleur.

#### Phase II : deuxième et troisième semaines

Il s'agissait du début de la prise en charge rééducative, commune aux deux groupes : 6 séances de rééducation étaient réalisées par un kinésithérapeute en cabinet ou par ceux de l'HIA, avec les mêmes consignes : physiothérapie, drainage et lutte contre l'œdème, réveil articulaire et musculaire en isométrique, en respectant la règle de la non douleur. L'électrostimulation des fibulaires pouvait être utilisée dans le cadre du travail musculaire.

A la fin des séances, les patients étaient randomisés aléatoirement par méthode informatique en deux groupes, un groupe de renforcement des fibulaires en excentrique et un groupe de renforcement en concentrique. La randomisation était effectuée par tirage au sort par le logiciel « Rando Web ».

On rappelle que la persistance de douleur à la contraction statique des fibulaires, après les 6 séances de rééducation initiale, constituait un critère d'exclusion de l'étude.

#### Phase III : quatrième, cinquième et sixième semaines

Chacun des groupes effectuait une rééducation spécifique sur dynamomètre isocinétique, selon le mode de renforcement musculaire retenu, qui comprenait 6 séances de rééducation, suivi d'une septième séance consacrée à l'évaluation isocinétique. Les séances se déroulaient sur le plateau technique du service de rééducation fonctionnelle de l'HIA. Elles étaient réalisées par un médecin investigateur ou par un kinésithérapeute du service, formé à l'utilisation du dynamomètre et aux protocoles utilisés (assistants-investigateurs). L'opérateur pouvait changer d'une séance à l'autre, et pouvait effectuer les deux types de séances, excentrique et concentrique.

Une séance se déroulait de la manière suivante :

- 10 minutes d'échauffement sur un vélo,
- Rééducation isocinétique du couple inverseurs/éverseurs de cheville :

- Nombre de séries et répétitions du mouvement protocolisés : 6 à 9 séries à une vitesse angulaire définies, espacées d'une minute de repos, et représentées dans les tableaux 2 et 3,
- Dans le groupe concentrique : renforcement concentrique des inverseurs et des éverseurs,
- Dans le groupe excentrique : renforcement excentrique des éverseurs lors de l'inversion et concentrique lors de l'éversion.

	Série	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>4ème semaine</b>	Vitesse angulaire (°/s)	150	120	90	60	60	90	120	150	-
	Nombre de répétitions	10	10	8	8	8	8	10	10	-
<b>5ème semaine</b>	Vitesse angulaire	150	120	90	70	60	60	70	90	120
	Nombre de répétitions	10	10	8	8	8	8	8	10	10

*Tableau 2- Séance de rééducation en concentrique sur dynamomètre isocinétique*

	Série	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>4ème semaine</b>	Vitesse angulaire (°/s)	10/90	10/90	15/11 0	15/11 0	20/12 0	20/12 0	-	-
	Nombre de répétitions	8	8	6	6	8	8	-	-
<b>5ème semaine</b>	Vitesse angulaire	15/90	30/10 0	45/11 0	60/12 0	60/12 0	45/11 0	30/10 0	15/90
	Nombre de répétitions	8	8	6	6	6	6	8	8

*Tableau 3- Séance de rééducation en excentrique sur dynamomètre isocinétique*

La consigne donnée au patient était de développer une force maximale à chaque essai, tout en respectant la règle de la non-douleur [27].



Deux à trois séances étaient effectuées par semaine, soit une durée totale de deux à trois semaines.

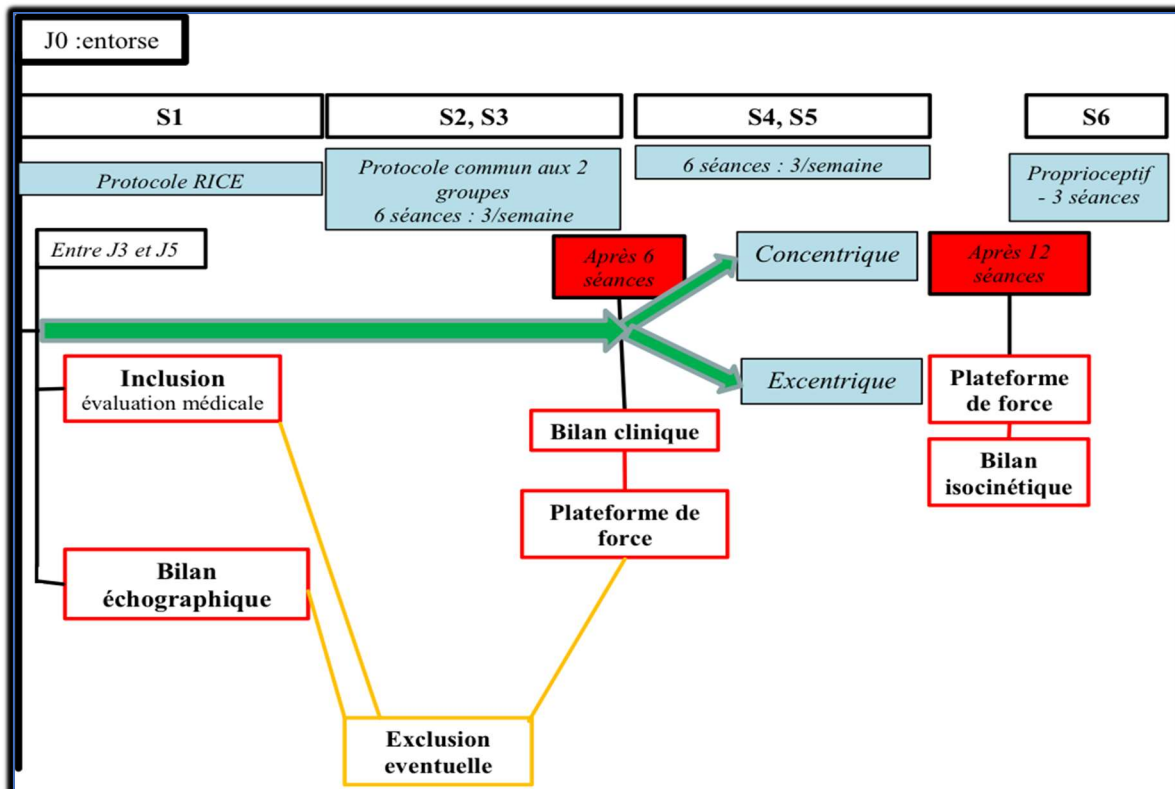


Figure 1. Schématisation du déroulement de l'étude

Une double évaluation était réalisée à l'issue du protocole de rééducation (soit 12 séances au total) lors d'une septième séance réalisée à l'HIA : une évaluation stabilométrique sur plateforme de force et une évaluation isocinétique.

L'évaluation sur plateforme de force, identique à l'évaluation initiale, était effectuée dans le service de consultation ORL par un des médecins investigateurs.

L'évaluation isocinétique avait lieu le même jour que l'évaluation stabilométrique par le même médecin investigateur, toujours sur dynamomètre isocinétique, après un échauffement initial. Six séries standardisées, trois séries essai puis trois séries test étaient réalisées successivement sur chaque cheville, selon le tableau 4. La cheville saine était testée en premier, puis la cheville lésée rééduquée.

	Séries	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Test 1	Test 2	Test 3
<b>Concentrique</b>	Vitesse angulaire (°/s)	30	120	-	30	120	-
	Nombre de répétitions	3	10	-	3	10	-
<b>Excentrique</b>	Vitesse angulaire (°/s)	-	-	30	-	-	30
	Nombre de répétitions	-	-	5	-	-	5

*Tableau 4-Test isocinétique sur dynamomètre isocinétique*

### *c- Fin de l'étude et réévaluation à un an*

La première partie de l'étude se terminait à la fin du protocole de rééducation initiale de 12 séances, complété par la réalisation de trois séances réalisées en cabinet de kinésithérapie et orientées sur la rééducation neuromotrice afin de compléter le protocole. Ces trois séances supplémentaires étaient réalisées la sixième ou septième semaine. Le kinésithérapeute avait pour consigne d'appliquer le protocole établis par Danowski et Chanussot en 1995 [22], soit un travail proprioceptif en appui bipodal puis unipodal, avec et sans orthèse.

L'orthèse était retirée à la fin des 3 séances supplémentaires en absence de douleur à l'étirement du ligament [17,18], et le patient pouvait reprendre progressivement ses activités sportives en débutant par du vélo et de la natation selon ses possibilités, suivi de la reprise de la course et des sports pivots.

Enfin, les sujets étaient recontactés par un médecin investigateur 12 mois après le traumatisme initial. La qualité de la reprise sportive et des activités physiques était évaluée au moyen d'un questionnaire téléphonique élaboré pour les besoins de l'étude (annexe 1). Ce questionnaire reprenait les items principaux de trois questionnaires validés, le Lower Extremity Functional Scale (LEFS), l'Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI), et le Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) [28,29,30].

## II.2. Mode de recueil des données

### *a- Echographie*

L'échographie de cheville a été réalisée à l'HIA ou en centre d'imagerie externe lors de l'évaluation initiale afin de rechercher des critères d'entorse grave. Les lésions étaient classées selon la classification radio-clinique de Trévino [4] (tableau 1).

### *b- Dynamomètre isocinétique*

#### Installation du patient :

Les 6 séances de renforcement musculaire et le test isocinétique final sont réalisés sur un dynamomètre isocinétique Con-Trex, après un échauffement de 10 minutes sur vélo. Le patient est installé en décubitus dorsal, la hanche du membre inférieure testé fléchi de 30° à 40° et le genou fléchi de 15° à 45°. La cuisse est sanglée sur le support afin de limiter les compensations en extension du genou et de la hanche. La cheville testée est installée en position neutre, l'articulation talo-crurale étant en légère flexion plantaire de 10° à 20°. C'est la position la plus précise permettant de développer le meilleur couple de force [31]. Le pied, nu ou protégé d'une chaussette, est installé et sanglé dans la semelle de l'appareil. Les amplitudes de l'articulation talo-crurale sont préalablement déterminées mécaniquement au début de la séance, et limitées à 30° d'inversion et 20° d'éversion. La figure suivante (figure 2) montre l'installation du patient dans l'appareil d'examen.



*Figure 2-Installation du patient dans le dynamomètre isocinétique Con-Trex*

#### Principes d'isocinétisme :

Il s'agit d'un type de renforcement musculaire qui consiste à asservir la résistance générée par l'appareil, le dynamomètre isocinétique, à la force développée par le patient. La résistance varie selon la vitesse et la position de l'articulation et s'applique uniquement si l'articulation est en mouvement. Le mouvement se fait à vitesse constante, la résistance s'adaptant à la force appliquée permet de faire travailler le muscle en contraction maximale.

Les deux avantages sont [149] :

- De rééduquer spécifiquement un muscle ou un groupe musculaire de manière standardisée et sécurisée en s'adaptant à la progression du sujet,

- De permettre une évaluation chiffrée de la force musculaire, objective, précise et reproductible.

Deux modes de contraction musculaire sont possibles :

- Le mode concentrique : la force développée est supérieure à la résistance, le muscle se raccourcit,
- Le mode excentrique : la résistance appliquée est supérieure à la force, le muscle se contracte en s'allongeant.

Dans notre étude, le couple musculaire étudié était le couple éverseurs (muscles court et long fibulaires ou *musculus peroneus brevis* et *musculus peroneus longus*) et inverseurs de cheville (muscle tibial postérieur ou *musculus tibialis posterior*).

#### Physiologie :

Au niveau de la cellule musculaire, le renforcement isocinétique permet d'activer un plus grand nombre d'unités motrices par rapport à des techniques plus classiques [142].

Depuis quelques années, un certain nombre d'études se sont penché sur le renforcement isocinétique en mode excentrique. En effet, celui-ci présenterait certains avantages par rapport au mode concentrique, notamment chez les sportifs [19,143] : un travail excentrique permettrait de mieux tolérer les contraintes au niveau de l'articulation et de renforcer l'action de stabilisation dynamique des muscles. De plus, il permet de diminuer la consommation d'oxygène et d'ATP par les unités motrices et aurait un effet myorelaxant [143,144].

#### Limites :

L'isocinétisme, si mal appliqué et en absence de surveillance, peut être responsable de lésions musculaires ou tendineuses. Ceci est particulièrement vrai pour le mode excentrique, qui associe une contraction musculaire maximale à un étirement du muscle [19].

Les contre-indications sont les suivantes :

- Absolues : toutes pathologies osseuses et musculaires graves (fracture non consolidée, pseudarthrose, déchirures musculaires ou ligamentaires...) ainsi que les pathologies cardio-vasculaire et neurologique contre-indiquant un effort.
- Relatives : ostéoporose, processus de cicatrisation en cours, douleur...

L'usage de l'isocinétisme doit donc être encadré et pratiqué par un professionnel formé. Le travail excentrique doit être réalisé à vitesse et résistance progressives, et adapté au stade de cicatrisation. Dans notre étude, nous avons donc choisi un délai de 4 semaines avant de débiter le protocole, afin de respecter la cicatrisation ligamentaire. Ce délai a pu être prolongé d'une semaine dans les cas où la cheville n'était pas complètement indolente à l'issue de cette période, notamment en cas d'entorse moyenne ou grave.

### Réalisation du test :

Le test isocinétique est réalisé du côté sain puis du côté lésé. Pour rappel, on effectue d'abord un test concentrique sur le couple musculaire avec trois répétitions à 30°/s puis 10 répétitions à 120°/s, suivi d'un test excentrique avec 5 répétitions à 30°/s (tableau 4). Les séries « test » sont précédées de trois séries « essai », qui ne sont pas retenues pour l'analyse.

Le test permet une analyse numérique et une analyse graphique de la force musculaire. Lors de l'analyse numérique, les paramètres mesurés sont :

- Le couple de force, en Newton mètre (N.m) : le moment de force mesuré pour chaque angle articulaire,
- Le pic de couple (N.m) : le couple maximal, soit la force maximale développée par les inverseurs et éverseurs de cheville,
- Le rapport côté lésé/côté sain, qui permet la mesure du déficit de force du côté lésé par rapport au côté sain, exprimé en pourcentage selon la formule  $1 - (\text{côté lésé}/\text{côté sain})$  [32] :
  - Déficit < 15% : le membre testé est considéré comme normal,
  - Déficit entre 15 et 25% : déficit mineur,
  - Déficit entre 25 et 40% : déficit modéré,
  - Déficit > 40% : déficit majeur.

Enfin, l'analyse graphique de la forme et de l'amplitude des courbes peut fournir des informations sur l'existence de douleurs lors du test ou de faiblesse musculaire. Elle donne également la hauteur du pic de couple (point le plus haut de la courbe).

### *c- Plateforme de force*

L'évaluation posturographique est réalisée au début et à la fin du protocole de rééducation. Il s'agit d'une posturographie statique réalisée sur l'appareil SYNAPSIS®.

### Principes :

La posturographie statique informatisée étudie les mécanismes de régulation de l'équilibre en examinant les trajectoires du centre de pression du pied [33,163] et la distribution du poids du corps sur une plateforme de force munie de capteurs, déterminant une surface de stabilité. C'est une méthode précise de quantification des troubles de l'équilibre.

Elle ne permet pas de faire le diagnostic étiologique ou lésionnel de pathologies, mais permet d'évaluer un déficit de l'équilibre avant et après une intervention thérapeutique (comme un protocole rééducatif par exemple), de mesurer le bénéfice fonctionnel de cette intervention, et de suivre l'évolution au cours du temps [33,164].

Elle aide donc le clinicien à orienter la prise en charge thérapeutique selon les déficits identifiés chez un patient [33,163] et donne des informations sur la manière dont un sujet compense une atteinte périphérique de l'équilibre [164].

#### Installation du patient :

Le patient pieds nus (sans chaussettes et sans support type attelle ou orthèse) se positionne sur la plateforme, les talons écartés de 2cm et les pieds orientés latéralement de 30°, les bras le long du corps et fixe une cible visuelle située à 90cm pour stabiliser le regard (distance de repos oculaire). En appui monopodal, le genou de la jambe non testée est fléchi à 90°. La figure suivante présente l'installation d'un patient sur la plateforme de force (figure 3).



*Figure 3- Positionnement du patient sur la plateforme de force Synapsis*

#### Réalisation du test :

On réalise plusieurs enregistrements de 30 secondes chacun [34], avec deux essais successifs pour chaque série :

- En appui bipodal, yeux ouverts puis yeux fermés,
- En appui unipodal côté sain, yeux ouverts,
- En appui unipodal côté lésé, yeux ouverts,
- En appui unipodal de nouveau du côté sain, yeux ouverts,
- En appui unipodal de nouveau du côté lésé, yeux ouverts.

Les 4 essais en unipodal sont répétés, yeux fermés, en alternant côté sain et côté lésé. Chaque essai dure 30 secondes, avec un délai avant le début d'enregistrement de 5 secondes en début et en fin d'essai. Seules les 20 secondes de milieu d'essai sont prises en compte pour l'analyse des résultats.

Les paramètres mesurés sont :

- La surface (cm<sup>2</sup>) : la surface de l'ellipse de confiance contenant 90% des positions du centre de pression mesurées au cours de l'enregistrement [35]. Plus cette surface augmente, plus le contrôle de l'équilibre est difficile à maintenir. Gagey et al ont déterminé en 1988 les valeurs stabilométriques considérées comme normales chez l'adulte sain dans des conditions standardisées, les Normes 85 [34] :
  - Surface normale, yeux ouverts, en appui bipodal = 1 cm<sup>2</sup> ± 0,5,
  - Surface normale, yeux fermés, en appui bipodal = 2,25 cm<sup>2</sup> ± 1
  - Concernant l'appui unipodal, il n'existe pas de valeur de référence publiées. Les études publiées sur le genou retiennent comme valeur de référence le côté controlatéral, supposé sain [36]. Dans notre étude, nous avons donc choisi de retenir pour l'analyse la plus petite surface mesurée du côté sain entre le premier test et le test final comme valeur de référence.
- La progression entre l'examen posturographique initial et final, définie par le calcul suivant :

$$(\text{Stab.L2}/\text{Stab.Smin}) - (\text{Stab.L1}/\text{Stab.Smin}) \text{ en cm}^2$$

Où :

- Stab.L2 = surface du pied lésé lors de la deuxième évaluation monopodale, yeux fermés,
- Stab.Smin = surface du pied sain minimale mesurée entre les deux examens en monopodal, yeux fermés,
- Stab.L1 = surface du pied lésé lors de la première évaluation monopodale, yeux fermés.

#### *d- Questionnaire final*

A un an du traumatisme initial, les patients étaient recontactés par téléphone ou par mail, et réévalué au moyen d'un questionnaire d'évaluation fonctionnelle.

L'objectif de cette évaluation était de déterminer pour chaque sujet la récupération fonctionnelle et la qualité de la reprise de l'activité physique, et donc la qualité de la guérison.

#### Choix d'un questionnaire unique combiné :

Le questionnaire utilisé (annexe 1) a été élaboré pour les besoins de cette étude, à partir de trois questionnaires standardisés, validés et utilisés couramment dans la littérature scientifique pour l'évaluation de la pathologie du membre inférieur.

L'utilisation de plusieurs questionnaires, avec le risque de redondance des questions, peut représenter une perte de temps pour les sujets interrogés. L'évaluation peut donc être mal réalisée [37,38].

Il y a donc un intérêt à utiliser un questionnaire combiné, qui permet à la fois la même qualité et fiabilité d'évaluation en reprenant les questions pertinentes de plusieurs questionnaires et en

éliminant les redondances. Ceci est également plus efficace en matière de temps pour le patient [39]. De plus, il est plus simple d'utiliser un seul questionnaire lors d'un appel téléphonique : cela prend peu de temps au sujet pour répondre, et donc permet une meilleure adhésion [38].

#### Elaboration du questionnaire :

Pour élaborer le questionnaire, trois questionnaires validés et fréquemment cités dans l'évaluation de la pathologie ostéo-articulaire et traumatique du membre inférieur ont été retenus : le LEFS (Lower Extremity Functional Scale), l'IdFAI (Identification of Functional Ankle Instability) et le CAIT (Cumberland Ankle Instability Tool) (annexe 2). Notre questionnaire devait regrouper tous les éléments pertinents des questionnaires de référence, pour permettre une évaluation fiable et standardisée des sujets.

#### Choix des questionnaires de référence :

- The Lower Extremity Functional Scale LEFS, 1999 : il s'agit d'un auto-questionnaire de 20 questions utilisé pour l'évaluation initiale, l'évaluation dans le temps et le suivi de la progression, ainsi que pour déterminer le retentissement fonctionnel dans le cadre d'un large éventail de pathologies des membres inférieurs et des troubles musculosquelettiques. Il est simple d'utilisation, fiable, et applicable en recherche clinique. Sa validité a été démontrée [28, 40, 41].
- The Cumberland Ankle Instability Tool CAIT, 2006 : il s'agit d'une échelle de 9 items notée sur 30 points, mise au point pour discriminer et évaluer la sévérité de l'instabilité chronique de cheville en se basant sur un score seuil. Ce score a été réévalué par Wright et al en 2014 pour améliorer la sensibilité et la spécificité initiale du test [42]. C'est un outil simple, valide et fiable. Il existe une corrélation significative entre le LEFS et le CAIT, qui possède une excellente sensibilité (96,6%) et une bonne spécificité (86,8%) (29,42). Il est applicable en pratique clinique ainsi qu'en recherche [29]. En revanche, une étude a montré que ce n'était pas un bon facteur prédictif de récurrence d'entorse de cheville [43].
- Identification of Functional Ankle Instability IdFAI, 2012 : il s'agit également d'un auto-questionnaire court, simple, facile à utiliser. Sa sensibilité est excellente (89,6%) pour l'identification des sujets présentant une instabilité chronique de cheville [30]. Il est également applicable dans différents groupes d'âge en clinique et en recherche [44].

#### *e- Les critères de jugement*

##### Critères principaux :

Le critère principal de notre étude porte sur les paramètres fonctionnels évalués à un an par le questionnaire. Il s'agit de comparer la qualité de la reprise du sport entre le groupe excentrique et le groupe concentrique :



- Reprise du sport à un niveau similaire ou supérieur au niveau antérieur : comparée à l'aide d'un test du Chi2 (seuil de significativité :  $p=0,05$ ),
- Volume horaire de pratique sportive par semaine : comparé à l'aide d'un test du Chi2,
- Délai de reprise du sport : nous avons comparé les variances des médianes exprimées en mois par un test de Mann-Whitney.

L'objectif étant de montrer sur ces trois critères que le renforcement musculaire en excentrique permet une reprise du sport de meilleure qualité par rapport au groupe concentrique, que ce soit en matière de performance ou de délai de reprise.

Les critères fonctionnels secondaires sont :

- Le taux de récurrence d'entorse latérale de cheville,
- La présence ou l'absence de douleur persistante,
- La présence ou l'absence de sensation d'instabilité et de raideur résiduelle

Il s'agit de montrer que les complications sont significativement moins fréquentes dans le groupe rééduqué en excentrique par rapport au groupe rééduqué en concentrique, toujours en utilisant un test du Chi2.

#### Critères secondaires :

Le premier critère choisi est un critère isocinétique. Il s'agit du pourcentage de patients présentant une récupération musculaire totale à l'issue du protocole de rééducation sur deux séries (concentrique à  $30^\circ/s$  et excentrique à  $30^\circ/s$ ). Les pourcentages obtenus dans les deux groupes sont comparés par un test du Chi2 avec un seuil de significativité  $p=0,05$ .

Le deuxième critère isocinétique évalue la différence de force musculaire au niveau des muscles fibulaires entre la cheville saine et la cheville lésée. Il s'agit de montrer que cette différence de force est significativement inférieure dans le groupe rééduqué en excentrique par rapport au groupe rééduqué en concentrique à la fin du protocole de rééducation.

Le critère stabilométrique secondaire consiste à montrer que les sujets rééduqués en excentrique présentent une progression stabilométrique supérieure et plus fréquente à celle des sujets du groupe concentrique. Le test statistique utilisé est un test de Student.

### III- Divers

#### III.1. Méthodes d'analyse statistique et plan d'analyse

Le recueil des données a été fait avec le logiciel Excel Worksheet.

L'analyse statistique a été réalisée avec l'aide de l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA) sur le logiciel Stata version 15.1.

Le seuil de significativité utilisé était de 5%.

Lorsque les conditions d'applications étaient respectées, le test du Chi2 a été utilisé pour comparer les variables qualitatives et le test de Student pour comparer les variables quantitatives. Lorsque ces conditions n'étaient pas remplies, des tests non paramétriques ont été utilisés, comme le test de Mann Whitney.

### III.2. Considérations éthiques

Cette étude était éligible à un Comité de Protection des Personnes (CPP) du fait de l'évaluation de la recommandation d'une société savante. Elle a reçu l'accord du comité d'éthique de l'établissement, puis l'accord du CPP.

