



**HAL**  
open science

# Impact de la modernisation de la tenue de combat sur l'incidence des gonalgies et des rachialgies en entraînement chez 476 fantassins

Alexandre Renard

## ► To cite this version:

Alexandre Renard. Impact de la modernisation de la tenue de combat sur l'incidence des gonalgies et des rachialgies en entraînement chez 476 fantassins. Sciences du Vivant [q-bio]. 2014. hal-01734038

**HAL Id: hal-01734038**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734038>**

Submitted on 14 Mar 2018

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

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



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

2014

**THÈSE**

Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

Par

**L'Interne de Hôpitaux des Armées**

**Alexandre RENARD**

Élève de l'Ecole du Val de Grâce

Ancien élève de l'École du Service de Santé des Armées de Lyon-Bron

Le 23 Septembre 2014

**Impact de la modernisation de la tenue de combat sur l'incidence des gonalgies et des rachialgies en entraînement chez 476 fantassins.**

Examineurs de la thèse :

Monsieur le Professeur Jean PAYSANT

Président du Jury

Monsieur le Professeur Christophe PARIS

Juge

Monsieur le Professeur Laurent GALOIS

Juge

Madame le Docteur Julia FACIONE ROGER

Juge et Directeur de thèse

**UNIVERSITE DE LORRAINE**  
**FACULTE DE MEDECINE DE NANCY**

-----

Président de l'Université de Lorraine : **Professeur Pierre MUTZENHARDT**

Doyen de la Faculté de Médecine : **Professeur Henry COUDANE**

Vice-Doyen « Formation permanente » : Professeur Hervé VESPIGNANI

Vice-Doyen « Finances » : Professeur Marc BRAUN

Vice-Doyen « Vie étudiante » : M. Pierre-Olivier BRICE

**Asseseurs**

- 1 <sup>er</sup> Cycle et délégué FMN Paces :	<b>Docteur Mathias POUSSEL</b>
- 2 <sup>ème</sup> Cycle :	<b>Mme la Professeure Marie-Reine LOSSER</b>
- 3 <sup>ème</sup> Cycle :	
• « <i>DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques</i> »	<b>Professeur Marc DEBOUVERIE</b>
• « <i>DES Spécialité Médecine Générale</i> »	<b>Professeur Associé Paolo DI PATRIZIO</b>
• « <i>Gestion DU – DIU</i> »	<b>Mme la Professeure I. CHARY-VALKENAERE</b>
- Plan campus :	<b>Professeur Bruno LEHEUP</b>
- Ecole de chirurgie et nouvelles pédagogies :	<b>Professeur Laurent BRESLER</b>
- Recherche :	<b>Professeur Didier MAINARD</b>
- Relations Internationales :	<b>Professeur Jacques HUBERT</b>
- Mono appartenants, filières professionnalisantes :	<b>Docteur Christophe NEMOS</b>
- Vie Universitaire et Commission vie Facultaire :	<b>Docteur Stéphane ZUILY</b>
- Affaires juridiques, modernisation et gestions partenaires externes:	<b>Mme la Docteure Frédérique CLAUDOT</b>
- Réingénierie professions paramédicales :	<b>Mme la Professeure Annick BARBAUD</b>

**DOYENS HONORAIRES**

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

=====

## PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY

Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE

Jean-Louis BOUTROY - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François  
CHERRIER Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre  
DESCHAMPS

Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH

Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ

Oliéro GUERCI - Claude HURIET - Christian JANOT - Michèle KESSLER - Jacques LACOSTE

Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre  
LEDERLIN Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Michel MANCIAUX - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel  
MERLE

Denise MONERET-VAUTRIN - Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN  
Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU - Jacques  
POUREL Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Michel RENARD - Jacques ROLAND

René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Claude SIMON - Danièle SOMMELET

Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TREHEUX - Hubert UFFHOLTZ - Gérard  
VAILLANT Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF - Michel WEBER

=====

## PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Gérard BARROCHE Professeur Pierre BEY - Professeur Patrick BOISSEL

Professeur Michel BOULANGE - Professeur Jean-Louis BOUTROY - Professeur Jean-Pierre CRANCE

Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeure Simone GILGENKRANTZ  
Professeure Michèle KESSLER - Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD  
Professeur Michel PIERSON - Professeur Michel SCHMITT - Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel  
STRICKER Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur Paul VERT - Professeure Colette VIDAILHET - Professeur Michel  
VIDAILHET Professeur Michel WAYOFF

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

### 42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Gilles GROSDIDIER - Professeur Marc BRAUN

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET - Professeur Christo CHRISTOV

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

#### **43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE**

##### **1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)**

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

##### **2<sup>ème</sup> sous-section : (*Radiologie et imagerie médecine*)**

Professeur Michel CLAUDON – Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur René ANXIONNAT

#### **44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

##### **1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)**

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

##### **2<sup>ème</sup> sous-section : (*Physiologie*)**

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

##### **3<sup>ème</sup> sous-section : (*Biologie Cellulaire*)**

Professeur Ali DALLOUL

##### **4<sup>ème</sup> sous-section : (*Nutrition*)**

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

#### **45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

##### **1<sup>ère</sup> sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)**

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

##### **2<sup>ème</sup> sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)**

Professeure Marie MACHOUART

##### **3<sup>ème</sup> sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)**

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

#### **46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

##### **1<sup>ère</sup> sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)**

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

##### **2<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine et santé au travail*)**

Professeur Christophe PARIS

##### **3<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)**

Professeur Henry COUDANE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)**

Professeur François KOHLER – Professeure Eliane ALBUISSON

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Hématologie ; transfusion)**

