



**HAL**  
open science

# Les fractures de fatigue : connaissances, habitudes diagnostiques et difficultés des médecins généralistes haut-normands

Justine Martory

► **To cite this version:**

Justine Martory. Les fractures de fatigue : connaissances, habitudes diagnostiques et difficultés des médecins généralistes haut-normands. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-01900701

**HAL Id: dumas-01900701**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01900701>**

Submitted on 6 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.

**FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN**

**ANNEE 2018**

**N°**

**THESE POUR LE  
DOCTORAT EN MEDECINE**

(Diplôme d'état)

PAR

MARTORY JUSTINE

NEE LE 23 Décembre 1991 à LOUVIERS (27)

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 13 septembre 2018

**Les fractures de fatigue : connaissances, habitudes  
diagnostiques et difficultés des médecins généralistes  
Haut Normands**

Président du jury : Monsieur le Professeur Benoit VEBER

Membres du jury : Monsieur le Professeur Luc Marie JOLY

Monsieur le Professeur Fabrice DUPARC

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Arnaud DEPIL DUVAL

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2017-2018**  
**U.F.R DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN**

-----

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESEURS : **Professeur Michel GUERBET**  
**Professeur Benoit VEBER**  
**Professeur Pascal JOLY**  
**Professeur Stéphane MARRET**

<b>I - MEDECINE</b>
---------------------

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS**

Mr Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
Mr Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Ygal BENHAMOU	HCN	Médecine interne
Mr Jacques BENICHOU	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mme Bouchra LAMIA	Havre	Pneumologie
Mr Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mr François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe CHASSAGNE (détachement)	HCN	Médecine interne (gériatrie) – Détachement
Mr Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Jean-Nicolas CORNU	HCN	Urologie
Mr Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
Mr Pierre CZERNICHOW (surnombre)	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition

Mr Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie
Mr Frédéric DI FIORE	CB	Cancérologie
Mr Fabien DOGUET	HCN	Chirurgie cardio vasculaire
Mr Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique – Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
Mr Philippe DUCROTTE	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique – Traumatologique
Mr Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie – Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric DURAND	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
Mr Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
Mr Pierre FREGER	HCN	Anatomie – Neurochirurgie
Mr Jean-François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
Mr Michel GODIN (surnombre)	HB	Néphrologie
Mr Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
Mr Dominique GUERROT	HCN	Néphrologie
Mr Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie adultes
Mr Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
Mr Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
Mr Luc – Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal JOLY	HCN	Dermato – Vénérologie
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry LEGUERRE	HB	Rhumatologie
Mme Anne – Marie LEROI	HCN	Physiologie
Mr Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie infantile
Mr Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
Mr David MALTETE	HCN	Neurologie
Mr Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie

Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine interne
Mr Jean – Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie – Obstétrique
Mr Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre MICHEL	HCN	Hépatogastro-entérologie
Mr Pierre MISSET	HCN	Réanimation médicale
Mr Jean-François MUIR (surnombre)	HB	Pneumologie
Mr Marc MURAINÉ	HCN	Ophthalmologie
Mr Philippe MUSETTE	HCN	Dermato-vénérologie
Mr Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
Mr Christian PFISTER	HCN	Urologie
Mr Jean – Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie – Virologie
Mr Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Gaëtan PREVOST	HCN	Endocrinologie
Mr Bernard PROUST	HCN	Médecine légale
Mr Jean-Christophe RICHARD	HCN	Réanimation médicale – Médecine d'urgence
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction
Mr Horace ROMAN	HCN	Gynécologie – Obstétrique
Mr Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie – Pathologie
Mr Guillaume SAVOYE	HCN	Hépatogastrologie
Mme Céline SAVOYE COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
Mr Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mr Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
Mr Christian THUILLEZ (surnombre)	HB	Pharmacologie
Mr Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion
Mr Gilles TOURNEL	HCN	Médecine légale
Mr Olivier TROST	HCN	Chirurgie Maxillo – Faciale
Mr Jean – Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean – Pierre VANNINER (surnombre)	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoit VEBER	HCN	Anesthésiologie – Réanimation chirurgicale
Mr Pierre VERA	CB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric VERIN	HB	Service santé réadaptation
Mr Eric VERSPICK	HCN	Gynécologie – Obstétrique

Mr Olivier VITTECOQ	HB	Pneumologie
Mr Jacques WEBER	HCN	Physiologie

### **MAITRES DE CONFERENCE DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS**

Mme Noëlle BARBIER – FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Neurophysiologie
Mme Sophie CLAEYSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
Mr Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
Mr Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas MOUREZ	HCN	Virologie
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mme Laëtitia ROLLIN	HCN	Médecine du travail
Mr Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
Mme Pascale SAUGIER VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne – Claire TOBENAS DUJARDIN	HCN	Anatomie
Mr David WALLON	HCN	Neurologie

### **PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE**

Mme Dominique LANIEZ	UFR	Anglais – retraité
Me Thierry WABLE	UFR	Communication

## II - PHARMACIE

### PROFESSEURS

Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Jean jacques BONNET	Pharmacologie
Mr Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre GOULLE (Professeur émérite)	Toxicologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mme Isabelle LEROUX NICOLLET	Physiologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
Mr Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

### MAITRES DE CONFERENCE

Mme Cécile BARBOT	Chimie générale et minérale
Me Jérémy BELLIEU (MCU-PH)	Pharmacologie
Mr Frédéric BOUNOURE	Pharmacie galénique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Camille CHARBONNIER (LE CLEZIO)	Statistiques
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie Catherine CONCE CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mr Eric DITTMAR	Biophysique
Mme Natahlie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mme Dominique DUTERTRE BOUCHER	Pharmacologie

Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mr Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Nejla EL GHARBI HAMZA	Chimie analytique
Mme Marie Laure GROULT	Botanique
Mr Hervé HUE	Biophysique et mathématiques
Mme Laëtitia LE GOFF	Parasitologie – Immunologie
Mme Hong LU	Biologie
Mme Marine MALLETER	Toxicologie
Mme Sabine MENAGER	Chimie organique
Mme Tiphaine ROGEZ FLORENT	Chimie analytique
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Christiane THARASSE	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric ZIEGLER	Biochimie

### **PROFESSEURS ASSOCIES**

Mme Cécile GUERARD DETUNCQ	Pharmacie officinale
Mr Jean François HOUIVET	Pharmacie officinale

### **PROFESSEUR CERTIFIE**

Mme Mathilde GUERIN	Anglais
---------------------	---------

### **ASSISTANT HOSPITALO UNIVERSITAIRE**

Mme Sandrine DAHYOT	Bactériologie
---------------------	---------------

### **ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

Mr Souleymane ABDOUL AZIZE	Biochimie
Mme Hanane GASMI	Galénique
Mme Caroline LAUGEL	Chimie organique
Mr Romy RAZAKANDRAINIBE	Parasitologie



## LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie générale et minérale
Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Roland CAPRON	Biophysique
Mme Marie Catherine CONCE CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mr Jean Jacques BONNET	Pharmacodynamie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL CARON	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mr Rémi VARIN	Pharmacie clinique
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique



## ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

### PROFESSEURS

Mr Serguei FETISSOV (med)	Physiologie
Mr Paul MULDER (phar)	Science du médicament
Mme Su RUAN (med)	Génie informatique

### MAITRES DE CONFERENCE

Mr Sahil ADRIOUCH (med)	Biochimie et biologie moléculaire (unité Inserm 905)
Mme Gaëlle BOUGEARD DENOYELLE (med)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine CLEREN (med)	Neurosciences (Néovasc)
Mr Sylvain FRAINEAU (phar)	Physiologie (Inserm U 1096)
Mme Pascaline GAILDRAT (med)	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas GUEROUT (med)	Chirurgie expérimentale
Mme Rachel LETELLIER (med)	Physiologie
Mme Christine RONDANINE (med)	Physiologie de la reproduction
Mr Antoine OUVRARD PASCAUD (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric PASQUET	Science du langage orthophonie
Mme Isabelle TOURNIER (med)	Biochimie (UMR 1079)

### CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN – Hôpital Charles Nicolle

CB – Centre Henri Becquerel

CRMPR – Centre régional de médecine physique et de réadaptation

HB – Hôpital de Bois Guillaume

CHS - Centre hospitalier spécialisé du Rouvray

SJ – saint Julien Rouen

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à l'auteur et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

*« Croire à la médecine serait la suprême folie si n'y pas croire n'en était pas une plus grande encore. »*

*Marcel Proust*

### **Serment d'Hippocrate :**

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

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

## Remerciements :

Pour avoir accepté d'être mon directeur de thèse, merci Arnaud. Merci de la formation que tu nous proposes au sein de ton service et de ta disponibilité. J'espère que je serai à la hauteur.

Merci à Monsieur le Professeur VEBER de me faire l'honneur d'être mon président de thèse.

Merci à Messieurs les Professeurs DUPARC et JOLY d'avoir accepté de faire parti de ce jury. Merci de votre disponibilité

Merci à tous les médecins généralistes qui ont pris la peine et le temps de répondre à mon questionnaire, cette thèse n'aurait pas été possible sans vous. Plus particulièrement merci à toi Christophe pour tes conseils avisés et ta pédagogie pour la médecine générale.

Merci à ma famille pour votre affection,

Je tenais tout particulièrement à vous remercier Papa et Maman pour l'éducation que vous m'avez prodiguée et votre soutien depuis 26 ans. Vous êtes un modèle pour moi et votre amour m'a toujours porté.

Merci à ma belle-famille également et plus particulièrement à ma belle-sœur pour son soutien, notre complicité et pour nos douloureuses séances de sport.

Merci à toi Bérengère, ma copine de fac, maintenant amie. J'espère que notre relation restera au fil des années telle quelle est actuellement. Tu es une amie en or.

Merci à toutes mes copines de danse pour toutes ces années à vos côtés.

Merci à vous Joy et Pauline. Vous êtes une source de bonne humeur au travail et désormais bien plus que des collègues. Vous êtes toujours là pour les bons et les mauvais moments. Travailler à vos côtés aux urgences s'annonce agréable. Merci à Martin d'être le dernier acolyte de la bande. C'est une fierté de pouvoir être votre collègue.

Merci à tous mes autres collègues médicaux et paramédicaux que j'ai pu rencontrer lors de mon cursus et plus particulièrement du CHI d'Evreux durant cet internat.

Enfin, je te remercie Loïc pour ton soutien depuis ces sept années et plus particulièrement ces derniers mois lors de l'élaboration de cette thèse. J'espère que la fin de ces études sera un tremplin vers de nouveaux projets ensemble. Je t'aime.



# Table des matières

Table des matières .....	16
Introduction.....	18
Première partie : généralités.....	20
A. Le tissu osseux.....	20
1. Architecture du tissu osseux .....	20
2. Composition du tissu osseux .....	21
a) La matrice osseuse (ou tissu ostéoïde) .....	22
b) Les ostéoblastes .....	22
c) Les ostéoclastes.....	22
B. Le remodelage osseux.....	23
1. Les grands principes .....	23
2. Facteurs influençant le remodelage osseux.....	25
C. La fracture de fatigue .....	28
1. Généralités .....	28
a) Définitions et physiopathologie .....	28
b) Historique .....	29
c) Epidémiologie.....	29
d) Formes topographiques .....	30
2. Facteurs de risque .....	31
3. Diagnostic .....	33
a) Interrogatoire .....	33
b) Examen clinique.....	33
c) Examens complémentaires .....	34
Seconde partie : Etude .....	40
A. Matériel et méthode .....	40
1. Type d'étude.....	40
2. Elaboration du questionnaire.....	40
3. Critères d'inclusion.....	40
4. Critères d'exclusion .....	41
5. Recueil des données.....	41
6. Analyse des données .....	41
7. Objectifs.....	41
B. Résultats .....	42
1. Description de l'échantillon.....	42

2. Ressentis.....	43
3. Connaissances générales.....	46
a) Incidence .....	46
b) Facteurs de risques.....	46
c) Localisation.....	47
4. Habitudes diagnostiques : interrogatoire .....	47
5. Habitudes diagnostiques : examen clinique.....	48
6. Habitudes diagnostiques : examens complémentaires.....	49
7. Cas particuliers des médecins du sport.....	52
8. Cas particuliers des médecins ostéopathes .....	53
C. Discussion .....	55
1. Principaux résultats et discussion .....	55
2. Forces et Limites de l'étude .....	56
3. Comparaison à la littérature .....	57
4. Perspectives d'amélioration .....	59
Conclusion .....	63
Bibliographie.....	64
ANNEXES.....	65

## Introduction

La fracture de fatigue est une pathologie connue, appelée aussi fracture de stress ou fracture de contrainte. Autrefois maladie décrite chez les militaires qui effectuaient de longues marches, la fracture de fatigue a désormais sa place en médecine civile et c'est une pathologie très fréquente en rhumatologie et médecine du sport. Mais cette affection ne touche pas uniquement le marathonien ou les sportifs de haut niveau. Elle peut toucher n'importe quelle personne, allant du joggeur du dimanche ayant augmenté son intensité sportive, au magasinier d'une entreprise contraint soudainement de faire le travail de deux personnes en passant par la femme de ménage constamment en mouvement.

L'incidence de la fracture de fatigue augmente du fait de la démocratisation de la pratique sportive dans la population générale et de l'amélioration des techniques d'imageries. La physiopathologie osseuse est de mieux en mieux comprise, ainsi que les facteurs favorisant l'apparition de cette pathologie.

A la phase initiale, cette pathologie est source de douleurs peu intenses à l'effort puis de plus en plus importantes au fil du temps. L'impotence fonctionnelle peut devenir majeure et avoir un retentissement socio-professionnel non négligeable. Il est primordial dans cette pathologie de faire le diagnostic le plus précocement possible afin de limiter au maximum les lésions osseuses et la durée de consolidation ultérieure. Une fracture de fatigue diagnostiquée tardivement peut être source d'incapacité prolongée, d'arrêts de travail répétés pendant des semaines, voire des mois. Cela devient donc un enjeu de santé publique.

Face à une plainte douloureuse, le médecin généraliste est le premier interlocuteur du patient ; c'est pourquoi il est en première ligne dans la prise en charge diagnostique de la fracture de fatigue. Il doit être le premier à y penser.

Or ce n'est pas une pathologie peu enseignée sur les bancs de la faculté ; tout du moins en médecine générale ; probablement pour différentes raisons (manque de temps, pathologie multidisciplinaire et relativement récente, pas de consensus ni de recommandations, peu d'étude sur le sujet).

Quelle démarche diagnostique doit-on avoir chez un patient pour lequel on suspecte une fracture de fatigue ? Comment ne pas passer à côté, via notre interrogatoire, notre examen clinique ? Quels examens complémentaires doit-on faire et dans quel ordre ? Autant de questions que je me suis posées lors de ce travail de recherche.