Un consentement signé de participation à l'étude a été recueilli auprès de chaque patient inclus.

## Résultats

### I- Inclusion

Lors de la première partie de l'étude, réalisée entre décembre 2014 et octobre 2015, 31 patients ayant présenté une entorse latérale de cheville ont été inclus. Sur l'ensemble, 25 ont réalisé l'ensemble du protocole rééducatif et ont été retenus pour l'analyse définitive des résultats. Nous avons poursuivi les inclusions, et recruté 30 sujets supplémentaires, soit un total de 61 patients inclus.

Deux patients présentaient des critères d'exclusion lors de l'évaluation échographique initiale et 5 patients ont abandonné la rééducation avant la fin du protocole.

Enfin, sur les 52 patients retenus pour l'analyse des résultats, 43 ont pu être réévalués à un an de l'entorse : 4 n'ont pu être joints et ont été considérés comme perdus de vue et 5 n'étaient pas encore à 12 mois du traumatisme lors de l'analyse.

La population de l'étude peut donc être résumée comme suit :

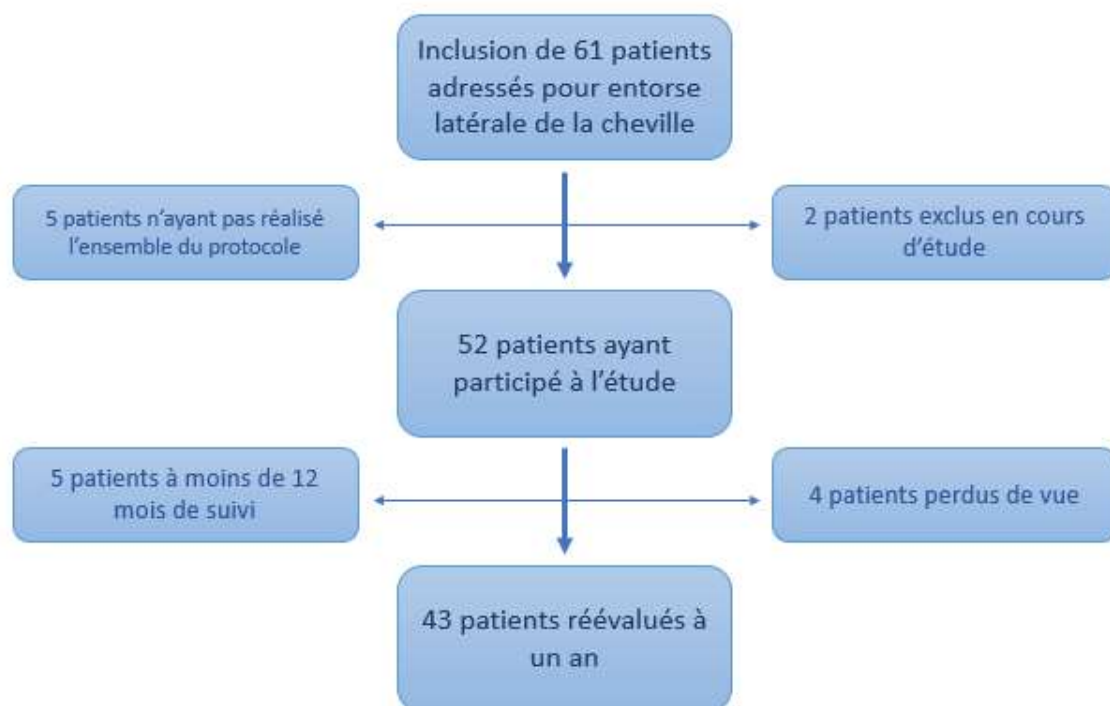


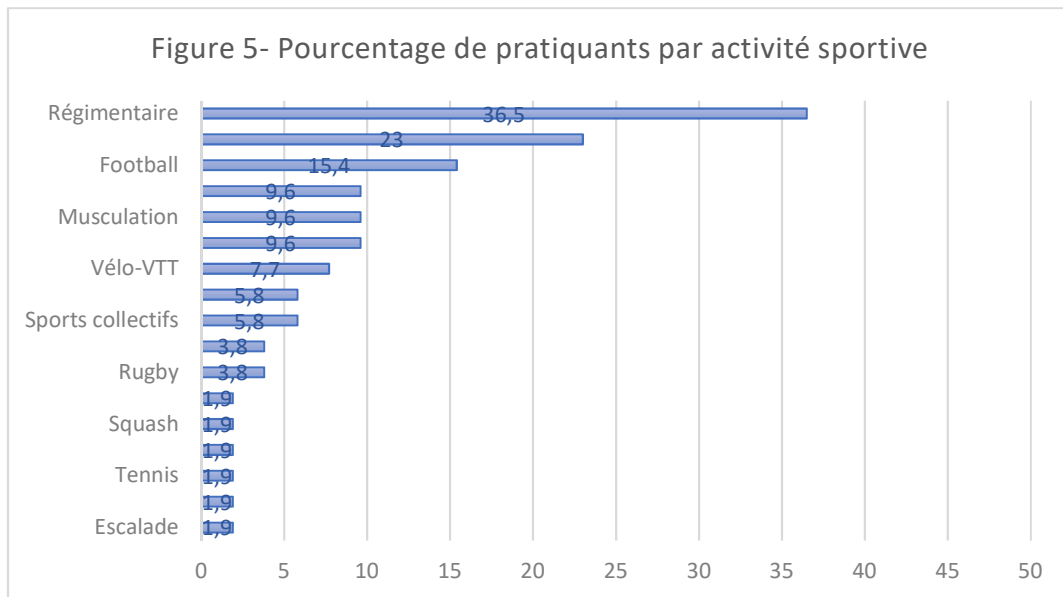
Figure 4- Diagramme de flux

### II- Description de la population

Le tableau et la figure suivants rapportent les caractéristiques des 52 patients étudiés.

Tableau 5- Caractéristiques de l'échantillon suivant le bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=26)		<u>Bras excentrique</u> (n=26)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Sexe</b>							0,71
Homme	21	80,8%	22	84,6%	43	82,7%	
Femme	5	19,2%	4	15,4%	9	17,3%	
<b>Age lors du traumatisme, médianes (années)</b>	29,2		32,3		30,7		0,20
<b>Poids moyen</b>	75,3		74,7		75		0,82
<b>IMC moyen</b>	24,1		24,2		24,2		0,89
<b>Profession</b>							0,15
Militaire	19	73,1%	14	53,8%	33	63,5%	
Civil	7	26,9%	12	46,2%	19	36,5%	
<b>Latéralité</b>							0,10
Droitier	24	92,3%	19	73,1%	43	82,7%	
Gaucher	2	7,7%	7	26,9%	9	17,3%	
<b>Côté traumatisé</b>							1,00
Droit	10	38,5%	10	38,5%	20	38,5%	
Gauche	16	61,5%	16	61,5%	32	61,5%	
<b>Atteinte du pied d'impulsion</b>							0,57
Oui	11	42,3%	9	34,6%	20	38,5%	
Non	15	57,7%	17	65,4%	32	61,5%	
<b>Antécédent d'entorse</b>							0,27
Oui	15	57,7%	11	42,3%	26	50,0%	
Non	11	42,3%	15	57,7%	26	50,0%	



Il s'agissait d'une population majoritairement masculine avec un sex-ratio H/F de 4,77 et d'âge moyen de 30,7 ans, pratiquant en moyenne plus de 3 heures d'activité physique hebdomadaire.

Les sujets ont été répartis dans les deux groupes lors de la première consultation d'inclusion par une randomisation informatique, après un délai moyen de 4,7 jours. Chaque groupe comprenait un nombre égal de patients (26), soit 50%.

Les populations des deux groupes étaient strictement homogènes concernant les caractéristiques démographiques, et donc comparables. En revanche, il existait une prédominance de militaires inclus, sans différence significative concernant la répartition dans les deux groupes, pour un total de 63,5% de militaires contre 36,5% de civils.

De plus, on peut relever dans le tableau 5 que le pied d'impulsion a été moins fréquemment atteint que le côté non dominant : 38,5% contre 61,5%. Il n'y a là encore pas de différence significative entre les deux groupes : 42% d'atteinte du pied d'impulsion dans le bras concentrique contre 34% dans le bras excentrique.

Enfin, 50% des sujets de notre population rapportaient au moins un antécédent d'entorse (quel que soit le côté) : 57,7% dans le groupe concentrique et 42,3% dans le groupe excentrique.

Les tableaux et la figure ci-dessous présentent les données relatives à la pratique du sport.

Tableau 6- Répartition de l'activité physique suivant le bras d'étude, N=52

	<u>Bras excentrique</u>		<u>Bras concentrique</u>		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	(n=26)		(n=26)				
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Volume horaire</b>							<b>0,17</b>
3h	10	38,5%	4	15,3%	14	26,9%	
3-6h	3	11,5%	5	19,2%	8	15,4%	
>6h	13	50%	17	65,4%	30	57,7%	

3h : 3h de sport par semaine

3-6h : entre 3h et 6h de sport par semaine

>6h : plus de 6h de sport par semaine

Il n'y avait pas de différence dans la répartition entre les groupes, bien que l'on retrouvât plus de sujets pratiquant 3 heures de sport dans le bras excentrique (38,5% contre 15,3% dans le bras concentrique) (tableau 6).

Tableau 7- Répartition de l'activité physique selon la profession, N=52

	<u>Civils</u>		<u>Militaires</u>		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	(n=19)		(n=33)				
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Volume horaire</b>							<b>0,10</b>
3h	8	42,1%	6	18,2%	14	26,9%	
3h-6h	3	15,8%	5	15,1%	8	15,4%	
>6h	8	42,1%	22	66,7%	30	57,7%	

3h : 3h de sport par semaine

3-6- : entre 3h et 6h de sport par semaine

>6h : plus de 6h de sport par semaine

En revanche, parmi les militaires, 81,8% pratiquaient plus de 3 heures de sport par semaine contre 57,9% des civils (tableau 7). Il s'agissait d'une tendance à la significativité avec p=0,10.

### III- Description du traumatisme initial

Les tableaux 8 à 11 résument les caractéristiques physiopathologiques des lésions présentées par les patients dans chaque groupe.

Tableau 8- Caractéristiques de l'entorse lors du traumatisme suivant le bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=26)		<u>Bras excentrique</u> (n=26)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Craquement perçus</b>							<b>0,8</b>
Oui	10	38,5%	11	42,3%	21	40,4%	
Non	16	61,5%	15	57,7%	31	59,6%	
<b>Gonflement</b>							<b>0,34</b>
Rapide (< 10 min)	10	38,5%	10	38,5%	20	38,5%	
> 10 min	14	53,8%	16	61,5%	30	57,7%	
Non	2	7,7%	0	0,0%	2	3,8%	
<b>Ecchymose</b>							<b>0,33</b>
Rapide (< 1 heure)	2	7,7%	3	11,5%	5	9,6%	
1 à 12 heures	3	11,5%	1	3,8%	4	7,7%	
> 12 heures	3	11,5%	1	3,8%	4	7,7%	
Non	18	69,2%	21	80,8%	39	75,0%	
<b>Appui</b>							<b>0,47</b>
Possible avec boiterie	16	61,5%	20	76,9%	36	69,2%	
Non dans un 2ème temps	4	15,4%	2	7,7%	6	11,5%	
Non de suite	6	23,1%	4	15,4%	10	19,2%	
<b>Douleur</b>							<b>0,42</b>
Non	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	
Syncopale	5	19,2%	2	7,7%	7	13,5%	
En 3 temps	17	65,4%	18	69,2%	35	67,3%	
Autre	4	15,4%	6	23,1%	10	19,2%	

Tableau 9- Caractéristiques de l'entorse lors de l'examen suivant le bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=26)		<u>Bras excentrique</u> (n=26)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Palpation du LTFA</b>							<b>0,08</b>
Non douloureux	1	3,8%	5	19,2%	6	11,5%	
Douloureux	25	96,2%	21	80,8%	46	88,5%	
<b>Palpation du LCF</b>							<b>0,40</b>
Non douloureux	12	46,2%	9	34,6%	21	40,4%	
Douloureux	14	53,8%	17	65,4%	31	59,6%	
<b>Laxité en varus</b>							<b>0,81</b>
Non	15	57,7%	13	50,0%	28	53,8%	
Oui	5	19,2%	5	19,2%	10	19,2%	
Impossible	6	23,1%	8	30,8%	14	26,9%	
<b>Tiroir antéro-postérieur</b>							<b>0,33</b>
Non	20	76,9%	15	57,7%	35	67,3%	
Oui	1	3,8%	2	7,7%	3	5,8%	
Impossible	5	19,2%	9	34,6%	14	26,9%	
<b>Flexion plantaire</b>							<b>0,24</b>
Normale	15	57,7%	20	76,9%	35	67,3%	
Douloureuse	7	26,9%	5	19,2%	12	23,1%	
Limitée	4	15,4%	1	3,8%	5	9,6%	
<b>Flexion dorsale</b>							<b>0,51</b>
Normale	10	38,5%	14	53,8%	24	46,2%	
Douloureuse	11	42,3%	9	34,6%	20	38,5%	
Limitée	5	19,2%	3	11,5%	8	15,4%	
<b>Testing des fibulaires</b>							<b>0,51</b>
Normal	5	19,2%	7	26,9%	12	23,1%	
Faible	2	7,7%	2	7,7%	4	7,7%	
Douloureux	2	7,7%	0	0,0%	2	3,8%	
Faible et douloureux	17	65,4%	17	65,4%	34	65,4%	



<b>Testing du tibia postérieur</b>							0,47
Normal	15	57,7%	18	69,2%	33	63,5%	
Faible	0	0,0%	1	3,8%	1	1,9%	
Douloureux	3	11,5%	1	3,8%	4	7,7%	
Faible et douloureux	8	30,8%	6	23,1%	14	26,9%	
<b>Testing du tibia antérieur</b>							0,13
Normal	22	84,6%	17	65,4%	39	75,0%	
Faible	1	3,8%	1	3,8%	2	3,8%	
Douloureux	3	11,5%	3	11,5%	6	11,5%	
Faible et douloureux	0	0,0%	5	19,2%	5	9,6%	
<b>Montée sur pointes</b>							0,20
Normal	10	38,5%	15	57,7%	25	48,1%	
Faible	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	
Douloureux	8	30,8%	3	11,5%	11	21,2%	
Faible et douloureux	8	30,8%	8	30,8%	16	30,8%	

Concernant les données de l'interrogatoire, les patients étaient homogènes : 40,4 % d'entre eux rapportaient un craquement perçu lors du traumatisme, ainsi qu'une ecchymose dans 25 % des cas.

Il n'existait là non plus aucune différence significative entre les deux groupes.

Concernant les données de l'examen clinique, aucun signe clinique recherché n'était spécifique de l'entorse de cheville, en dehors d'une palpation douloureuse du LTFA pour laquelle on retrouvait une tendance à la significativité ( $p=0,08$ ), avec 88,5% de patients douloureux lors de l'examen.

Une palpation douloureuse du LCF (faisceau moyen) était associée dans 59,6% des cas, mais sans significativité statistique.

Tableau 10- Caractéristiques paracliniques de l'entorse suivant le bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=26)		<u>Bras excentrique</u> (n=26)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Radiographie</b>							0,80
Oui	11	42,3%	12	46,2%	23	44,2%	
Non	15	57,7%	14	53,8%	29	55,8%	
<b>Echographie</b>							0,18
Grades I ou II	18	69,2%	22	84,6%	40	76,9%	
Grades IIIa ou IIIb	8	30,8%	4	15,4%	12	23,1%	

Selon nos résultats, une radiographie a été réalisée chez 44,2 % de nos patients, selon les critères d'Ottawa.

Concernant les résultats échographiques, la majorité des patients de chaque groupe présentait une entorse simple de grade I ou II selon la classification de Trévino : 69,2% dans le groupe concentrique, 84,6% dans le bras excentrique. Bien que l'on retrouvât 30,8% d'entorses plus sévères de grade échographique IIIa ou IIIb dans le bras concentrique contre 15,4% dans le bras excentrique, cela ne représentait pas une différence statistiquement significative.

Tableaux 11- Caractéristiques anamnestiques et cliniques de l'entorse suivant le grade échographique

	<u>Grade échographique I/II</u> (n=40)		<u>Grade échographique IIIa/IIIb</u> (n=12)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Anamnèse</b>							
Craquement	16	40%	5	41,7%	21	40,4%	0,92
Oedème	38	95%	12	100%	50	96,2%	0,52
Absence d'appui	11	27,5%	5	41,7%	16	30,7%	0,25
<b>Clinique</b>							
Douleur du LFTA	34	85%	12	100%	46	88,5%	0,15
Laxité en varus	5	12,50%	5	41,7%	10	19,2%	<b>0,001</b>
Tiroir antéro-postérieur	1	2.5%	2	16,7%	3	5,8%	<b>0,01</b>

<b>Association de 3 signes de gravité*</b>	0	0%	2	16,7%	2	3,4%	0,39
<b>Aucun signe de gravité</b>	18	45%	0	0%	18	34,6%	<b>0,003</b>

\* : association d'un craquement, d'une absence d'appui, et d'un tiroir antéro-postérieur ou d'une laxité en varus

En répétant l'analyse selon la gravité échographique de l'entorse (tableau 11), nous avons pu constater une différence significative concernant les testings articulaires : les patients ayant une entorse grave présentaient plus fréquemment un tiroir antéro-postérieur ou une laxité en varus. De plus, l'absence de trois signes de gravité (définis ici par l'association d'un craquement, d'une absence d'appui lors de l'examen et de laxité pathologique) était significativement corrélée avec le caractère bénin de l'entorse à l'échographie.

#### IV- Résultats isocinétiques

Les résultats obtenus lors du test isocinétique retrouvaient pour la cheville saine, quel que soit le groupe d'appartenance :

- Pic de couple moyen des éverseurs en concentrique à 30°/s = 20,2 +/-7,7 Nm,
- Pic de couple moyen des éverseurs en concentrique à 120°/s = 14,9 +/-4,6 Nm,
- Pic de couple moyen des éverseurs en excentrique à 30°/s = 25,0 +/-11,4 Nm,
- Pic de couple moyen des inverseurs en concentrique à 30°/s = 19,6 +/-6,1 Nm,
- Pic de couple moyen des inverseurs en concentrique à 120°/s = 19,8 +/-5,4 Nm,
- Pic de couple moyen des inverseurs en excentrique à 30°/s = 18,0 +/-8,2 Nm.

Les résultats observés chez nos patients étaient les suivant dans le groupe rééduqué en concentrique :

- Pic de couple moyen des éverseurs lésés en concentrique à 30°/s = 19,3 +/-8,3 Nm,
- Pic de couple moyen des éverseurs lésés en excentrique à 30°/s = 24,1 +/-10,7 Nm.

Et dans le groupe rééduqué en excentrique :

- Pic de couple moyen des éverseurs en concentrique à 30°/s = 19,7 +/-8,2 Nm,
- Pic de couple moyen des éverseurs en excentrique à 30°/s = 24,5 +/-10,8 Nm.

Les résultats isocinétiques sont présentés dans le tableau 12.

Le critère de jugement retenu était la récupération musculaire totale, définie par un déficit de force de moins de 15% du côté lésé par rapport au côté sain, lors de la série en concentrique à 30°/s et lors de la série en excentrique à 30°/s. La série en concentrique à 120°/s n'était pas retenue pour le calcul des résultats.

Tableau 12- Récupération musculaire totale selon le bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=26)		<u>Bras excentrique</u> (n=26)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Récupération musculaire complète</b>							<b>&lt;0,001</b>
Oui	7	26,9%	20	76,9%	27	51,9%	
Non	18	69,2%	5	19,2%	25	48,1%	
Données manquantes ou en cours	1	3,8%	1	3,8%	2	3,8%	
<b>Moyenne du déficit CONC 30°/s *</b>		-5,70%		1,90%		-1,90%	<b>0,09</b>
<b>Moyenne du déficit EXC 30°/s*</b>		-3,10%		4,70%		0,80%	<b>0,08</b>

\* Moyenne du déficit CONC 30°/s : pic de couple éverseur lésé/pic de couple éverseur sain en concentrique 30°/s

\* Moyenne du déficit EXC 30°/s : pic de couple éverseur lésé/pic de couple éverseur sain en excentrique 30°/s

On retrouvait donc de manière significative plus de sujets présentant une récupération musculaire complète dans le groupe rééduqué en excentrique que dans le groupe rééduqué en concentrique : 76,9% contre 26,9% respectivement.

De plus, lors de la série en concentrique à 30°/s, il existait une compensation du déficit par rapport aux éverseurs sains de 1,90% dans le groupe rééduqué en excentrique. Dans le groupe rééduqué en concentrique, on retrouvait un déficit moyen persistant de -5,70% des éverseurs lésés par rapport aux éverseurs sains.

Lors de la série en excentrique à 30°/s, on retrouvait une compensation du déficit de 4,70% dans le groupe excentrique, contre toujours un déficit persistant de -3,10% dans le groupe concentrique.

Concernant ce résultat, il s'agissait d'une tendance à la significativité, avec  $p < 0,10$ .

## V- Résultats posturographiques

Les résultats posturographiques concernant le côté sain quel que soit le groupe de rééducation sont les suivants :

- Evaluation initiale :
  - Appui bipodal, yeux ouverts : surface moyenne = 1,63 cm<sup>2</sup>+/-1,13
  - Appui bipodal, yeux fermés : surface moyenne = 3,29 cm<sup>2</sup>+/-2,06
- Evaluation finale :
  - Appui bipodal, yeux ouverts : surface moyenne = 1,78 cm<sup>2</sup>+/-0,84
  - Appui bipodal, yeux fermés : surface moyenne = 2,74 cm<sup>2</sup>+/-2,68

Dans le groupe rééduqué en concentrique, nous retrouvons les valeurs suivantes, en appui monopodal du côté lésé les yeux fermés :

- Evaluation initiale : surface moyenne = 25,67+/-13,17 cm<sup>2</sup>
- Evaluation finale : surface moyenne = 20,72+/-7,44 cm<sup>2</sup>

Dans le groupe rééduqué en excentrique, les résultats sont les suivants :

- Evaluation initiale : surface moyenne = 25,57+/-13,02 cm<sup>2</sup>
- Evaluation finale : surface moyenne = 19,57+/-6,45 cm<sup>2</sup>

Le tableau 13 présente la progression stabilométrique entre les deux examens selon le bras de rééducation, dont le calcul a été défini dans la partie Méthodes.

Tableau 13- Evolution posturographique en fonction du bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=26)		<u>Bras excentrique</u> (n=26)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	
<b>Progression stabilométrique</b>							
Oui	4	16,2%	11	42,8%	15	28,8%	<b>0,10</b>
Non	22	83,8%	15	57,2%	37	71,2%	

On retrouvait donc une tendance à la significativité concernant les résultats posturographiques, avec 42,8% des patients présentant une progression dans le bras excentrique contre 16,2% des patients dans le bras concentrique.

## VI- Evaluation à un an : résultats fonctionnels

Le tableau 14 présente les résultats des patients soumis au questionnaire d'évaluation finale à un an du traumatisme.

Les données manquantes concernent les patients perdus de vue ainsi que les patients étant au moment de l'analyse statistique à moins d'un an de l'entorse. Le questionnaire a donc été soumis à 43 patients, 22 dans le bras concentrique, 21 dans le bras excentrique.

Tableau 14- Caractéristiques des patients lors de l'évaluation à un an suivant le bras d'étude, N=52

	<u>Bras concentrique</u> (n=22)		<u>Bras excentrique</u> (n=21)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Reprise du sport</b>							<b>0,6</b>
Oui	21	80,8%	19	73,1%	40	76,9%	
Non	1	3,8%	2	7,7%	3	5,8%	
Données manquantes	4	15,4%	5	19,2%	9	17,3%	
<b>Reprise du sport au moins au même niveau qu'avant</b>							<b>0,11</b>
Oui	13	50,0%	14	53,8%	27	51,9%	
Non	9	34,6%	7	26,9%	16	30,8%	
Données manquantes	4	15,4%	5	19,2%	9	17,3%	
<b>Délai de reprise du sport, médiane (mois)</b>	3,45		2,50				<b>0,35</b>
<b>Récidive homolatérale</b>							<b>0,41</b>
Oui	4	15,4%	2	7,7%	6	11,5%	
Non	18	69,2%	19	73,1%	37	71,2%	
Données manquantes	4	15,4%	5	19,2%	9	17,3%	
<b>Douleur ou gêne persistante</b>							<b>0,93</b>
Oui	5	19,2%	4	15,4%	9	17,3%	
Non	17	65,4%	17	65,4%	34	65,4%	
Données manquantes	4	15,4%	5	19,2%	9	17,3%	
<b>Sensation d'instabilité</b>							<b>0,67</b>
Oui	3	11,5%	2	7,7%	5	9,6%	
Non	19	73,1%	19	73,1%	38	73,1%	
Données manquantes	4	15,4%	5	19,2%	9	17,3%	
<b>Raideur</b>							<b>0,94</b>
Oui	4	15,4%	4	15,4%	8	15,4%	
Non	18	69,2%	17	65,4%	35	67,3%	
Données manquantes	4	15,4%	5	19,2%	9	17,3%	

*a- Reprise du sport*

On retrouve une tendance à la significativité concernant la reprise du sport, puisque 76,9% des sujets ont repris le sport contre 5,8% d'abandon (p=0,08). Les causes d'arrêt du sport retrouvées étaient :

- Causes professionnelles : un patient dans le groupe concentrique,
- Nouveau traumatisme : un patient dans le groupe excentrique,
- Raison non précisée : un patient dans le groupe concentrique.