Professeur Pierre FEUGIER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)**

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY - Professeur Didier PEIFFERT

Professeur Frédéric MARCHAL

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Immunologie)**

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Génétiq**

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,  
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)**

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Gérard AUDIBERT

Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeure Marie-Reine LOSSER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Réanimation ; médecine d'urgence)**

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)**

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)**

Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

**49<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE,  
HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Neurologie)**

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE

Professeur Luc TAILLANDIER - Professeur Louis MAILLARD

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Neurochirurgie)**

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)**

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

**5<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)**

Professeur Jean PAYSANT

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Rhumatologie*)**

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)**

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)**

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeure Annick BARBAUD

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)**

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Pneumologie ; addictologie*)**

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cardiologie*)**

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)**

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT – Professeur Thierry FOLLIGUET

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)**

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)**

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Néphrologie*)**

Professeure Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Urologie*)**

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE



**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET CHIRURGIE GÉNÉRALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie*)**

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY - Professeur Athanase BENETOS

Professeure Gisèle KANNY – Professeure Christine PERRET-GUILLAUME

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie générale*)**

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

**54<sup>ème</sup> Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Pédiatrie*)**

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET

Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO – Professeure Rachel VIEUX

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie infantile*)**

Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale*)**

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Olivier MOREL

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale*)**

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

**55<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Oto-rhino-laryngologie*)**

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Ophthalmologie*)**

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeure Karine ANGIOI

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie*)**

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeure Muriel BRIX

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

**61<sup>ème</sup> Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Professeur Walter BLONDEL

**64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur Jean-Marc BOIVIN

**PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

**42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Anatomie*)**

Docteur Bruno GRIGNON – Docteure Manuela PEREZ

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cytologie et histologie*)**

Docteur Edouard BARRAT - Docteure Françoise TOUATI – Docteure Chantal KOHLER

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)**

Docteure Aude MARCHAL – Docteur Guillaume GAUCHOTTE

**43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)**

Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Radiologie et imagerie médecine*)**

Docteur Damien MANDRY

**44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)**

Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Physiologie*)**

Docteur Mathias POUSSEL – Docteure Silvia VARECHOVA

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Biologie Cellulaire)**

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

**45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)**

Docteure Véronique VENARD – Docteure Hélène JEULIN – Docteure Corentine ALAUZET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales)**

Docteure Sandrine HENARD

**46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)**

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN

**2<sup>ème</sup> sous-section (Médecine et Santé au Travail)**

Docteure Isabelle THAON

**3<sup>ème</sup> sous-section (Médecine légale et droit de la santé)**

Docteur Laurent MARTRILLE

**4<sup>ère</sup> sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)**

Docteur Nicolas JAY

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique))**

Docteure Lina BOLOTINE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Génétique)**

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteure Céline BONNET

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,  
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)**

Docteure Françoise LAPICQUE – Docteur Nicolas GAMBIEUR – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Rhumatologie)**

Docteure Anne-Christine RAT

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Dermato-vénéréologie)**

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)**

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)**

Docteur Fabrice VANHUYSE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)**

Docteur Stéphane ZUILY

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)**

Docteure Laure JOLY

**54<sup>ème</sup> Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,  
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**5<sup>ème</sup> sous-section : (Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)**

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

**MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Docteure Elisabeth STEYER

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES**

**5<sup>ème</sup> Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES**

Monsieur Vincent LHUILLIER

**19<sup>ème</sup> Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE**

Madame Joëlle KIVITS

**60<sup>ème</sup> Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL**

Monsieur Alain DURAND

**61<sup>ème</sup> Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Monsieur Jean REBSTOCK

## 64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Monsieur Nick RAMALANJAONA

## 65<sup>ème</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE

Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA - Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

## 66<sup>ème</sup> Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS Médecine Générale

Docteure Sophie SIEGRIST - Docteur Arnaud MASSON - Docteur Pascal BOUCHE

=====

## DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982) <i>Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)</i>	Professeure Maria DELIVORIA- PAPADOPOULOS (1996)	Professeur Brian BURCHELL (2007) <i>Université de Dundee (Royaume-Uni)</i>
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982) <i>Brown University, Providence (U.S.A)</i>	Professeur Ralph GRÄSBECK (1996) <i>Université d'Helsinki (FINLANDE)</i>	Professeur Yunfeng ZHOU (2009) <i>Université de Wuhan (CHINE)</i>
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982) <i>Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)</i>	Professeur James STEICHEN (1997) <i>Université d'Indianapolis (U.S.A)</i>	Professeur David ALPERS (2011) <i>Université de Washington (U.S.A)</i>
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989) <i>Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)</i> <i>Université de Pennsylvanie (U.S.A)</i>	Professeur Duong Quang TRUNG (1997) <i>Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)</i>	Professeur Martin EXNER (2012) <i>Université de Bonn (ALLEMAGNE)</i>
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996) <i>Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)</i>	Professeur Daniel G. BICHET (2001) <i>Université de Montréal (Canada)</i>	
	Professeur Marc LEVENSTON (2005) <i>Institute of Technology, Atlanta (USA)</i>	

**À notre Président du Jury**

**Monsieur le Professeur Jean PAYSANT**

Professeur de Médecine physique et de réadaptation

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de présider notre jury de thèse  
et nous vous en sommes reconnaissant.