L'objectif principal de cette étude est de faire un état des lieux des connaissances et des pratiques des médecins généralistes hauts normands face à la fracture de fatigue.

Un objectif secondaire est de montrer que les mécanismes de la fracture de fatigue sont mal connus par les médecins généralistes, ce qui entraîne des retards diagnostiques.

Un autre des objectifs secondaires est de montrer que l'échographie était trop peu utilisée dans l'algorithme décisionnel.

# Première partie : généralités

## A. Le tissu osseux

Le tissu osseux est une association fonctionnelle de différents tissus.

Il joue plusieurs rôles dans l'organisme, à savoir :

- un rôle **protecteur** vis-à-vis de certaines structures (ex : boîte crânienne vis-à-vis du système nerveux central),
- un rôle **métabolique** pour maintenir l'homéostasie phosphocalcique de l'organisme,
- un rôle **hématopoïétique** : la moelle osseuse, lieu de fabrication des cellules sanguines est située au sein de l'os spongieux,
- un rôle **biomécanique** permettant de résister aux contraintes mécaniques externes ainsi qu'aux forces des contractions musculaires.

### 1. Architecture du tissu osseux

Sur le plan architectural, le tissu osseux se compose de deux parties : **(Figure 1)**.

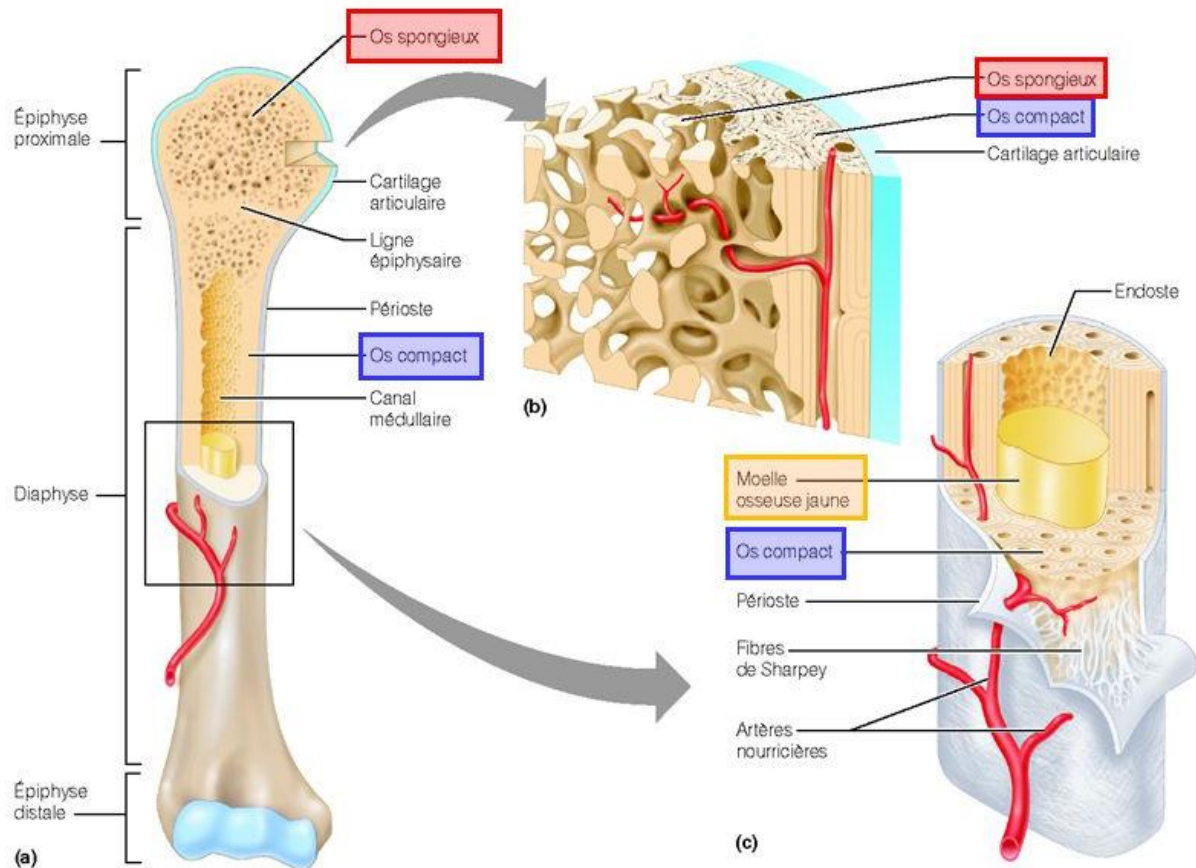
#### - **l'os cortical (ou compact)** :

Il représente 80% du squelette et constitue la paroi externe de toute pièce osseuse, ainsi que la diaphyse des os longs. La résistance de l'os cortical dépend de plusieurs paramètres : extrinsèques (direction et vitesse d'application des contraintes exercées) ou intrinsèques (géométrie de la pièce osseuse et propriétés de la matrice minéralisée).

#### - **l'os trabéculaire (ou spongieux)** :

Il ne représente que 20% du squelette adulte. Il est constitué de travées, en forme de plaques ou de colonnes, reliées entre elles, et entourées par du tissu adipeux et hématopoïétique richement vascularisé. Les travées forment ainsi un réseau tridimensionnel dont l'orientation est ajustée par les sollicitations mécaniques. Il représente une surface d'échange considérable avec les liquides interstitiels, avec un renouvellement plus rapide que

celui de l'os cortical, jouant ainsi un rôle majeur dans l'équilibre phosphocalcique. Il participe, d'autre part, à la résistance aux contraintes mécaniques, notamment en compression, des épiphyses et des métaphyses des os longs et des corps vertébraux qu'il compose principalement.



**Figure 1 : Organisation architecturale du tissu osseux en os cortical (ou compact) et en os trabéculaire (ou spongieux) (Pearson Education/Benjamin Cummings, 2006)**

## 2. Composition du tissu osseux

Le tissu osseux est un tissu conjonctif hautement spécialisé composé d'une substance organique minéralisée. Il comprend une matrice osseuse, constituée d'une fraction organique et d'une fraction minérale, qui confère à l'os sa dureté et sa résistance, ainsi que des cellules osseuses des lignées ostéoblastiques et ostéoclastiques.

### *a) La matrice osseuse (ou tissu ostéoïde)*

Elle est synthétisée par les ostéoblastes. Ces derniers régulent également la minéralisation de la matrice.

La fraction organique de cette matrice est composée en grande partie de collagène de type I auquel est liée la fraction minérale constituée essentiellement de cristaux d'hydroxyapatite de calcium.

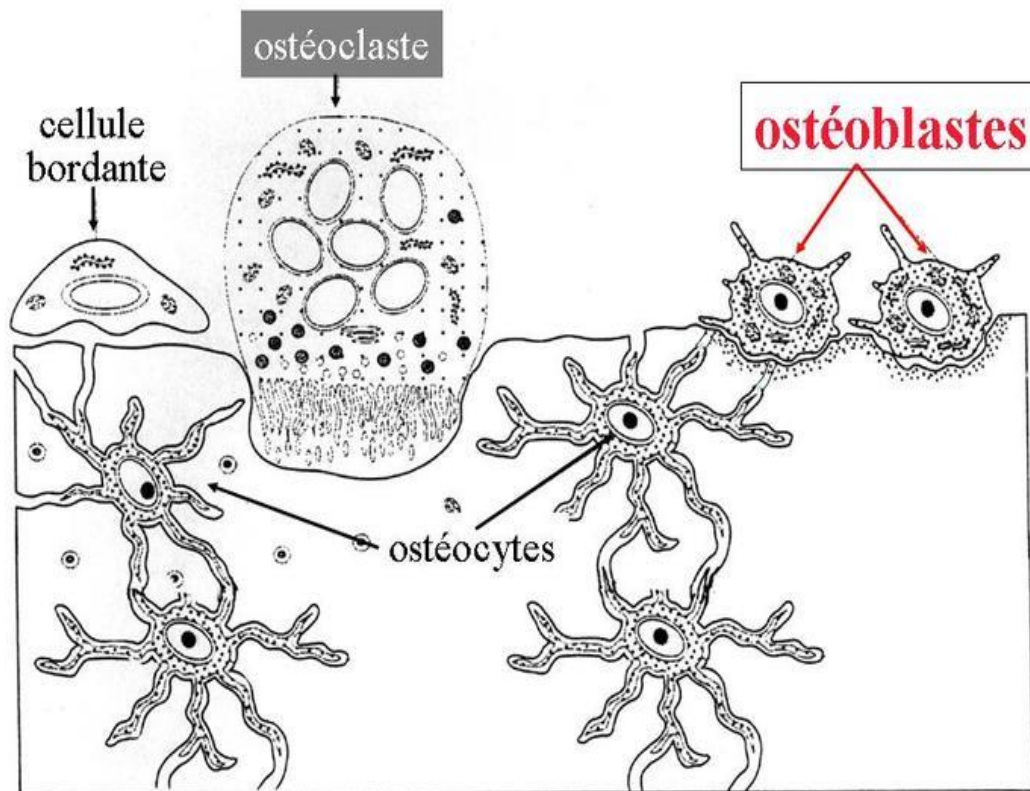
### *b) Les ostéoblastes*

Les cellules ostéoblastiques ou ostéoblastes trouvent leur origine dans la moelle osseuse. Ces cellules sont alignées et attachées par la matrice osseuse et caractérisées par une activité phosphatase alcaline importante (**Figure 2**). Leur fonction principale est de synthétiser la matrice (ou tissu ostéoïde) et de participer à sa minéralisation. Au fur et à mesure que la matrice est synthétisée et minéralisée, les ostéoblastes deviennent moins actifs et s'aplatissent.

Certains ostéoblastes s'incorporent à la matrice et deviennent des ostéocytes. D'autres deviennent des cellules bordantes.

### *c) Les ostéoclastes*

Les cellules ostéoclastiques ou ostéoclastes sont des cellules géantes multinucléées qui sont responsables de la résorption osseuse (**Figure 2**). Le pôle basal présente en effet une membrane plissée appelée bordure en brosse au contact de laquelle la matrice est résorbée.



**Figure 2 : Les cellules osseuses (Université de Lyon, Le tissu osseux 2009, Histologie)**

## B. Le remodelage osseux

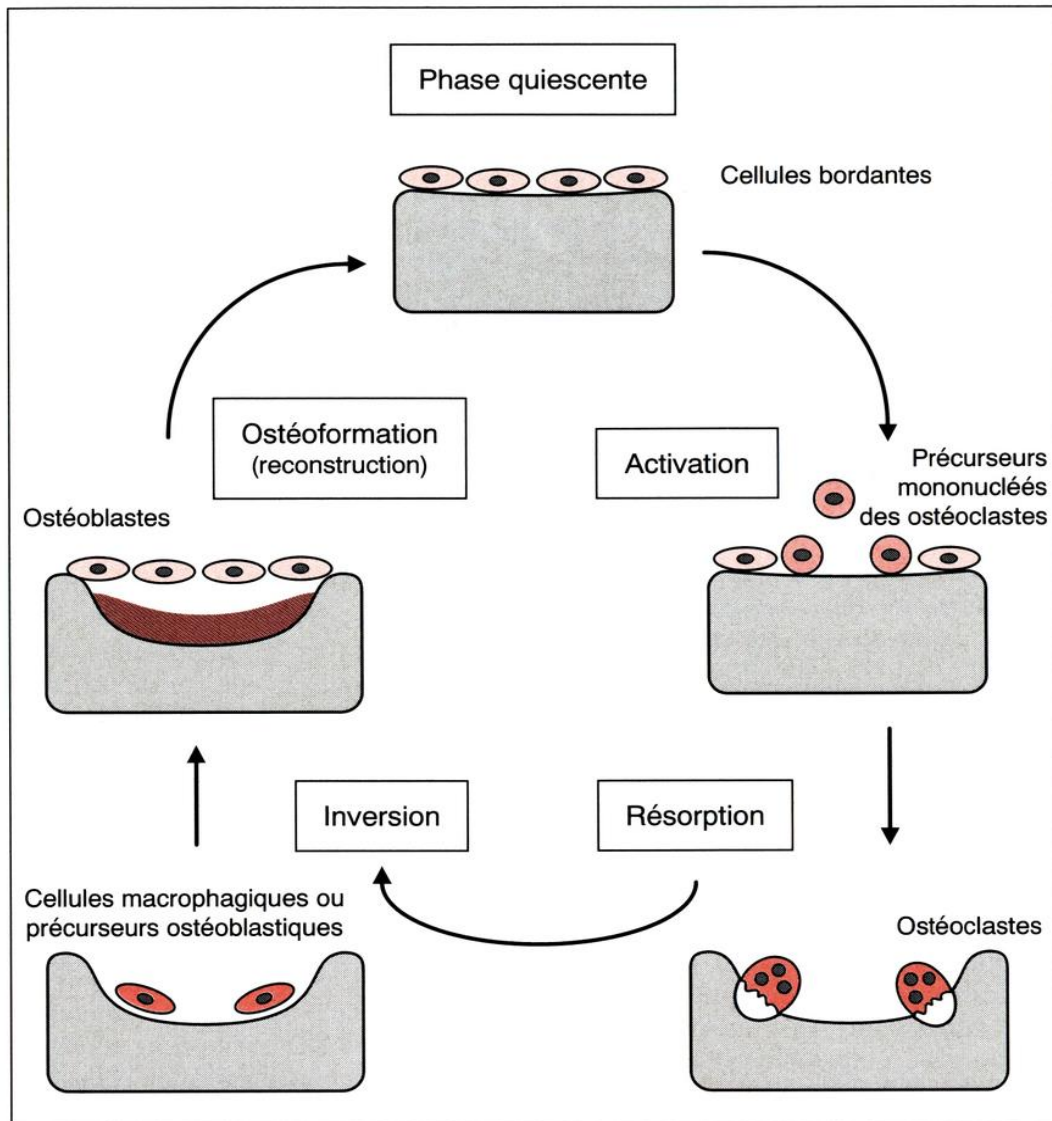
### 1. Les grands principes

Le tissu osseux est un tissu vivant en perpétuelle mutation. Le remodelage osseux accomplit plusieurs fonctions :

- maintien de l'équilibre phosphocalcique
- adaptation du squelette aux contraintes environnementales
- renouvellement tissulaire.



Le remodelage osseux est le fait d'une coopération précise entre les ostéoclastes et les ostéoblastes qui agissent de manière séquentielle et couplée dans le temps et l'espace. En effet les ostéoclastes résorbent l'os ancien et les ostéoblastes créent une matrice ostéoïde qui se minéralisera (**Figure 3**).