En revanche, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes : 95% ont repris le sport dans le bras concentrique contre 92% dans le bras excentrique.

Concernant le délai de reprise du sport, la médiane dans le groupe concentrique était de 3,45 mois, contre 2,5 mois dans le groupe excentrique. Cette différence d'un mois entre les deux bras n'était pas statistiquement significative.

Le niveau de sport des sujets à un an du traumatisme était évalué sur deux critères : un critère subjectif (estimez-vous avoir retrouvé un niveau moindre/équivalent/supérieur à votre niveau antérieur ?) et un critère objectif (estimation du volume en nombre d'heures de sport par semaine : 3 heures ou moins, entre 3 et 6 heures, plus de 6 heures). Les résultats sont rapportés dans les tableaux 15 et 16. Les 40 patients ayant repris le sport ont pu être réévalués sur ces paramètres.

Tableau 15- Répartition de l'activité physique à un an du traumatisme selon le bras d'étude, N=40

	<u>Bras concentrique</u> (n=22)		<u>Bras excentrique</u> (n=21)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Volume horaire</b>							<b>0,30</b>
3h	5	23,8%	9	47,4%	14	35,0%	
3h-6h	5	23,8%	3	15,8%	8	20,0%	
>6h	11	52,4%	7	36,8%	18	45,0%	

3h : 3h de sport par semaine

3-6- : entre 3h et 6h de sport par semaine

>6h : plus de 6h de sport par semaine

Tableau 16- Comparaison du niveau de reprise suivant le bras d'étude, N=40

	<u>Bras concentrique</u> (n=21)		<u>Bras excentrique</u> (n=19)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Niveau de reprise</b>							<b>0,012</b>
Inférieur ou identique	21	100%	14	73,7%	35	87,5%	
Supérieur	0	0%	5	26,3%	5	12,5%	

Nous n'avons pas montré de différence significative entre les deux groupes sur le nombre d'heures de sport pratiquées (tableau 15). On retrouvait toujours plus de patients pratiquant 3 heures de sport ou moins dans le groupe excentrique par rapport au groupe concentrique (47,4% contre 23,8%), ce qui correspondait déjà aux résultats avant l'entorse. Cette différence n'était pas significative, et il n'y avait pas non plus de différence entre les données initiales et l'évaluation à un an concernant le volume horaire (p=0,15).

En revanche, il y avait plus de sujets estimant avoir retrouvé un niveau de sport supérieur dans le groupe rééduqué en excentrique (tableau 16) : 19,2% contre 0% dans le groupe concentrique. Cette différence était statistiquement significative.

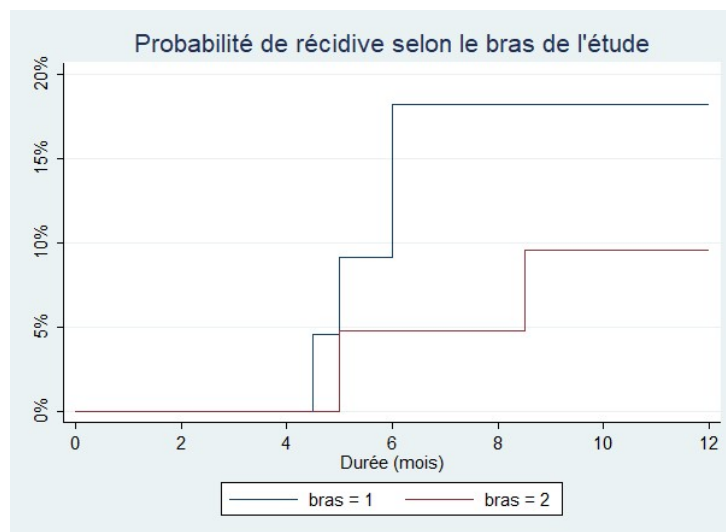
#### *b- Complications*

Concernant les récurrences d'entorse de cheville (tableau 14), le taux de récurrence était de 11,5% quel que soit le groupe de rééducation. On note que 15,4% des patients du groupe rééduqué en concentrique ont présenté dans l'année suivante un nouvel épisode contre 7,7% des patients du groupe rééduqué en excentrique, bien que ce résultat ne fût pas statistiquement significatif. Il s'agissait dans tous les cas d'entorses simples sans signe de gravité clinique.

Dans le groupe concentrique, un patient seulement ayant présenté une récurrence a été à nouveau rééduqué.

Dans le groupe excentrique, les deux patients ont bénéficié d'une nouvelle rééducation.

La figure suivante représente la probabilité de présenter une récurrence au cours du temps selon le bras de rééducation.



*Figure 6- Probabilité de récurrence selon le bras de l'étude*

Dans le groupe rééduqué en excentrique, les patients concernés ont récidivé plus longtemps après le traumatisme initial (en moyenne 6,8 mois) que les patients rééduqués en concentrique (en moyenne 5,4 mois). La différence entre les deux groupes n'était pas significative ( $p=0,4$ ) en raison du petit nombre d'évènements et du manque de recul.

Enfin, les deux groupes étaient comparables concernant les symptômes résiduels évalués (douleur ou gêne persistante, sensation d'instabilité et raideur) (tableau 14). En tout, 30,8% des patients quel que soit le groupe présentaient des symptômes résiduels.



c- Analyses en sous-groupe

Nous avons également voulu savoir si la gravité initiale du traumatisme ou la profession avait une incidence sur la reprise du sport après l'entorse.

Le tableau 17 présente les résultats de l'évaluation selon le grade de gravité échographique.

Tableau 17- Caractéristiques des patients lors de l'évaluation à un an suivant le grade échographique, N=43

	<u>Grade échographique I/II</u> (n=34)		<u>Grade échographique IIIa/IIIb</u> (n=9)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Reprise du sport</b>							0,58
Oui	32	94,1%	8	88,9%	40	93%	
Non	2	5,6%	1	11,1%	3	7%	
<b>Reprise du sport au moins au même niveau qu'avant*</b>							0,64
Oui	22	64,7%	5	55,6%	27	62,8%	
Non	12	35,3%	4	44,4%	16	34,2%	
<b>Délai de reprise, médiane (mois)</b>	3,52		3,88				0,17
<b>Récidive homolatérale</b>							0,42
Oui	4	11,8%	2	22,2%	6	14%	
Non	30	88,2%	7	77,8%	37	86%	
<b>Douleur ou gêne persistante</b>							0,42
Oui	7	20,6%	3	33,3%	10	23,3%	
Non	27	79,4%	6	66,7%	33	76,7%	
<b>Sensation d'instabilité</b>							0,27
Oui	3	8,8%	2	22,2%	5	11,6%	
Non	31	91,2%	7	77,8%	38	88,4%	
<b>Raideur</b>							0,52
Oui	7	20,6%	1	11,1%	8	18,6%	
Non	27	79,4%	8	88,9%	35	81,4%	

\*Niveau identique ou supérieur

Il n'y avait pas de différence significative entre les sujets présentant une entorse bénigne (grade I ou II échographique) et ceux présentant une entorse plus grave (grade IIIa ou IIIb), notamment concernant

la reprise du sport et le niveau de performance retrouvé. On pouvait noter cependant que le taux de récurrence était deux fois plus élevé en cas d'entorse grave (22,2% contre 11,8% en cas d'entorse bénigne), même si cela n'était pas significatif. De même, 22,2% de patients présentaient une sensation d'instabilité en cas d'entorse grave, contre 8,8% des patients ayant une entorse bénigne.

Les tableaux 18 à 19 présentent les résultats de l'évaluation entre les militaires et les civils.

Tableau 18- Caractéristiques des patients lors de l'évaluation à un an selon la profession, N=43

	<u>Civils</u> (n=16)		<u>Militaires</u> (n=27)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Reprise du sport</b>							0,89
Oui	15	93,8%	25	92,6%	40	93%	
Non	1	6,3%	2	7,4%	3	7%	
<b>Reprise du sport au moins au même niveau qu'avant</b>							0,98
Oui	10	62,5%	17	63%	27	62,8%	
Non	6	37,5%	10	37%	16	37,2%	
<b>Délai de reprise, médiane (mois)</b>	3,6		3,0		3,3		0,80
<b>Récidives</b>							0,26
Oui	1	6,3%	5	18,5%	6	14%	
Non	15	93,7%	22	81,5%	37	86%	
<b>Douleur ou gêne persistante</b>							0,34
Oui	5	31,3%	5	18,5%	10	23,3%	
Non	11	68,7%	22	81,5%	33	76,7%	
<b>Sensation d'instabilité</b>							0,40
Oui	1	6,3%	4	14,8%	5	11,6%	
Non	15	93,7%	23	85,2%	38	88,4%	
<b>Raideur</b>							0,41
Oui	4	25%	4	14,8%	8	18,6%	
Non	12	75%	23	85,2%	35	81,4%	

Il n'y avait pas de différence significative selon la profession, notamment concernant la reprise du sport. Les militaires avaient repris le sport plus vite que les civils (délai de reprise médian de 3 mois contre 3,6 mois) et ils présentaient également un taux de récurrence plus élevé (18,5% contre 6,3% des civils), sans que cela soit significatif.

Tableau 19- Comparaison du niveau de reprise selon la profession, N=40

	<u>Civils</u> (n=15)		<u>Militaires</u> (n=25)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Niveau de reprise</b>							<b>0,10</b>
Inférieur	5	33,3%	8	32%	13	32,5%	
Identique	9	60%	13	52%	23	57,5%	
Supérieur	1	6,7%	4	16%	5	12,5%	

Tableau 20- Répartition de l'activité physique à un an du traumatisme selon la profession, N=40

	<u>Civils</u> (n=15)		<u>Militaires</u> (n=25)		<u>Total</u>		<u>Significativité</u>
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	p-value
<b>Volume horaire</b>							<b>0,85</b>
3h	5	33,3%	8	32%	13	32,5%	
3h-6h	9	60%	13	52%	22	55%	
>6h	1	6,7%	4	16%	5	12,5%	

3h : 3h de sport par semaine

3-6- : entre 3h et 6h de sport par semaine

>6h : plus de 6h de sport par semaine

Concernant le niveau de performance retrouvé, plus de militaires estimaient avoir atteint un meilleur niveau (16% contre 6,7% des civils). Il s'agissait d'une tendance à la significativité avec  $p=0,10$ . En revanche, il n'y avait pas de différence selon le nombre d'heures pratiquées : 66,7% des civils et 67,5% des militaires faisaient au moins 3h de sport par semaine.

## Discussion

### Préambule

Dans la littérature, peu d'études portant sur l'entorse latérale de cheville ont été consacré au retentissement fonctionnel, en particulier sur la reprise de l'activité sportive antérieure et sur l'activité physique, en dehors des données disponibles dans les études (nombreuses) dédiées à l'instabilité chronique de cheville. Il n'existe pas de données objectives sur l'évaluation fonctionnelle et sur l'évaluation de la guérison après une entorse de cheville, ce qui constitue donc une problématique intéressante et un axe de recherche [45].

L'objectif de notre étude était donc de montrer que le renforcement musculaire en excentrique des muscles fibulaires permettait une reprise sportive de meilleure qualité en termes de paramètres fonctionnels, et qu'une reprise du sport de qualité pouvait constituer un critère pertinent de guérison dans les suites d'une entorse latérale de cheville.

### I- Epidémiologie et physiopathologie de l'entorse de cheville

L'objectif de cette première partie est de faire un état des lieux concernant les connaissances sur l'entorse de cheville, afin de d'éclairer les enjeux actuels et de présenter les dernières avancées de la recherche.

#### I.1. Entorse latérale de cheville

Si l'entorse latérale de cheville est le premier traumatisme ostéoarticulaire lié au sport [3], la prévalence est également élevée en population générale avec 6000 consultations par jour en France en 2004 [2]. L'épidémiologie en population générale dépend du sexe, de l'âge et de l'activité physique. Ainsi, on retrouve des taux d'incidence plus élevés chez les jeunes, particulièrement entre 15 et 19 ans, chez les hommes de 19 à 24 ans et chez les femmes de plus de 30 ans [46]. Dans près de 50% des cas, le traumatisme survient au cours de l'activité sportive [46]. Puis avec l'âge (à partir de 40 ans), les entorses deviennent plus fréquentes en dehors de la pratique du sport [47].

Le taux de récurrence important, les complications associées ainsi que l'altération de la qualité de vie via la diminution de l'activité physique en fait une problématique de santé publique majeure d'après le consortium international sur la cheville de 2016 [3] : ainsi, 30% des entorses latérales de cheville évoluent vers l'instabilité chronique de cheville qui, dans 78% des cas, se complique à son tour d'arthrose post-traumatique [48]. Au-delà des simples conséquences locales attribuées classiquement à l'entorse de cheville, il s'agit en fait, en absence d'une prise en charge correcte, du point de départ d'un continuum de conséquences à long terme, responsables de handicaps dans la vie quotidienne et d'une diminution de la qualité de vie.

## 1.2. Physiopathologie et stratégies de protection articulaire

### *a- Anatomie*

La cheville est un système formé de trois articulations (talo-crurale, sous-talienne et tibio- fibulaire distale) et d'un ensemble de structures capsulo-ligamentaires complexes [49]. La stabilité passive de l'articulation est permise par le système ligamentaire, tandis que la stabilisation active est assurée par la contraction musculaire et le contrôle postural [49,50].

### *b- Mécanisme*

Le mécanisme de l'entorse latérale de cheville est la déstabilisation en supination de l'articulation sous-talienne (associant inversion, rotation interne et flexion plantaire de la cheville) au cours d'une activité dynamique [48], favorisée par la tendance naturelle du pied à se placer en inversion lors de la phase pendulaire du pas [51]. L'entorse survient lorsque la mise en charge s'associe à l'inversion, au moment de la phase d'appui unipodal [51,52], définissant un moment d'inversion d'une durée moyenne de 40ms [16]. Par ce mécanisme, ce sont les structures antérieures du complexe capsulo-ligamentaire de la cheville qui sont lésées [53], la sévérité des lésions dépendant des forces appliquées et de la position du pied lors de ce moment d'inversion [50].

Ainsi, le LTFA, constituant le faisceau antérieur du plan ligamentaire latéral, est le plus fréquemment atteint, dans près de 2/3 des cas [49,50,53]. Une lésion du LCF (constituant le faisceau moyen) peut être associée dans 20% des cas [53,54]. Une atteinte du LTFP au cours d'une entorse est extrêmement rare, et signe la gravité de l'entorse [53]. Enfin, les entorses graves sont fréquentes en cas de traumatisme en supination, et souvent méconnues lors du bilan lésionnel initial [50]. Par exemple, on retrouve dans 80% des entorses latérales des lésions articulaires sous-taliennes.

### *c- Protection articulaire*

Il existe deux phénomènes de protection dynamiques de la cheville. Le premier consiste en une pro-activation des muscles fibulaires au moment de l'impact entre le pied et le sol au cours de l'activité dynamique : le délai entre la contraction des muscles fibulaires et la pose du pied au sol est de l'ordre de 75 à 80 ms, ce qui permet à la cheville de corriger l'inversion naturelle du pied [49,55,56]. Il s'agit d'un mécanisme de stabilisation active de la cheville, qui trouve son origine dans le système nerveux central [55,57].

Bien que la mesure du temps de réaction des fibulaires varie selon les études [49,54,58,59], il reste en revanche significativement plus long que le moment d'inversion, et ne permet donc pas une protection efficace de la cheville seul [54,59].

Il existe donc un deuxième phénomène de protection, qui correspond à la mise en place de stratégies de délestage. Des travaux récents ont montré que ces stratégies de délestage permettent de maintenir

un délai entre l'activation des fibulaires et l'instant de mise en charge maximale supérieur à 75ms [51,56,60], ce qui permet donc la protection active de la cheville par les éverseurs.

Ces stratégies de délestage consistent en :

- Une réduction du temps de réaction des fibulaires par l'optimisation de la boucle sensori-motrice,
- L'existence d'une phase de délestage permettant de retarder le moment de la mise en charge maximale [61,62,63], mise en place de façon volontaire lors du moment d'inversion de la cheville par des flexions actives du genou et de la hanche [62].

#### *d- Focus sur le rôle des éverseurs de la cheville*

La stabilité dynamique de l'articulation de la cheville reposant sur la contraction des muscles, ce sont donc les fibulaires qui, par une contraction réflexe en excentrique, protègent la cheville contre les mouvements d'inversion [49].

Comme nous l'avons abordé plus haut, ceci est permis par une pro-activation des fibulaires, optimisée par les stratégies de délestage. Ce délai de réaction est estimé, selon les études, entre 54ms [54] et 126ms [59], pour une moyenne de 75 à 80ms.

Ce mécanisme est déclenché au niveau périphérique articulaire (via l'activation de mécanorécepteurs mais aussi de récepteurs cutanés) et initie un modèle déterminé de réaction au niveau du système nerveux central [55], via des phénomènes d'anticipation (feedforward) et de rétrocontrôle (feedback) [57]. Le rôle protecteur des fibulaires a été étudié dès 1997 par Konradsen et al [54]. Enfin, il existe un lien entre le contrôle postural et l'activité musculaire des fibulaires : Forestier et al ont montré en 2015 que le contrôle de l'équilibre sur une surface instable augmentait l'activité musculaire des éverseurs de cheville [59].

En cas d'entorse, l'atteinte des structures articulaires et des différents récepteurs est responsable d'une altération de la proprioception et d'une altération du contrôle neuromusculaire au niveau central [49]. Celui-ci se traduit par un ralentissement du temps de réaction des fibulaires et un déficit neuro-musculaire avec une diminution de la force maximale des éverseurs à la fois en concentrique et en excentrique [64,65]. Bien que l'existence de ce déficit musculaire soit controversé dans de nombreuses études [65,66,67,68,69], il semblerait que l'atteinte musculaire soit corrélée au déficit proprioceptif. En effet, une étude réalisée en 1998 montrait déjà que la diminution de la force musculaire notamment en excentrique était liée à l'atteinte proprioceptive [63]. De plus, une méta-analyse réalisée en 2014 [70] a montré que les patients rapportant au moins un antécédent d'entorse avaient un temps de réaction des fibulaires significativement plus long par rapport au membre controlatéral sain ou à des sujets contrôles, et que cet allongement du délai de réaction était encore plus important chez les patients souffrant d'instabilité chronique de cheville.

Plus récemment, certains auteurs ont émis l'hypothèse que plus que l'existence d'un déficit musculaire des éverseurs, c'est surtout le déséquilibre du ratio éverseurs/inverseurs associé au déficit postural qui est susceptible d'être un facteur favorisant les traumatismes [71,72] ainsi que l'instabilité fonctionnelle à long terme [52].

### I.3. Complications de l'entorse de cheville

#### *a- Récidives*

La récurrence de l'entorse de cheville est un phénomène extrêmement fréquent, car un premier épisode est très souvent négligé en population générale [49]. C'est de plus le point de départ du continuum de complication aboutissant à l'instabilité chronique de cheville [8]. Le taux de récurrences est élevé, environ de 30% [73,74,75] : en cas d'antécédents de traumatisme de cheville, le risque de récurrence est cinq fois plus fréquent comparativement à des sujets sans antécédent d'entorse [76]. Les récurrences sont également plus fréquentes du côté homolatéral après un premier épisode d'entorse [77].

Enfin, il a été montré qu'un programme de rééducation débuté précocement et bien réalisé permettait de réduire significativement le taux de récurrences : Barkler et al retrouvent 7% de récurrences à un an dans un groupe ayant bénéficié d'une rééducation axée sur un travail proprioceptif contre 29% de récurrences dans le groupe contrôle [79].

La prévention des récurrences réside donc dans un programme de rééducation bien conduit. C'est un axe majeur de la prise en charge de cette pathologie depuis 30 ans [80].

#### *b- Instabilité chronique de cheville*

On définit l'instabilité chronique de cheville par la survenue d'entorses à répétition dans les suites d'un premier traumatisme [49], caractérisée par l'existence de sensations subjectives d'instabilité ou de dérobement. Elle complique 15 à 60% des entorses de cheville [50]. Il s'agit d'un nouveau concept de l'instabilité de cheville, qui associe deux phénomènes [49,81] :

- Une instabilité mécanique par insuffisances articulaires spécifiques : laxité ligamentaire pathologique (principalement du LCL mais aussi sous-talienne), atteintes synoviales (inflammation ou hypertrophie), atteintes dégénératives... [49],
- Une instabilité fonctionnelle.

L'instabilité fonctionnelle est une entité faisant l'objet de recherche depuis de nombreuses années. Déjà en 1995, Freeman retrouvait que 40% des entorses de cheville se compliquaient d'instabilité fonctionnelle [82]. Elle trouve son origine à la fois dans une altération de la proprioception (déficit proprioceptif) et dans une atteinte du contrôle neuro-musculaire. Les conséquences physiopathologiques sont multiples [49,81] : l'atteinte des mécanorécepteurs capsulaires et ligamentaires, mais aussi des récepteurs cutanés conduit à une altération du recrutement neuro-

musculaire (avec allongement du temps de réaction des fibulaires) et à un trouble du contrôle postural de la cheville, aboutissant finalement à une faiblesse musculaire globale et à un déséquilibre entre les groupes musculaires antagonistes. Ceci associé à un déficit proprioceptif favorise donc les traumatismes lors des mouvements d'inversion [49, 81].

Comme nous l'avons vu plus haut, c'est le déséquilibre musculaire entre les inverseurs et les éverseurs qui semble jouer un rôle dans la genèse de l'instabilité fonctionnelle [49, 83].

Le diagnostic de l'instabilité chronique de cheville est fait par la réalisation d'auto-questionnaires (par exemple le CAIT) et repose sur des critères d'évaluation fonctionnels (nombres d'entorse, sensation de gêne ou de dérobement, gêne à la marche ou à la course, gêne dans la vie quotidienne...), ainsi que sur la réalisation de tests fonctionnels (par exemple le Star Excursion Balance Test, descente des escaliers, saut monopodaux...) mettant la cheville en condition d'instabilité [84,85]. Une étude récente de 2016 a ainsi montré qu'un score fonctionnel altéré 6 mois après une entorse était prédictif d'une instabilité chronique de la cheville [84].

La prise en charge doit donc faire l'objet de programme de rééducation complet ciblant les différents facteurs à l'origine de l'instabilité chronique de cheville [49].

### *c- Arthrose post-traumatique et autres complications*

Associée à l'instabilité chronique de cheville [14,22], l'arthrose dégénérative post-traumatique est une autre complication fréquente à long terme : selon Wikstrom et al, on la retrouve dans 78% des cas d'instabilité chronique [8]. Elle est liée à l'atteinte ligamentaire latérale, qui favorise la surcharge et l'augmentation des contraintes au niveau de l'espace articulaire médial [86]. Il existe peu d'étude sur la prévalence de cette pathologie en population générale, mais les données disponibles montrent une nette prédominance chez les sportifs. Par exemple, une étude réalisée en 1999 a montré qu'il existait une prévalence significative de lésions dégénératives chez les sujets sportifs comparativement au groupe contrôle. Cette étude montrait également que l'existence d'un tiroir antérieur et la sensation d'instabilité étaient deux facteurs prédictifs significatifs d'une atteinte dégénérative radiologique [87]. Des recherches sont encore nécessaires pour mieux comprendre la physiopathologie de la dégénérescence articulaire [3].

De plus, il existe également un ensemble de plaintes résiduelles rapportées par les patients dans les suites d'une entorse latérale de cheville : douleur, sensation de dérobement ou de faiblesse, raideur et œdème principalement [88], que l'on retrouve selon les études dans 55% à 72% des cas [8,22,89]. De nombreuses études dans la littérature se sont intéressées à l'épidémiologie de ces troubles et à leur retentissement dans la vie quotidienne et sur la pratique sportive. Bien que la prévalence de ces troubles semble diminuer au cours du temps, on les retrouve jusqu'à plusieurs années après l'entorse. En 1979 déjà, Hansen et al retrouvaient près de 21% de signes fonctionnels résiduels à 3 et 6 ans du traumatisme dont 3% de sujets présentant une plainte quotidienne. Deux impacts majeurs sur la



qualité de vie étaient un allongement de la période d'arrêt de travail et un arrêt complet du sport chez certains patients [90]. Une étude de 2005 réalisée chez 90 sportifs montrait une récupération complète dans seulement 26% des cas, avec la persistance de symptômes résiduels chez la majorité des sportifs deux ans après le traumatisme [91].