Nous vous prions de croire en l'expression de notre gratitude et de notre plus grande  
considération.

## **À nos juges**

### **Monsieur le Professeur Christophe PARIS**

Professeur de Médecine et santé au travail

Nous vous remercions d'avoir accepté de bien vouloir juger cette thèse.  
Nous vous prions de croire en l'expression de notre gratitude et de notre plus grande  
considération.

### **Monsieur le Professeur Laurent GALOIS**

Professeur de Chirurgie orthopédique et traumatologique

Nous vous remercions d'avoir bien voulu porter de l'intérêt à ce travail et accepter de  
siéger dans notre jury.

Soyez assuré de notre reconnaissance et notre profond respect.

## **À notre directeur de thèse**

**Madame le Médecin Principal Julia FACIONE ROGER**

Chef du service de Médecine physique et réadaptation  
de l'Hôpital d'Instruction des Armées de Legouest

Vous nous avez fait l'insigne honneur de diriger ce travail et nous espérons en retour être digne de la confiance que vous nous avez accordé. Pour votre confiance en nous, votre soutien, votre entière disponibilité et votre générosité, nous vous en sommes très reconnaissants.



## **ÉCOLE DU VAL DE GRÂCE**

### **À Monsieur le Médecin Général Inspecteur François PONS**

Directeur de l'École du Val de Grâce

Professeur Agrégé du Val de Grâce

Officier de la Légion d'Honneur

Commandeur de l'Ordre National du Mérite

Récompenses pour travaux scientifiques et techniques – échelon argent

Médaille d'honneur du Service de Santé des Armées

### **À Monsieur le Médecin Général Jean-Bertrand NOTTET**

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 des Palmes académiques

Mes remerciements s'adressent également :

À **Madame MINARY Laetitia** du département d'épidémiologie de la Faculté de Médecine de Nancy pour sa disponibilité et son professionnalisme ayant permis de réaliser ce travail.

Aux chefs de service et maîtres de stages qui m'ont fait l'honneur de me former :

-le **Médecin chef des services Yolande VERAN**

-le **Médecin en chef Bruno GRAFFIN**

-le **Médecin en chef Henry LEHOT**

-le **Médecin principal Adrien ZAGARI**

-le **Médecin Pierre NORLAIN**

-le **Professeur MOREL Olivier**

Au **personnel médical et paramédical** des services qui m'ont accueilli et accompagné durant ces trois années d'internat.

À **mes parents**. Merci de l'éducation que vous m'avez apportée et de votre soutien sans faille dans toutes les étapes de ma vie.

À **Rémi, Pauline, Grégoire et Xavier** qui à travers nos liens de fraternité m'ont appris à aimer mon prochain.

À **mon épouse Julie**. Merci pour ton amour et ton soutien précieux depuis le début de mes études.

À **mes enfants Léonie, Adèle et Marion**.

À **mes amis et confrères**.

Je dédie cette thèse.

*« Allez où la Patrie et l'Humanité vous appellent  
Soyez y toujours prêts à servir l'une et l'autre  
Et s'il le faut, sachez imiter ceux de vos généreux compagnons  
Qui au même poste sont morts martyrs de ce dévouement intrépide et magnanime  
Qui est le véritable acte de foi des hommes de notre état. »*

**Baron PERCY,**

*Chirurgien en Chef de la Grande Armée, aux chirurgiens sous-aides, 1811*

## **SERMENT**

*« Au moment d'être admis 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 dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu 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 et méprisé si j'y manque ».*

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	p. 1
PREAMBULE.....	p. 2
POPULATION ET METHODES.....	p. 3
RESULTATS.....	p. 4
DISCUSSION.....	p. 5
CONCLUSION.....	p. 6
BIBLIOGRAPHIE.....	p. 7

## INTRODUCTION

La modernisation de l'équipement du fantassin permet d'améliorer l'efficacité de la protection balistique et de numériser l'espace de bataille afin de s'adapter aux exigences des combats modernes. Cependant ces nouvelles technologies occasionnent une augmentation de la charge globale de l'équipement et donc des contraintes physiques supplémentaires supportées par le fantassin. En 2010, l'Armée de Terre s'est dotée d'une tenue de combat modernisée (TCM) intégrant des composants optiques et électroniques qui ont majoré le poids de l'équipement que doit supporter le fantassin.

Suite à la mise en place de cette TCM, les médecins des forces semblent constater une augmentation du nombre de consultations motivées par des troubles musculo-squelettiques (TMS). Il existe peu d'études concernant les TMS liés au port de charges lourdes dans l'armée française. Pourtant, ils constituent la première cause d'arrêt de travail chez les militaires français (1) et sont responsables d'un grand nombre de rapatriements sanitaires dans l'armée américaine (2,3).

Notre étude s'inscrit dans la continuité d'une étude réalisée en 2009 qui montrait que la tenue de combat classique, utilisée avant la TCM, était un facteur de risque de TMS(4). Les régions corporelles les plus touchées étaient le rachis et les genoux, comme le faisaient déjà remarquer plusieurs auteurs (4-7).

L'objectif de notre étude est de déterminer si le port de la TCM en entraînement majore l'incidence des rachialgies et des gonalgies dans la population combattante. Secondairement, seront étudiés le retentissement opérationnel en rapport avec ces TMS et les facteurs communs prédisposants, afin d'en tirer les conclusions utiles en terme de sélection et de préparation des personnels.