**Figure 3 : Le cycle de la résorption osseuse (Thomas T, 2008)**

Ceci a lieu au sein d'unités cellulaires appelées Basal Multicellular Unit (BMU). Dans l'os cortical, ces structures s'organisent autour de cylindres, les canaux de Havers, plus ou moins ouverts suivant leur stade fonctionnel. Dans l'os trabéculaire, ces mêmes structures sont ouvertes sur la moelle. Le taux de naissance des BMU est plus important dans l'os trabéculaire

que dans l'os cortical ; ainsi l'os trabéculaire se renouvelle, chez l'humain, 5 à 8 fois plus vite que l'os cortical.

## 2. Facteurs influençant le remodelage osseux

Le remodelage osseux est soumis à l'influence de facteurs endogènes et exogènes, dont un certain nombre de facteurs hormonaux et locaux, ainsi que des contraintes mécaniques (1).

### - Facteurs locaux :

Les principaux facteurs locaux influençant le remodelage osseux sont :

- Le système « receptor activating NK Kappa B (RANK)-ligand » /ostéoprotégérine (OPG)
- Le TGF Bêta
- La Bone morphogenetic protein (BMP)
- Les insuline-like growth factors, notamment IGF1
- Les prostaglandines, cytokines et autres facteurs de croissance

### - Facteurs endogènes :

Les principaux facteurs endogènes, ou systémiques, influençant le remodelage osseux sont :

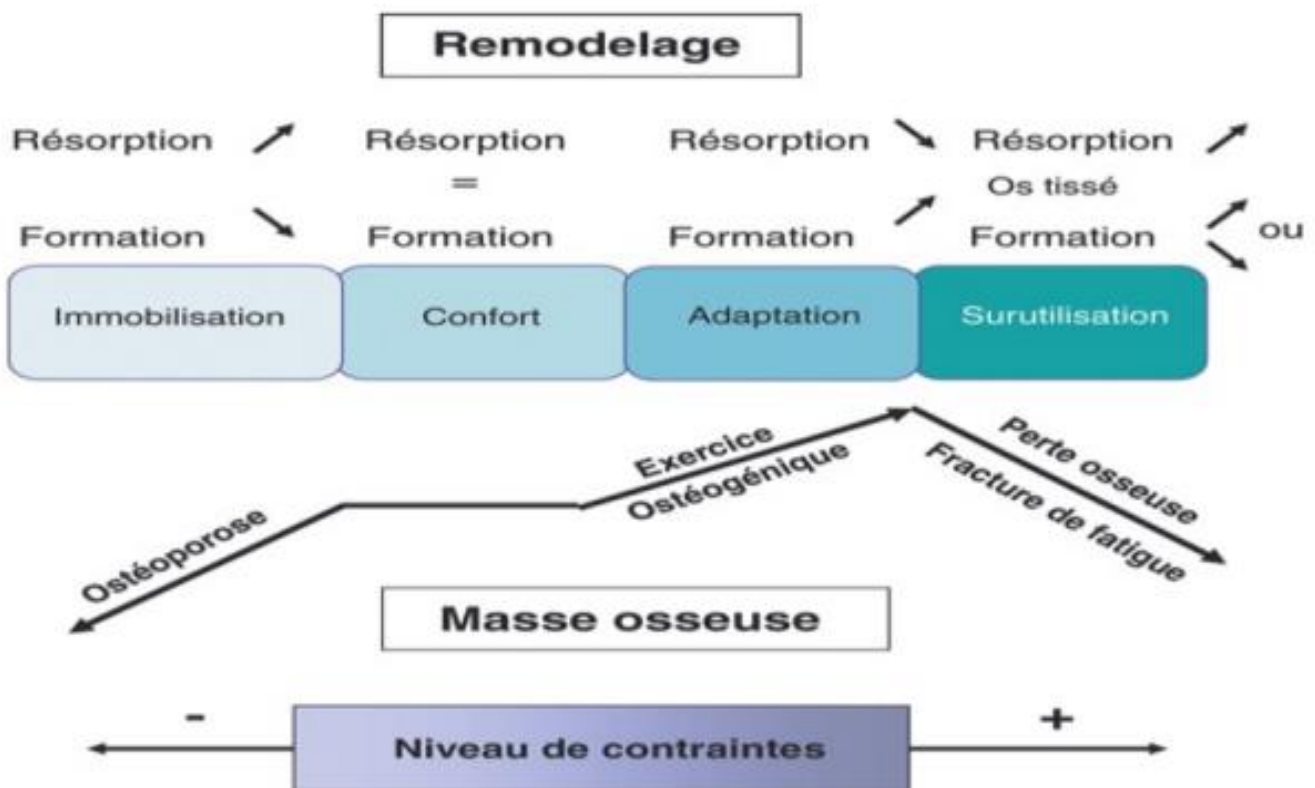
- Les hormones calciotropes (qui modulent le remodelage osseux, soit directement, soit en modifiant la production des facteurs locaux de régulation du métabolisme osseux) : PTH, vitamine D active, calcitonine
- Les hormones sexuelles : œstrogènes et androgènes
- Les hormones thyroïdiennes, hormones de croissance et autres hormones hypophysaires

### - Contraintes mécaniques :

Les contraintes mécaniques qui influencent le remodelage osseux sont multiples : cisaillement lié à la circulation des fluides, étirement, compression.

L'épaisseur corticale, c'est-à-dire la distribution de la masse osseuse, doit correspondre à la distribution quantitative des contraintes mécaniques. Il y a donc une « **mécanotraduction** » cellulaire, conversion d'une force biophysique en une réponse biologique cellulaire. Ainsi, la densité osseuse est plus élevée dans les zones où les contraintes sont maximales.

Les effets des contraintes mécaniques sur la masse et l'architecture du tissu osseux impliquent une modulation du remodelage osseux répondant au concept de **mécanostat**. Selon ce concept, il existe en fonction du niveau de contrainte appliqué à l'os, une fenêtre au sein de laquelle le tissu osseux est capable de s'adapter en augmentant l'activité de formation osseuse tout en réduisant de manière découplée la résorption. A l'inverse, dans les situations exagérées d'hypercontrainte comme dans celles à niveau de contrainte insuffisant, il se produit une perte osseuse par le fait d'une balance résorption/formation osseuse défavorable.



**Figure 4 : Remodelage osseux en fonction des contraintes mécaniques (23)**

Les mécanismes contrôlant ce mécanostat sont complexes. Ils font intervenir différents facteurs locaux déjà cités comme les prostaglandines, grâce à la mise en jeu de structures cellulaires mécanoréceptrices tel que le cytosquelette et les molécules impliquées dans l'adhérence des cellules à la matrice osseuse. Les ostéocytes, grâce à leur localisation intra-matricielle et au réseau de connexion qu'ils établissent avec les cellules de leur voisinage, semblent les meilleurs candidats pour être les maîtres d'œuvre de cette adaptation.

La complexité du remodelage osseux est ainsi mise en évidence, tant le nombre de facteurs interagissant sur ce mécanisme cellulaire est grand. Il s'agit d'un tissu vivant en perpétuel remodelage.

La fracture de fatigue ou de contrainte est la preuve que la faculté d'adaptation de l'os aux contraintes a des limites. Cependant, le terme de fracture traduit mal la physiopathologie de ce débordement.

## C. La fracture de fatigue

### 1. Généralités

#### a) *Définitions et physiopathologie*

Selon Matheson *et al.* « La fracture de fatigue est une zone de fragilité focalisée survenant à l'occasion du remodelage osseux causé par la répétition de stress subliminaux ». Brukner et al. la définissent comme une « fracture partielle résultant de l'application d'un stress inférieur à celui qui engendrerait une fracture lors d'un traumatisme unique » (2).

Il n'existe pas de définition exacte et consensuelle de la fracture de fatigue mais il est juste de dire que la fracture de fatigue est une maladie d'adaptation de l'os à l'effort. Il s'agit d'une lésion, fracture partielle ou complète, d'un os sain par hyper sollicitation. On parle aussi bien de fracture de contrainte que de fracture de fatigue ou de fracture de stress.

La fracture de fatigue doit être distinguée des fractures par insuffisance osseuse, où les contraintes sont modérées voire inexistantes, mais où la résistance osseuse est amoindrie, comme c'est le cas chez les patients âgés ostéoporotiques.

Les lésions apparaissent lorsque l'équilibre strict entre déperdition osseuse et ostéogénèse est dépassé, l'os n'est plus capable de supporter les contraintes mécaniques nouvelles.

Le rôle des contraintes mécaniques sur l'os obéit à la loi de Wolff : l'application d'une force engendre une déformation de l'os. Jusqu'à un certain point, la déformation est dite élastique : lorsque la contrainte s'arrête, l'os peut reprendre sa forme initiale. Mais au-delà d'une certaine limite, une contrainte plus forte cause une déformation plastique avec une modification permanente de la forme de l'os due à des micro fractures au sein de l'os. Si la contrainte s'intensifie, le nombre et la longueur des micro fractures augmentent, jusqu'à donner une fracture plus ou moins complète (3).

## *b) Historique*

La première apparition dans la littérature médicale de la fracture de fatigue date de 1855 où Breithaup (médecin militaire allemand) décrit des œdèmes douloureux du dos du pied après une longue marche de soldats prussiens (4,5).

En 1887, toujours sur des militaires, Pauzat soupçonne une origine osseuse en diagnostiquant des « périostites ostéoplasiques des métatarsiens après une longue marche » et ce malgré l'absence de radiologie (4,5).

Il faut attendre 1897 avec la découverte des rayons X pour qu'un lien soit établi entre les symptômes rapportés et des fractures de métatarsiens visualisées en radiologie. Stechow a ainsi décrit les signes radiologiques caractéristiques de cette affection (4,5).

Puis Asal présente en 1936-1937 la première série importante constituée de jeunes recrues. Il montre la grande fréquence de l'atteinte des métatarsiens. La Seconde Guerre Mondiale permet aux médecins militaires de rassembler d'importantes séries concernant les membres inférieurs (5).

En 1971, Savoca, en se basant sur des biopsies systématiques fait une classification qui distingue les fractures de fatigue de l'os spongieux d'une part, et les fractures de fatigue sur l'os cortical (5).

En 1976, Geslien publie le premier article soulignant l'intérêt de la scintigraphie osseuse surtout dans les formes vues précocement. Puis plus récemment, l'intérêt du scanner et de l'IRM pour le diagnostic a été précisé et les études ont porté sur la caractérisation des facteurs de risque de fracture de fatigue, notamment en médecine sportive et civile (4,5).

## *c) Epidémiologie*

L'épidémiologie des fractures de fatigue est fonction de la population étudiée. Certains groupes sont particulièrement exposés telles que les jeunes recrues de l'armée ou les sportifs. Cependant, tout sujet remplissant les conditions requises par la définition de fracture de fatigue peut être touché (5).

Les fractures de fatigue représenteraient 10% des pathologies en médecine du sport selon De Labareyre et Rodineau (2).

Bennell et al. quant à eux évaluent l'incidence annuelle de la fracture de fatigue chez les athlètes à 20% (2).

Chez les militaires, la prévalence peut concerner jusqu'à 30 % de l'effectif et surtout durant les premières semaines de l'instruction (6).

Selon Changstrom et al., le taux de fracture de fatigue est de 1,54 pour 100 000 expositions sportives (7).

En course à pied, l'incidence annuelle de la fracture de fatigue pourrait atteindre 31% des pathologies liées à la pratique sportive. Ces dernières décennies, il semble exister une tendance à l'augmentation de l'incidence de ces fractures, surtout au niveau des membres inférieurs, chez les pratiquants de course à pied pour le loisir.

L'incidence des fractures de fatigue est plus faible chez les sujets de couleur de peau noire que chez les sujets européens (4).

#### *d) Formes topographiques*

Toutes pratiques sportives confondues, 95 % des lésions se situent au niveau des membres inférieurs avec une nette prédominance pour le tibia (de 23,6 % à 49,1 % des cas), puis l'os naviculaire (17,6 %), le métatarse (16,2 %), la fibula (15,5 %), le fémur (6,6 %), le pelvis (1,6 %) et la colonne vertébrale (0,6 %) (4).

Le calcanéus est également une localisation fréquente, certaines études la plaçant en deuxième position derrière l'atteinte tibiale.

En fonction de l'activité physique pratiquée ou du contexte, la topographie des fractures varie car les forces exercées sont différentes (8).

Une étude japonaise, portant sur 196 sportifs de bon niveau atteints d'une fracture de fatigue, a permis d'établir des liens entre proportion ou topographie des fractures et les sports pratiqués (9) (**Tableau 1**).

Sport pratiqué	Diaphyse tibiale	Côte	Métatarse	Olécrane	Pubis	Malléole tibiale	Sésamoïde 1 <sup>er</sup> orteil	Autres
Basket ball	47,7	2,3	18,2	2,3	0	15,9	9,1	4,5
Base ball	16,7	25,0	0	58,3	0	0	0	0
Athlétisme	25,0	0	10,0	0	35,0	0	0	30,0
Aviron	0	88,2	5,9	0	0	0	0	5,9
Gymnastique	84,6	7,7	7,7	0	0	0	0	0
Football	36,4	9,1	9,1	0	18,2	0	9,1	18,1
Danse classique	88,9	0	0	0	0	0	0	11,1
Volleyball	50,0	0	0	0	0	16,7	16,7	16,6
Rugby	40,0	0	0	0	20,0	0	0	40,0
Tennis	80,0	20,0	0	0	0	0	0	0

**Tableau 1 : Proportions des fractures de fatigue selon leur topographie et le sport pratiqué (9)**

## 2. Facteurs de risque

La littérature indique clairement que l'étiologie des fractures de fatigue est multifactorielle.

En 1999, Bennell *et al.* ont proposé une classification des facteurs de risque en différentes catégories, tout en soulignant l'interrelation entre ces variables.(2,10).

Cette classification est présentée dans le **Tableau 2.**

On peut voir que dans ce tableau, la densité osseuse est considérée comme un facteur de risque. Or les études sont sujettes à controverses, et d'ailleurs la plupart des études ne retrouvent pas d'association entre densité minérale osseuse (DMO) basse et fracture de fatigue (2).