En population générale, on retrouve des symptômes résiduels chez près de 73% des sujets 6 à 18 mois après le traumatisme, avec dans 40% des cas au moins un symptôme modéré à sévère responsable d'une incapacité majeure (périmètre de marche limité, présence de douleur lors d'un saut ou d'un mouvement de pivot...) [92].

Contrairement à ce que l'on croit, et pour reprendre les mots de Verhagen et al [88], il semblerait donc qu'il n'existe pas d'entorse de cheville simple...

## II- Analyse de la population de l'étude

### II.1. Population

#### *a- Niveau de sport*

La population de notre étude était plus âgée et moins sportive que dans la plupart des études disponibles dans la littérature portant sur le retentissement des entorses externes de cheville. A titre d'exemple, l'étude de Medina McKeon et al [73], analysant le délai de retour au sport après une entorse de cheville, portait sur une population de jeunes athlètes lycéens. De même, la population étudiée par Collado et al était en moyenne plus jeune (24 ans d'âge moyen), plus féminisée avec 45 % de femmes et plus sportive (6h de sport ou plus par semaine) [22]. La population de l'étude de Megan et al [85] montrait les mêmes tendances avec des sujets d'âge moyen de 22 ans et 72% de femmes. En revanche leur population était moins sportive (1 à 3h de sport par semaine en moyenne). Les auteurs avaient pour objectif de déterminer comment l'instabilité chronique de cheville influençait la qualité de vie des sujets atteints.

Grémeaux et al, dans une étude réalisée en 2010, avaient inclus 34 sujets d'âge moyen de 27,4 ans, parmi lesquels on trouvait 29 sportifs réguliers (au moins 3h par semaine), dont 5 compétiteurs (plus de 10h par semaine) [93]. Concernant notre population, seuls 7 participants étaient compétiteurs dans leur discipline. Ainsi, tout comme dans l'étude de Yeung et al [7], le niveau de pratique sportive dans notre population était hétérogène. Ceux-ci avaient divisé leur population en 4 groupes : athlètes professionnels, compétiteurs, sportifs réguliers, et autres (dont les policiers).

La pratique de nos patients était également hétérogène, avec 16 sports représentés. Les militaires pratiquaient tous les activités physiques régimentaires, qui regroupaient principalement de la course à pied, des sports collectifs, des sports de combat, de la musculation et de la natation. Les deux sports les plus pratiqués étaient, en dehors du sport régimentaire, le football (15,4%) et la course (23%), qui font partis des sports les plus fréquemment concernés par les entorses de cheville [78,94].

### *b- Pied d'impulsion*

Dans notre étude, le pied d'impulsion était moins fréquemment atteint que le côté non dominant (38,5% contre 61,5%) et il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes. Ce résultat différait de la seule étude que nous avons pu trouver comparant l'atteinte du membre dominant et non dominant : dans cette étude, 70,5% des entorses touchaient la cheville dominante, contre 29,4% d'atteinte du côté non-dominant. Les entorses du côté du pied d'impulsion étaient ainsi 2,4 fois plus fréquente [7].

### *c- Antécédents*

50% de nos patients rapportaient au moins un antécédent d'entorse (quel que soit le côté). Comme nous l'avons vu dans la première partie, le taux de sujets en population générale présentant une récurrence d'entorse, donc ayant des antécédents, est de 30%. Chez les sportifs, la prévalence des sujets rapportant au moins un antécédent est beaucoup plus importante. Par exemple, Kofotolis et al retrouvent 67,6% de sujets ayant des antécédents d'entorse parmi une population de 204 joueuses professionnelles de basket [10]. Sur les 380 sportifs questionnés dans l'étude de Yeung et al, 73,5% rapportaient au moins deux épisodes d'entorse, et 22% d'entre eux au moins 5 épisodes [7]. Le taux d'antécédent que nous retrouvons reflète donc l'hétérogénéité de la pratique sportive au sein de notre population.

Pour terminer, nous n'avons trouvé aucune étude dans la littérature médicale analysant une population mixte composée de civils et de militaires dans le domaine de la traumatologie sportive.

## III- Prise en charge

### III.1. Prise en charge diagnostique

#### *a- Clinique*

Dans le cadre d'une entorse de cheville, l'examen clinique permet de faire le diagnostic positif, de rechercher des signes de gravité et d'éliminer certains diagnostics différentiels. Ceci à condition d'être réalisé par un médecin entraîné à l'examen ostéoarticulaire de la cheville, la majorité des erreurs diagnostiques étant faites par méconnaissance des signes de gravité. Classiquement, un examen clinique bien conduit permet de classer les patients selon trois grades de sévérité [50,95] :

- Grade I : peu de gonflement et de douleur, absence d'instabilité mécanique correspondant à un étirement du ligament sans déchirure macroscopique,
- Grade II : gonflement et douleur modérée, associés à une limitation des mouvements et à une instabilité mécanique légère ou modérée, correspondant à une déchirure macroscopique partielle du ligament,

- Grade III : gonflement sévère, ecchymose et douleur intense, avec appui impossible et impotence fonctionnelle, limitation des amplitudes, instabilité mécanique importante, correspondant à une rupture complète du ligament.

Nous n'avons pas repris cette classification, mais choisi d'utiliser une classification échographique.

Dans notre étude, les critères positifs d'entorse latérale de cheville étaient ceux recherchés couramment en pratique clinique, l'examen étant le plus contributif entre 4 et 7 jours après le traumatisme pour rechercher une rupture du LTFA [96, 97], avec une sensibilité de 96% et une spécificité de 84% [98]. L'examen clinique chez nos patients a donc été répété quelques jours après la première consultation.

Le diagnostic de l'entorse en aigüe repose sur un faisceau d'éléments cliniques, qui sont prédictifs de la gravité de l'atteinte du LCL. Castaing déjà en 1972 [99] avait montré que l'association d'un oedème latéral, d'un tiroir astragalien et d'une douleur à la palpation était en faveur d'une rupture du LTFA dans 95% des cas. On retrouvait ces signes cliniques chez respectivement 96,2%, 5,8% et 88,5% de nos patients.

En revanche, cette association de signes cliniques n'apparaît pas suffisante pour l'évaluation de la gravité initiale chez de nombreux auteurs, notamment dans plusieurs études corrélant les données de l'examen clinique et les données peropératoires [100,101,102]. La manœuvre du tiroir astragalien, bien que la plus spécifique d'une rupture du LTFA, est difficile car douloureuse et limitée par l'œdème en phase aigüe [103]. De plus, l'association de tous les signes de gravité laisse 20 à 25% d'erreurs diagnostiques [93] : concernant l'atteinte du LTFA, la valeur prédictive positive (VPP) est de seulement 75% et la valeur prédictive négative (VPN) de 80% ; concernant le LCF, la VPP est de 62% et la VPN de 88%. Ainsi, l'examen clinique seul permet de faire le diagnostic des entorses de grade III dans 100% des cas, mais de seulement 25% des entorses de grade II [104].

De plus, même devant un tableau a priori évident d'entorse de la cheville, il faut garder en tête que d'autres lésions peuvent être, à des degrés divers, fréquemment associées. Ceci change considérablement la prise en charge et le pronostic du traumatisme. Une revue de la littérature publiée en 2016 passe en revue les pathologies associées aux entorses de cheville (pathologie des tendons fibulaires, lésions de la syndesmose tibio- fibulaire, lésion cartilagineuse du dôme talien...) [105]. Dans notre étude, sur l'ensemble des sujets candidats à l'inclusion, deux ont été éliminés en raison d'une mauvaise orientation diagnostique, bien que l'on retrouvait tous les signes de gravité d'une entorse latérale : l'un souffrait d'une fracture de l'os naviculaire, l'autre d'un arrachement de la pointe de la malléole latérale associée à une entorse de Chopard.

Ainsi, il nous semble indispensable, selon notre expérience, de compléter l'examen au minimum par la palpation du ligament tibio- fibulaire antérieur et par la palpation et la mobilisation des interlignes articulaires de Lisfranc et de Chopard (médo-pied). Une douleur à l'une de ces manœuvres orientera alors vers un diagnostic différentiel souvent plus grave qu'une entorse du LCL. Ceci n'était pas précisé

dans notre protocole, mais aurait pu faire gagner du temps dans le bilan et la prise en charge de telles lésions.

#### *b- Paraclinique*

Une radiographie a été réalisée chez 44,2% des sujets de l'étude, dans la très grande majorité des cas prescrite aux urgences le jour du traumatisme (et dans quelques rares cas, prescrite par le médecin généraliste adressant le patient).

Les critères d'Ottawa étaient appliqués de manière systématique selon les recommandations [97,106].

Les avantages recensés dans la littérature sont les suivants :

- Diminution de 30 à 35% du nombre de radiographies de cheville réalisées [25,26,107],
- Réduction du temps d'attente aux urgences : 80 minutes en moyenne contre 116 minutes si une radiographie est prescrite [25],
- Réduction des coûts [25].

De plus, les nouvelles règles d'Ottawa, définies en 1994, ont une sensibilité proche de 100% dans le diagnostic des fractures de la malléole latérale et du médio-pied [26,107].

Malgré cela, l'intérêt de la radiographie et des critères d'Ottawa nous paraît discutable. Une étude réalisée en 2014 a montré le faible rendement de cet examen et donc l'utilité limitée des critères d'Ottawa : sur 1200 radiographies réalisées aux urgences pour entorses de cheville, 16% seulement retrouvaient une fracture [108]. De plus, une méta-analyse réalisée en 2017 a montré que l'estimation de l'exactitude diagnostique des critères d'Ottawa dépendait de la méthodologie des études [109]. Enfin, selon notre propre expérience, l'utilité diagnostique dépend de l'expérience du médecin interprétant la radiographie : les radiographies de nos deux patients ayant été exclus en cours d'étude avaient été lu par des médecins urgentistes et n'avaient pas permis de diagnostiquer les fractures. Le diagnostic avait été rattrapé dans un cas par une relecture faite par un radiologue et dans l'autre cas à l'échographie.

Ainsi, si la radiographie reste indispensable pour éliminer une fracture, surtout en cas d'impotence fonctionnelle majeure [98], elle n'est pas suffisante chez certains patients. D'autres examens sont alors nécessaires pour compléter le bilan lésionnel [95].

L'évaluation clinique et radiologique était donc complétée par une échographie, comme cela est conseillé par Grémeaux et al [93] afin de préciser le bilan lésionnel. Elle était réalisée en urgence différée la première semaine suivant le traumatisme [110].

Nous avons choisi cet examen en raison des nombreux avantages qu'offre cette technique. Son excellente sensibilité (92%) et sa bonne spécificité (64%) permettent un bilan lésionnel ligamentaire fiable [98,111] : concernant les lésions du LTFA, la sensibilité de l'échographie est de 100% (VPP de 94% à 100%) ; concernant le LCF, la sensibilité est de 85% à 94% (VPP de 92 à 96%) [101,112].

L'utilisation de l'échographie permet d'affiner le diagnostic, notamment en mettant en évidence des lésions ligamentaires partielles et en confirmant l'existence de ruptures complètes par rapport aux données de l'examen clinique. Par exemple, on retrouve une concordance des lésions entre l'IRM et l'échographie dans 95,3% des cas pour le LTFA, et dans 88,3% pour le LCF [112]. Concernant la corrélation avec les lésions constatées en per-opératoire, on retrouve une sensibilité de 85% et une spécificité de 100% pour le diagnostic lésionnel échographique [101].

De plus, elle permet de sensibiliser les critères radiographiques d'Ottawa : une étude réalisée en 2016 montre que l'échographie chez 100 sujets présentant des critères d'Ottawa possède une sensibilité de 100% pour le diagnostic lésionnel et qu'elle améliore la spécificité des critères d'Ottawa de 50% à 100% dans le diagnostic des fractures de la cheville [113].

Un autre avantage de cet examen est de permettre le diagnostic de fractures non visibles sur les radiographies [114,115] et d'élargir le bilan lésionnel à d'autres structures que le LCL (tendons fibulaires, ligament collatéral médial). Comme nous l'avons déjà mentionné, le diagnostic a ainsi été corrigé pour deux de nos patients.

Enfin, c'est un examen peu coûteux, non invasif et facile d'accès.

Dans notre étude, les échographies étaient autant que possible réalisées par l'équipe de radiologie de l'HIA, mais 17 patients ont eu une échographie réalisée en externe dans des cabinets de radiologie différents. Ceci n'a pas affecté la suite de leur prise en charge.

Nous avons également demandé aux médecins réalisant l'échographie de grader systématiquement les lésions observées selon la classification de Trévino (tableau 1). Nous avons choisi cette classification pour son excellente VPP [4]. L'utilisation de cette classification nous a permis de préciser le diagnostic lésionnel pour chaque patient et de classer les lésions selon 3 stades de gravité, en corrélant données cliniques et données échographiques [4,116] :

- Entorse bénigne : élongation isolée du LTFA sans rupture complète, soit grade I ou II de la classification de Trévino,
- Entorse de moyenne gravité : rupture complète du LTFA et rupture partielle ou élongation du LCF, soit grade IIIa de la classification de Trévino,
- Entorse grave : rupture du LTFA, du LCF et de la capsule avec une rupture possible du LTFP, soit grade IIIb de la classification de Trévino.

Les patients présentant une entorse grave supérieure au grade IIIb de la classification de Trévino étaient exclus de l'étude.

Nous avons retrouvé 76,9% d'entorses bénignes et 23,1% d'entorses graves, soit environ deux tiers d'entorses bénignes, ce qui correspond aux données disponibles dans la littérature [4].

Selon notre étude, 16,7% des patients avec une entorse grave (IIIa ou IIIb) présentaient une association de trois signes cliniques de gravité (craquement lors du traumatisme, laxités pathologiques, absence

d'appui), et 100% d'entre eux en présentaient au moins un. On ne relevait aucun de ces signes de gravité chez 45% des sujets avec une entorse bénigne. La douleur du LTFA et la présence d'un œdème de la malléole latérale étaient constamment retrouvés chez tous les patients avec une entorse grave. Ainsi, comme dans l'étude de Grémeaux et al, nous pouvons dire qu'il n'existe aucun signe clinique spécifique de la gravité des lésions ligamentaires [93]. En revanche, l'association de signe de gravité que nous avons défini semblait assez prédictive du caractère bénin de l'entorse.

Enfin, l'échographie a un intérêt pronostic concernant la durée de la cicatrisation ligamentaire [117] :

- En absence de rupture complète : 2 à 3 semaines,
- En cas de rupture complète du LTFA : 4 à 6 semaines,
- En cas de rupture complète du LTFA et du LCF : 6 à 12 semaines.

Ainsi, dans notre protocole, nous avons choisi un délai systématique de 4 semaines avant de débiter la rééducation en isocinétisme, afin de conserver le délai de cicatrisation ligamentaire. Ce délai était prolongé en cas d'entorse grave.

Il faut cependant connaître les limites de l'échographie. C'est un examen qui ne permet pas le diagnostic des lésions chondrales et des contusions osseuses (associées dans 35% des entorses graves) [102]. Enfin, c'est un examen opérateur-dépendant, la qualité et la pertinence de l'analyse étant dépendantes de l'expérience de l'échographiste.

Pour conclure, selon notre expérience, il pourrait donc être intéressant d'élargir les indications de l'échographie orientée par les signes de gravité [93], notamment chez les sportifs mais également en cas de discordance radio-clinique. De manière générale, la question de l'échographie peut se poser devant toute entorse de cheville présentant au moins un signe de gravité. A l'inverse, l'échographie n'apporte qu'un intérêt limité en cas d'absence complète de signe de gravité clinique.

### III.2. Prise en charge thérapeutique

La prise en charge de l'entorse de cheville doit être globale : thérapeutique, mais aussi axée sur la prévention des récives. Les enjeux actuels étant de conserver la stabilité de la cheville, de préserver la fonction du membre inférieur et de prévenir l'instabilité chronique de cheville [95].

#### *a- Phase aigüe*

Il existe de nombreux protocoles de prise en charge adaptés au grade de sévérité de l'entorse dans la littérature [80,26,95].

La conférence de consensus « l'entorse de cheville au service d'urgence » actualisée en 2004 rappelle la prise en charge dans les grandes lignes [2].

Quelle prise en charge choisir : traitement fonctionnel ou traitement orthopédique ?

La prise en charge se fait selon le grade de sévérité de l'entorse.

Les entorses bénignes (de grades I clinique) se traitent de manière symptomatique (protocole RICE). L'appui est conservé d'emblée [2].

Pour les entorses de gravité moyenne (grade II clinique), le traitement fonctionnel est le traitement de choix [15,50]. Il associe une immobilisation courte pendant 8 à 15 jours par une attelle ou un strapping à une mobilisation précoce, encadrée par un kinésithérapeute. L'appui est autorisé le plus précocement possible dès la diminution de l'œdème et des douleurs, et peut-être protégé initialement par l'usage de cannes anglaises. Une orthèse de cheville stabilisatrice peut être utilisée les premières semaines qui suivent la remise en charge. Le traitement symptomatique est classique (protocole RICE associé à une contention) [2].

Concernant les entorses graves (de grade III), la prise en charge a longtemps opposé le traitement orthopédique, le traitement fonctionnel et le traitement chirurgical [80,118]. La controverse est toujours actuelle [95].

Le traitement orthopédique classique consiste en une immobilisation rigide par une botte plâtrée pendant 4 à 6 semaines sans appui, sous thromboprophylaxie. Les effets indésirables sont, outre les complications thrombo-emboliques, la raideur articulaire et l'atrophie musculaire qui viennent ralentir la récupération fonctionnelle. Par exemple, une étude réalisée en 1999 [92] a montré que deux facteurs étaient significativement associés avec la prévalence de symptômes résiduels 6 à 18 mois après une entorse de cheville : une immobilisation avec décharge stricte pendant 4 semaines et une limitation des activités pendant au moins une semaine.

De nombreuses études ont montré la supériorité du traitement fonctionnel. Depuis la conférence de consensus de 1995, c'était déjà le traitement de première intention des entorses moyennes à graves [95] : Kannus en 1991 avait le premier réalisé une revue de la littérature en faveur du traitement fonctionnel [15]. Kerkhoffs en 2002 avait confirmé ces résultats [119] ainsi que Doherty en 2017 [120]. Les avantages du traitement fonctionnel sont de réduire l'œdème et la douleur à court terme, de permettre une reprise du sport plus fréquente à long terme, de diminuer le délai de reprise du sport et du travail, et enfin de réduire les complications à long terme (instabilité, symptômes résiduels) [15,119,121]. De plus, les patients se déclarent plus fréquemment satisfaits de leur prise en charge [119]. C'est également un traitement moins coûteux [15].

Enfin, un article récent publié en 2009 [122] a montré qu'associer les deux techniques de traitement permettait une récupération fonctionnelle meilleure et plus rapide à 3 mois par rapport aux autres techniques d'immobilisation, notamment pour les entorses graves. La gravité de l'entorse était définie dans cette étude par l'absence d'appui complet 3 jours après le traumatisme : dans ce cas, un traitement orthopédique par botte plâtrée était instauré pendant 10 jours suivi du traitement fonctionnel avec immobilisation de la cheville dans une orthèse stabilisatrice.

En aigu, les indications chirurgicales sont exceptionnelles [117], le traitement chirurgical précoce n'ayant jamais fait la preuve de son efficacité [118]. Si la chirurgie de la cheville chez le sportif se place en 3<sup>ème</sup> position après les ligamentoplasties de genoux et la chirurgie du ménisque [123], il s'agira volontiers de situations particulières, qui ne font pas l'objet de notre étude : luxation talo-crurale avec rupture ligamentaire complète, fractures ostéochondrales, etc... De manière générale, un avis spécialisé est nécessaire chez le sportif de haut niveau ou professionnel, ainsi qu'en cas de récurrence sur une cheville instable chronique [2,125].

#### Traitement fonctionnel : quelle technique d'immobilisation choisir ?

L'immobilisation partielle de la cheville permet les trois premières semaines de protéger la cicatrisation ligamentaire (phase proliférative) et de prévenir la survenue de nouveaux traumatismes [80]. Le choix de la technique se fait là encore selon le grade de l'entorse.

Les entorses bénignes bénéficieront d'une contention élastique (strapping) pendant quelques jours [97]. Cette contention peut également être non extensible (taping), mais les complications cutanées sont plus fréquentes [126].

Les entorses de gravité moyennes seront immobilisées 8 à 15 jours, le but étant de permettre de retrouver des amplitudes articulaires normales dans les deux premières semaines suivant l'entorse. Les différentes techniques disponibles sont :

- La contention élastique : à changer tous les 3 à 5 jours pour préserver l'efficacité,
- Les orthèses stabilisatrices amovibles (thermoformées, pneumatiques comme l'attelle Aircast, de série...) : en maintenant la cheville en position anatomique, elles stabilisent l'articulation sous-talienne et limitent les mouvements d'inversion [127,128]. Concernant le bénéfice fonctionnel, Kerkhoffs a montré qu'elles permettaient de réduire le délai de reprise des activités (professionnelles et sportives) et de limiter les sensations d'instabilité par rapport à la contention élastique [126]. De plus, en stimulant les récepteurs cutanés, elles amélioreraient la proprioception de la cheville [52].

En revanche aucune différence significative n'a jamais pu être démontré entre ces différents moyens, ceci s'expliquant par la grande variété de techniques et de matériels disponibles, et par la diversité méthodologique des études [119,122,129]. Ainsi, il n'y a pas de consensus clair concernant la méthode d'immobilisation [126].

Concernant les entorses graves, la durée d'immobilisation par une orthèse stabilisatrice est de 6 semaines [97], jusqu'à indolence de la cheville. Comme nous l'avons vu, le traitement fonctionnel peut être précédé de 10 jours d'immobilisation plâtrée [122].

Nous concernant, nous avons appliqué les principes du traitement fonctionnel à tous nos patients. Aucun d'entre eux n'a été immobilisé par un plâtre.



### Le protocole RICE :

Il s'agit du traitement symptomatique appliqué en aigu dans la majorité des études [2] :

- « Rest » pour repos ;
- « Ice » pour cryothérapie : application pluriquotidienne de glace sur une peau protégée pendant 20 minutes, à débiter précocement [130,131] :
  - Elle serait bénéfique sur la douleur et l'œdème en association à la compression [132] mais reste discutée [2]. De plus, les effets à long terme sur la cicatrisation tissulaire et sur la récupération fonctionnelle ne sont pas connus.
- « Compression » : par une orthèse semi-rigide ou par un bandage compressif cohésif, à visée antalgique et pour lutter mécaniquement contre l'œdème.
- « Elevation » du membre, afin de lutter contre l'œdème.

### Antalgiques et AINS :

Les antalgiques de pallier I (paracétamol) sont le traitement antalgique de première intention [2].

Plusieurs études recommandent l'usage des AINS (locaux ou per os) en traitement de courte durée toujours à visée antalgique et pour lutter contre l'œdème [2,133] bien que leur effet ne soit pas prouvé.

Dans notre étude, le paracétamol était prescrit systématiquement, ainsi qu'un traitement de 5 jours par AINS chez les patients ne présentant pas de contre-indications.

#### *b- Rééducation*

La rééducation est obligatoire quelle que soit la prise en charge et la gravité de l'entorse. En absence de rééducation, les patients sont deux fois plus à risque de souffrir de récurrence et d'entorses à répétition [49] : un programme de rééducation complet, supervisé et surtout débuté de manière précoce permet une réduction significative du risque de récurrence [49, 79]. Enfin, elle autorise une reprise plus rapide des activités.

La rééducation de la cheville fait l'objet de recommandations de bonne pratique régulièrement mises à jour et facilement accessibles au clinicien. Par exemple, l'actualisation 2004 de la conférence de consensus « l'entorse de cheville au service d'urgence » [2] et les recommandations de l'ANAES éditées en 2000 [17] fournissent de nombreuses informations sur le déroulement de la kinésithérapie.

La rééducation débute dès que la douleur le permet. 10 à 20 séances de kinésithérapie sont conseillées [2], les 10 premières étant prise en charge par l'Assurance maladie. Le rythme et le nombre des séances sont déterminés par le tableau clinique et l'évolution de la cheville, et laissé à l'appréciation du kinésithérapeute [17]. La profession et surtout la pratique sportive antérieure doivent également être prise en compte afin d'orienter la rééducation [17].