## PREAMBULE

La TCM est une tenue de combat ultra moderne, fruit de nombreuses recherches pour répondre aux besoins en termes de capacité de feu, de protection individuelle et de communication afin de s'assurer une supériorité technologique et de réduire la létalité des blessures balistiques. Pour limiter les contraintes physiques liées à l'alourdissement de l'équipement, la TCM se veut plus ergonomique. En effet, la charge globale est mieux répartie, plus proche de l'axe du corps et respecte l'effet« balancing » (équilibre entre les composants se situant en avant et en arrière du tronc) (8).

La différence de poids entre les deux tenues de combat (classique/TCM) s'explique essentiellement par l'ajout d'un équipement optronique (optique et électronique) dans la TCM et des protections individuelles (balistiques et articulaires) supplémentaires pour répondre aux nouvelles techniques de combat. Au total on atteint une charge supplémentaire en condition d'entraînement de 17 kg, soit un poids total de 30 kg environ pour la TCM contre 13 kg pour la tenue classique (figure I). En opération extérieure la différence de poids entre la tenue classique et la TCM est moindre car les améliorations technologiques concernant la protection balistique compensent, en partie, le poids des équipements optroniques.

En opération extérieure viennent s'ajouter les dotations en munitions, les plaques balistiques dures ainsi que le nécessaire pour 24 heures (eau, nourriture, divers). Ceci amène à un poids total de 53 kg environ pour une mission de 24 heures et jusqu'à 68 kg pour une mission de 72 heures.



Figure I : Composition et répartition des masses selon les tenues en condition d'entraînement

<b>Tenue classique</b>		<b>Tenue de combat modernisée</b>
<p>Casque, treillis, gilet combat, rangers</p> <p><b>6,9 kg</b></p>	<p><i>Dans l'axe, à la verticale du centre de gravité</i></p>	<p>Casque, treillis, gilet électronique, gilet et protections balistiques souples, protections articulaires, chaussures de combat.</p> <p><b>18,6 kg</b></p>
<p>Armement</p> <p><b>4,2 kg</b></p>	<p><i>En avant</i></p>	<p>Armement, optique système d'arme</p> <p><b>6,9 kg</b></p>
<p>Musette de combat</p> <p><b>1,9 kg</b></p>	<p><i>En arrière</i></p>	<p>Sac de portage, énergie</p> <p><b>4,5 kg</b></p>
<p><b>13 kg</b></p>	<p><i>Total</i></p>	<p><b>30 kg</b></p>

Rq : pas de plaques balistiques dures, pas de munitions, pas de dispositif de vision nocturne, sac vide.

## POPULATION ET METHODES

Cette étude comparative rétrospective de type avant-après a été réalisée sur les combattants du premier régiment d'infanterie de Sarrebourg, suivis entre le 1er octobre 2009 et le 1er novembre 2011, soit 1 an avant et 1 an après perception de la tenue de combat modernisée en octobre 2010. Tous les combattants sont issus d'une sélection médicale à leur incorporation. Ils ont été déclarés aptes à être « fantassin débarqué », condition indispensable pour pouvoir appartenir aux compagnies de combat d'infanterie.

La première période durant laquelle la tenue de combat classique a été utilisée est appelée « 2009 », la deuxième période durant laquelle la TCM a été utilisée est appelée « 2011 ».

Le critère de jugement principal était la survenue d'une rachialgie (cervicalgie, dorsalgie et lombalgie) ou d'une gonalgie aiguë non traumatique.

Les critères de jugement secondaires à la recherche de facteur de risque sont : la présence d'un antécédent de rachialgie ou de gonalgie en 2009, les mesures anthropométriques, les performances aux tests sportifs de la marche-course, qui consistent à parcourir 8 kilomètres en treillis-rangers le plus rapidement possible, et au test Cooper, qui consiste à parcourir en tenue de sport la plus grande distance possible en douze minutes. Les critères de jugement secondaires pour évaluer l'impact immédiat sur le travail sont la durée d'indisponibilité opérationnelle de courte durée (arrêt de travail pour repos complet et/ou restriction d'aptitude sportive) et de longue durée supérieure à 3 mois (restrictions d'aptitudes : port de charge, port du sac à dos, entraînement au combat).

Ont été inclus dans l'étude tous les combattants aptes à servir sans restriction, présents dans les deux périodes d'exposition et dans des conditions d'entraînement exclusivement. En effet, durant ces périodes les combattants n'ont pas été projetés en mission extérieure.

N'ont pas été inclus dans l'étude les individus pour lesquels :

- le suivi n'était pas réalisable du fait de départ en cours d'étude (mutation, fin de contrat),
- le mécanisme d'apparition de la pathologie était traumatique notamment les accidents en séance de sport ou les chutes,
- les événements faisaient suite au port exceptionnel d'une charge lourde mise en évidence lors de l'interrogatoire comme la manutention de matériels,
- les premiers signes de la pathologie étaient survenus hors service,
- il y avait un antécédent d'intervention chirurgicale au genou et/ou au rachis.

Le recueil de données a été réalisé par un enquêteur unique à partir des dossiers médicaux de l'antenne médicale de Sarrebourg, dans laquelle exercent trois médecins dont les pratiques cliniques ont été jugées homogènes. Ces données ont été extraites à partir des informations recueillies à l'occasion d'une consultation pour rachialgie ou gonalgie aiguë ou lors d'une consultation de reprise à la suite d'un arrêt maladie pour ces mêmes motifs.