Catégorie	Facteurs de risque
Biomécanique	Densité osseuse, géométrie osseuse, alignement squelettique, taille et composition corporelle
Physiologique	Remodelage osseux, souplesse musculaire, degré de liberté articulaire, force et endurance musculaire
Hormonal	Hormones sexuelles et autre (hormones thyroïdiennes, hormones de croissance, autres hormones hypophysaires)
Nutritionnel	Troubles du comportement alimentaire, carences nutritionnelles
Activité physique	Condition physique, charge d'entraînement
Contraintes externes	Type de sol, chaussage, semelles, orthopédie
Autres	Age, facteurs psychologiques

**Tableau 2 : Classification des facteurs de risque selon Bennell *et al.* (10)**

Parmi les facteurs de risques fréquemment rencontrés dans les articles, la « triade de l'athlète féminine » occupe une place importante. Ce concept établi en 1992 par l'American Collège of Sports Medicine définit trois symptômes en interrelation à savoir les troubles du cycle, les carences nutritionnelles et l'ostéoporose. Les femmes qui sont concernées par cette triade sont très à risque de développer des fractures de fatigue. En effet, l'hypoestrogénisme entraîne une augmentation de la résorption osseuse ainsi qu'une diminution de la formation, empêchant ainsi la réparation des microfractures. Lors de l'interrogatoire, les troubles du cycle sont donc à rechercher systématiquement.

### 3. Diagnostic

#### a) *Interrogatoire*

L'interrogatoire tient une place primordiale, tant l'examen clinique est peu spécifique et parfois très pauvre.

Il doit rechercher :

- une situation favorisante : augmentation ou modification récente de l'activité physique dans les semaines qui ont précédé, chaussage différent, etc.
- des facteurs de risque
- l'absence de traumatisme.

L'interrogatoire doit permettre de caractériser la douleur, principale manifestation clinique. Celle-ci est localisée en regard d'un segment osseux, d'apparition rapidement progressive. Elle disparaît au repos et réapparaît, à l'effort au début puis dès l'appui. Elle est mécanique. Ce symptôme est très variable en fonction de la localisation et du stade. Elle peut parfois faire évoquer, à tort, une affection des parties molles.

L'interrogatoire doit permettre d'éliminer des diagnostics différentiels (pathologie inflammatoire, fracture sur os pathologique).

#### b) *Examen clinique*

L'examen clinique d'une suspicion de fracture de fatigue est pauvre et sans grande spécificité ce qui doit pousser à être très attentif aux moindres anomalies et notamment à la palpation soigneuse du membre douloureux.

Au niveau des os superficiels, il faut rechercher une douleur exquise à la palpation avec tuméfaction des parties molles en regard. Pour les atteintes profondes, l'examen est difficile et le risque d'erreur diagnostique s'accroît, conduisant souvent à un retard à la prise en charge et ainsi au risque de complications, en particulier au niveau fémoral.

Il est possible de retrouver dans de rares cas une ecchymose (surtout pour les métatarsiens).

Certains tests cliniques ont été décrits (4) (**Annexe 2**) :

- le **test du levier ou fulcrum test** pour le fémur
- le **faber test** au niveau sacré
- Le **hop test** (douleur exquise provoquée en sautant sur la jambe suspecte) : ce test est de bonne sensibilité ; il est utilisé pour les fractures des membres inférieurs mais manque de spécificité et se voit dans plus de 45 % des périostites tibiales médiales.
- L'**épreuve du diapason ou tuning fork test** (douleur localisée induite par l'application d'un diapason sur la zone suspecte) : il manque de sensibilité et spécificité (valeur prédictive positive de 77 % et valeur prédictive négative de 63 % pour les fractures tibiales).

Malgré le caractère primordial de l'interrogatoire et de l'examen clinique, cela ne suffit pas à affirmer le diagnostic de fracture de fatigue. En 2012, une méta-analyse a étudié la capacité de différents tests cliniques à diagnostiquer les fractures de fatigue. Cette étude conclut qu'il est recommandé de confirmer le diagnostic par une imagerie (11). De principe, une douleur de topographie osseuse impose une radiographie.

### *c) Examens complémentaires*

Chaque fracture, chaque localisation possède ses caractéristiques en imagerie qui lui sont propres. Néanmoins, il existe des caractéristiques radiologiques communes.

#### *(1) Radiologie standard*

De faible coût et d'accès facile, des radiographies peuvent être réalisées, avec au moins deux incidences. L'idéal est de réaliser des clichés comparatifs.

Au stade initial, la sensibilité de la radiographie est faible, autour de 10% mais elle augmente entre 30 et 70% après trois semaines d'évolution (12).

Sur l'os cortical les lésions radiologiques à rechercher sont : une discrète diminution de densité et un aspect flou du cortex initialement, puis une condensation et un épaissement du cortex plus tardivement (aspect de cal périosté). Une ligne claire correspondant à la fracture est parfois visible au sein de la densification (« cheveu sur de la porcelaine »).

Dans l'os spongieux, il apparaît tardivement sur le plan radiologique une bande dense. Cet aspect est dû à l'impaction des travées et au cal de réparation.



**Figure 5** : Fracture de fatigue antérieure du tibia : épaissement cortical, au sein duquel on devine le trait de fracture.

## (2) Echographie

L'échographie est un examen très précieux pour le diagnostic de fracture d'un os périphérique, à la phase précoce, lorsque les radiographies sont normales.

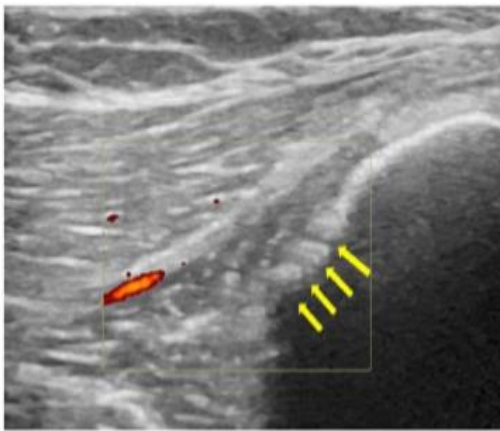
En effet avec une sensibilité, une spécificité, une valeur prédictive positive et une valeur prédictive négative de respectivement 83%, 76%, 59% et 92%, l'échographie se montre supérieure à la radiographie dans le diagnostic précoce des fractures de contrainte (13).

Il faut rechercher des signes directs de fracture comme la rupture de la corticale sous forme d'une petite saillie et des signes indirects à savoir une zone hypoéchogène signant la présence d'un hématome à la surface du périoste (3).

En mode Doppler puissance, on peut mettre en évidence une hypervascularisation, au sein de l'hématome, mais également dans les parties molles adjacentes (**Figure 6**).

Puis après quelques semaines d'évolution se forme un cal hyperéchogène similaire à celui décelé par les radiographies standards.

L'échographie est d'autant plus un examen attrayant qu'elle est accessible, peu coûteuse, non irradiante et surtout dynamique.



**Figure 6 : Fracture de fatigue tibiale(14)**

Coupe tibiale transversale : inflammation périostée. Le mode doppler montre une hypervascularisation locale.



Coupe longitudinale : ligne discontinue hyperéchogène signant une rupture de la corticale (flèche verte) et œdème périosté (flèches jaunes).

### (3) Tomodensitométrie

Il faut retenir que le rôle du scanner dans l'évaluation des lésions de contrainte est limité aux cas difficiles à prouver par radiographie et IRM. Il peut être utile en cas de contre-indication à l'IRM. Pour le cortex, le scanner montre des images évidentes de fracture transverse ou longitudinale difficiles à mettre en évidence en IRM.

### (4) Scintigraphie

La scintigraphie au  $^{99m}\text{Tc}$  est un des examens clé de la prise en charge diagnostique des fractures de fatigue.

En effet, l'hyperfixation scintigraphique est précoce, prolongée et intense. Il s'agit d'un examen d'une grande sensibilité (74 à 87%) (**Figure 7**). Lorsque la fixation est multifocale, cela représente un argument diagnostique fort. En revanche, elle manque de spécificité puisqu'elle traduit seulement une agression osseuse avec une activité ostéogénique (aspect similaire pour les infections osseuses ou les lésions tumorales).

Par ailleurs, l'accessibilité et le délai d'obtention de cette imagerie peuvent être source de difficultés.

De plus, l'irradiation est importante, pour un examen qui fait le diagnostic de l'hyperfixation mais pas celui de diagnostic formel de la fracture de fatigue.

### (5) Imagerie par résonance magnétique

Malgré des limites de coût et de disponibilité, pour de nombreux auteurs, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) a supplanté la scintigraphie osseuse. De plus, elle n'est pas irradiante.

L'IRM est très sensible à l'œdème ou à l'hémorragie de la moelle osseuse lors d'une fracture, ainsi qu'à l'accumulation de liquide au contact du périoste, surtout en pondération T2 avec saturation du signal de la graisse (**Figure 7**).

Les différentes lésions possibles sont :

- stade 0** : normal
- stade 1** : œdème périosté sans anomalie du signal de la médullaire osseuse
- stade 2** : œdème du périoste et de la médullaire osseuse visible seulement sur les séquences T2
- stade 3** : œdème du périoste et de la médullaire osseuse visible en séquence T2 et T1
- stade 4** : images du stade 3 + ligne de fracture visible.

Cette graduation des lésions peut permettre de prédire une durée de repos nécessaire à la consolidation osseuse.

Cependant, des images de réactions osseuses à la contrainte se voient également chez des coureurs de longue distance non symptomatiques. L'examen clinique est donc nécessaire à l'interprétation des images.

## (6) Biologie

Les marqueurs de l'inflammation (Protéine C réactive, vitesse de sédimentation, procalcitonine) sont normaux au cours des fractures de contraintes (5).

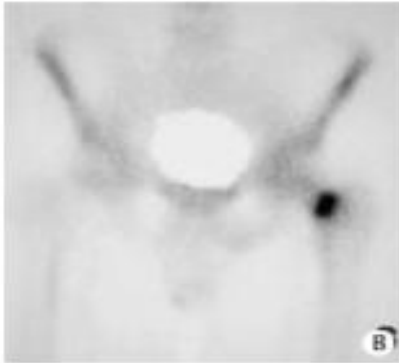
S'il est typique d'observer une élévation des télopetiques C terminaux du collagène de type I lorsque le renouvellement osseux est intense ou après une fracture, aucune modification n'a été décrite après une fracture de fatigue. En revanche, il a été montré que les patients souffrant de fracture de contrainte avait plus de propeptides N terminaux du procollagène de type 1 (P1NP) que les sujets en bonne santé (15).

En pratique, il n'existe pas pour le moment de marqueur biologique de routine permettant le diagnostic de fracture de fatigue.

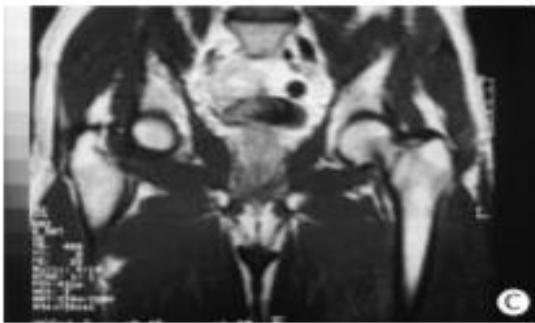


**Figure 7:** Fracture de fatigue en « compression » au bord inférieur du col fémoral.

A : radiographie initiale normale.



B : Scintigraphie osseuse : hyperfixation nette et localisée perpendiculaire au bord inférieur du col fémoral.



C : imagerie par résonance magnétique en séquence pondérée T1 : bande d'hyposignal correspondant à l'hyperfixation scintigraphique.



D : Radiographie au 15eme jour : discrète zone de condensation osseuse perpendiculaire au col fémoral.



## Seconde partie : Etude

### A. Matériel et méthode

#### 1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude transversale, observationnelle et descriptive réalisée à partir d'un questionnaire standardisé. Le questionnaire envoyé par mail ou disponible en ligne était rempli de façon anonyme par les professionnels de santé.

J'ai utilisé pour cela surveyonkey.com, un outil permettant l'élaboration d'un questionnaire, le recueil et l'analyse des données obtenues.

Un accord du CNIL a été demandé.

#### 2. Elaboration du questionnaire

Le questionnaire a été élaboré en collaboration avec mon directeur de thèse le Docteur Arnaud Depil-Duval avec l'objectif de réaliser un questionnaire simple ne prenant que 5 à 10 minutes aux médecins généralistes, afin d'optimiser le nombre de réponses.

Il comprend vingt et une questions avec une majorité de questions fermées, quelques questions semi ouvertes et une minorité de questions ouvertes (**Annexe 1**).

#### 3. Critères d'inclusion

Notre choix s'est porté sur les médecins généralistes Hauts Normands installés ; sans discrimination d'âge, de sexe ou d'activité. Les départements concernés sont donc l'Eure et la Seine maritime.

#### 4. Critères d'exclusion

Étaient exclus de l'étude les médecins n'exerçant pas en Haute Normandie ainsi que ceux n'ayant pas encore soutenus leur thèse. Toute autre spécialité médicale était exclue de l'étude, ainsi que toute autre profession.

#### 5. Recueil des données

Le questionnaire a été mis en ligne le 21 Janvier 2018 puis envoyé par mail. Le 5 Mars 2018, le recueil de données a été arrêté. Une durée de recueil de plus d'un mois et demi a permis d'optimiser le nombre de répondants, en sachant qu'une relance par mail a été faite à quinze jours du premier mail.

#### 6. Analyse des données

Le logiciel intégré à surveymonkey dans sa version 2016 a été utilisé pour l'analyse des données.

#### 7. Objectifs

L'objectif principal de cette étude était de faire un état des lieux des connaissances et des pratiques des médecins généralistes hauts normands concernant la prise en charge diagnostique des fractures de fatigue.

Les objectifs secondaires étaient de mesurer le niveau de connaissance des médecins généralistes concernant la physiopathologie de la fracture de fatigue et d'évaluer les conséquences sur la prise en charge diagnostique.

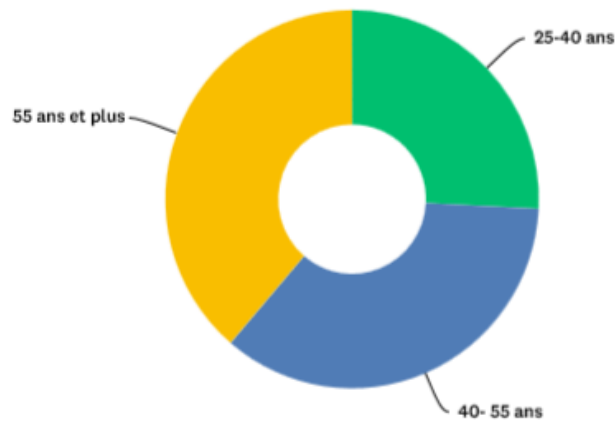
Un autre objectif secondaire était d'observer l'utilisation de l'échographie osseuse lors de cette prise en charge.

## B. Résultats

### 1. Description de l'échantillon

J'ai obtenu 62 réponses de médecins généralistes ayant pu être exploitées selon les critères d'inclusion préalablement choisis sur 150 médecins contactés par mail. Certains avaient nécessité une relance par mail à 15 jours du premier.