Le déroulement classique de la kinésithérapie est le suivant :

↳ Les 2 premières semaines sont consacrées à la lutte contre les troubles trophiques et à la physiothérapie. Peuvent être utilisés : la compression, la cryothérapie, les massages, le drainage lymphatique manuel, voire les TENS. Selon la gravité de l'entorse et en fonction de la douleur, la mobilisation précoce est débutée, afin de lutter contre la raideur articulaire : mobilisations passives puis actives. Il a en effet été montré qu'une mobilisation précoce de la cheville accélérât et améliorerait la cicatrisation tissulaire [134, 135,136].

↳ La troisième et la quatrième semaines correspondent à la phase de cicatrisation ligamentaire [80]. La kinésithérapie a pour but de prévenir l'atrophie musculaire et la raideur articulaire :

- Poursuite du travail articulaire (techniques de gain de mobilité, étirements contrôlés...),
- Techniques de recrutement musculaire : permettent de préparer la rééducation proprioceptive,
- Rééducation proprioceptive, dont le rôle est démontré dans la prévention des récurrences [137] : en effet, la reprogrammation neuro-musculaire, en réduisant le temps de réaction des fibulaires notamment, améliore la stabilité dynamique de l'articulation [138].
- Travail musculaire : renforcement musculaire isotonique, isocinétique, puis dynamique.

L'objectif du renforcement musculaire est de compenser les déficits musculaires et de corriger les déséquilibres entre les groupes antagonistes. Comme nous l'avons vu, un déficit des éverseurs en excentrique ou encore un déséquilibre entre les fléchisseurs plantaires et dorsaux jouent un rôle dans la genèse de l'instabilité chronique de cheville [139].

↳ Après la quatrième semaine, l'objectif est la reprise des activités et du sport, ainsi que la prévention des récurrences. Au niveau tissulaire, c'est une phase de remodelage des ligaments [80]. On poursuit et intensifie le renforcement musculaire et les exercices de proprioception.

Tout au long de la prise en charge, l'observance doit être encouragée puisqu'elle conditionne la réussite de la prise en charge rééducative [140,141].

Conformément à la description de ce protocole et aux recommandations citées, la prise en charge de nos patients s'est déroulée en 4 phases, superposables à ce qui est décrit ci-dessus : une première phase associant le protocole RICE et le début de la kinésithérapie ; une seconde phase pendant laquelle la kinésithérapie active et dynamique était réalisée selon nos deux bras d'étude ; une troisième phase complémentaire avec un travail proprioceptif spécifique commun aux deux bras ; et enfin une quatrième et dernière phase avec la reprise des activités physiques. Pour les patients atteints d'une entorse moyenne ou grave, la contention par attelle Aircast était maintenue jusqu'à la fin du protocole de rééducation et retirée progressivement lors de la quatrième phase pour la reprise du sport. Concernant les patients atteints d'entorse bénigne, la majorité a retiré l'attelle 10 à 15 jours après le traumatisme.

La prise en charge de l'entorse latérale de cheville est donc bien codifiée. L'objectif final de la rééducation est la récupération fonctionnelle avec la reprise de l'activité. La prise en charge est consensuelle sauf en ce qui concerne la technique d'immobilisation. Les méthodes de rééducation sont efficaces, et il est nécessaire actuellement de mettre l'accent sur la prévention des récives.

### III.3. Rééducation isocinétique

L'isocinétisme est une technique récente de travail musculaire, mais qui est devenue un outil de choix pour le renforcement et l'évaluation dans certains cadres pathologiques, comme la traumatologie du genou par exemple.

#### *a- Généralités*

Il existe de nombreux protocoles de rééducation isocinétique, mais pas de règles spécifiquement établies [145]. La rééducation est débutée selon l'articulation et les éléments musculaires concernés, selon la pathologie et le stade de cicatrisation. Un examen clinique préalable est indispensable pour établir l'indication et rechercher des contre-indications [145]. Les autres éléments à prendre en compte sont les capacités du patients et sa tolérance à l'exercice [146].

#### *b- Application à la cheville*

Depuis quelques années, la littérature médicale s'intéresse à l'application de l'isocinétisme à la pathologie de la cheville, plus particulièrement dans le cadre des entorses latérales de cheville [147]. Comme nous l'avons vu, plusieurs études ont montré qu'il existait des déficits de force sur les éverseurs et les inverseurs suite à une entorse, et que le déséquilibre musculaire en faveur des inverseurs pouvait favoriser la survenue d'un nouveau traumatisme [148]. Un renforcement spécifique des éverseurs pourrait donc mieux prévenir les traumatismes en inversion [16].

Plusieurs protocoles de renforcement en excentrique des éverseurs ont été décrits dans la littérature, utilisant des techniques manuelles ou sur dynamomètre isocinétique. Pour chaque protocole, on détermine un certain nombre de paramètres fixes : le nombre de séries, le nombre de répétitions du mouvement par série, l'amplitude du mouvement, et pour chaque série la vitesse angulaire [147,149].

Par exemple, en 2001, Pocholle avait proposé un protocole de renforcement isocinétique des inverseurs et des éverseurs de cheville mais en concentrique [150] : des séries de 5 à 10 répétitions à 60°/s et 120°/s étaient réalisées. En 2014, Fourchet et al avaient étudié un protocole de renforcement des inverseurs et éverseurs en excentrique, dans lequel le nombre de séries et de répétitions augmentait progressivement au cours des séances sans dépasser 30 répétitions [146].

Enfin, Collado et al, dont nous avons repris les grandes lignes du protocole rééducatif, comparaient l'efficacité d'un protocole de renforcement excentrique des éverseurs par rapport à un protocole en concentrique [22], mais reposant sur des techniques manuelles exécutées par un kinésithérapeute. Les deux groupes effectuaient 6 séances de rééducation avant l'évaluation isocinétique, et qui consistaient en 5 séries de 10 répétitions d'un mouvement d'inversion.

En plus de corriger les déséquilibres musculaires, le renforcement isocinétique de la cheville aurait également un effet favorable sur la correction du déficit proprioceptif dans les suites d'une entorse. Par exemple, une étude réalisée par Hanci et al en 2016 montrait qu'après un protocole de renforcement excentrique et concentrique des éverseurs et des fléchisseurs dorsaux de cheville, l'atteinte proprioceptive initiale était réduite de manière significative [151].

De même, l'isocinétisme permettrait également d'améliorer les paramètres fonctionnels. Une étude en 2007 sur les effets de l'isocinétisme chez des sujets atteints d'instabilité fonctionnelle a montré, après un protocole de renforcement en excentrique et concentrique des éverseurs et inverseurs de cheville, une amélioration significative des performances lors de tests fonctionnels à la fin du protocole [152]. Dans cette étude, les déficits musculaires et proprioceptifs initiaux s'étaient également améliorés.

En nous basant sur ces études, nous avons donc choisi d'utiliser l'isocinétisme pour réaliser des séances de rééducation standardisées et protocolisées dans chaque groupe, telles que définies dans les tableaux 2 et 3. Réalisée sur dynamomètre, cette technique permet de plus de s'affranchir du facteur humain.

## IV- Isocinétisme, posturographie et entorse de cheville

### IV.1. Evaluation isocinétique

#### *a- Généralités*

##### Principe :

L'évaluation isocinétique repose sur les mêmes principes que la rééducation. Le test isocinétique va permettre d'obtenir une évaluation chiffrée de la force musculaire qui sera donc objective, précise et reproductible [149,150].

On peut ainsi réaliser un état des lieux avant de débiter la rééducation (comme par exemple dans l'instabilité chronique de cheville, afin de déterminer les déséquilibres musculaires à corriger) ou évaluer l'efficacité d'un protocole rééducatif. Dans notre étude, nous avons donc soumis nos patients à un test isocinétique en fin de prise en charge rééducative pour évaluer le bénéfice du renforcement musculaire excentrique. Pour l'analyse des résultats, nous n'avons retenu que les paramètres mesurés lors de l'analyse numérique.

### Le test isocinétique :

Avant d'évaluer un patient, il faut déterminer les paramètres de réalisation du test isocinétique et connaître les valeurs normales et attendues.

Pour la réalisation du test, nous avons utilisé des vitesses angulaires de 30°/s et de 120°/s, qui permettent une très bonne reproductibilité des mesures, et qui sont également couramment utilisées dans la littérature [21,22,153]. La position du patient était conforme à ce qui est recommandé, afin de permettre une meilleure reproductibilité des mesures : le genou était en flexion afin de supprimer les compensations de hanche [65,68,154], la cheville en position neutre avec 10° de flexion plantaire [31,155]. L'amplitude du mouvement était limitée à 50°, mais comme l'ont montré van Ciegel et al [154], une course angulaire de 30° (20° en inversion, 10° en éversion) est suffisante pour obtenir des valeurs fiables. Le temps de récupération entre les séries était de 30 secondes [156,157].

Croisier et Crielaard en 1999 ont déterminé les valeurs de référence à utiliser pour estimer la force musculaire d'un sujet, et plus particulièrement les rapports agonistes/antagonistes [32]. Pour notre étude, nous avons donc repris leur définition pour déterminer le déficit de force des éverseurs du côté lésé par rapport au côté sain, en excentrique et en concentrique (explicitée dans la partie Méthode).

Concernant le couple éverseurs/inverseurs, les valeurs considérées comme normales en population saine sont les suivantes :

- Ratio éverseurs/inverseurs en concentrique = 0,63 à 0,92, < à 1,0 [68, 153,158],
- Moment de force maximum concentrique des inverseurs de 13,9 ± 6,2 Nm à 60°/s et 9,5 ± 5,6 Nm à 120°/s [159],
- Moment de force maximum concentrique des éverseurs de 12,2 ± 4,8 Nm à 60°/s et 7,5 ± 3,3 Nm à 120°/s [159].

Le tableau suivant présente les valeurs retrouvées pour des sujets sains par différentes études. Nous y rapportons également nos résultats :

*Tableau 21- Valeurs des pics de couples en population de référence*

	<u>Inverseurs</u> (N.m)		<u>Everseurs</u> (N.m)		
	30°s CONC	120°s CONC	30°s CONC	120°s CONC	30°s EXC
<b>Population saine [159]</b>	-	9,5 +/- 5,6	-	7,5 +/- 3,3	-
<b>Sportifs [149]</b>	22,8 +/- 10,5	19,5 +/- 7,3	34,8 +/- 9,8	25,4 +/- 7,5	36,8 +/- 8,5
<b>Kaminski [66]</b>	25,8 +/- 4,26	-	29,8 +/- 6,5	-	-
<b>Notre série</b>	19,6 +/- 6,1	19,8 +/- 5,4	20,2 +/- 7,7	14,9 +/- 4,6	25 +/- 11,4

30°s CONC : concentrique à 30°/s  
120°s CONC : concentrique à 120°/s  
30°s EXC : excentrique à 30°/s  
- : absence de données

Nos résultats concernant les éverseurs sains sont donc inférieurs à ceux retrouvés par Kaminski, mais la population étudiée était uniquement composée d'hommes sportifs et plus jeune (âge moyen de 19 ans). En revanche, ils se rapprochent des valeurs normales en population générale pour la série en concentrique à 120°/s.

Le protocole du test isocinétique de notre étude était comparable à celui utilisé par Collado et al [22], dans lequel deux séries à 30°/s (concentrique et excentrique) étaient réalisées : pour chaque série, trois essais suivis de trois tests en force maximale étaient exécutés. Le pied sain était également testé afin de faire les comparaisons. L'échauffement et l'installation étaient identiques.

#### Fiabilité et reproductibilité :

Plusieurs études ont montré la fiabilité des tests isocinétiques en inversion/éversion chez des sujets sains [160] et chez des patients avec antécédents d'entorse [68,161], pour des vitesses angulaires faibles et élevées.

Concernant la reproductibilité, plusieurs études ont montré qu'elle dépendait peu de la position : la flexion de genou à un angle variable permet les résultats les plus reproductibles, tandis que la variabilité de mesure liée au degré de flexion plantaire (entre 0 et 10°) n'a pas fait l'objet d'étude [160, 162].

#### *b- Application à la cheville :*

Si les études ayant analysé les déficits musculaires et l'effet de l'isocinétisme dans l'instabilité chronique de cheville sont nombreuses [67,69,151], il existe en revanche peu d'études évaluant l'effet d'une rééducation isocinétique suite à une entorse de cheville, hormis l'étude de Collado et al en 2001 [22] qui retrouvait les résultats présentés dans le tableau suivant :

*Tableau 22- Résultats isocinétiques en fin de rééducation après entorse de cheville*

	<u>Sujets rééduqués en excentrique</u>		<u>Sujets rééduqués en concentrique</u>	
	Collado et al	Notre série	Collado et al	Notre série
<b>Pics de couple des EVERSEURS, moyenne 30°/s CONC</b>	38,6	19,7	29,11	19,3
<b>Pics de couple des EVERSEURS, moyenne 30°/s EXC</b>	45,8	24,5	35,7	24,1

30°s CONC : concentrique à 30°/s

30°s EXC : excentrique à 30°/s

Là encore, nos résultats étaient inférieurs. Comme dans l'étude de Kaminski [66], la population suivie dans leur étude était plus jeune et composée de sportifs de haut niveau. Notre population était plus hétérogène sur le niveau sportif, et se rapprochait donc de la population générale.

Toujours dans l'étude de Collado [22], il avait été montré qu'après rééducation persistait un déficit moyen des éverseurs de 29% en concentrique et de 41% en excentrique dans le groupe rééduqué en concentrique, alors que ces déficits étaient complètement compensés dans le groupe rééduqué en excentrique. C'est aussi le principal résultat retrouvé dans notre étude, puisque nous avons montré qu'il existait une récupération du déficit significativement plus fréquente dans le groupe rééduqué en excentrique. Nous avons également montré une compensation plus fréquente du déficit par rapport au côté sain dans le groupe excentrique.

En revanche, l'analyse des moyennes des pics de couple de nos patients ne retrouvait pas de différence significative entre les deux groupes de rééducation, contrairement à l'étude de Collado [22] que ce soit sur les séries réalisées en concentrique ou en excentrique.

Une autre étude réalisée par Wilkerson et al en 1999 [153] évaluait également l'effet d'un protocole de renforcement musculaire suite à une entorse latérale simple de cheville par un test isocinétique. Les principales différences avec notre étude concernaient la population (composée de 30 jeunes sportifs d'âge moyen de 16,3 ans) et les modalités rééducatives (renforcement des éverseurs et inverseurs en concentrique et en excentrique réalisé manuellement par un kinésithérapeute). Un test isocinétique était réalisé avant et après le protocole, comparant côté lésé et côté sain. Comme dans notre protocole, deux séries étaient effectuées, la première en concentrique à 30°/s (5 répétitions), la deuxième en concentrique à 120°/s (15 répétitions). Pour évaluer l'efficacité de la rééducation, l'étude se basait sur le ratio éverseurs/inverseurs comparé entre le pied sain et le pied lésé. Les résultats montraient une réduction significative du déficit initial à la fois en concentrique 30°/s et en concentrique 120°/s. Dans notre étude, nous aurions pu compléter les analyses avec l'étude du ratio éverseurs/inverseurs, ce qui aurait pu encore nous fournir des résultats en faveur de la rééducation en excentrique.

Par rapport à l'étude de Collado [22], nous apportons donc un argument supplémentaire en faveur de la rééducation isocinétique en excentrique : nous avons montré que le travail excentrique permettait plus fréquemment de récupérer le déficit musculaire sur les éverseurs.

Enfin, nous avons abouti à deux réflexions sur l'utilisation de l'outil isocinétique :

- En matière de rééducation, nous avons le sentiment que la prise en charge sur dynamomètre permet un travail bien calibré, reproductible et efficace. Nous ne disposons d'aucun indicateur statistique publié qui prouverait la supériorité de ce type de renforcement comparativement à d'autres modalités (techniques isométriques, électrostimulation ou renforcement dynamique, etc...).

- En ce qui concerne l'évaluation, une limite du travail isocinétique est l'absence d'étude de la réactivité musculaire. En effet, même à des vitesses angulaires élevées, l'isocinétisme ne permet pas de soumettre le patient à un mouvement surprise d'inversion reproduisant le mécanisme de l'entorse. Il pourrait donc être intéressant d'envisager l'utilisation d'un dispositif reproduisant le mécanisme de l'entorse (tout en restant atraumatique) afin d'optimiser le renforcement musculaire des éverseurs et améliorer le contrôle neuromusculaire [12].

## IV.2. Posturographie

### *a- Généralités*

La posturographie statique informatisée apporte une réelle plus-value à notre étude, en nous permettant d'analyser et de quantifier le déficit proprioceptif associé à une entorse de cheville. En effet, comme nous l'avons vu, les troubles posturographiques participent pour une grande part à la genèse de l'instabilité chronique de cheville [82,165,166].

En analysant la répartition du centre de pression au cours du temps sur plateforme de force, l'examen posturographique permet de discriminer l'atteinte des afférences sensorielles qui conditionnent l'équilibre (afférences visuelles, afférences vestibulaires et afférences somatosensorielles) [33,163], et d'orienter vers une pathologie d'organe (visuelle, vestibulaire ou proprioceptive). Dans notre étude, nous avons donc réalisé des tests en appui monopodal des deux côtés afin de discriminer l'atteinte posturale de la cheville lésée et de la cheville saine. Les tests ont été réalisés yeux fermés puis yeux ouverts, permettant dans le deuxième cas de s'affranchir des afférences visuelles dans le contrôle de l'équilibre.

La reproductibilité de l'examen posturographique est bonne, bien qu'elle varie selon les conditions sensorielles [33].

Concernant la sécurité, le seul risque à prévenir est le risque de chute. Il n'y a pas de complications identifiées suite à un test stabilométrique [33]. Dans notre étude, le risque de chute était contrôlé par l'utilisation d'une barrière circulaire refermée autour du patient.

### *b- Application à la cheville et résultats de l'étude*

Après une entorse latérale de cheville, tout comme dans l'instabilité chronique, il existe une atteinte du contrôle postural [82,167] se traduisant par un déficit proprioceptif. Ce déficit est lié à plusieurs facteurs, comme nous l'avons vu dans la première partie de cette discussion [82,168] :

- Atteinte des mécanorécepteurs articulaires et donc des afférences proprioceptives,
- Altération centrale du contrôle postural se traduisant par un temps de réaction musculaire allongé en réponse à une perturbation posturale,



- Instabilité mécanique liée à une hyperlaxité articulaire pathologique secondaire au traumatisme.

A la phase aigüe d'une entorse, le déficit proprioceptif concerne à la fois le côté traumatisé et le côté sain, et on le retrouverait dans 25 à 34% des cas [82]. On observe ce déficit dès le premier jour qui suit le traumatisme [169], et il perdurerait au moins 4 semaines du côté atteint [168,169,170] et une à deux semaines du côté sain [169,171]. L'atteinte prédomine donc du côté traumatisé, avec la persistance d'une différence significative par rapport au membre controlatéral jusqu'à 3 semaines après l'entorse [169]. Enfin, un trouble proprioceptif persistant, en absence de prise en charge, peut également constituer un facteur de risque de récurrence [172].

En cas de mise en place d'un protocole rééducatif axé sur la proprioception et l'entraînement neuromusculaire, on note une amélioration de ce déficit postural sur les deux membres inférieurs, le membre lésé et le membre non traumatisé [168] avec une correction complète du déficit à 4 semaines. D'où l'intérêt de faire le diagnostic précoce de l'atteinte proprioceptive au décours du traumatisme et de compléter la rééducation par un entraînement proprioceptif.

Concernant nos résultats, la surface mesurée en appui bipodal n'a pas fait l'objet d'une analyse statistique, mais elle était supérieure à la Norme 85, pour le test initial et le test final, à la fois les yeux ouverts et les yeux fermés. Ceci peut s'expliquer par l'absence de groupe contrôle indemne de toute atteinte articulaire. De plus, le contrôle de l'équilibre diminue avec l'âge à partir de 25ans [35] or notre population était en moyenne plus âgée que dans la plupart des études.

C'est pour cette raison que nous avons retenu pour chaque patient la surface la plus petite mesurée du côté du pied sain en tant que valeur de référence pour la mesure du déficit proprioceptif.

Nous avons découvert qu'il existait une régression plus fréquente, bien que non significative, de ce déficit dans le groupe rééduqué en excentrique lors de la mesure les yeux fermés, entre les deux examens stabilométriques. Ainsi, nos résultats vont dans le sens de ce que quelques études avaient déjà décrit [151,152], à savoir une amélioration du contrôle postural permis par le renforcement excentrique des éverseurs, en dehors de toute rééducation proprioceptive (la rééducation proprioceptive étant réalisée après l'évaluation isocinétique dans notre protocole).

Par exemple, l'étude réalisée par Hanci et al en 2016 montrait que dans les suites d'un protocole de renforcement excentrique et concentrique des éverseurs et des fléchisseurs dorsaux de cheville, l'atteinte proprioceptive initiale était réduite de manière significative [151]. Les mesures de pics de couple en excentrique des éverseurs avaient significativement augmentées, en parallèle d'une amélioration posturographique des chevilles instables par rapport aux chevilles controlatérales saines. Sekir et al avaient montré, quant à eux, une amélioration du sens de positionnement segmentaire après une rééducation isocinétique en excentrique chez 24 sportifs souffrant d'instabilité chronique de cheville [152]. Aucune de ces études en revanche n'avancèrent d'hypothèse pouvant expliquer cet effet du renforcement musculaire excentrique.

Il serait donc intéressant de poursuivre les recherches afin de déterminer comment ce travail agit sur les mécanismes de contrôle de l'équilibre.

Cependant, l'intérêt principal de notre étude était l'évaluation fonctionnelle dans les suites de ce protocole rééducatif, et plus particulièrement l'évaluation de la reprise du sport. Notre objectif était d'évaluer d'une part si le renforcement excentrique des éverseurs permettait un gain fonctionnel en termes de reprise sportive, et d'autre part de montrer que la récupération fonctionnelle pouvait constituer un critère de guérison clinique dans les suites d'une entorse de cheville.

## V- Retentissement fonctionnel de l'entorse de cheville et reprise sportive

### V.1. Intérêt de l'évaluation fonctionnelle

Un temps essentiel dans la prise en charge d'une pathologie de médecine du sport est celui de la reprise des activités sportives. La littérature médicale du sport est abondante en ce qui concerne l'évaluation de la reprise sportive des patients opérés d'une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur du genou (LCA) par exemple. Paradoxalement, compte tenu de l'incidence pourtant bien supérieure de l'entorse de cheville, la littérature est très pauvre en études sur le retour sur le terrain de sport des sujets victimes d'une entorse du LCL.

Nous avons choisi de compléter la première partie de notre étude [23] par une évaluation fonctionnelle de notre protocole rééducatif, en nous basant sur un questionnaire évaluant la qualité de la reprise sportive. En effet, la reprise des activités quotidiennes, professionnelles et physiques doit être le premier objectif de la prise en charge, et représente un enjeu économique important [15].

Concernant les paramètres fonctionnels utilisés dans notre questionnaire, la douleur, l'œdème, et la raideur résiduels sont associés à l'instabilité fonctionnelle et fréquemment recherchés [15] de même que les sensations de déroboement ou d'instabilité. L'évaluation du niveau antérieur est également couramment utilisée dans de nombreuses études évaluant le retour au sport suite à un traumatisme de l'appareil locomoteur [15]. Nous avons utilisé deux critères nous permettant de l'évaluer, un critère objectif quantitatif (le nombre d'heures de sport par semaine) et un critère subjectif qualitatif (le ressenti du patient). Nous avons complété l'évaluation par le délai de reprise du sport : il s'agissait du délai entre le traumatisme et la reprise d'un sport sollicitant la cheville (course, vélo, sport d'équipe, etc...). Enfin, nous avons complété le questionnaire en demandant aux participants s'ils avaient souffert de récurrence homolatérale, et s'ils avaient bénéficié de rééducation dans les suites.

## V.2. Entorse de cheville chez le sportif et reprise du sport

### *a- Épidémiologie*

Les sportifs sont plus exposés aux traumatismes de cheville, qui sont les premiers traumatismes ostéoarticulaires liés au sport [94,173] : ils représentent 25% des traumatismes, dont 80% d'entorses du LCL [76, 173,174]. Les sports les plus à risque sont les sports d'équipe, intérieurs (basketball, handball, volleyball...) ou extérieurs (football, rugby...) [94,174].

L'incidence varie selon le sport pratiqué [175]. Le basketball est le sport le plus touché : selon les séries, les traumatismes de cheville représentent de 50 à plus de 60% de l'ensemble des traumatismes [10,173]. Il est suivi par le volleyball (54% d'entorse du LCL) [24] puis par le football (13% de traumatismes de cheville, dont 51% d'entorse [173, 176].