La durée de port de la tenue de combat a été évaluée de façon collective en se rapportant aux calendriers des missions d'entraînement programmées des compagnies.

L'ensemble des données a été saisi sous Epidata® de manière strictement anonyme puis analysé avec le logiciel SAS® v9.3 (SAS Int. Inc., Cary, NC, USA). L'analyse descriptive des variables qualitatives a été présentée en effectifs et pourcentages ; celle des variables

quantitatives en moyennes et écarts-types. En analyse bivariée, le test McNemar a été utilisé pour comparer la survenue d'événements (rachialgie ou gonalgie) en 2009 et 2011. Le test des rangs signés a été utilisé pour comparer les répercussions de la survenue de gonalgie et rachialgie en termes de durée d'arrêt de travail et d'arrêt sportif. En analyse multivariée, une régression logistique multivariée a été utilisée pour identifier les facteurs de survenue de rachialgie et de gonalgie.

Le plan expérimental et l'analyse ont été réalisés en collaboration avec le Service d'Epidémiologie et Evaluation Cliniques du CHU de Nancy, dans le respect des bonnes pratiques épidémiologiques.

## RESULTATS

Cette étude a analysé les dossiers de 476 combattants d'une moyenne d'âge de 30,7 ans ( $\pm 5,9$ ) dont 97,7% d'hommes. Tous faisaient partie des compagnies de combat du premier régiment d'infanterie qui comptaient 674 combattants. L'indice de masse corporel (IMC) moyen observé était de 25,2 ( $\pm 3$ ), la distance parcourue au test Cooper était de 2867 mètres ( $\pm 271,6$ ) et le temps réalisé à la marche course était de 41,2 minutes ( $\pm 5,2$ ).

La durée de port des tenues de combat était de 179 jours ( $\pm 8$ ) et était répartie de façon égale entre les deux périodes à l'échelle des compagnies.

Au total 6,93% des sujets inclus durant la période 2009 ont présenté un épisode de rachialgie contre 13,66% durant la période 2011. Concernant les gonalgies, l'incidence est calculée à 4,20% durant la période 2009 contre 7,56% pour la période 2011. Les différences observées entre les deux périodes sont statistiquement significatives avec  $p=0,0002$  pour les rachialgies (Tableau Ia) et  $p=0,0114$  pour les gonalgies (Tableau Ib). La répartition entre les différents segments rachidiens est de 100% de lombalgies en 2009 contre 5% de cervicalgies, 3% de dorsalgies et 92% de lombalgies en 2011.

Tableaux Ia et Ib. Comparaison des rachialgies et des gonalgies en 2009 et en 2011.

<b>Rachialgie 2011</b>				
Fréquence (%)				
	<i>non</i>	<i>oui</i>	<i>Total</i>	
<b>Rachialgie 2009</b>	<i>non</i>	391 (82,14)	52 (10,92)	443 (93,07)
	<i>oui</i>	20 (4,20)	13 (2,73)	<b>33 (6,93)</b>
	<i>Total</i>	411 (86,34)	<b>65 (13,66)</b>	<b>p=0,0002</b>

  

<b>Gonalgie 2011</b>				
Fréquence (%)				
	<i>non</i>	<i>oui</i>	<i>Total</i>	
<b>Gonalgie 2009</b>	<i>non</i>	428 (89,92)	28 (5,88)	456 (95,80)
	<i>oui</i>	12 (2,52)	8 (1,68)	<b>20 (4,20)</b>
	<i>Total</i>	440 (92,44)	<b>36 (7,56)</b>	<b>p=0,0114</b>

Dans l'analyse des facteurs de risque, l'existence d'un antécédent de rachialgie ou de gonalgie en 2009 constituait un facteur de risque significatif de survenue chez les personnels portant la TCM, dans les deux pathologies. En ce qui concerne la gonalgie, 40% des cas de gonalgie de 2009 ont présenté une récurrence de gonalgie en 2011. Pour la rachialgie, on constate que 39% des cas de 2009 ont présenté une rachialgie en 2011. A noter que 77% des cas de gonalgie en 2011 n'avaient pas eu d'antécédent de gonalgie en

2009 et que 80% des cas de rachialgies en 2011 n'avaient pas eu d'antécédents de rachialgie en 2009.

Par ailleurs, cette étude montrait que l'âge, le sexe, le niveau sportif et l'IMC n'augmentaient pas significativement le risque de survenue d'un événement. En ce qui concerne l'IMC, on notait une tendance à être un facteur de risque de survenue de gonalgie ( $p=0,09$ ).

La différence des moyennes du nombre de jours d'arrêt de sport ou de travail par pathologie n'est pas significative. A propos des restrictions d'aptitude, on a constaté que jusqu'à 24,6% des rachialgies en 2011 entraînaient une incapacité opérationnelle sur le long terme (supérieure à trois mois).