L'échantillon représentait 61,29% d'hommes et 38,71% de femmes.

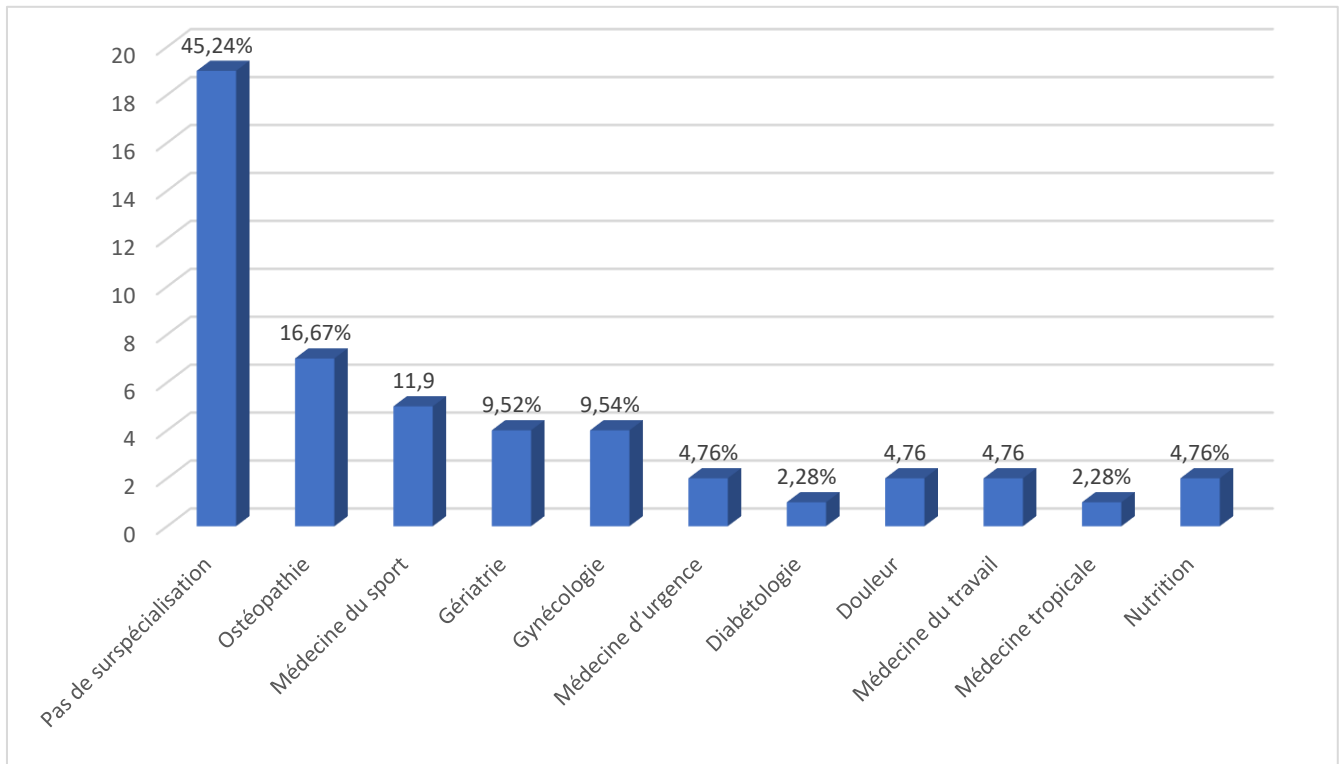


CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
25-40 ans	25,81%	16
40- 55 ans	35,48%	22
55 ans et plus	38,71%	24
TOTAL		62

**Figure 1 : Démographie de l'échantillon.**

Concernant le mode et le lieu d'exercice, l'échantillon comprenait une majorité de professionnels de santé exerçant en groupe (74, 19% se déclarent travailler en groupe versus 17,74% seul). En ce qui concerne les lieux d'exercice, les pratiques étaient assez homogènes avec tout de même une majorité des praticiens exerçant en milieu semi rural (40% de l'échantillon).

Certains des médecins généralistes interrogés avaient des formations complémentaires et certains en avaient même plusieurs (**Figure 2**).



**Figure 2 : Formations complémentaires des médecins généralistes.**

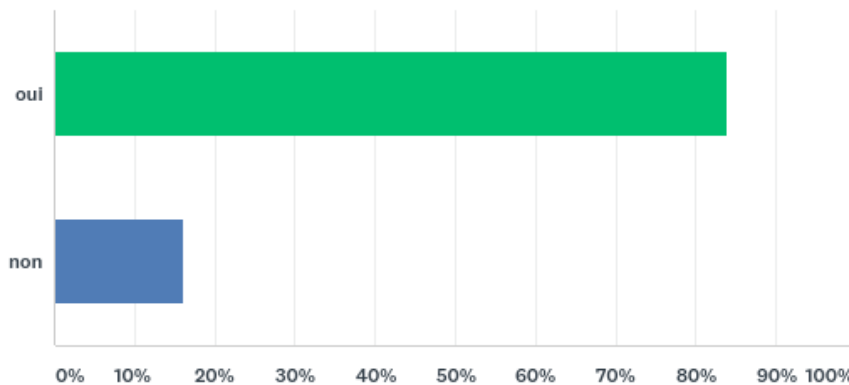
Ainsi l'ostéopathie et la médecine du sport étaient les deux principales sur-spécialités rencontrées dans l'échantillon avec une prévalence de plus de 10% chacune.

## 2. Ressentis

A la question demandant si les médecins généralistes se sentent à l'aise avec le diagnostic des fractures de fatigue (question 5 de l'annexe 1), on peut noter qu'ils sont 45,90% à répondre que non. C'est donc visiblement une pathologie trop méconnue.

Pourtant, ce résultat non négligeable n'est pas imputable à la rareté de la pathologie. En effet, la plupart des médecins généralistes ont été confronté à des patients souffrant de fractures de fatigue (**Figure 3**).

## Q6 Avez vous déjà été confronté à ce diagnostic?



**Figure 3 : Question 6 de l'Annexe 1.**

Nous avons interrogé les médecins généralistes sur leurs différentes expériences de fractures de fatigue au sein de leur pratique. Ils devaient préciser brièvement le contexte dans lequel ils ont rencontrés la fracture de fatigue et la zone touchée (question 7) .

Sur les 62 questionnaires remplis, seuls 49 médecins ont répondu à cette question mais on peut dégager plusieurs grandes tendances et mots clefs qui reviennent.

Premièrement, la notion de douleur était la plus retrouvée dans les réponses. Cette expression était employée dans 27% des cas. Bien qu'il s'agisse d'un symptôme aspécifique, une douleur chronique sans signe associée doit nous amener à s'intéresser au diagnostic de fracture de fatigue.

Puis la notion de « patient sportif » était également prédominante. En effet le mot, ou l'expression sportif revenait 20 fois dans les réponses des médecins. Il s'agissait surtout de patients pratiquant des marches prolongées, des randonnées, des trekking mais également des patients pratiquant la course à pied. De façon plus anecdotique, il y avait le cas d'une fracture de fatigue chez un planchiste, chez un jeune cuisinier ainsi que chez une femme de ménage.

Ensuite, dans l'échantillon on retrouve une majorité de femmes victimes de fracture de fatigue. En effet la notion de « patiente femme » est précisée chez 11 médecins généralistes ayant répondu à cette question. Les autres n'évoquent pas la notion de différence liée au sexe.

Enfin, il est très intéressant de regarder les réponses des médecins généralistes en ce qui concerne la localisation des fractures de fatigue qu'ils ont rencontrés. Le pied dans l'ensemble ressort dans 46 réponses sur 49. Parmi ceux qui précisent davantage, la zone métatarsienne est majoritaire à 33%. Certains autres ont été confrontés à des fractures du calcanéum ou des orteils. Les localisations en dehors du pied semblent être très minoritaires pour les médecins hauts normands. Ils sont seulement 3 répondants à avoir diagnostiqué une fracture de la crête tibiale, des fractures de côtes après une compétition de planche à voile, ou une fracture fémorale.

Lors de ces différentes expériences de fracture de fatigue, les médecins généralistes ont déclaré ressentir des difficultés de prise en charge diagnostique à 27%.

On peut retenir de ces difficultés quatre grandes idées que j'ai reformulé (de la plus évoquée à la moins évoquée par les médecins) :

- Difficultés concernant le choix des examens complémentaires
- Difficultés concernant le délai de diagnostic, notion de retard diagnostic
- Difficultés de disponibilités et de délai pour obtenir certains examens complémentaires qui seraient adaptés (exemple : scintigraphie), ce qui conduit à une modification des pratiques
- Pas de formation sur cette pathologie ce qui conduit à une prise en charge par « tâtonnement ».

### 3. Connaissances générales

#### a) Incidence

Les médecins généralistes sous estiment l'incidence de la fracture de fatigue. En effet, sur 56 répondants à la question à propos de l'incidence de la fracture de fatigue, seul 1 médecin propose une incidence supérieure ou égale à 10%. Il y a même 48% des médecins qui pensent que les fractures de fatigue représentent moins de 5% de la pathologie liée au sport.

Pour rappel, l'incidence de la fracture de fatigue va jusqu'à 30 à 40% dans la course à pied selon les auteurs.

A la question suivante : selon vous un traumatisme peut-il être à l'origine d'une fracture de fatigue, les médecins ont répondu OUI dans 52% des cas. Ce n'est pas une réponse tranchée, mais ceci montre qu'il y a une mauvaise connaissance de la physiopathologie de la fracture de fatigue. En effet l'essence même de la fracture de contrainte est de ne pas être causée par un traumatisme contrairement aux fractures dites « classiques ».

#### b) *Facteurs de risques*

Les médecins généralistes semblent avoir une bonne connaissance des facteurs de risque pouvant entraîner des fractures de fatigues.

En effet, ils ont répondu de façon significative que les propositions de la question 11 étaient bien des facteurs de risques de fracture de fatigue. On peut même faire ressortir de ces résultats un classement des facteurs de risque selon les médecins généralistes avec :

- une carence vitaminique/vitamine D à 94,64%
- un IMC bas à 88,46%
- une intoxication tabagique à 82,69%
- un chaussage neuf et inadapté à 70,37%
- le sexe féminin à 68,52%
- une intoxication alcoolique à 67,92%.

En revanche, on note toujours un flou concernant le mécanisme d'apparition de la fracture de fatigue. En effet pour 72,73% des répondants un entrainement sportif ponctuel et de haute intensité est un facteur de risque de fracture de fatigue. Ils sont 60% à penser qu'un entrainement sportif répété et basse intensité est un facteur de risque de fracture de fatigue, autant dire qu'aucune différence significative n'est faite entre les deux types d'entrainement sportif.

### *c) Localisation*

A la question 12 du questionnaire, il a été demandé aux médecins généralistes de classer un certain nombre de structures osseuses des plus fréquemment touchées par les fractures de fatigue au moins touchées. Les parties du squelette que les médecins ont eu à classer étaient les suivantes : le tibia, le calcanéum, l'os naviculaire, les métatarses, la fibula, le fémur, le pelvis et la colonne vertébrale.

Les propositions étaient données dans l'ordre du plus fréquent au moins fréquent.

Alors que le tibia est la zone la plus fréquemment atteinte de fracture de fatigue, les médecins la classe en cinquième position.

Il est également intéressant de noter que la zone des métatarsiens est classée en première position pour la grande majorité des médecins généralistes (73%) puisque selon les auteurs elle se situe bien après le tibia ou le calcanéum.

De façon très juste les médecins classent fémur, pelvis et colonne vertébrale dans le bas du tableau.

#### 4. Habitudes diagnostiques : interrogatoire

Je me suis intéressée dans cette partie de l'étude aux habitudes des médecins généralistes concernant l'interrogatoire d'un patient présentant une suspicion de fracture de fatigue. Que recherchent-ils spécifiquement ? Plusieurs propositions leur ont été faite dans cette question (question 11), ce qui oriente les réponses mais on peut tout de même dégager certains éléments notables. 54 médecins ont répondu à cette question.



Trois propositions avaient pour vocation d'interroger le patient sur une nouvelle pratique sportive dans les jours, dans les semaines ou dans les mois qui ont passé. 55,56% des médecins interrogent leur patient sur une nouvelle pratique sportive dans les semaines qui ont passé.

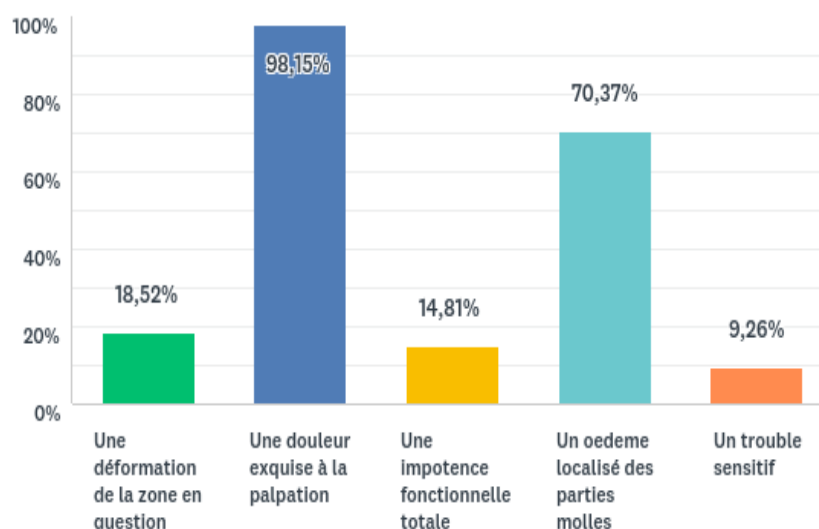
Par ailleurs, interroger le patient sur une douleur d'allure mécanique qui cède au repos est un élément de la prise en charge diagnostique pour 79,63% des médecins. Ils sont néanmoins 18,52% à rechercher une douleur d'allure inflammatoire à l'interrogatoire, peut être à la recherche d'un diagnostic différentiel ?

La notion de traumatisme récent était recherchée chez 17 des médecins soit 31,48% d'entre eux.

#### 5. Habitudes diagnostiques : examen clinique

L'examen clinique d'une fracture de fatigue est pauvre mais plusieurs éléments sont à rechercher. Il semblerait que les médecins généralistes hauts normands aient les bons réflexes concernant cet examen clinique. On s'est intéressé dans cette question à un examen clinique général sans évoquer des localisations particulières qui nécessiteraient des explorations cliniques spécifiques.