Les facteurs de risque spécifiques aux sportifs sont à connaître. Il s'agit :

- Du niveau sportif : les professionnels sont en effet plus exposés que les sportifs réguliers ou amateurs. Par exemple, Rein et al ont montré dans une étude réalisée en 2011 que les entorses de cheville étaient plus fréquentes chez les sportifs professionnels comparativement à un groupe contrôle, et qu'ils présentaient donc un plus haut risque d'instabilité de cheville [177].
- Des périodes de compétition (ou de match pour les sports d'équipe), comparativement à l'entraînement [10,24] : 40% des entorses surviennent en effet lors des matchs [173,176,178].
- L'absence de port d'orthèse stabilisatrice [10],
- Une reprise précoce du sport après un épisode d'entorse, avant la fin de la rééducation [10],
- Comme en population générale, on retrouve aussi l'âge et les antécédents d'entorse.

De plus, l'entorse latérale de cheville présente le taux de récurrence le plus élevé parmi les traumatismes liés au sport [180], l'incidence dépendant également du sport pratiqué [74]. Selon les études, on retrouve de 18% environ à 79% de récurrence [24,178], le football étant le sport le plus à risque selon Richie et Izadi [12], avec 61% de sportifs souffrant d'entorse à répétition selon une autre étude [78].

Le taux de complication est également important au sein de cette population particulièrement exposée. Yeung a montré en 1994 que parmi une population de 380 sportifs de niveau hétérogène, 30,2% rapportaient des douleurs dans les suites d'une entorse, 20,4% une sensation d'instabilité lors de la pratique et 16,5% une faiblesse musculaire [7]. Ainsi, 59% des entorses se compliquaient d'au moins un symptôme résiduel chronique. De plus, la survenue de ces symptômes était significativement corrélée avec une fréquence croissante de récurrence. Une seconde étude retrouvait 50% de symptômes résiduels dans une population de 84 joueurs de volleyball. 15% d'entre eux rapportaient que ces symptômes avaient un retentissement sur leurs performances [181].

Enfin, bien que l'incidence de l'instabilité chronique de cheville reste peu référencée chez les sportifs, elle semble fortement corrélée aux récurrences [78]. Par exemple au football, 61% des joueurs souffrent d'entorses récurrentes, et 38% rapportent des signes d'instabilité chronique de cheville [78]. De plus, une reprise trop précoce du sport avant que la cicatrisation ligamentaire ne soit achevée semble être un facteur de risque d'instabilité chronique de cheville à long terme [12].

La prise en charge de l'entorse latérale de cheville chez le sportif repose donc sur la stratégie classique que nous avons déjà abordée [97], mais celle-ci doit être précoce afin de permettre la reprise précoce du sport et surtout de prévenir les complications. Kaminski et al ont publié en 2013 des recommandations de bonne pratique à destination des entraîneurs sportifs pour la prise en charge et la prévention des entorses de cheville chez les athlètes [182].

#### *b- Retentissement fonctionnel*

Il existe peu d'études sur le retentissement fonctionnel de l'entorse de cheville et de ses complications dans la pratique quotidienne des sportifs. Une étude menée par Clocke et al en 2009 au sein d'une population de footballeurs anglais a montré que survenait en moyenne un traumatisme de cheville par joueur et par an (le plus fréquemment une entorse de cheville), ce qui représentait 20 jours d'entraînement et 2 matchs manqués en moyenne par traumatisme. Parmi les joueurs, 3,4% avaient un arrêt prolongé de 3 mois ou plus, et 0,7% ont interrompu définitivement l'entraînement. On retrouvait sur l'ensemble des traumatismes 3,9% de traumatismes sévères avec un temps d'arrêt prolongé [9]. Une autre étude, réalisée en 2007 chez des joueuses professionnelles et évaluant le retentissement sur la pratique sportive, montrait 224,4 entraînements manqués liés aux entorses de cheville sur la période étudiée, soit 7 entraînements en moyenne par traumatisme [10]. En dépit de ces chiffres, dans la majorité des études réalisées au sein de population de sportifs réguliers et professionnels, la reprise précoce du sport est la règle : par exemple, Nelson et al ont montré, chez des athlètes de collèges aux Etats-Unis, que les entorses de cheville faisaient perdre moins de 7 jours d'entraînement dans 52% des cas, plus rarement 3 semaines (34% des cas) [173]. Cette tendance est confirmée par une étude de Medina McKeon de 2013, dans laquelle le délai moyen de retour au jeu est d'un à trois jours, qu'il s'agisse d'un premier épisode d'entorse ou d'une récurrence [73]. Ceci révèle donc bien le caractère aléatoire et incomplet de la prise en charge de la majorité des entorses de cheville en milieu sportif, et permet de mieux comprendre la haute incidence des complications chez les sportifs. Enfin, une étude a montré que les récurrences étaient plus graves qu'un premier épisode d'entorse, et plus souvent responsables d'un arrêt complet de l'activité sportive [74].

Ainsi, en plus du continuum de complications, l'entorse de cheville a donc des conséquences majeures sur la pratique sportive, surtout professionnelle, en termes d'interruption de l'entraînement et/ou de la compétition, de délai de retour au jeu, et d'absentéisme sur le terrain. Comprendre l'impact de la blessure ostéoarticulaire puis de la rééducation sur l'activité physique est essentielle pour contrôler la récupération après une entorse.

### *c- Reprise du sport après rééducation*

De la même façon qu'il n'y a que peu d'études évaluant le coût d'une entorse de cheville sur la pratique sportive, on ne trouve pas dans la littérature d'étude évaluant les conditions de reprise du sport après rééducation. En revanche, celles-ci sont abondantes dans d'autres cadres pathologiques, comme les ruptures du LCA.

Par exemple, Gerometta et al ont réalisé en 2014 une évaluation fonctionnelle de la reprise du sport après ligamentoplastie du LCA chez 239 patients sportifs, dont 124 compétiteurs [183]. Le recueil des données se faisait sous forme d'auto-questionnaires soumis aux patients via un site internet (8 en tout). Les patients devaient également répondre à deux mails au cours du suivi. Comme dans notre étude, le délai de reprise, le niveau retrouvé par rapport au niveau antérieur et les complications étaient demandés. Il y avait de plus un questionnaire évaluant l'état psychologique des patients. En revanche, l'étude était multicentrique et tous les patients n'avaient pas bénéficié du même protocole rééducatif ni du même suivi. L'étude n'évaluait pas non plus de manière objective l'efficacité de la rééducation (absence de test isocinétique), à l'inverse de notre étude. Une autre étude, toujours après ligamentoplastie, évaluait l'efficacité de la technique chirurgicale employée à 36 mois post-opératoire grâce à des paramètres cliniques et radiographiques associés à un test isocinétique et à une évaluation fonctionnelle objective et subjective [184]. En revanche, le retour au sport n'était pas évalué dans cette étude.

Concernant la cheville, nous n'avons pu trouver aucune étude évaluant l'efficacité d'un protocole rééducatif en se basant sur la reprise du sport, bien qu'il existe quelques études évaluant l'efficacité de la rééducation en matière de retentissement sur la fonction articulaire, en utilisant à la fois des critères cliniques et paracliniques, une évaluation isocinétique ou posturographique, et des scores fonctionnels [170].

Notre étude, en utilisant un seul questionnaire téléphonique, nous a permis d'avoir un taux de réponse de 91,5% : 43 sujets sur les 47 ré-évaluables à un an du traumatisme ont pu être recontactés. Cinq autres patients n'ont pas été rappelés car ils n'étaient pas encore à 12 mois de l'entorse. Notre taux de réponse était donc bien supérieur à celui de Gerometta et al, qui était de 66% [183].

La reprise du sport après une entorse de cheville est la règle, bien que non explicitée dans la littérature [10,173]. Nos patients ont donc en grande majorité repris le sport. Sur les trois arrêts définitifs, un seul était en lien avec une récurrence sévère de l'entorse survenue au cours d'un accident sportif et pour laquelle une indication chirurgicale avait été posée.

Dans la majorité des études, cette reprise sportive se fait de manière très précoce au dépend de la cicatrisation et de la rééducation [173,180]. Une seule étude concernant la reprise sportive après ligamentoplastie de cheville rapporte un délai de retour au jeu moyen de 10 semaines, mais sans préciser le type d'activité repris [185]. Ce délai reste inférieur à celui que nous avons retrouvé (3 mois environ pour les 2 groupes), mais nous nous sommes basés sur la reprise de sports sollicitant la cheville

pour le calculer (course ou sport pivot). Certains patients avaient repris avant les activités physiques moins traumatisantes, notamment la natation, le vélo et la marche. De plus, dans le cadre de notre protocole, la reprise du sport n'était pas autorisée avant la fin de la cinquième semaine.

Le délai de reprise était plus court d'environ un mois dans le groupe rééduqué en excentrique, mais sans différence statistiquement significative. Ceci peut être expliqué par le petit effectif de sujets interrogés. Huit de nos patients déclaraient avoir repris immédiatement la course, soit un mois et demi après le traumatisme. Il s'agissait pour 7 d'entre eux de militaires, ayant de fortes contraintes opérationnelles et encouragés vivement par leur hiérarchie à reprendre le sport au plus vite. Malgré cela, il n'y avait pas non plus de différence significative entre les militaires et les civils concernant le délai de reprise du sport. La gravité échographique n'avait également pas de retentissement sur ce paramètre.

Comme pour la reprise du sport, le retour au niveau antérieur semble être admis dans la majorité des études. 51,9% de nos patients ont repris le sport à un niveau égal voire supérieur. Dans le groupe excentrique, il y avait significativement plus de sujets ayant atteint un niveau qu'ils estimaient supérieur (19,2% contre 0% dans le groupe concentrique), bien qu'il y eût plus de sujets pratiquant 3 heures de sport ou moins à un an de l'entorse. En revanche, cette tendance existait déjà avant le début de la rééducation, avec 38,5% des patients pratiquant 3 heures de sport dans le groupe excentrique contre 15,3% dans le groupe concentrique.

Concernant l'analyse selon la profession, les militaires étaient globalement plus sportifs avant la rééducation. Avant de débiter le protocole, 81,8% d'entre eux pratiquaient plus de 3 heures de sport par semaine contre 57,9% des civils. Un an après l'entorse, 62,8% des militaires déclaraient avoir retrouvé un niveau supérieur ou identique ainsi que 62,3% des civils. En revanche, après la rééducation, 16% rapportaient avoir acquis un niveau supérieur contre 6,7% des civils (tendance à la significativité).

Il n'y avait pas de différence significative selon le grade échographique sur les paramètres de la reprise du sport.

Nous n'avons pas réalisé d'analyse de la reprise du sport en fonction de la récupération isocinétique, bien qu'il semble que les patients ayant récupéré complètement (quel que soit le groupe de rééducation) aient repris plus vite et plus fréquemment à un meilleur niveau. Il serait donc intéressant de compléter les analyses en ce sens si l'étude se poursuit.

#### *d- Complications*

A un an du traumatisme initial, on retrouvait 11,5% de récurrence quel que soit le groupe d'appartenance. Ce chiffre est inférieur à ceux retrouvés dans la littérature [24,178]. On peut penser que notre protocole de rééducation complet et bien conduit a donc permis de prévenir les récurrences d'entorse dans les deux groupes de patients. Cette hypothèse concorde avec les résultats notamment de Barkler

et al [79] ou de Schiffan et al [77]. Bien que l'on ne retrouvait pas de différences significatives entre les deux groupes, il y avait deux fois plus de récurrence dans le groupe rééduqué en concentrique. De plus, le délai de récurrence était plus court dans le groupe rééduqué en concentrique, avec une probabilité de récurrence augmentant au cours du temps (figure 6), bien que non significative. Ainsi il est possible qu'en poursuivant les inclusions et en augmentant l'effectif on puisse démontrer une différence en faveur du renforcement excentrique sur la prévention des récurrences.

Concernant la profession, 18,5% des patients ayant récidivé étaient des militaires, contre 6,3% de civils. Cette différence n'était pas significative, mais en dehors du fait que les militaires étaient plus sportifs et pratiquaient plus souvent des sports à risque (course, sport communs, sport de combat...), nous n'avons pas retrouvé de facteur évident expliquant cette différence.

Enfin, les récurrences concernaient 22,2% des patients ayant présenté une entorse grave, contre 11,8% des patients ayant présenté une entorse bénigne. Ce résultat n'était pas significatif, là encore peut être en raison du petit effectif. Cette tendance était différente des données de Malliaropoulos et al [186] qui retrouvaient que les grades I et II échographiques étaient plus à risque de récurrence. Dans notre étude, les deux facteurs de risque de récurrence indépendamment du protocole rééducatif étaient donc la profession militaire et la gravité initiale de l'entorse, bien que nous n'ayons pas pu démontrer ce résultat.

Enfin, il est intéressant de noter que 50% des sujets ayant récidivé n'ont pas effectué de rééducation dans les suites de ce nouvel épisode. Ce chiffre est similaire à ceux rapportés dans la littérature, environ 50% des patients n'étant pas correctement pris en charge.

Pour terminer, nous n'avons pas retrouvé de différences significatives entre les deux groupes en ce qui concerne les symptômes résiduels (douleur, raideur, sensation d'instabilité) à un an de l'entorse. De manière surprenante, on retrouvait une répartition quasiment égale entre les deux groupes : autant de patients rapportaient une raideur séquellaire, un peu moins une douleur persistante et des sensations de dérobement dans le groupe rééduqué en excentrique. En revanche, l'incidence de ces symptômes était de 30,8% quel que soit le groupe d'appartenance, ce qui reste très inférieur aux données de la littérature, qui retrouvent jusqu'à 60% de signes résiduels dans les suites d'une entorse [7]. Ceci pouvant également s'expliquer par le fait que la rééducation a été complète et bien suivie par tous nos patients. Il n'y avait pas de différence selon la profession ou le grade échographique. On pouvait noter que 22,2% des patients rapportaient des sensations d'instabilité parmi ceux ayant souffert d'une entorse grave contre seulement 8,8% des patients présentant une entorse bénigne.

Les deux groupes étant comparables en termes de répartition entre civils et militaires et de stade de gravité de l'entorse, la profession et le grade échographique n'ont donc pas dû avoir d'influence sur l'efficacité du protocole rééducatif utilisé dans chaque groupe.

En résumé, nous avons retrouvé une tendance en faveur du renforcement excentrique sur la plupart des critères étudiés pour évaluer la reprise du sport : délai de reprise plus court, niveau ressenti

identique voire supérieur au niveau antérieur, récurrences moins nombreuses ; et ce, indépendamment de la profession, qui pouvait être un facteur de confusion dans cette étude.

Notre étude, à défaut d'avoir pu montrer de manière significative le bénéfice à long terme du renforcement musculaire excentrique, souligne l'intérêt d'un suivi strict et rapproché de la rééducation afin de prévenir les récurrences. Notre travail nous laisse également l'impression que l'utilisation d'un test isocinétique et d'un test posturographique peut être intéressant chez les patients avec des lésions ligamentaires pour évaluer le pronostic de la reprise sportive en termes de risque de récurrence et de complication. En cas de mauvais résultats, on pourrait ainsi envisager de différer la reprise du sport et de poursuivre la rééducation.

En allant plus loin, on peut également imaginer que l'utilisation d'un score combinant des critères cliniques et échographiques, une évaluation isocinétique voire un test posturographique pourrait constituer un moyen efficace d'évaluer la récupération fonctionnelle globale de la cheville dans les suites d'un traumatisme.

### V.3. Entorse de cheville en population militaire

Un intérêt supplémentaire de notre étude était de porter sur une population mixte de sportifs, militaire et civile.

Concernant la population militaire, les problématiques liées à l'entorse de cheville se rapprochent de celles auxquelles sont confrontées les athlètes de haut niveau : retentissement sur les performances physiques, congés maladie prolongés, voire impact sur la durée du contrat en cas de complications invalidantes. L'enjeu pour un militaire étant de maintenir ses capacités physiques au meilleur niveau possible afin de pouvoir répondre aux contraintes opérationnelles du métier.

Sur le plan épidémiologique, l'entorse de cheville est, comme en population générale, l'atteinte liée au sport la plus fréquente : selon Ressort et al [187], l'atteinte de cheville représente 29% des lésions liées au sport, et une étude publiée aux USA montre que 64,1% des entorses surviennent pendant le sport [188]. De plus, une étude française de 1997 montre qu'il y a plus de sportifs qu'en population générale (79% contre 48%) [189]. Enfin, l'incidence des entorses de cheville chez les militaires américains est 5 fois plus importante que dans la population civile [190].

Les facteurs de risque diffèrent de ceux en population générale. On retrouve l'âge, le poste occupé, l'exposition à des sports considérés comme à risque, et chez les hommes un IMC élevé et une meilleure condition physique [188,190]. En France, les militaires de l'armée de terre sont deux fois plus à risque que les marins, le sport le plus traumatique étant la course à pied (21,5% des traumatismes), suivi des sports collectifs dont le football (15% des traumatismes), leur pratique étant extrêmement courante dans les régiments de l'armée de terre [187]. La population militaire de notre étude était majoritairement issue de régiments de l'armée de terre, à l'exception de quelques personnels du Service de Santé des Armées. L'ensemble des militaires pratiquaient au moins un sport à risque.



Comme chez les sportifs, le retentissement de l'entorse et des complications associées est majeur, bien qu'il existe peu de données disponibles sur le sujet. Gerber et al retrouvaient dans leur population d'élèves en académie militaire 100% de retour au sport à 6 mois d'une entorse de cheville, mais 40% d'élèves présentant des symptômes résiduels... [191]. Quant à Bulathsinhala et al [192], ils ont montré que les militaires souffrant d'entorse à répétition étaient plus susceptibles de quitter précocement le service que ceux n'ayant qu'un seul antécédent d'entorse ou n'en ayant jamais fait.

Nous avons dans cette étude montré que les militaires restaient plus sportifs que des civils du même âge, qu'ils pratiquaient plus de sports à risque à la fois, et que ces particularités professionnelles pouvaient éventuellement constituer un facteur de récurrence. Enfin, ils restent plus sujets aux traumatismes liés au sport. Nous pouvons citer 4 exemples l'illustrant :

- Un patient militaire n'avait pas repris le sport au moment de l'évaluation fonctionnelle en raison d'une récurrence grave survenue lors d'un accident en service,
- Trois autres militaires avaient repris à un niveau inférieur en raison d'une autre blessure liée au sport (une déchirure des ischio-jambiers, une fracture du pied, une entorse de Chopard).

En conclusion, comme le souligne Ressort et al [187], la préparation physique du militaire est une nécessité opérationnelle. Les traumatismes liés aux activités physiques, au premier rang desquels l'entorse de cheville, ont un impact important sur la capacité de travail et un retentissement en termes de coût, de journées de travail perdues et donc de baisse de la capacité opérationnelle.

#### V.4. Retentissement sur la qualité de vie

Pour conclure cette partie, il est important d'aborder le retentissement sur la qualité de vie de l'entorse de cheville.

L'impact global des complications de ce traumatisme ne fait l'objet de recherche que depuis quelques années. On trouve peu d'études sur le sujet, et souvent sur le court terme.

Par exemple, en 2012, Hubbard-Turner et Turner ont montré que des sujets atteints d'instabilité chronique de cheville marchaient au quotidien significativement moins que le groupe contrôle, montrant ainsi l'impact de cette pathologie sur la vie quotidienne [193]. En 2014, Megan et al ont mis en évidence une diminution globale des aptitudes fonctionnelles en cas d'instabilité chronique de cheville, ainsi qu'un impact psychologique avec une appréhension marquée des récurrences [86]. Ils soulignaient donc la nécessité d'analyser la qualité de vie chez les patients souffrant d'instabilité chronique.

En 2015, une étude réalisée sur un modèle animal (la souris) étudiait le retentissement d'une lésion des ligaments latéraux sur l'activité physique au cours de la vie [45]. Ils ont ainsi montré qu'une entorse sévère de la cheville diminuait de manière significative le niveau d'activité physique à long terme, par

rapport à une entorse bénigne. Ils postulaient donc qu'en diminuant l'activité physique, l'entorse de cheville pouvait à terme être un facteur de risque de développement de maladies chroniques, notamment cardio-vasculaires. Une étude réalisée la même année, toujours chez des patients avec instabilité chronique de cheville, parvenait aux mêmes conclusions [194] : on retrouvait toujours une baisse de l'activité physique quotidienne ainsi qu'une diminution de la qualité de vie, pouvant représenter à terme un risque pour la santé en favorisant les maladies chroniques liées à la sédentarité.

Ainsi, le retentissement global de l'entorse de cheville et des complications associées apparaît actuellement comme un enjeu majeur de la prise en charge.

Ceci souligne donc bien l'importance du suivi des patients et de l'évaluation à distance, l'objectif étant la récupération complète et la guérison pour minimiser l'impact de l'entorse sur la qualité de vie.

## VI- Limites et biais de l'étude

### VI.1. Limites

La principale limite de notre étude est le petit effectif de notre échantillon. Bien que nous ayons poursuivi le recrutement par rapport au premier travail réalisé en 2015 [23], cela n'a pas été suffisant pour atteindre le nombre de sujets nécessaires. Ceci s'explique principalement par un biais de migration : en effet, sur la durée de l'étude, environ une dizaine de personnes nous ont été adressées pour inclusion dans notre protocole rééducatif. Quelques-unes avaient refusé la participation à l'étude, tandis que certaines avaient débuté la rééducation et le suivi, et s'étaient retirées de l'étude avant le début du protocole isocinétique. Elles n'ont pas été considérées comme sujets inclus dans l'étude, puisque n'ayant pas signé le consentement. En revanche, cela a représenté une perte de temps significative. De plus, sur nos 52 patients inclus, 4 ont été perdus de vue et 5 patients n'étaient pas encore à un an du traumatisme lors de l'analyse des résultats. Ainsi, seuls 43 patients ont pu être interrogés lors de l'évaluation fonctionnelle.

Nous avons donc pu mettre en évidence un effet significatif du renforcement isocinétique à court terme mais avons seulement pu dégager une tendance concernant les effets à long terme en raison du manque de puissance. Il serait donc intéressant de poursuivre le recrutement afin d'atteindre l'objectif fixé.

### VI.2. Biais

Le premier biais est un biais de recrutement : en effet, le recrutement était monocentrique, réalisé sur l'HIA qui était également le seul centre de rééducation. La majorité des patients adressés et donc inclus étaient des militaires (pour rappel 63,5% de militaires en tout). C'est une population plus sportive que la population générale, et surtout pour laquelle les contraintes professionnelles sont telles que la

reprise des activités sportives a pu être trop précoce. Ainsi, notre échantillon n'est peut-être pas représentatif de la population générale.

En revanche, grâce à la randomisation réalisée, les deux groupes étaient comparables en termes de répartition des civils et des militaires.

Le deuxième biais est un biais de migration lié aux perdus de vue, notamment des patients au moment de l'inclusion, comme cela a été expliqué plus haut.

Nous pouvons souligner le fait qu'il n'y a pas de biais de mesure, l'ensemble des données ayant été recueillies de manière standardisée telle que décrite dans le protocole. Nous n'avons pas retrouvé non plus de biais d'attrition, tous les patients ayant été analysés et les données manquantes prises en compte. De même, il n'y avait pas de biais de suivi.

### VI.3. Facteurs de confusion

Concernant l'évaluation sur plateforme de force, nous n'avons pas pris en compte l'existence de troubles vestibulaires, oculaires ou proprioceptifs pouvant altérer les résultats posturographiques. Ceci aurait pu définir un critère d'exclusion supplémentaire.

Concernant l'évaluation fonctionnelle à un an, deux facteurs de confusion retrouvés et pris en compte dans les analyses étaient la profession et la gravité initiale de l'entorse.

Enfin, une rééducation proprioceptive a été réalisée à la fin du protocole rééducatif. Or, il a été démontré qu'une telle rééducation réduisait de manière significative le risque de récurrence. Ainsi, ceci a pu avoir une influence sur les faibles taux de récurrences constatés à un an de l'entorse.

## VII- Applications pratiques

Nous proposons dans cette partie un tableau synthétique présentant les points clés qui nous paraissent importants, et qui reprend nos principales réflexions sur la prise en charge des entorses latérales de cheville.