**Tableau II. Indisponibilité opérationnelle par pathologie.**

	<b>Gonalgie</b>		<b>Rachialgie</b>	
	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>
<b>Jours</b>				
<b>arrêt sport</b>	16,1 ( $\pm 14,9$ )	18,2 ( $\pm 14,0$ )	1,0 ( $\pm 5,3$ )	2,8 ( $\pm 7,2$ )
Moy(ET)				
<b>Jours</b>				
<b>arrêt travail</b>	0,9 ( $\pm 2,7$ )	1,2 ( $\pm 3,5$ )	7,9 ( $\pm 5,9$ )	10,1 ( $\pm 10,9$ )
Moy(ET)				
<b>Restriction</b>				
<b>aptitude</b>	1 (5,0)	4 (11,1)	4 (12,1)	16 (24,6)
N(%)				

## DISCUSSION

Cette étude montre que l'utilisation de la TCM en période d'entraînement constitue un facteur de risque dans la survenue des rachialgies et des gonalgies pour les fantassins. En effet les incidences de ces deux pathologies ont doublé entre les deux périodes étudiées.

L'étude s'est limitée aux rachialgies et gonalgies, considérées comme les symptômes les plus représentatifs des affections liées au port de charge (9) et dont le retentissement sur le maintien opérationnel est important. Le diagnostic lésionnel n'a pas été recherché dans cette étude, seuls les symptômes déclarés par les fantassins ont été étudiés.

Cette étude rétrospective est caractérisée par une population aux caractéristiques comparables du fait de l'appareillement et de l'unité de lieu. L'absence de groupe témoin constitue la limite principale. Il n'est donc pas possible d'affirmer que la différence observée est due à la TCM même si les méthodes d'entraînement sont homogènes durant l'étude. Il existe un biais de déclaration induit par le libre choix de son médecin traitant bien que les motifs d'arrêt de travail soient connus du service médical même s'ils n'émanent pas d'un médecin des forces. Cette étude étant rétrospective et malgré la fiabilité du recueil collectif par compagnie, il est dommage que ce ne soit pas possible de connaître les durées d'exposition individuelles au facteur de risque, ici le port des tenues de combat. Le fait que les événements étudiés ne permettent pas au militaire de continuer les activités sportives et militaires, lui impose d'aller consulter le médecin des forces pour adapter le poste en fonction du degré de l'atteinte, ce qui augmente l'exhaustivité du recueil.

L'étude de Wilkinson *et al* réalisée chez 660 fantassins britanniques durant un an d'entraînement, retrouve 12% de gonalgies non traumatiques et 7% de lombalgies non traumatiques, (10). Une autre étude, réalisée durant six mois d'entraînement, sur 298



fantassins américains, retrouve une incidence de 10,4% des gonalgies et de 6,6% des lombalgies (11).

Ces deux études prospectives, réalisées sur de longues périodes, retrouvent une incidence des gonalgies largement supérieure à celle mise en évidence dans notre étude, aussi bien avec la tenue classique (4.20%) qu'avec la TCM (7.56%). En revanche, l'incidence des rachialgies est comparable à celle retrouvée dans notre étude avec la tenue classique (6.93%).

Par ailleurs, une étude américaine réalisée au cours d'une marche de 5 jours (161 km parcourus avec une tenue de combat de 47kg), retrouve une incidence des gonalgies de 7% et des rachialgies de 6% (12).

Malgré une révolution en terme d'ergonomie et de répartition des charges, le port de la TCM s'accompagne d'une charge supplémentaire qui augmente les contraintes physiques et donc indirectement le risque de blessure (8). En terme de prévention, il faut prendre en compte le modèle biomécanique expliquant les TMS liés au port de charge. Selon ce modèle, les risques sont augmentés en fonction de la charge, de la répétition et des postures. Lors des séances d'entraînement au combat, le fantassin s'expose très largement à ces risques, étant donnée la charge de l'équipement, la répétition des mouvements et les postures statiques (à genoux, couché, debout) (13-15).

En effet, il existe une relation linéaire entre la charge supportée et l'augmentation des contraintes sur les mouvements, induisant une diminution de la rotation naturelle du rachis avec mise en tension des charnières vertébrales, ainsi qu'une augmentation des amplitudes de flexion des hanches et des genoux à la marche (16-20). Il paraît donc important de minimiser la charge totale afin de diminuer les contraintes.

La recherche des facteurs prédisposant aux pathologies du port de charge lourde montre que le principal facteur de risque est l'existence d'un antécédent de rachialgie ou de gonalgie, ce qui augmente de façon significative le risque de récurrence chez les combattants portant la TCM ; ce résultat concorde avec les données de la littérature(21). D'après nos résultats, la tendance suggère que l'incidence des gonalgies uniquement, est plus élevée chez les militaires présentant les indices de masse corporelle les plus élevés. Par contre l'âge, le sexe, le niveau sportif et l'indice de masse corporelle ne sont pas retrouvés comme des facteurs de risque significatifs. Ceci s'explique par le fait que le groupe de population étudié est très homogène en termes d'âge, de sexe, d'indice de masse corporelle et de niveau sportif.

Le retentissement professionnel des gonalgies et des rachialgies est important. Nos résultats montrent un impact sur la disponibilité opérationnelle immédiate des combattants en termes d'arrêt de travail pour les rachialgies, et d'arrêt de sport pour les gonalgies. En effet, chez les militaires, les TMS constituent le premier motif d'arrêt de travail, représentant 25% de l'ensemble des arrêts de travail, dont 54% de lombalgies selon une étude réalisée auprès de la Caisse Nationale Militaire de Sécurité Sociale (1). En effet, le retentissement des rachialgies en 2011 est majeur puisqu'un quart des événements entraîne une restriction d'aptitude au long court, impliquant souvent des réorientations professionnelles. L'expérience opérationnelle confirme ces résultats, les études réalisées sur les motifs de rapatriements sanitaires des soldats américains, au cours des conflits Afghanistan-Irak, montrent que 50% des blessures survenues sur les zones de conflits, ne sont pas des blessures liées au combat mais sont survenues au cours de l'entraînement (2). Il est important de souligner que 86% des patients souffrant d'une affection rachidienne ne retournent pas au combat (3).