### Q15 Que recherchez vous à l'examen clinique? (plusieurs réponses possibles)



**Figure 4 : examen clinique**

Les deux éléments d'examens cliniques à rechercher absolument sont fait de façon majoritaire par les médecins à savoir :

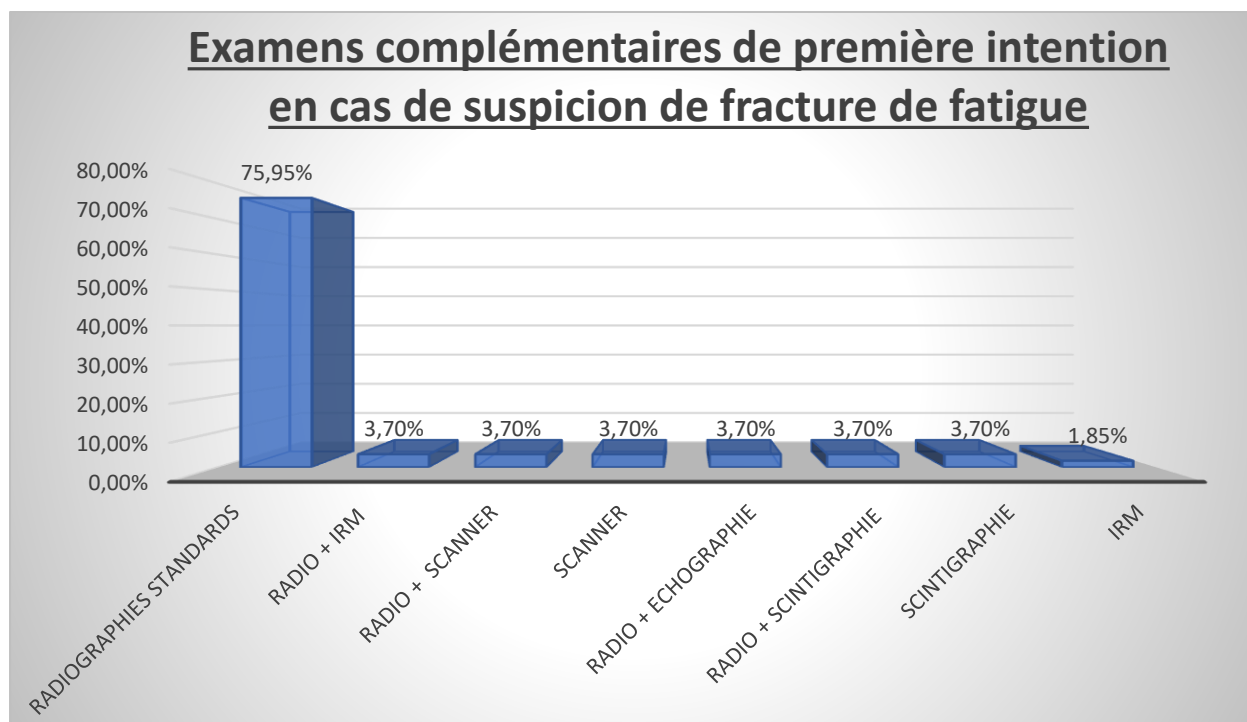
- la recherche d'une douleur exquise à la palpation
- un œdème localisé des parties molles.

#### 6. Habitudes diagnostiques : examens complémentaires

Une grosse partie de cette étude portait sur les examens complémentaires dans la fracture de fatigue. En effet, le but était d'observer les pratiques des médecins généralistes en ce qui concerne l'imagerie.

Il était demandé aux médecins de préciser par une question ouverte quel(s) examen(s) complémentaires ils feraient en première intention s'ils suspectaient une fracture de fatigue du membre inférieur.

54 médecins ont répondu à cette question. Les résultats ont été consignés dans le tableau suivant :



**Figure 5 : Examens complémentaires de première intention en cas de suspicion de fracture de fatigue.**

On peut noter que la majorité des médecins généralistes prescrivent des radiographies standards en première intention. Le reste des propositions des médecins sont toutes minoritaires et non significatives.

Nous venons de voir que les médecins prescrivent des radiographies en première intention. Il est intéressant de se pencher sur ce que pensent les médecins de la sensibilité de cet examen complémentaire à faire le diagnostic de fracture.

Dans le questionnaire on a demandé aux médecins de comparer la sensibilité de la radiographie au stade initial d'une suspicion de fracture de fatigue et à 3 semaines d'évolution.

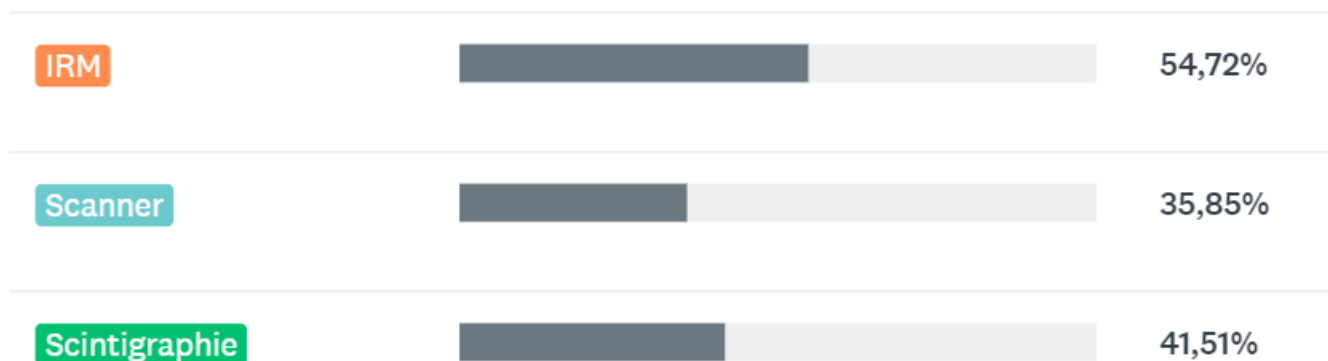
Pour rappel on peut retenir que la sensibilité d'une radiographie au stade initial est de seulement 10% et augmente à 30 % après trois semaines (12,15).

Cette étude montre que les médecins surestiment la sensibilité de la radiographie. En effet en ce qui concerne la phase initiale les médecins sont 72,22% à penser que la sensibilité de la radiographie est supérieure à 10%. Parmi eux, ils sont même 5 médecins, soit 13% à penser que la radiographie a une sensibilité supérieure à 70% à la phase initiale. A trois semaines d'évolution de la symptomatologie douloureuse, les résultats sont plus dispersés. Ils sont 60% à penser que la sensibilité de la radio est supérieure à 30% et parmi eux, quasiment la moitié pensent la radiographie sensible à plus de 70%.

Il a également été demandé dans une question ouverte aux médecins ce qu'ils prescrivaient comme examens de seconde intention (**Figure 6**). Les trois examens complémentaires prescrits étaient par ordre d'importance :

- l'imagerie par résonance magnétique (évoquée 29 fois :sur les 53 réponses obtenues à cette question)
- la scintigraphie osseuse (évoquée 22 fois sur les 53 réponses)
- le scanner (19 fois évoqué).

Certains médecins avaient précisé plusieurs de ces propositions comme examens de seconde ligne.

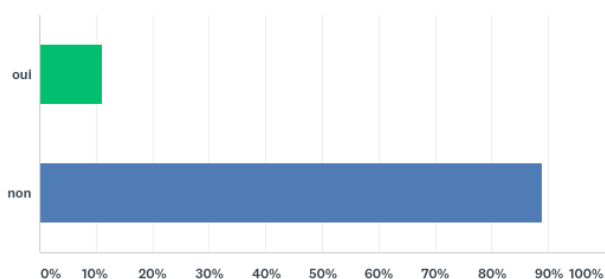


**Figure 7 : examens complémentaires de seconde intention**

Un des objectifs de cette étude étaient de montrer que l'échographie était peut-être sous utilisée dans la prise en charge diagnostique des fractures de fatigue.

Ainsi il a été demandé aux médecins s'ils connaissaient l'intérêt de l'échographie au stade précoce de la prise en charge des fractures de fatigue. Ils ont répondu à 89% qu'ils ne le connaissaient pas, ce qui est assez notable. Il en découle forcément une prescription faible d'échographie comme on peut le voir dans la figure ci-dessous.

Q20 Avez vous déjà prescrit des échographies dans le but de trouver des fractures ?



**Figure 8 : prescription d'échographie à la recherche de fracture de fatigue.**

## 7. Cas particuliers des médecins du sport

Compte tenu que les fractures de fatigue sont importantes dans la pratique sportive, il est intéressant de se pencher sur les réponses des médecins du sport.

Dans cette étude, 5 médecins ont déclaré avoir une formation complémentaire en médecine du sport.

Il s'agissait tous d'hommes qui avaient plus de 55ans. Ils exerçaient en milieu semi-rural à 60% et en groupe à 60%.

Pour la totalité, ils déclaraient se sentir à l'aise avec le diagnostic de fracture de fatigue et 4 d'entre eux ont déjà été confronté à ce diagnostic. Aucun ne s'est senti en difficulté lors de la prise en charge.

En comparaison avec la population générale de l'étude, les médecins du sport ont une meilleure connaissance des mécanismes en cause dans la fracture de fatigue. En effet, ils pensent à 80% qu'un traumatisme ne peut pas être à l'origine d'une fracture de fatigue. Ils ne cherchent pas de traumatisme récent à l'interrogatoire.

Ils cherchent à 60% une douleur d'allure mécanique qui cède au repos et dans 20% une douleur plutôt d'allure inflammatoire.

A l'examen clinique, ils recherchent à 80% une douleur exquise à la palpation et à 40% un œdème localisé des parties molles. Aucun d'entre eux ne cherchent une déformation de la zone en question ni de trouble sensitif.

Concernant les examens complémentaires de première intention, chez les médecins du sport, on peut noter qu'ils réalisent :

- Radiographies standards à 40%
- Scintigraphie osseuse à 40%
- Scanner à 20%.

En effet, les médecins généralistes formés à la médecine du sport semblent se tourner plus facilement vers la scintigraphie osseuse que les autres médecins, et ce dès la première suspicion diagnostique. Ceci peut être expliqué par le fait qu'ils sont 60% à penser que la sensibilité de la radiographie au stade initial est de moins de 10%.

Concernant l'échographie, seul un médecin déclarait connaître l'intérêt de cet examen dans le diagnostic précoce des fractures de fatigue. Aucun d'entre eux n'ont prescrit d'échographie dans ce but.

Concernant les examens complémentaires de seconde ligne ; les médecins du sport se tournent à 75% vers l'imagerie par résonance magnétique et à 25% vers le scanner.

#### 8. Cas particuliers des médecins ostéopathes

Compte tenu de leur connaissance dans la physiopathologie osseuse, et dans la traumatologie, il était intéressant de se pencher sur les réponses des médecins ostéopathes.

Dans cette étude, 8 médecins ont déclaré avoir une formation complémentaire en ostéopathie. Ils étaient 5 hommes et 3 femmes, de plus de 55 ans pour 71,43% des praticiens.

43% des médecins ne se sentaient pas à l'aise avec le diagnostic de fracture de fatigue et pourtant ils avaient tous déjà été confronté à ce diagnostic. Il s'agissait exclusivement de localisation en regard du pied et de l'avant pied. Deux praticiens se sont sentis en difficulté dans cette prise en charge diagnostique : dans un cas la radiologie était normale et dans l'autre il n'y avait pas de réel facteur déclenchant retrouvé.

A l'interrogatoire, la notion de douleur mécanique qui cède au repos est recherchée par tous les praticiens. En revanche, ils étaient 57,14% à chercher la notion d'une nouvelle pratique sportive dans les jours qui ont passé.

A l'examen clinique, les médecins ostéopathes recherchent tous une douleur exquise à la palpation et 6 d'entre eux cherchent un œdème localisé des parties molles.

Ils étaient 7 à penser que la localisation métatarsienne est la première en fréquence. Ils classaient ensuite la fibula et le calcanéum en deuxième et troisième position.

Concernant les examens complémentaires de première intention prescrits par les médecins ostéopathes, ils étaient 86% à prescrire des radiographies standards. Un des médecins a répondu qu'il aurait prescrit une scintigraphie osseuse.

En ce qui concerne l'échographie, ils déclaraient ne pas connaître son intérêt dans le diagnostic précoce des fractures de fatigue à 71%. Ainsi, ils n'étaient que 2 à en avoir déjà prescrit à la recherche d'éléments en faveur de ce diagnostic.

Enfin, pour les examens de seconde intention, les ostéopathes prescrivaient majoritairement une IRM (à 71,43%), puis une scintigraphie osseuse (à 42,86%), puis un scanner (à 14,29%).

## C. Discussion

### 1. Principaux résultats et discussion

L'objectif principal de cette étude était de faire un état des lieux des connaissances et des pratiques concernant la prise en charge diagnostique des médecins généralistes à propos de la fracture de fatigue.

On peut retenir de ces résultats plusieurs grandes idées. Tout d'abord, il semblerait que les médecins généralistes sous estiment l'incidence des fractures de fatigue. Ils pensent que c'est une pathologie du grand sportif et qu'elle est marginale.

Ils méconnaissent le mécanisme d'apparition de la fracture de fatigue et la moitié des praticiens pensent qu'elle survient après un traumatisme. En revanche, les médecins généralistes conduisent des interrogatoires permettant d'identifier correctement les facteurs de risque menant à l'apparition des fractures de fatigue. Ils méconnaissent certaines formes topographiques de la fracture de fatigue notamment l'atteinte tibiale, qui est pourtant la plus fréquente.

Cette étude a permis de mettre en évidence que les médecins généralistes ne connaissent pas l'intérêt de l'échographie dans la prise en charge diagnostique précoce des fractures superficielles. Ils ne l'utilisent pas, alors que c'est un examen facile d'accès, peu coûteux et non irradiant. Ils utilisent la radiographie standard, qui est un examen utile et peu coûteux mais qui trop précocement, et utilisé seul, est d'un intérêt faible.

Il existe une nuance chez les médecins du sport qui prescrivent plus facilement d'emblée une scintigraphie osseuse au lieu d'une radiographie standard. Ils ont probablement des patients chez qui le diagnostic doit être fait de façon plus précoce. Ils ont une meilleure connaissance de la pathologie en elle-même, notamment des facteurs de survenue de celle-ci.

En ce qui concerne les examens complémentaires, l'attitude clinique des médecins n'est pas basée uniquement sur une démarche purement médicale. En effet, les difficultés d'accès à certains examens complémentaires semblent influencer fortement sur les examens



choisis et donc sur la rapidité du diagnostic. Ainsi dans l'Eure, les patients ont des difficultés pour obtenir une scintigraphie osseuse et se dirigent plutôt vers des grands centres notamment en Seine Maritime pour bénéficier d'une scintigraphie osseuse. Ceci peut constituer un frein dans la prise en charge.