Tableau 23- Synthèse des connaissances

	<b>Ce que nous avons constaté/lu</b>	<b>Proposition d'application en pratique</b>
<b><u>Clinique</u></b>	Absence d'appui complet à J3 [30]	⇒ <b>Immobilisation plâtrée pendant 10 jours</b>
	Si absence de tous les signes de gravité anamnestiques : stade I ou II de la classification de Trévino très probable.	⇒ <b>Aucune indication à échographie</b>
	Chercher les pièges diagnostiques : palpation du ligament tibio-fibulaire antérieur, mobilisation du médio-pied...	⇒ <b>Echo ou IRM dédiées car la prise en charge thérapeutique est différente</b>
<b><u>Paraclinique</u></b>	L'échographie nous paraît indispensable dans tous les cas (sauf s'il n'y a aucun signe de gravité). L'intérêt est de documenter les lésions anatomiques, conditionnant le pronostic de la reprise sportive et notre suivi.	⇒ <b>Echographie pour le diagnostic lésionnel et de gravité, le diagnostic différentiel, le pronostic</b>
<b><u>Rééducation</u></b>	Le renforcement en excentrique des fibulaires est indispensable.	⇒ <b>Réalisable sur dynamomètre isocinétique dans les formes graves</b>
	Reprogrammation neuromotrice	⇒ <b>Indispensable</b>
<b><u>Suivi médical</u></b>	Dans notre étude, seulement 11% de récurrence, bien en dessous des chiffres de la population générale : la surveillance clinique régulière du patient nous semble favoriser l'observance et diminuer le risque de récurrence.	⇒ <b>Consultation d'un médecin du sport en fin de rééducation, avant reprise du sport voire durant la phase de reprise sportive</b>
	La réalisation de bilans isocinétique et posturographique en fin de rééducation semblent assez prédictifs d'une bonne reprise sportive.	⇒ <b>Test isocinétique et proprioceptif en cas de doute sur la reprise sportive (lésion ligamentaire sévère ou sport à risque) ; différer la reprise et compléter la rééducation si besoin</b>

## Conclusion

Notre travail avait pour objectif lors de la première partie de l'étude, de montrer la supériorité d'un travail de renforcement en excentrique des muscles fibulaires dans les suites d'une entorse latérale simple de cheville sur un travail en concentrique. Les objectifs de la deuxième partie de l'étude étaient de montrer que le renforcement en excentrique pouvait également permettre une reprise du sport de meilleure qualité évaluée sur des paramètres fonctionnels, et ainsi constituer un argument en faveur de la guérison dans une population d'adultes sportifs.

Les résultats de l'étude ont permis de montrer que le renforcement en excentrique des éverseurs de cheville permettait donc une meilleure récupération musculaire à l'issue de la prise en charge rééducative, en matière de récupération du déficit musculaire initial, et ce de manière significative. De plus, nos résultats ont également révélé que cette technique permettait une meilleure récupération proprioceptive par rapport au mode concentrique, en se basant sur la progression stabilométrique évaluée à la fin du protocole rééducatif.

Concernant la deuxième partie de l'étude et l'évaluation de la reprise du sport, nous n'avons pas pu prouver la supériorité du travail en excentrique, bien que l'ensemble des données recueillies semblent en faveur du mode excentrique, que ce soit sur le délai de reprise de l'activité physique ou sur le niveau de performance retrouvé à distance du traumatisme initial. De même, nous avons retrouvé moins de récurrence chez les sujets rééduqués en excentrique à un an de l'entorse. Nous n'avons pas pu démontrer ces résultats en raison principalement de notre trop petit effectif de patients. Ainsi, il serait intéressant de poursuivre des études similaires sur un plus grand nombre de patients, afin de démontrer la supériorité du travail isocinétique excentrique sur le travail concentrique.

De plus, nous avons montré que l'évaluation et la rééducation sur dynamomètre isocinétique associée à une évaluation posturographique, un bilan échographique et à un questionnaire d'évaluation fonctionnelle permettait d'obtenir des données fiables, reproductibles et objectives et ainsi de permettre un bilan exhaustif au décours d'un protocole rééducatif dans le cadre d'une entorse de cheville. Enfin, nous avons montré que le suivi et l'évaluation de la reprise sportive à distance de l'entorse peuvent constituer un bon moyen d'évaluer le retentissement fonctionnel dans les suites d'une entorse.

## Références bibliographiques

- [1] Hootman J, Dick R, Agel J. Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention. *J Athl Tr.* 2007 Apr-Jun; 42(2):311-9.
- [2] Leuret A., et al. Actualisation 2004 de la conférence de consensus « l'entorse de cheville au service d'urgence ». Roanne : Société Française de Médecine d'Urgence ;1999.
- [3] Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DT, Hertel J, Hiller CE, Kaminski TW, McKeon PO, Refshauge KM, Verhagen EA, Vicenzino BT, Wikstrom EA, Delahunt E. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br J Sports Med.* 2016 Dec;50(24):1496-1505.
- [4] Trevino SG, Davis P, Hecht PJ. Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle. *Orthop Clin North Am.* 1994 Jan;25(1):1-16.
- [5] De Bie RA, De Vet HC, Van Den Wildenberg FA, Lensen T, Knipschild PG. The prognosis of ankle sprains. *Int J Sports Med.* 1997 May; 18:285-9.
- [6] McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.* Apr 2001;35(2):103-8.
- [7] M S Yeung, K M Chan, C H So, and W Y Yuan. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med.* 1994 Jun;28(2):112–116.
- [8] Wikstrom EA<sup>1</sup>, Hubbard-Turner T, McKeon PO. Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences: a constraints-based approach. *Sports Med.* 2013 Jun;43(6):385-93.
- [9] Cloke DJ, Spencer S, Hodson A, Deehan D. The epidemiology of ankle injuries occurring in English Football Association academies. *Br J Sports Med.* 2009 Dec;43(14):1119-25.
- [10] Kofotolis N, Kellis E. Ankle sprain injuries: a 2 years prospective cohort study in female Greek professional basketball players. *J Athl Train.* 2007 Sept;42(3):388-94.
- [11] Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med.* 2004 Jan-Feb;32(1 Suppl):5S–16S.
- [12] Richie DH<sup>1</sup>, Izadi FE<sup>2</sup>. Return to play after an ankle sprain: guidelines for the podiatric physician. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015 Apr;32(2):195-215.
- [13] Krasnoperov SN, Shishka IV, Golovaha ML. Particular qualities of diagnostic acute lateral ankle ligament injuries. *Lik Sprava.* 2015 Jul-Sep;(5-6):58-65.
- [14] Shakked R, Sheskier S. Acute and Chronic Lateral Ankle Instability Diagnosis, Management, and New Concepts. *Bull Hosp Jt Dis (2013).* 2017 Jan;75(1):71-80.

- [15] Kannus P, Renstrom P. Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast or early controlled mobilization J Bone Joint Surg Am 1991 Feb;73(2):305-12.
- [16] Ashton-Miller JA<sup>1</sup>, Ottaviani RA, Hutchinson C, Wojtys EM. What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses. Am J Sports Med. 1996 Nov-Dec; 24(6):800-9.
- [17] Rééducation de l'entorse externe de la cheville. Rapport de l'HAS. Janvier 2000.
- [18] Abeillon G. Pathologie de la cheville. Traumatologie et rééducation en médecine du sport. Précis d'orthopédie médicale. Ed. Arnette; 1992.
- [19] Middleton P, Montero C. Le travail musculaire excentrique : intérêt dans la prise en charge thérapeutique du sportif. Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 2004 Août; 47(6):282-289.
- [20] Calmels P, Ribinik P, Barrois B, Le Moine F, Yelnik AP. Physical and rehabilitation medicine care pathways: "patients after knee ligament surgery". Ann Phys Rehabil Med. 2011 Nov; 54(8):501-5.
- [21] F.Graziani, JM Coudreuse, C.Brunet. Intérêt du travail excentrique des muscles fibulaires après entorse du ligament latéral externe de la cheville. J Trauma Sport. 2001 Nov;18(3):123-127.
- [22] Collado H, Coudreuse JM, Graziani F, Bensoussan L, Viton JM, Delarque A. Eccentric reinforcement of the ankle evertor muscles after lateral ankle sprain. Scand J Med Sci Sports. 2010 Apr; 20(2):241-6.
- [23] Postel L. Prévention des récurrences d'entorse latérale de la cheville par un travail de renforcement excentrique des muscles éverseurs de cheville. Thèse d'exercice de médecine générale, Aix-Marseille Université. 2016.
- [24] Bahr R, Bahr IA. Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. Scand J Med Sci Sports. 1997 Jun;7(3):166-71.
- [25] Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD, Nair RC, McDowell I, Reardon M, Stewart JP, Maloney J. Decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. Refinement and prospective validation. JAMA. 1993 Mar 3;269(9):1127-32.
- [26] Stiell IG, McKnight RD, Greenberg GH, McDowell I, Nair RC, Wells GA, Johns C, Worthington JR. Implementation of the Ottawa ankle rules. JAMA. 1994 Mar 16;271(11):827-32.
- [27] IXèmes rencontres de MEDIMEX. Octobre 2007.
- [28] Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. North American Orthopaedic Rehabilitation Research Network. Phys Ther. 1999 Apr;79(4):371-83.
- [29] Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. Arch Phys Med Rehabil. 2006 Sep;87(9):1235-41.

- [30] Simon J, Donahue M, Docherty C. Development of the Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI). *Foot Ankle Int.* 2012 Sep;33(9):755-63.
- [31] Cawthorn M, Cummings GS, Walker JR, Donatelli RA. Isokinetic measurement of foot invertor and evertor force in three positions of plantarflexion and dorsiflexion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1991;14(2):75-81.
- [32] Croisier J.L., Crielaard J.M. Exploration isocinétique : analyse des paramètres chiffrés. *Ann Readapt Med Phys* 1999 ; 42 : 538-545.
- [33] Analyse de la posture statique et/ou dynamique sur plateforme de force (posturographie). Rapport de l'HAS. Juin 2007.
- [34] Gagey PM, Gentaz R, Guillamon JL, Bizzo G, Bodot-Brégeard C, Debrulle C, Baudry J. Etudes statistiques des mesures faites sur l'homme normal à l'aide de la plate-forme de stabilométrie clinique normalisée. Normes 85. Association Française de Posturologie, Deuxième édition, Paris. 1988.
- [35] Takagi A., Fujimura E., Suehiro S. In Igarashi M., Black F.O. (Eds) Vestibular and visual control of posture and locomotor equilibrium. A new method of statokinesigram area measurement. Application of a statistically calculated ellipse. *Karger (Basel)*; 1985. p74-79.
- [36] Sourdain Gabrielle. Stabilométrie statique : place de la plateforme de force en kinésithérapie. Thèse, Institut de formation en masso-kinésithérapie de Rennes. 2010-2011.
- [37] Chughtai M, Khlopa A, Mistry JB, Gwam CU, Elmallah RK, Mont MA. Time Burden of Standardized Hip Questionnaires. *Surg Technol Int.* 2016 Apr; 28:280-4.
- [38] Pierce TP, Elmallah RD, Cherian JJ, Jauregui JJ, Mont MA. Standardized Questionnaire Time Burden for Practitioners and Patients. *Surg Technol Int.* 2015 May; 26:302-6.
- [39] Chughtai M, Khlopa A, Thomas M, Gwam CU, Jauregui JJ, Elmallah RK, Roche M, Mont MA. Development of an Encompassing Questionnaire for Evaluating the Outcomes Following Total Knee Arthroplasty. *Surg Technol Int.* 2017 Jan 10; 30:306-313.
- [40] Yeung TS1, Wessel J, Stratford P, Macdermid J. Reliability, validity, and responsiveness of the lower extremity functional scale for inpatients of an orthopaedic rehabilitation ward. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jun;39(6):468-77.
- [41] Mehta SP, Fulton A, Quach C, Thistle M, Toledo C, Evans NA. Measurement Properties of the Lower Extremity Functional Scale: A Systematic Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016 Mar;46(3):200-16.
- [42] Wright CJ, Arnold BL, Ross SE, Linens SW. Recalibration and validation of the Cumberland Ankle Instability Tool cutoff score for individuals with chronic ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014 Oct;95(10):1853-9.



- [43] Emily M. Henderson. Evaluation of the Cumberland ankle instability tool as a predictor of ankle re-injury in collegiate athletes. Master's these. Faculty of the University of Delaware, Department of Kinesiology and Applied Physiology 2015.
- [44] Gurav RS, Ganu SS, Panhale VP. Reliability of the Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) Scale Across Different Age Groups in Adults. *N Am J Med Sci*. 2014 Oct;6(10):516-8.
- [45] Hubbard-Turner T, Wikstrom EA, Guderian S, Turner MJ. An Acute Lateral Ankle Sprain Significantly Decreases Physical Activity across the Lifespan. *J Sports Sci Med*. 2015 Aug 11;14(3):556-61.
- [46] Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 2010 Oct;92(13):2279-84.
- [47] Holmer P, Sondergaard L, Konradsen L, Nielsen PT, Jorgensen LN. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot Ankle*. 1994 Feb;15(2):72-74.
- [48] Wikstrom EA, Hubbard-Turner T, McKeon PO. Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences: a constraints-based approach. *Sports Med*. 2013 Jun;43(6):385-93.
- [49] Hertel J.J Athl Train. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train*. 2002 Oct-Dec;37(4):364-375.
- [50] Renstrom PAFH, Konradsen L. Ankle ligament injuries. *Br J Sports Med*. 1997 Mar;31(1):11-20.
- [51] Terrier R, Toshi P, Forestier N. Stratégies de protection de la cheville : des connaissances scientifiques à la prise en charge kinésithérapique. *Revue kinésithérapie scientifique*. 2011 Déc.
- [52] Hans Tropp. Functional Ankle Instability Revisited. *J Athl Train*. 2002 Oct-Dec; 37(4):512-515.
- [53] Golanó P, Vega J, de Leeuw PA, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, van Dijk CN. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 May;18(5):557-569.
- [54] Konradsen L, Voigt M, Hojsgaard C. Ankle inversion injuries: the role of the dynamic defense mechanism. *Am J Sports Med*. 1997 Jan-Feb;25(1):54-58.
- [55] Dyhre-Poulsen P, Simonsen EB, Voigt M. Dynamic control of muscle stiffness and H reflex modulation during hopping and jumping in man. *J Physiol*. 1991 Jun; 437:287-304.
- [56] Santos MJ, Liu W. Unloading reaction to electrical stimulation at neutral and supinated ankle positions. *Gait Posture*. 2007 Jun; 26(1):106-12.
- [57] Billuard F, Chanussot JC, Devun L, Gagey O. Les mécanismes de protection articulaires. *Kine Sci*. 2005; 459:5-8.
- [58] Forestier N, Terrier R. Peroneal reaction time measurement in unipodal stance for two different destabilization axes. *Clinical Biomechanics* 2011 Aug;26(7):766-71.

- [59] Forestier N, Terrier R, Teasdale N. Ankle muscular proprioceptive signals' relevance for balance control on various support surfaces: an exploratory study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2015 Janv;94(1):20-7.
- [60] Terrier R, Forestier N. Unloading strategies after sudden ankle inversion while walking with 20 or 80% of body weight applied on the destabilized leg. In redaction. 2010.
- [61] Menacho Mde O, Pereira HM, Oliveira BI, Chagas LM, Toyohara MT, Cardoso JR. The peroneus reaction time during sudden inversion test: systematic review. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010 Aug;20(4):559-65.
- [62] Santos MJ, Liu H, Liu W. Unloading reactions in functional ankle instability. *Gait Posture*. 2008 May;27(4):589-94. Epub 2007 Sep 21.
- [63] Konradsen L, Olesen S, Hansen HM. Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *Am J Sports Med*. 1998 Jan-Feb;26(1):72-7.
- [64] Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med*. 2000 May;29(5):361-71.
- [65] Hartsell HD, Spaulding SJ. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *Br J Sports Med*. 1999 Aug;33(4):255-8.
- [66] Kaminski TW, Perrin DH, Gansneder BM. Eversion strength analysis of uninjured and functionally unstable ankles. *J Athl Train*. 1999 Jul ;34(3) :239-45.
- [67] Yildiz Y, Aydin T, Sekir U, Hazneci B, Komurcu M, Kalyon TA. Peak and end range eccentric evertor/concentric invertor muscle strength ratios in chronically unstable ankles: comparison with healthy individuals. *J Sports Sci Med*. 2003 Sep;2(3):70-6.
- [68] Amaral De Noronha M, Borges NG Jr. Lateral ankle sprain: isokinetic test reliability and comparison between invertors and evertors. *Clin Biomech*. 2004 Oct;19(8):868-71.
- [69] Arnold BL, Linens SW, de la Motte SJ, Ross SE. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train*. 2009 Nov-Dec;44(6):653-662.
- [70] Hoch MC, McKeon PO. Peroneal reaction time after ankle sprain: a systematic review and meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2014 Mar;46(3):546-56.
- [71] Kaminski TW, Hartsell HD. Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: A Strength Perspective. *J Athl Train*. 2002 Dec;37(4):394-405.
- [72] Baumhauer JF, Alosa DM, Renstrom AF, Trevino S, Beynonn B. A prospective study of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med*. 1995 Sep-Oct;23(5):564-70.
- [73] Medina McKeon JM, Bush HM, Reed A, Whittington A, Uhl TL, McKeon PO. Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. *J Sci Med Sport*. janv 2014;17(1):23-8.

- [74] Swenson DM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. Patterns of recurrent injuries among US high school athletes, 2005–2008. *Am J Sports Med.* 2009 Aug; 37(8):1586-93.
- [75] van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RM, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med.* 2000 Apr;121(4):324-331.
- [76] McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.* 2001 Apr;35(2):103-8.
- [77] Schiftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* mai 2015 May;18(3):238-44.
- [78] Attenborough AS, Hiller CE, Smith RM, Stuelcken M, Greene A, Sinclair PJ. Chronic ankle instability in sporting populations. *Sports Med.* 2014 Nov;44(11):1545-56.
- [79] Barkler EH, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjaer M. The effect of supervised rehabilitation on ankle joint function and the risk of recurrence after acute ankle distortion. *Ugeskr Laeg.* 2001 Jun 4;163(23):3223-6.
- [80] Balduini FC, Vegso JJ, Torg JS. Management and rehabilitation of ligamentous injuries to the ankle. *Sports Med* 1987 Sep-Oct;4(5):364-80.
- [81] Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y; Sofcot. Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Jun;96(4): 424-32.
- [82] Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965 Nov;47(4):678-85.
- [83] Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clin Sports Med.* 2008; 27(3) : 353–70, vii. doi: 10.1016/j.csm.2008.03.006.
- [84] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis. *Am J Sports Med.* 2016 Apr;44(4):995-1003.
- [85] Houston MN, Van Lunen BL, Hoch MC. Health-Related Quality of Life in Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 2014 Nov-Dec;49(6):758-63.
- [86] Harrington KD. Degenerative arthritis of the ankle secondary to longstanding lateral ligament instability. *J Bone Joint Surg Am.* 1979; 61: 354–361.
- [87] Gross P, Marti B. Risk of degenerative ankle joint disease in volleyball players: study of former elite athletes. *Int J Sports Med.* 1999 Jan;20(1):58-63.
- [88] Verhagen RA, de Keizer G, van Dijk CN. Longterm follow-up of inversion trauma of the ankle. *Arch Orthop Trauma Surg* 1995;114(2):92-6.

- [89] Laflamme GH, Audet D, Voyer J. Sprain of the ankle: prospective study. *Union Med Can.* 1978 Apr;107(4):398-405.
- [90] Hansen H, Damholt V, Termansen NB. Clinical and social status following injury to the lateral ligaments of the ankle. Follow-up of 144 patients treated conservatively. *Acta Orthop Scand.* 1979 Dec; 50(6 Pt1):699-704.
- [91] Anandacoomarasamy A, Barnsley L. Long term outcomes of inversion ankle injuries. *Br J Sports Med.* 2005 Mar;39(3).
- [92] Braun BL. Effects of ankle sprain in a general clinical population 6 to 18 month after medical evaluation. *Arch Fam Med.* 1999 Mar-Apr;8(2):143-8.
- [93] Gremeaux V, Coudreuse JM, Collado H et al. Comparative study of clinical and ultrasonographic evaluation of lateral collateral ligament sprains of the ankle. *J Sport Med Phys Fitness.* 2009 Sep;49(3):285-91.
- [94] Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007; 37(1): 73-94.
- [95] Moreira V1, Antunes F. Ankle sprains: from diagnosis to management. the physiatric view. *Acta Med Port.* 2008 May-Jun;21(3):285-92.
- [96] Castaing J, Delplace J, Dien F. Chronic external instability of the ankle. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1975;61 Suppl 2:167-74.
- [97] Van Dijk CN. CBO-guideline for diagnosis and treatment of the acute ankle injury. National organization for quality assurance in hospitals. *Ned Tijdschr Geneesk.* 1999 Oct;143(42):2097-101.
- [98] Van Dijk CN, Mol BW, Marti RK, Lim LL, Bossuyt PM. 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 Dec; 67(6):566-70.
- [99] Castaing J, Delplace J. Ankle sprains. Value of the study of stability in the sagittal plane for the diagnosis of severity. Radiographic search for the astragalar drawer. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1972 Jan-Feb; 58(1):51-63.
- [100] De Lécluse J. Évaluation et classification des lésions ligamentaires des entorses latérales de la cheville. *J Traumatol Sport.* 2003 ; 20 : 95-104.
- [101] Cohen M, Piclet-Legre B, Duby J. Apport de l'échographie dans les entorses récentes de la cheville. *J Traumatol Sport.* 1999; 16:101-9.
- [102] Guillodo Y., Riban P., Guennoc X., Dubrana F., Saraux A. Usefulness of Ultrasonographic detection of talocrural effusion un ankle sprains. *J Ultrasound Med.* 2007 Jun; 26:831-6.

- [103] Tohyama H, Yasuda K, Ohkoshi Y, Beynnon BD, Renstrom PA. Anterior drawer test for acute anterior talofibular ligament injuries of the ankle. How much load should be applied during the test? *Am J Sports Med.* 2003 Mar-Apr;31(2):226–32.
- [104] Frey C, et al. A comparison of MRI and clinical examination of acute lateral ankle sprains. *Foot Ankle Int.* 1996 Sep;17(9):533–7.
- [105] Kerkhoffs GM, Kennedy JG, Calder JD, Karlsson J. There is no simple lateral ankle sprain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Apr;24(4):941-3.
- [106] Inklaar H1, van Beek PA. Guideline for diagnosis and treatment of acute inversion trauma of the ankle in athletes. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2011;155(33): A3324.
- [107] 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 Feb;326(7386):417.
- [108] Crosswell S, Leaman A, Phung W. Minimising negative ankle and foot X-rays in the Emergency Department; are the Ottawa ankle rules good enough? *Injury.* 2014 Dec;45(12):2002-4.
- [109] Beckenkamp PR, Lin CC, Macaskill P, Michaleff ZA, Maher CG, Moseley AM. Diagnostic accuracy of the Ottawa Ankle and Midfoot Rules: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017 Mar; 51(6):504-510.
- [110] Borne J., Fontino O., Chevrot A. Les ligaments collatéraux de la cheville. Les lésions ligamentaires récentes. Ed Masson. 2003; 187-202.
- [111] Brasseur JL. In : Panorama en traumatologie du sport. Evaluation et classification des lésions ligamentaires de la cheville : apport de l'échographie. Ed Masson. 2002;111-9.
- [112] Milz P, Milz S, Steinborn M, Mittlmeier T, Reiser M. 13-MHz high frequency ultrasound of the lateral ligaments of the ankle joint and the anterior tibia-fibular ligament. Comparison and results of MRI in 64 patients. *Radiology.* 1999 Jan;39(1):34-40.
- [113] Tollefson B, Nichols J, Fromang S, Summers RL. Validation of the Sonographic Ottawa Foot and Ankle Rules (SOFAR) Study in a Large Urban Trauma Center. *J Miss State Med Assoc.* 2016 Feb; 57(2):35-8.
- [114] Wang CL, Shieh JY, Wang TG, Hsieh FJ. Sonographic detection of occult fractures in the foot and ankle. *J Clin Ultrasound.* 1999 Oct;27(8):421-5.
- [115] Hsu CC., Tsai WC, Chen CP and coll. Ultrasonographic examination for inversion ankle sprains associated with osseous injuries. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006 Oct;85(10):785-92.
- [116] Kannus P, Renström P. Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am.* 1991 Feb;73(2):305-12.