Notre étude vient confirmer l'importance de la place du médecin des forces dans ces rôles de médecin de prévention et de conseiller auprès des responsables militaires. La prévention primaire passe par l'éducation et la sensibilisation des populations exposées. Elle doit être systématique et relayée par les cadres de proximité. En effet, la formation des cadres est primordiale car ils sont les premiers instructeurs intervenant dans la formation des gestes et postures de combat, ils sont responsables des activités de terrains qui doivent être aussi diversifiées que possible afin de limiter les répétitions. Enfin, ils sont responsables de la logistique, assurant les ravitaillements pour limiter la charge individuelle (eau, alimentation, munitions et nécessaire pour le quotidien). Ainsi il est possible d'agir sur les trois axes du modèle biomécanique. Concernant le port de charge, il est utile de combattre l'idée qu'un « entraînement difficile permettrait une guerre facile »,

Concernant la préparation physique, il est conseillé de mettre en place des entraînements réguliers, spécifiques au port de charges lourdes, contenant des programmes de renforcement des muscles dorso-lombaires, une éducation aux postures ainsi que des marches régulières (6,9). Enfin, il faut utiliser la modularité de la TCM et en condition d'entraînement, l'alléger le plus possible, en adaptant les composants en fonction des objectifs de la mission d'entraînement. La communauté militaire est sensible à ce phénomène et montre déjà la volonté de modifier ses pratiques en matière de préparation physique, comme en témoigne le travail de recherche d'un kinésithérapeute militaire bordelais (22).

Le médecin des forces joue également un rôle de prévention secondaire au cours de la sélection des personnels. L'existence d'un antécédent de rachialgie ou de gonalgie doit être minutieusement recherché afin d'éviter au personnel l'exposition à un facteur de risque de récurrence.

Enfin, on distingue trois axes apportant des solutions technologiques afin d'alléger le combattant pour restaurer sa mobilité et réduire le risque de blessure. Le premier axe consiste à faire évoluer les composants de la tenue (miniaturisation, optimisation énergétique)(23). Le deuxième axe s'intéresse au développement des systèmes individuels permettant de renforcer la capacité du combattant à porter une charge donnée sur la durée de la mission (exosquelette, dermosquelette)(24). Le troisième axe de recherche porte sur les solutions collectives afin de réduire la masse logistique à porter (drones logistiques)(23).

## CONCLUSION

Sur la période étudiée, durant laquelle la TCM était portée pour la première fois par les fantassins du 1<sup>er</sup> Régiment d'infanterie, on observe une augmentation des incidences de gonalgies et de rachialgies. Celles-ci ont doublé dans l'année qui a suivi l'utilisation de la TCM. Une augmentation de l'indisponibilité opérationnelle en rapport avec ces affections est observée. La seule prédisposition significative mise en évidence dans cette population relativement homogène de 476 combattants est la présence d'un antécédent de gonalgie ou de rachialgie. Cette étude souligne l'importance de réduire le poids de l'équipement en entraînement et de promouvoir un entraînement physique préparatoire spécifique. Dans ce contexte, le médecin des forces intervient à plusieurs niveaux à travers la sélection médicale des personnels, le conseil auprès des cadres de proximité et lors de la prise en charge des pathologies induites par le port de charge. L'enjeu est la préservation de l'intégrité physique des combattants et le maintien d'une capacité opérationnelle optimale.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Y Couratte RH-CCLFXBFBAMAS. Caractéristiques des arrêts de travail dans un régiment de l'armée de terre. *Medecine et armées*. 2007 ed. :1-6.
2. Hauret KG, Taylor BJ, Clemmons NS, Block SR, Jones BH. Frequency and Causes of Nonbattle Injuries Air Evacuated from Operations Iraqi Freedom and Enduring Freedom, U.S. Army, 2001–2006. *Am J Prev Med*. 2009 Dec 31;38(1):S94–S107.
3. Cohen SP, Brown C, Kurihara C, Plunkett A, Nguyen C, Strassels SA. Diagnoses and factors associated with medical evacuation and return to duty for service members participating in Operation Iraqi Freedom or Operation Enduring Freedom: a prospective cohort study. *Lancet*. 2010 Jan;375(9711):301–9.
4. FUENTES Sabrina. Les troubles musculo-squelettiques chez le combattant. Th: *Med : Nancy, Faculté de médecine Henri Poincaré* , 2011;1–132.
5. Jones BH, Bovee MW, Harris JM, Cowan DN. Intrinsic risk factors for exercise-related injuries among male and female army trainees. *Am J Sports Med*. 1993 Sep;21(5):705–10.
6. Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Appl Ergon*. 1996 Jun;27(3):207–16.
7. Jones BH, Cowan DN, Tomlinson JP, Robinson JR, Polly DW, Frykman PN. Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1993 Feb;25(2):197–203.