Ces constatations générales ne sont pas étonnantes dans la mesure où la fracture de fatigue est peu étudiée en médecine générale et il n'existe pas de recommandations ni de consensus concernant la prise en charge diagnostique.

D'autre part, dans la littérature, il existe peu d'étude sur la prise en charge diagnostique de la fracture de fatigue dans la population générale, il s'agit surtout de littérature militaire ou sportive.

Enfin, il existe peu de ressources disponibles pour que le médecin généraliste puisse se former sur cette pathologie (notamment sur internet).

## 2. Forces et Limites de l'étude

Ce travail de thèse représente une étude unique par rapport à la littérature.

Concernant la méthodologie de cette étude : les médecins interrogés exerçaient dans toute la Haute Normandie, autant en milieu rural, qu'urbain ce qui pourrait s'apparenter à une étude multicentrique.

En revanche, dans cette étude, l'échantillon de médecin interrogés n'était peut-être pas représentatif de la population générale de médecin généraliste car beaucoup des répondants avaient une qualification en ostéopathie et/ou médecine du sport, ce qui constitue un biais de sélection. Pour essayer de contrebalancer ce biais, j'ai étudié les résultats de tout l'échantillon, puis de l'échantillon de médecins ostéopathes ainsi que des médecins du sport.

D'autre part, s'agissant d'auto-déclaration, une thèse de ce style n'est pas à l'abri d'un biais de déclaration.

En ce qui concerne la partie statistique, il s'agit d'une étude descriptive. L'échantillon ne permettait pas de faire une réelle analyse statistique des médecins Hauts Normands puisque l'analyse des résultats a pu être faite sur seulement 62 médecins généralistes.

Etant une étude n'ayant jamais été réalisée auparavant, cela manque de points de comparaison suffisamment forts dans la littérature.

### 3. Comparaison à la littérature

Il est clair que de poser un diagnostic de fracture de fatigue n'est pas forcément chose aisée. Le doute est omniprésent et ce tout le long de la prise en charge. Dans un but d'affinement de la démarche diagnostique, Doury a établi en 1984 une liste de critères de diagnostic.

Les 5 critères d'inclusion sont :

- Antécédents récents d'une activité ou d'efforts physiques intenses, inhabituels, répétés.
- Douleurs sur un ou plusieurs os : lors de l'activité physique, même modérée (station debout, marche, mouvements) ; lors de l'effort pourtant sur la ou les régions qui ont été surmenées, cédant ou diminuant au repos
- Points douloureux électifs à la palpation d'un ou plusieurs os
- Hyperfixation osseuse isotopique, unique ou multiple à la scintigraphie
- Absence d'anomalies visibles sur les radiographies, même tardives (à savoir apposition périostée ou ligne de condensation).

Les critères d'exclusion sont :

- Présence d'une affection osseuse d'origine : traumatique, inflammatoire, infectieux, tumorale, métabolique ou dystrophique.

Selon Doury le diagnostic est certain si 4 des critères d'inclusion sont présents, probable si 3 des critères sont présents, possible si 2 des critères sont présents, à condition qu'il n'existe aucun critère d'exclusion.

Les critères diagnostiques de Doury permettent de combiner interrogatoire, examen clinique et imagerie. Ils ont pour vocation de standardiser la pose de ce diagnostic. Cependant, vieux de plus de trente ans, il nécessiterait une mise à jour, compte tenu des progrès en imagerie ; ce qui pourrait faire l'objet d'une autre étude.

Par ailleurs dans la littérature, Le Bleu a proposé un algorithme de prise en charge diagnostique que l'on peut retrouver en **Annexe 3**. Il s'agit d'un travail bien plus récent que celui de Doury car l'article dont il est issu fut publié en 2015

Cet algorithme guide la prescription d'imagerie et différencie un patient pour lequel un diagnostic précoce est essentiel (ex : sportif de haut niveau) d'un patient « classique ». L'enjeu n'est en effet pas le même. Effectivement, pour un patient lambda, les examens complémentaires de seconde intention sont repoussés lorsque les premiers examens (échographie et radiographie) sont négatifs. En effet, l'auteur part du principe qu'il faut mettre en œuvre la thérapeutique d'emblée et refaire les examens à trois semaines d'évolution, lorsque l'on peut se permettre d'attendre.

Il reconsidère la place de l'échographie pour les localisations superficielles. Il précise néanmoins qu'il faudrait conforter ces données par l'appui d'autres études. D'ailleurs, il propose en première intention soit une échographie soit une radiologie, ce qui me semble un peu léger pour éliminer les diagnostics différentiels notamment (tumeurs osseuses par exemple). D'autres auteurs préconisent l'utilisation du couple échographie et radiographie (26).

Dans cet algorithme, on peut voir que l'avis d'un spécialiste intervient très tard dans la prise en charge diagnostique ce qui renforce encore l'idée que le médecin généraliste a un rôle majeur dans cette prise en charge et qu'il ne peut pas ignorer cette pathologie.

#### 4. Perspectives d'amélioration

Améliorer les connaissances des médecins généralistes sur la physiopathologie de la fracture de fatigue, sur ses mécanismes d'apparition et sur la prise en charge diagnostique permettrait une prise en charge thérapeutique plus précoce. Cela limiterait probablement la multiplication des consultations, l'errance médicale, et les complications d'un diagnostic posé trop tardivement.

On pourrait envisager des sessions de formations par d'autres professionnels de santé qui seraient davantage confrontés à cette pathologie comme les médecins du sport, (notamment par l'institut régional de médecine du sport situé à Bois Guillaume (76)), ou par certains chirurgiens orthopédiques. Ces formations rentreraient dans une démarche de formation continue des médecins généralistes.

Une meilleure connaissance des techniques d'imageries permettrait également de mieux guider les prescriptions radiologiques. Il ne s'agit pas d'exiger des médecins généralistes une compétence de radiologues confirmés mais cela permettrait de mieux préciser l'hypothèse diagnostique ainsi que les lésions attendues. On pourrait même imaginer que les médecins généralistes soient formés à l'échographie ostéotendineuses, et qui pourraient réaliser pour les localisations superficielles des clichés ultra-précoces directement au cabinet.

D'autre part, l'accès à certains examens d'imagerie comme les IRM devrait être plus simple à l'avenir car les différents établissements de soins, tout comme les cabinets privés, se munissent progressivement de ces coûteux appareils.

L'élaboration de documents de références et d'un guide de prise en charge diagnostique pourrait faire l'objet d'une étude ultérieure. Cela harmoniserait les pratiques.

De par la lecture de la littérature scientifique et de par cette étude, j'ai établi quelques propositions de prise en charge diagnostique pour les fractures de fatigue. Ces propositions sont, bien entendu, une ébauche de travail qui nécessiterait une étude ultérieure et qui pourrait être le point de départ d'un autre travail.

Une suspicion de fracture de fatigue est présente si la plupart des éléments d'interrogatoire ci-dessous sont présents :

- Absence de traumatisme
- Douleur d'allure mécanique qui cède au repos initialement
- La présence de facteurs de risque comme : sexe féminin, chaussage neuf ou inadapté, faible poids corporel, tabagisme
- Une pratique sportive inhabituelle dans les semaines qui ont précédées.

L'examen clinique est pauvre mais la suspicion diagnostique est plus forte avec les éléments d'examen clinique suivants :

- Douleur exquise à la palpation
- Présence d'un œdème localisé des parties molles.

Devant un patient suspect de fracture de fatigue (interrogatoire et examen clinique), concernant les examens complémentaires :

- si localisation superficielle : pratiquer d'emblée un couple échographie et radiographie dès la suspicion diagnostique, en précisant l'hypothèse diagnostique. Une localisation dite superficielle regroupe tout ce qui concerne le pied, le tibia, la clavicule, etc. Les radiographies doivent comporter au moins deux incidences.

- si localisation profonde : faire pratiquer une radiographie seule en première intention. Il peut s'agir du fémur, du rachis, du bassin, etc. Le but étant, soit de confirmer des lésions compatibles avec une fracture de fatigue, et surtout d'éliminer un diagnostic différentiel.

Ces examens de première intention doivent être obtenus rapidement (délai de quelques jours maximum). Dans l'attente des résultats, un traitement par repos et antalgiques simples devra être mis en place. Les études suggèrent un repos non strict, avec un respect de la douleur mais un maintien de la condition physique.

La prise en charge diagnostique qui va découler dépendra de deux éléments : les résultats des examens complémentaires de première intention et si le patient est un sportif dont l'aptitude physique doit être maintenue.

Si les examens de première intention sont positifs ET que le patient est sportif, on peut se permettre de temporiser les examens de seconde intention. En effet le diagnostic est posé. Si après quelques semaines de repos les symptômes persistent, on demande une imagerie de seconde ligne par IRM ou à défaut scintigraphie (en fonction disponibilité, délais, et contrindications éventuelles) pour préciser les lésions et envisager une durée de traitement. L'avis d'un spécialiste peut intervenir à cette étape.

Si les examens de première intention sont positifs ET que le patient n'est pas sportif, on met en route un traitement médical simple (repos et antalgiques) et on contrôle par une radiographie simple à trois semaines ou un mois environ.

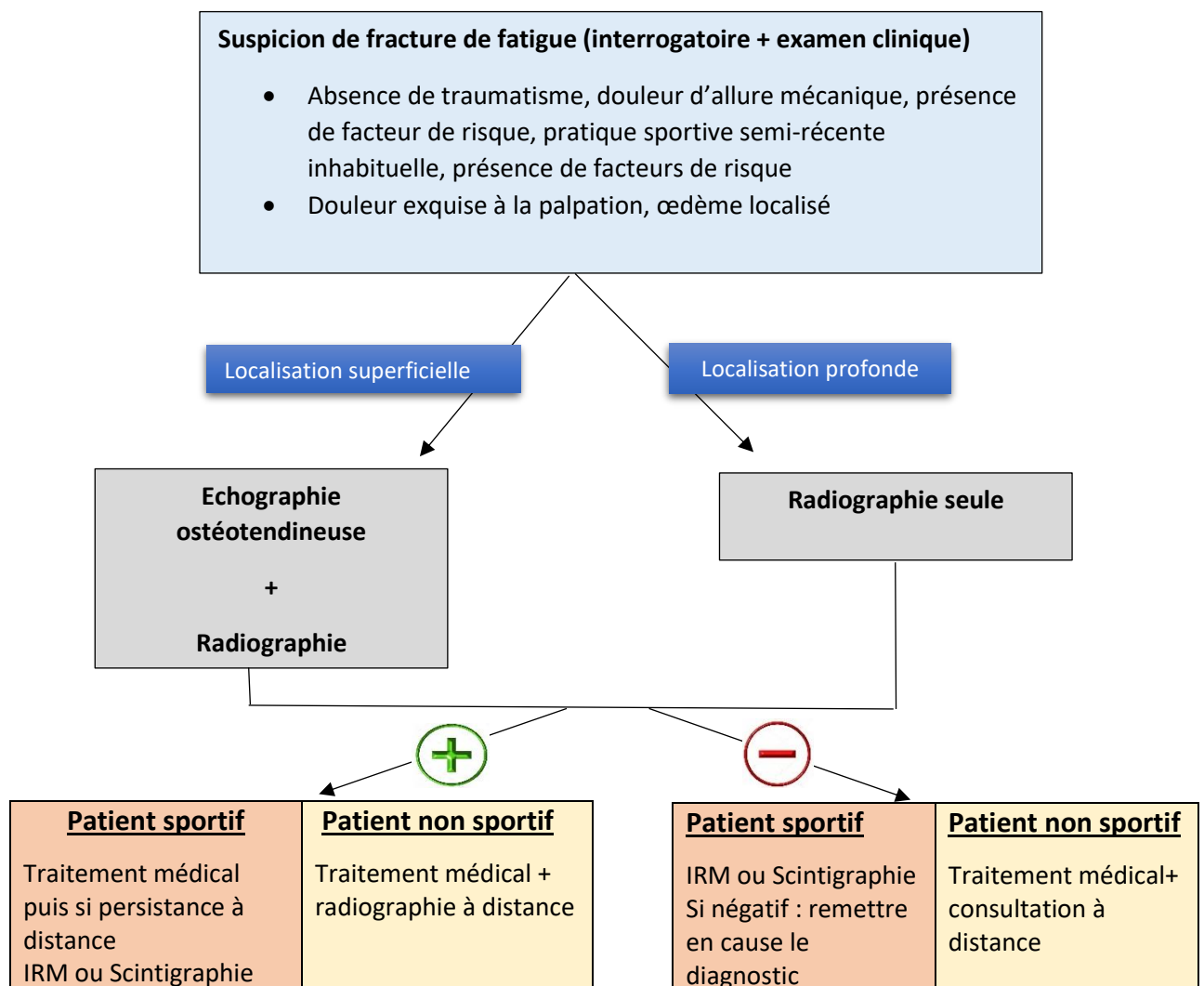
Si les examens de première intention sont négatifs ET que le patient est sportif, il faut éliminer malgré tout le diagnostic de fracture de fatigue. En effet, astreindre un sportif de haut niveau à un repos forcé s'il n'y a pas de fracture de fatigue n'est pas envisageable. Il faut donc immédiatement demander les examens de seconde intention.

Si les examens de première intention sont négatifs ET que le patient n'est pas sportif, on met en place un repos seul et on revoit le patient à un mois. Si la douleur est toujours présente, on peut refaire les examens de première intention.

Si tous les examens de première et de seconde intention sont négatifs, remettre en cause le diagnostic.

Le médecin généraliste doit également avoir un rôle de conseil sur le patient, concernant notamment la correction des facteurs de risque.

Ces éléments de prise en charge sont résumés dans le schéma suivant :



Ces propositions doivent être revues afin d'affiner la prise en charge diagnostique. En effet, ce schéma manque de précision en ce qui concerne les différentes localisations de la fracture de fatigue. Une étude prospective à plus grande échelle pourrait permettre de moduler et de proposer un algorithme de prise en charge.

Depuis le début de ce travail, commencé en 2017, de nombreuses études ont vu le jour sur ce sujet, et de nombreux articles, dans la littérature médicale, sportive comme dans les revues non médicales à visées du grand public. En effet tous les sites de santé (doctoclic, allodocteur, doctissimo, etc.) y ont récemment publié leur article Il semblerait qu'il s'agisse d'une pathologie de plus en plus « médiatique ».

## Conclusion

Loin d'être une pathologie marginale et réservée à une population d'ultra sportifs, la fracture de fatigue est une pathologie en plein essor. Le médecin généraliste a un rôle majeur dans la prise en charge diagnostique de cette pathologie. Dans la plupart des cas, il peut être totalement autonome dans la prise en charge, sans avoir recours à d'autres spécialités médicales.