- [117] J. Karlsson, M. Sancone. Management of acute ligament injuries of the ankle. *Foot Ankle Clin N Am*. 2006 Sep;11(3):521-530.
- [118] Kerkhoffs GM1, Handoll HH, de Bie R, Rowe BH, Struijs PA. Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007 Apr;2:CD000380.
- [119] Kerkhoffs GM1, Rowe BH, Assendelft WJ, Kelly K, Struijs PA, van Dijk CN. Immobilisation and functional treatment for acute lateral ankle ligament injuries in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002;3:CD003762.
- [120] Doherty C1, Bleakley C2, Delahunt E3,4, Holden S3. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017 Jan;51(2):113-125.
- [121] Eiff MP, Smith AT, Smith GE. Early mobilization versus immobilization in the treatment of lateral ankle sprains. *Am J Sports Med* 1994 Jan-Feb;22(1):83-8.
- [121] Lamb SE1, Marsh JL, Hutton JL, Nakash R, Cooke MW. Mechanical supports for acute, severe ankle sprain: a pragmatic, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 Feb 14;373(9663):575-81.
- [123] McCarthy MM, Voos JE, Nguyen JT, Callahan L, Hannafin JA. Injury profile in elite female basketball athletes at the Women's National Basketball Association combine. *Am J Sports Med*. 2013 Mar;41(3):645-51.
- [124] McKeon PO, Hubbard TJ, Wikstrom EA in An international perspective on topics in sports medicine and sports injury. Consequences of ankle Inversion trauma: a novel recognition and treatment paradigm. Ed Zaslav KR. 2011;457-480.
- [125] Cox JS. Surgical and nonsurgical treatment of acute ankle sprains. *Clin Orthop Relat Res*. 1985 Sep; 198:118-26.
- [126] Kerkhoffs GM1, Struijs PA, Marti RK, Assendelft WJ, Blankevoort L, van Dijk CN. Different functional treatment strategies for acute lateral ankle ligament injuries in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002;3:CD002938.
- [127] Anderson DL, Sanderson DJ, Hennig EM. The role of external nonrigid ankle bracing in limiting ankle inversion. *Clin J Sport Med*. 1995;5(1):18-24.
- [128] J. L. Thonnard, D. Bragard, P. A. Willems, L. Plaghki. Stability of the braced ankle. A biomechanical investigation. *Am J Sports Med*. 1996 May-Jun;24(3):356-61.
- [129] Van den Bekerom MPJ, van Kimmenade R, Sierevelt IN, Eggink K, Kerkhoffs GMMJ, van Dijk CN, Raven EEJ. Randomized comparison of tape versus semi-rigid and versus lace-up ankle support in the

treatment of acute lateral ankle ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Apr;24(4):978-84.

[130] Weston M, Taber C, Casagrande L, Cornwall M. Changes in local blood volume during cold gel pack application to traumatized ankles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994 Apr;19(4):197-9.

[131] Hocutt JE Jr, Jaffe R, Rylander CR, Beebe JK. Cryotherapy in ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1982 Sep-Oct;10(5):316-9.

[132] Hubbard TJ, Denegar CR. Does Cryotherapy Improve Outcomes with Soft Tissue Injury? *J Athl Train.* 2004 Sep;39(3):278-279.

[133] van den Bekerom MPJ, Sjer A, Somford MP, Bulstra GH, Struijs PAA, Kerkhoffs GMMJ. Non-steroidal anti-inflammatory drugs for treating acute ankle sprains in adults: benefits outweigh adverse events. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Aug;23(8):2390-2399

[134] Evans P. The healing process at cellular level: a review. *Physiotherapy* 1980 Aug;66(8):256-9.

[135] Akeson WH, Amiel D, Woo SLY. Third international congress of biorheology symposium on soft tissues around a diarthrodial joint. Immobility effects on synovial joints the pathomechanics of joint contracture. *Biorheology* 1980;17(1-2):95-110.

[136] Culav EM, Clark CH, Merrilees MJ. Connective tissues: matrix composition and its relevance to physical therapy. *Phys Ther* 1999 Mar;79(3):308-19.

[137] Zech A, Hubscher M, Vogt L, Banzer W, Hansel F, Pfeifer K. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Oct;41(10):1831-41.

[138] Linford CW, Hopkins JT, Schulthies SS, Frelund B, Draper DO, Hunter I. Effects of neuromuscular training on the reaction time and electromechanical delay of the peroneus longus muscle. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006 Mar;87(3):395-401.

[139] Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with metaanalysis. *Br J Sports Med.* 2012 Jun;46(7):515-23.

[140] Niven A. Rehabilitation adherence in sport injury: sport physiotherapists' perceptions. *J Sport Rehabil.* 2007 May;16(2):93-110.

[141] Marshall A1, Donovan-Hall M, Ryall S. An exploration of athletes' views on their adherence to physiotherapy rehabilitation after sport injury. *J Sport Rehabil.* 2012 Feb;21(1):18-25.

[142] McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Muscular strength: Training muscles to become stronger. *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance.* Lippincott Williams & Wilkins Ed. 2010.

[143] Middleton P, Puig PLP, Trouve P, Savalli L. Le travail musculaire excentrique. *Journal de Traumatologie du sport.* 2000; 17:93-102.

- [144] Stauber WT. Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. *Exerc Sport Sci Rev.* 1989; 17:157-85.
- [145] Davies G, editor. *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques.* 4th ed. Wisconsin, USA : S & S Publishers; 1992.
- [146] Fourchet F. Isocinétisme et cheville : bilans, rééducation et prévention en traumatologie. *Sciences & Motricité.* 2014; 85:65-76.
- [147] Edouard P, Degache F, Fourchet F. *Guide d'isocinétisme, chapitre 7 : Évaluation musculaire isocinétique appliquée à la cheville.* Elsevier Masson ; 2016.
- [148] Hagen M, Asholt J, Lemke M, Lahner M. The angle-torque-relationship of the subtalar pronators and supinators in male athletes: A comparative study of soccer and handball players. *Technol Health Care.* 2016 May; 24(3):391-9.
- [149] Edouard P, Degache F, Fourchet F. *Guide d'isocinétisme, chapitre 12 : Intérêt de l'isocinétisme pour la rééducation.* Elsevier Masson ; 2016.
- [150] Pocholle M. La rééducation isocinétique. *Ann. Kinésither.* 2001;28(6):247-52.
- [151] Hanci E, Sekir U, Gur H, Akova B. Eccentric Training Improves Ankle Evertor and Dorsiflexor Strength and Proprioception in Functionally Unstable Ankles. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016 Jun;95(6):448-58
- [152] Sekir U1, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007 May;15(5):654-64.
- [153] Wilkerson GB, Pinerola JJ, Caturano RW. Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997 Aug;26(2):78-86.
- [154] van Cingel RE, Kleinrensink G, Uitterlinden EJ, Rooijens PP, Mulder PG, Aufdemkampe G, Stoeckart R. Repeated ankle sprains and delayed neuromuscular response: acceleration time parameters. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006 Feb;36(2):72-9.
- [155] Ribeiro C. *Evaluation du profil isocinétique des instabilités chroniques de cheville. Thèse d'exercice.* Faculté de Médecine de Lille. 2012.
- [156] De Ste Croix M, Deighan M, Armstrong N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med.* 2003;33(10):727-43.
- [157] Perrin D. *Isokinetic exercise and assessment.* 1993, Champaign (IL): Human Kinetics. 2000.
- [158] Edouard P, Chatard JC, Fourchet F, Collado H, Degache F, Leclair A, Rimaud D, Calmels P. Invertor and Evertor Strength in Track and Field Athletes with Functional Ankle Instability. *Isokinetics and Exercise Science.* 2011 May;19(2):91-96.



- [159] Lin WH, Liu YF, Hsieh CC, Lee AJ. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. *J Sci Med Sport*. 2009 Jan;12(1):42-9.
- [160] Aydoğ E, Aydoğ ST, Cakci A, Doral MN. Reliability of isokinetic ankle inversion- and eversion-strength measurement in neutral foot position, using the Biodex dynamometer. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004 Sep;12(5):478-81.
- [161] Karnofel H, Wilkinson K, Lentell G. Reliability of isokinetic muscle testing at the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989;11(4):150-4.
- [162] Moller M, Lind K, Styf J, Karlsson J. The reliability of isokinetic testing of the ankle joint and a heel-raise test for endurance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005 Jan;13(1):60-71.
- [163] Hanneton S. La posturographie. *Sciences du mouvement et adaptabilité*, L3 TD n°5. 2006.
- [164] Furman JM. Posturography: uses and limitations. *Clin Neurol*. 1994 Nov;3(3):501-13.
- [165] Tropp H. Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med*. 1986 Oct;7(5):291-4.
- [166] Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and Muscle Strength in Subjects With a History of Ankle Sprains and Chronic Instability. *J Athl Train*. 2002 Dec;37(4):487-93.
- [167] McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing. *J Athl Train*. 2008 May-Jun;43(3):293-304.
- [168] Hertel J, Buckley WE, Denegar CR. Serial Testing of Postural Control After Acute Lateral Ankle Sprain. *J Athl Train*. 2001 Dec;36(4):363-8.
- [169] Evans T, Hertel J, Sebastianelli W. Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot Ankle Int*. 2004 Nov;25(11):833-9.
- [170] Leanderson J, Bergqvist M, Rolf C, Westblad P, Wigelius-Roovers S, Wredmark T. Early influence of an ankle sprain on objective measures of ankle joint function. A prospective randomised study of ankle brace treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1999;7(1):51-8.
- [171] Thonnard JL, Plaghki L, Willems P, Benoit JC, De Nyer J. Pathogenesis of ankle sprain: testing of a hypothesis. *Acta Belg Med Phys*. 1986 Apr-Jun;9(2):141-5.
- [172] McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med*. 2000 Oct; 10:239–244.
- [173] Nelson AJ, Collins CL, Yard EE et al. Ankle injuries among United States high school sports athletes, 2005–2006. *J Athl Train*. 2007 Jul-Sep;42(3):381–387.

- [174] Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med.* 2014 Jan;44(1):123-40.
- [175] Garrick JG, Requa RK. The epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clin Sports Med.* 1988 Jan;7(1):29-36.
- [176] Waldén M, Hägglund M, Ekstrand J. Time-trends and circumstances surrounding ankle injuries in men's professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med.* 2013 Aug;47(12):748-53.
- [177] Rein S, Fabian T, Weindel S, Schneiders W, Zwipp H. The influence of playing level on functional ankle stability in soccer players. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011 Aug;131(8):1043-52.
- [178] Meeuwisse WH, Sellmer R, Hagel B. Rates and risks of injury during intercollegiate basketball. *Am J Sports Med.* 2003 May-Jun;31(3):379–385.
- [179] Fernandez WG, Yard EE, Comstock RD. Epidemiology of lower extremity injuries among U.S. high school athletes. *Acad Emerg Med* 2007 Jul;14(7):641–645.
- [180] Beynon BD, Renstrom PA, Alosa DM, Baumhauer JR, Vacek PM. Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. *J Orthop Res.* 2001 Mar;19(2):213–220.
- [181] Smith RW, Reischl SF. Treatment of ankle sprains in young athletes. *Am J Sports Med* 1986 Nov-Dec;14(6):465-71.
- [182] Kaminski TW, Hertel J, Amendola N, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: conservative management and prevention of ankle sprains in athletes. *J Athl Train.* 2013 Jul-Aug;48(4):528–45.
- [183] Gerometta A, Lutz C, Herman S, Lefèvre N. Etude multicentrique française : reprise du sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieurchez les sportifs de pivot et pivot contact. *Journal de Traumatologie du Sport.* 2014 Sep;31(3):171-78.
- [184] Gobbi A, Mahajan S, Zanazzo M, Tuy B. Patellar tendon versus quadrupled bone-semi-tendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes. *Arthroscopy.* 2003 Jul-Aug; 19(6):592-601.
- [185] White JW, McCollum GA, Calder JD. Return to sport following acute lateral ligament repair of the ankle in professional athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Apr;24(4):1124-9.
- [186] Malliaropoulos N, Ntessalen M, Papacostas E, Longo UG, Maffulli N. Reinjury after acute lateral ankle sprains in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* Sep 2009; 37(9):1755-61.
- [187] Ressort T, Desjeux G, Marsan P, Thevenin-Garron V. Les affections en service liées aux sports chez les militaires français. *Santé Publique.* 2013 May-Jun;25(3):263-70.

- [188] Waterman BR, Belmont PJ Jr, Cameron KL, Deberardino TM, Owens BD. Epidemiology of ankle sprain at the United States Military Academy. *Am J Sports Med.* 2010 Apr; 38(4):797-803.
- [189] Guezennec CY. Activités physiques et sportives des militaires français : étude comparative avec différents échantillons de la population française. *Médecine et Armées.* 1997; 25:139-45.
- [190] Cameron KL, Owens BD, DeBerardino TM. Incidence of ankle sprains among active-duty members of the United States Armed Services from 1998 through 2006. *J Athl Train.* 2010 Jan-Feb;45(1):29-38
- [191] Gerber JP, Williams GN, Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC. Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. *Foot Ankle Int.* 1998 Oct;19(10):653-60.
- [192] Bulathsinhala L, Hill OT, Scofield DE, Haley TF, Kardouni JR. Epidemiology of Ankle Sprains and the Risk of Separation from Service in U.S. Army Soldiers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015 Jun;45(6):477-84.
- [193] Hubbard-Turner T, Turner MJ. Physical activity levels in those with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2015 Jul;50(7):742-7.

## Annexes

### Annexe 1 : Questionnaire d'évaluation

#### DONNEES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES

-Nom/Prénom/Age :

-Militaire (spécialité)/ civil (profession) :

#### SPORT (avant le traumatisme)

-Sports pratiqués :

-pivot :

-sans pivot :

-contact :

-Cadre :

-Loisir/professionnel :

-En club/association :

-Compétitions (par an) :

-Nombre d'heures par semaine :

-=<3h :

-3-6h :

->6h :

-Combien de mois dans l'année :

#### REPRISE DU SPORT

-Reprise (oui/non) :

-A quelle distance du traumatisme (mois) :

-Niveau :

-Pratiquez-vous actuellement votre activité physique dans les proportions décrites précédemment ?

-oui moins qu'avant

-oui autant qu'avant

-oui plus qu'avant

-Reprise de la compétition :

-Nombre d'heures par semaines :

-=<3h :

-3-6h :

->6h :

#### RECIDIVES

-Récidives d'entorse de cheville (*diagnostiquées par un médecin*) (oui/non)

-homolatérale :

-controlatérale :

-dates :

- circonstances/mécanisme du traumatisme :

-gravité initiale :

-complications initiales (oui/non) :

-Rééducation faite (oui/non) :

#### AUTRES COMPLICATIONS

-persistance d'une douleur et/ou d'une gêne :

-aigue ou chronique :

-à quelle fréquence :

-à quelle occasion : à la marche ou au repos/ lors des activités quotidiennes / pendant le sport

-sensation d'instabilité (sensation de dérochement) :

-à quelle fréquence :

-pendant les activités quotidiennes/à la marche :

-pendant le sport :

-algodystrophie (*diagnostiquée par un médecin*) :

-nombre d'épisodes :

-raideur (*sensation de mobilité réduite*) :

- perte de la sensibilité de la partie externe du pied :

-autres :

## Annexe 2 : Questionnaires de référence

### The Lower Extremity Functional Scale

We are interested in knowing whether you are having any difficulty at all with the activities listed below because of your lower limb problem for which you are currently seeking attention. Please provide an answer for each activity.

Today, *do you or would you* have any difficulty at all with:

	Activities	Extreme Difficulty or Unable to Perform Activity	Quite a Bit of Difficulty	Moderate Difficulty	A Little Bit of Difficulty	No Difficulty
1	Any of your usual work, housework, or school activities.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
2	Your usual hobbies, recreational or sporting activities.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
3	Getting into or out of the bath.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
4	Walking between rooms.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
5	Putting on your shoes or socks.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
6	Squatting.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
7	Lifting an object, like a bag of groceries from the floor.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
8	Performing light activities around your home.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
9	Performing heavy activities around your home.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
10	Getting into or out of a car.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
11	Walking 2 blocks.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
12	Walking a mile.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
13	Going up or down 10 stairs (about 1 flight of stairs).	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
14	Standing for 1 hour.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
15	Sitting for 1 hour.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
16	Running on even ground.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
17	Running on uneven ground.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
18	Making sharp turns while running fast.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
19	Hopping.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
20	Rolling over in bed.	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
<b>Column Totals:</b>			0	0	0	0

Minimum Level of Detectable Change (90% Confidence): 9 points      SCORE: 0 / 80 (fill in the blank with the sum of your responses)

LEFS- Version anglaise

### **The Cumberland Ankle Instability Tool**

Please tick the ONE statement in EACH question that BEST describes your ankles.

#### **SCORE**

1. I have pain in my ankle:

- 5: Never
- 4: During sport
- 3: Running on uneven surfaces
- 2: Running on level surfaces
- 1: Walking on uneven surfaces
- 0: Walking on level surfaces

2. My ankle feels UNSTABLE:

- 4: Never
- 3: Sometimes during sport (not every time)
- 2: Frequently during sport (every time)
- 1: Sometimes during daily activity
- 0: Frequently during daily activity

3. When I make SHARP turns, my ankle feels UNSTABLE:

- 3: Never
- 2: Sometimes when running
- 1: Often when running
- 0: When walking

4. When going down the stairs, my ankle feels UNSTABLE:

- 3: Never
- 2: If I go fast
- 1: Occasionally
- 0: Always

5. My ankle feels UNSTABLE when standing on ONE leg:

- 2: Never
- 1: On the ball of my foot

0: With my foot flat

6. My ankle feels UNSTABLE when:

3: Never

2: I hop from side to side

1: I hop on the spot

0: When I jump

7. My ankle feels UNSTABLE when:

4: Never

3: I run on uneven surfaces

2: I jog on uneven surfaces

1: I walk on uneven surfaces

0: I walk on a flat surface

8. TYPICALLY, when I start to roll over (or twist) on my ankle, I can stop:

4: Immediately

3: Often

2: Sometimes

1: Never

0: I have never rolled over on my ankle

9. After a TYPICAL incident of my ankle rolling over, my ankle returns to "normal ":

4: Almost immediately

3: Less than one day

2: 1-2days

1: More than 2 days

0: I have never rolled over on my ankle



## IDENTIFICATION OF FUNCTIONAL ANKLE INSTABILITY (IdFAI)

**Instructions:** This form will be used to categorize your ankle stability status. A separate form should be used for the right and left ankles. Please fill out the form completely and if you have any questions, please ask the administrator. Thank you for your participation.

Please carefully read the following statement:

**"Giving way" is described as a temporary uncontrollable sensation of instability or rolling over of one's ankle.**

I am completing this form for my **RIGHT/LEFT** ankle (circle one).

- 1.) Approximately how many times have you sprained your ankle? \_\_\_\_\_
- 2.) When was the last time you sprained your ankle?
- Never  > 2 years  1-2 years  6-12 months  1-6 months  < 1 month  
0 1 2 3 4 5
- 3.) If you have seen an athletic trainer, physician, or healthcare provider how did he/she categorize your most serious ankle sprain?
- Have **not** seen someone  Mild (Grade I)  Moderate (Grade II)  Severe (Grade III)  
0 1 2 3
- 4.) If you have ever used crutches, or other device, due to an ankle sprain how long did you use it?
- Never used a device  1-3 days  4-7 days  1-2 weeks  2-3 weeks  >3 weeks  
0 1 2 3 4 5
- 5.) When was the last time you had "giving way" in your ankle?
- Never  > 2 years  1-2 years  6-12 months  1-6 months  < 1 month  
0 1 2 3 4 5
- 6.) How often does the "giving way" sensation occur in your ankle?
- Never  Once a year  Once a month  Once a week  Once a day  
0 1 2 3 4
- 7.) Typically when you start to roll over (or 'twist') on your ankle can you stop it?
- Never rolled over  Immediately  Sometimes  Unable to stop it  
0 1 2 3
- 8.) Following a typical incident of your ankle rolling over, how soon does it return to 'normal'?
- Never rolled over  Immediately  < 1 day  1-2 days  > 2 days  
0 1 2 3 4
- 9.) During "Activities of daily life" how often does your ankle feel **UNSTABLE**?
- Never  Once a year  Once a month  Once a week  Once a day  
0 1 2 3 4
- 10.) During "Sport/or recreational activities" how often does your ankle feel **UNSTABLE**?
- Never  Once a year  Once a month  Once a week  Once a day  
0 1 2 3 4

Version 1.0

1

*IdFAI- Version anglaise*

## Liste des abréviations

HIA : Hôpital d'Instruction des Armées de Laveran

CMA : Centres Médicaux des Armées

NSN : Nombre de sujets nécessaire

LCL : Ligament collatéral latéral

LFTA : Faisceau talo-fibulaire antérieur

LCF : Faisceau calcanééo- fibulaire

LTFP : Faisceau talo-fibulaire postérieur

LEFS : Lower Extremity Functional Scale

IdFAI : Identification of Functional Ankle Instability

CAIT : Cumberland Ankle Instability Tool

IRBA : Institut de Recherche Biomédicale des Armées

CPP : Comité de Protection des Personnes

VPP : Valeur prédictive positive

VPN : Valeur prédictive négative

LCA : Ligament croisé antérieur du genou

## Liste des tableaux et figures

Tableau 1- Classification radio-clinique de Trévino [4]

Tableau 2- Séance de rééducation en concentrique sur dynamomètre isocinétique

Tableau 3- Séance de rééducation en excentrique sur dynamomètre isocinétique

Tableau 4- Test isocinétique sur dynamomètre isocinétique

Tableau 5- Caractéristiques de l'échantillon suivant le bras d'étude, N=52

Tableau 6- Répartition de l'activité physique suivant le bras d'étude, N=52

Tableau 7- Répartition de l'activité physique selon la profession, N=52

Tableau 8- Caractéristiques de l'entorse lors du traumatisme suivant le bras d'étude, N=52

Tableau 9- Caractéristiques de l'entorse lors de l'examen suivant le bras d'étude, N=52

Tableau 10- Caractéristiques paracliniques de l'entorse suivant le bras d'étude, N=52

Tableaux 11- Caractéristiques anamnestiques et cliniques de l'entorse suivant le grade échographique, N=52

Tableau 12- Récupération musculaire totale selon le bras d'étude, N=52

Tableau 13- Evolution posturographique en fonction du bras d'étude, N=52

Tableau 14- Caractéristiques des patients lors de l'évaluation à un an suivant le bras d'étude, N=52

Tableau 15- Répartition de l'activité physique à un an du traumatisme selon le bras d'étude, N=40

Tableau 16- Comparaison du niveau de reprise suivant le bras d'étude, N=40

Tableau 17- Caractéristiques des patients lors de l'évaluation à un an suivant le grade échographique, N=43

Tableau 18- Caractéristiques des patients lors de l'évaluation à un an selon la profession, N=43

Tableau 19- Comparaison du niveau de reprise selon la profession, N=40

Tableau 20- Répartition de l'activité physique à un an du traumatisme selon la profession, N=43

Tableau 21- Valeurs des pics de couples en population de référence

Tableau 22- Résultats isocinétiques en fin de rééducation après entorse de cheville

Tableau 23- Synthèse des connaissances

Figure 1- Schématisation du déroulement de l'étude

Figure 2- Installation du patient dans le dynamomètre isocinétique Con-Trex

Figure 3- Positionnement du patient sur la plateforme de force Synapsis

Figure 4- Diagramme de flux

Figure 5- Pourcentage de pratiquants par activité sportive

Figure 6- Probabilité de récurrence selon le bras de l'étude

## SERMENT D'HIPPOCRATE

**Au moment d'être admis(e) 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 les demandera**. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

**Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) 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 déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.**

## Résumé

**Introduction :** L'entorse latérale de cheville est le premier traumatisme ostéoarticulaire en pratique sportive et une problématique fréquente en médecine générale. Le retentissement sur la pratique sportive est important, bien que la littérature scientifique manque d'études concernant les conditions de la reprise du sport après une entorse. L'objectif principal de notre étude était de montrer que le renforcement musculaire en excentrique des éverseurs permettait une reprise sportive de meilleure qualité en termes de paramètres fonctionnels par rapport au renforcement en concentrique.

**Méthode :** Notre étude est un essai contrôlé réalisé sur l'HIA de Laveran à Marseille. Les patients inclus étaient randomisés en 2 groupes, un groupe rééduqué selon un protocole de renforcement musculaire excentrique contre un groupe en mode concentrique. L'évaluation initiale consistait en un test isocinétique et deux examens posturographiques. Le retour au sport était évalué à l'aide d'un questionnaire à un an du traumatisme.

**Résultats :** 52 patients ont été inclus entre 2015 et 2017 (63,5% de militaires, âge moyen : 30,7 ans). Les résultats de l'évaluation isocinétique ont montré 76.9% de récupération complète dans le groupe excentrique, contre 26.9% dans le groupe concentrique ( $p < 0,001$ ). De plus, on retrouvait une progression proprioceptive chez 42,8% des patients dans le groupe excentrique, contre 16,2% dans le groupe concentrique ( $p = 0,10$ ). A un an, la reprise du sport s'était faite plus rapidement et plus souvent à un meilleur niveau dans le groupe excentrique que dans le groupe concentrique, bien qu'il ne s'agissait pas d'une différence significative.

**Discussion :** Le renforcement en excentrique des fibulaires après une entorse de cheville permet une meilleure récupération musculaire et proprioceptive. Il semblerait également que cela permette de réduire le nombre de récurrences d'entorse de cheville, et d'améliorer la qualité du retour au sport en permettant une reprise plus rapide à un niveau comparable au niveau antérieur, voire supérieur.

Enfin, la réalisation de bilans isocinétique et posturographique en fin de rééducation semblent assez prédictifs d'une bonne reprise sportive, et pourraient aider à la prise en charge notamment des sportifs et en cas d'entorses de cheville graves.

## Mots clés

1. Entorse de cheville
2. Isocinétisme
3. Proprioception
4. Rééducation
5. Reprise du sport