8. Grenier JG, Peyrot N, Castells J, Oullion R, Messonnier L, Morin J-B. Energy cost and mechanical work of walking during load carriage in soldiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012 Jun;44(6):1131–40.
9. Kaufman KR, Brodine S, Shaffer R. Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. *Am J Prev Med*. 2000 Apr;18(3 Suppl):54–63.
10. Wilkinson DM, Blacker SD, Richmond VL, Horner FE, Rayson MP, Spiess A, et al. Injuries and injury risk factors among British army infantry soldiers during predeployment training. *Inj Prev*. 2011 Dec;17(6):381–7.
11. Knapik J, Ang P, Reynolds K, Jones B. Physical fitness, age, and injury incidence in infantry soldiers. *J Occup Med*. 1993 Jun;35(6):598–603.
12. Reynolds KL, White JS, Knapik JJ, Witt CE, Amoroso PJ. Injuries and risk factors in a 100-mile (161-km) infantry road march. *Prev Med*. 1999 Feb;28(2):167–73.
13. Wyss T, Roos L, Hofstetter M-C, Frey F, Mäder U. Impact of training patterns on injury incidences in 12 swiss army basic military training schools. *Mil Med*. 2014 Jan;179(1):49–55.
14. Berkowitz SMS, Feuerstein MM, Lopez MSM, Peck CAC. Occupational back disability in U.S. Army personnel. *Mil Med*. 1999 May 31;164(6):412–8.
15. Van Dijk J. Optimizing Operational Physical Fitness. Research and technology organisation technical report, North Atlantic Treaty Organization, editor. 2008 Dec 17;:1–342.
16. Wang H, Frame J, Ozimek E, Leib D, Dugan EL. Influence of fatigue and load carriage on mechanical loading during walking. *Mil Med*. 2012 Feb;177(2):152–6.

17. Attwells RL, Birrell SA, Hooper RH, Mansfield NJ. Influence of carrying heavy loads on soldiers' posture, movements and gait. *Ergonomics*. 2006 Nov;49(14):1527–37.
18. Birrell SA, Haslam RA. The effect of military load carriage on 3-D lower limb kinematics and spatiotemporal parameters. *Ergonomics*. 2009 Oct;52(10):1298–304.
19. Polcyn AF, Bensek CK, Harman EA, Obusek JP. Effects of weight carried by soldiers: Combined analysis of four studies on maximal performance, physiology, and biomechanics. 2002.
20. Beekley MD, Alt J, Buckley CM, Duffey M, Crowder TA. Effects of heavy load carriage during constant-speed, simulated, road marching. *Mil Med*. 2007 Jun;172(6):592–5.
21. Cohen SP, Nguyen C, Kapoor SG, Anderson-Barnes VC, Foster L, Shields C, et al. Back pain during war: an analysis of factors affecting outcome. *Arch Intern Med*. 2009 Nov;169(20):1916–23.
22. BESNARD Nicolas. Préparation physique et félinisation du 8<sup>e</sup> RPIMA. Rapport de stage, Service de MPR de l'HIA Robert Picqué. 2012 May 24;1–43.
23. Chareyron P. Hoplites numériques. *Focus Stratégique*. 2011 Apr 27;;1–55.
24. Stevenson JM, meeting S. Soldier Mobility: Innovations in LoadCarriage System Design and Evaluation. Research and technology organisation meeting proceedings, North Atlantic Treaty Organization, editor. 2001 Mar 22;;1–280.



---

## RÉSUMÉ DE LA THÈSE

La modernisation de l'équipement du fantassin s'accompagne d'une augmentation du poids de la tenue de combat. Sur une période d'entraînement, l'objectif de cette étude a été de déterminer l'impact du port de la tenue de combat modernisée sur l'incidence des rachialgies et des gonalgies aiguës non traumatiques.

Nous avons réalisé une étude rétrospective un an avant et un an après que les compagnies de combat du 1<sup>er</sup> Régiment d'Infanterie de Sarrebourg soient équipées de la tenue de combat modernisée. Le critère d'inclusion principal était la présence du fantassin durant les deux périodes d'exposition. Nous avons pu ainsi comparer les deux périodes afin de recueillir à partir des dossiers médicaux les événements de gonalgies et de rachialgies aiguës non traumatiques.

Au total, 476 fantassins ont été inclus. Dans chaque période ceux-ci ont effectué environ 179 jours d'entraînement. L'incidence des rachialgies durant la première période a été de 6,93% contre 13,66% durant la deuxième période ( $p=0,0002$ ), l'incidence des gonalgies est passée de 4,20% à 7,56% ( $p=0,0114$ ). Le seul facteur prédisposant retrouvé a été l'existence d'un antécédent pour la pathologie concernée.

L'utilisation de la tenue de combat modernisée en période d'entraînement a constitué un facteur de risque significatif dans la survenue des rachialgies et des gonalgies.

En conséquence, des mesures de rationalisation de la charge portée par le fantassin en fonction de la mission d'entraînement doivent être prises, ceci doit s'accompagner d'une préparation physique spécifique. Il est également important de dépister les antécédents de rachialgies ou de gonalgies lors de la sélection des militaires afin de les orienter au mieux dans leur emploi futur.

---

**TITRE EN ANGLAIS: Impact of modernization of the combat uniform on the incidence of knee pain and back pain during training about 476 dismounted soldiers.**

---

**THÈSE : MÉDECINE GÉNÉRALE - ANNÉE 2014**

---

**MOTS CLEFS : Rachialgies, Gonalgies, Troubles musculo-squelettiques, Armée de Terre, Tenue de combat, Port de charge**

---

INTITULE ET ADRESSE :

**UNIVERSITE DE LORRAINE**

**Faculté de Médecine de Nancy**

9, avenue de la forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex

---