Face une à diversité d'examens complémentaires disponibles, il est primordial d'en connaître les avantages et les spécificités. L'échographie précoce doit être un des outils préférés du médecin généraliste. L'IRM ou la scintigraphie viennent ensuite.



# Bibliographie

1. Thomas T, Martin A, Lafage-Proust M. Physiologie du tissu osseux. 2008;17.
2. Prouteau S, Benhamou C-L, Courteix D. La fracture de fatigue : facteurs de risque et perspectives d'identification. *Science & Sports* 2005; 20(2):59-64
3. Bousson V, Wybier M, Petrover D, et al. Les fractures de contrainte. *Journal de radiologie* 2001. 92(3):188-207
4. C. Lebleu, A. Buzens, al. Stratégies diagnostique et thérapeutique des fractures de fatigue: à propos de trois observations et mini revue de la littérature. *Médecine Armées*. 2015;43(5):436-46.
5. Marcelli C, Lafage-Proust M-H. Physiologie et pathologie de l'adaptation de l'os à l'effort : douleurs osseuses d'effort et fractures de contrainte. Elsevier Masson. *Podologie*. 27-100-A-74
6. Gervaise A., Naulet P, Pernin M. Intérêt de l'imagerie dans le diagnostic des fractures de fatigue du militaire. *Médecine Armées*. 2008;36(4):353-8.
7. Changstrom BG, Brou L, Khodae M, et al. Epidemiology of stress fracture injuries among US High school athletes, 2005-2006 through 2012-2013. *Sports Med*. 2015;26-33.
8. Rodineau J. Fracture de fatigue de la 1 re côte chez un danseur de ballet. *Journal de Traumatologie du Sport*. 2015. 32(3): 137-142
9. Iwamoto J, Takeda T. Stress fractures in athletes: review of 196 cases. *J Orthop Sci*. mai 2003;8(3):273-8.
10. Bennell K, Matheson G, Meeuwisse W, Brukner P. Risk factors for stress fractures. *Sports Med*. 1999;91-122.
11. Schneiders AG, Sullivan SJ, Hendrick PA, Hones BDGM, McMaster AR, Sugden BA, et al. The ability of clinical tests to diagnose stress fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. sept 2012;42(9):760-71.

12. Patel DS, Roth M, Kapil N. Stress fractures: diagnosis, treatment, and prevention. *Am Fam Physician*. 1 janv 2011;83(1):39-46.
13. Banal F, Gervaise A, Glanowski C, Imbert I, Lechevalier D. Fractures de fatigue du pied et de la cheville. *Elsevier Masson Podologie*.2017. 27-100-A-75
14. Amoako, Abid, Shadiack. Ultrasound-Diagnosed Tibia Stress Fracture: A Case Report. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord*. 2017;10:1-3.
15. Saunier J, Chapurlat R. Les fractures de contrainte chez le sportif. *Revue du rhumatisme-sous presse*. 2017
16. Pegrum J, Dixit V, Padhiar N, Nugent I. The pathophysiology, diagnosis, and management of foot stress fractures. *Phys Sportsmed*. nov 2014;42(4):87-99.
17. Miller T, Kaeding CC, Flanigan D. The classification systems of stress fractures: a systematic review. *Phys Sportsmed*. févr 2011;39(1):93-100.
18. Moreira CA, Bilezikian JP. Stress Fractures: Concepts and Therapeutics. *J Clin Endocrinol Metab*. 1 févr 2017;102(2):525-34.
19. Behrens S. Stress fractures of the pelvis and legs in athletes: a review. *Sports Helth*. 2012;6(2):165-74.
20. Gastaldi R, Pailhé R. Présentation clinique trompeuse d'une fracture de fatigue du col fémoral chez un marathonien : une cruralgie qui n'en était pas une. *Journal de Traumatologie du Sport*. 2017.34(2):119-121
21. Bouabid S, Zaddoug O, Chaffry B, Benchebba D, Bousselmame N, Chagar B. Les fractures de fatigue de l'extrémité distale de la fibula. À propos de trois cas avec revue de la littérature. *Médecine Chir Pied*. 1 mars 2013;29(1):23-6.
22. Banal F, Etchepare F, Rouhier B, Rosenberg C, Foltz V, Rozenberg S, et al. Intérêt de l'échographie ostéo-articulaire dans le diagnostic précoce de fracture de contrainte métatarsienne. *Médecine Chir Pied*. 1 août 2007;23(2):56-60.

23. Boutry V. Impact du délai diagnostique dans la guérison des fractures de fatigue Thèse d'exercice. Université de Lille; 2017. Disponible sur: <http://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/f012c852-aff0-45ad-b9c0-5c70d68571fc>
24. Wall J, Feller JF. Imaging of Stress Fractures in Runners. Clin Sports Med. oct 2006;25(4):781-802.
25. Sofka Carolyn M, MD. Imaging of stress fractures. Clin Sports Med. 2006;53\_62.
26. Brasseur J-L. Apport de l'échographie dans l'exploration du pied et de la cheville. Elsevier Masson Podologie 2017. 27-040-A-15
27. Lafforgue P. Fractures de contrainte (fractures de fatigue et fractures par insuffisance osseuse). Elsevier Masson Appareil Locomoteur 2013. 15-905-A-10
28. Pinheiro J. Fracture de fatigue du col fémoral : intérêt d'un diagnostic précoce. Journal de Traumatologie du Sport. 2015.32(1):29-33
29. Wright AA, Hegedus EJ, Lenchik L, Kuhn KJ, Santiago L, Smoliga JM. Diagnostic Accuracy of Various Imaging Modalities for Suspected Lower Extremity Stress Fractures: A Systematic Review With Evidence-Based Recommendations for Clinical Practice. Am J Sports Med. janv 2016;44(1):255-63.
30. Zaidane A, Elandaloussi Y, Azagui Y, Bennani F-R, Haddoun A-R, Ouarab M. Fracture de fatigue du naviculaire tarsien compliquée d'une pseudarthrose : à propos d'un cas. Médecine Chir Pied. 1 sept 2011;27(3):74.

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE :

Les Fractures de fatigue : Connaissances, difficultés et habitudes diagnostiques des médecins généralistes Hauts Normands

1 Vous êtes

- un homme  
 une femme

2 Vous avez entre :

- 25-40 ans  
 40- 55 ans  
 55 ans et plus

3 Vous exercez :

- seul  
 en groupe  
 milieu rural  
 milieu semi-rural  
 milieu urbain

4 Avez vous une formation complémentaire à la médecine générale?

Exemples: médecine du sport, ostéopathie, médecine du travail...

5 Vous sentez vous à l'aise avec le diagnostic des fractures de fatigue?

- oui  
 non  
 je ne connais pas cette pathologie

6 Avez vous déjà été confronté à ce diagnostic?

- oui
- non

7 Pouvez vous précisez brièvement le contexte de votre expérience de fracture de fatigue et la zone touchée ?

8 Vous êtes vous senti en difficulté lors de cette prise en charge diagnostique ?

- oui
- non

Si oui veuillez préciser

9 Selon vous quelle est l'incidence de la fracture de fatigue dans les pathologies de la pratique sportive?

- 0 à 5%
- 5 à 10%
- 10% et plus

10 et plus particulièrement dans les pathologies de la course à pied?

- 0 à 10%
- 10 à 20%
- 20 à 30%
- 30 à 40%
- 40% et plus

11 Selon vous, lesquelles de ces propositions peuvent être des facteurs de risque de fracture de fatigue...

	VRAI	FAUX
Sexe féminin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tabac	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alcool	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Origine africaine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IMC bas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carence vitamine D/calcium	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entraînement sportif ponctuel et haute intensité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entraînement sportif basse intensité et répété	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chaussage neuf ou inadapté	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12 Selon vous, quelles sont les zones les plus touchées par les fractures de fatigue?  
Classez

⋮	<input type="text"/>	Tibia
⋮	<input type="text"/>	Calcaneum
⋮	<input type="text"/>	Os naviculaire
⋮	<input type="text"/>	Métatarse
⋮	<input type="text"/>	Fibula
⋮	<input type="text"/>	Fémur
⋮	<input type="text"/>	Pelvis
⋮	<input type="text"/>	Colonne vertébrale

13 Selon vous un traumatisme peut il être à l'origine d'une fracture de fatigue?

- oui  
 non

## interrogatoire et examen clinique

14

Que recherchez vous à l'interrogatoire lorsque vous suspectez une fracture de fatigue?  
(plusieurs réponses possibles)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Pratique sportive inhabituelle <b>dans les jours</b> qui une | <input type="checkbox"/> douleur d'allure mécanique qui cède au repos ont |
| passé une douleur d'allure inflammatoire  |   |
| <input type="checkbox"/> Pratique sportive inhabituelle <b>dans les semaines</b> une  | <input type="checkbox"/> notion de traumatisme récent qui                 |
| ont passé   |   |
| <input type="checkbox"/> pratiques sportive inhabituelle <b>dans les mois</b> qui ont | <input type="checkbox"/>  |
| passé   |   |

15

Que recherchez vous à l'examen clinique? (plusieurs réponses possibles)

- Une déformation de la zone en question
- Une douleur exquise à la palpation
- Une impotence fonctionnelle totale
- Un oedeme localisé en regard des parties molles
- Un trouble sensitif

### Examens complémentaires

16

Vous suspectez une fracture de fatigue du membre inférieur. Quel(s) examen(s) complémentaire(s) demandez-vous ou demanderiez vous **en première intention**?

17 Selon vous quelle est la sensibilité d'une radiographie au **stade initial** d'une fracture de fatigue ?

- entre 0 et 10 %
- entre 10 et 30%
- entre 30 et 70%
- 70 % et plus

18 ...et à **3 semaines** du début des symptômes ?

- entre 0 et 10%
- entre 10 et 30%
- entre 30 et 70%
- 70% et plus

19 Connaissez vous l'intérêt de l'échographie précoce dans le diagnostic des fractures de fatigue ?

- oui
- non

20 Avez vous déjà prescrit des échographies dans le but de trouver des fractures ?

- oui
- non

21 Pensez-vous à d'autres examens complémentaires de **seconde intention** ? et si oui, lesquels?



## ANNEXE 2 : Tests cliniques



**-Fulcrum test** utilisé pour le diagnostic des fractures du col fémoral. La décoaptation de la tête fémorale en plaçant l'avant-bras sous le tiers supérieur de la cuisse et en appuyant sur la jambe homolatérale occasionne la douleur habituelle du patient.

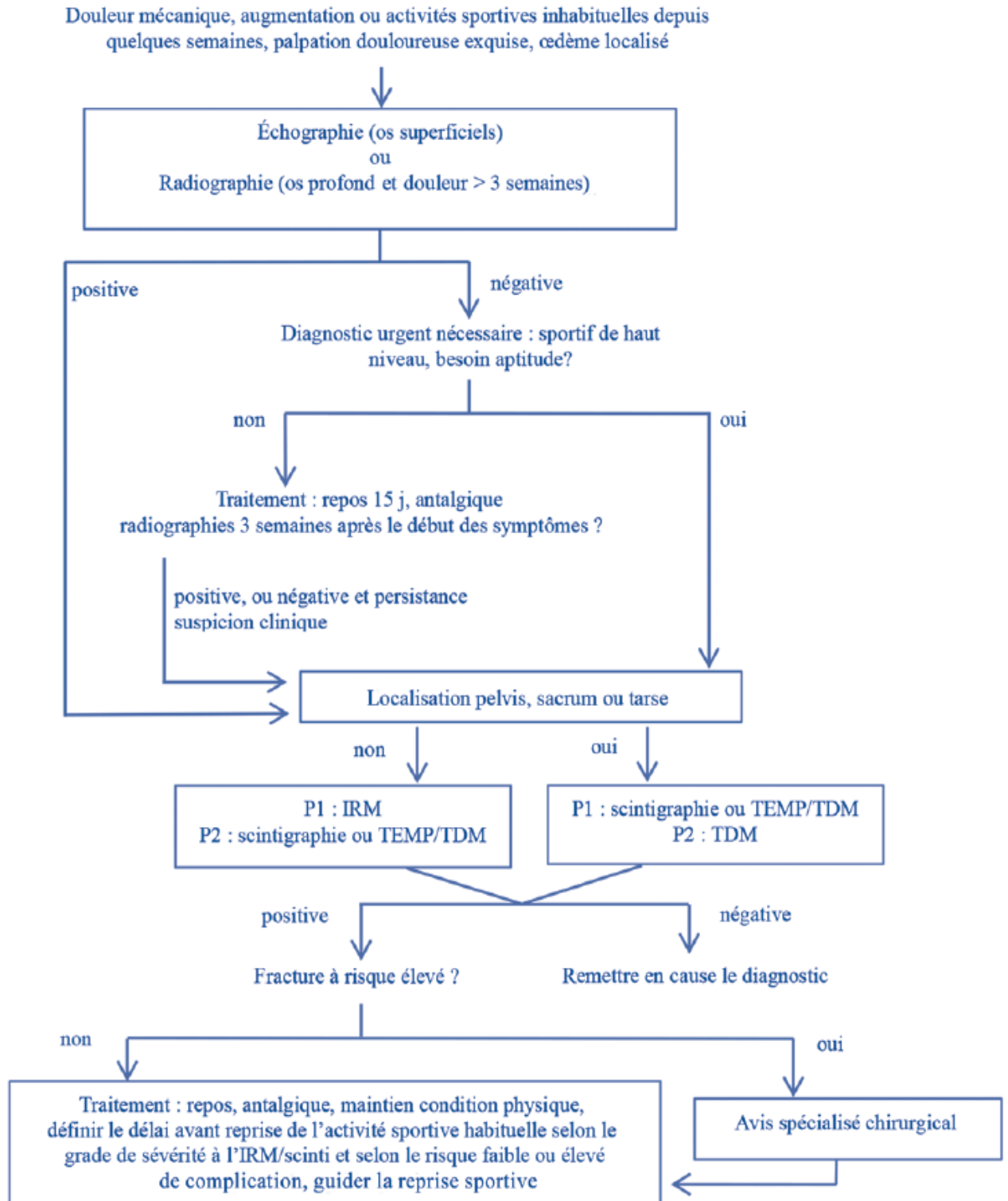


**-Faber test** utilisé pour le diagnostic des fractures du sacrum. Hanche correspondante en flexion-abduction-rotation externe, pied posé sur le genou controlatéral, l'application d'une pression sur le genou homolatéral entraîne la même douleur élective ressentie par le patient.



**-L'épreuve du diapason ou tuning fork test** : douleur localisée induite par l'application d'un diapason sur la zone suspecte

Annexe 3 : stratégie diagnostique et thérapeutique de prise en charge d'une fracture de fatigue



**Martory Justine**

**Les fractures de fatigue : connaissances, habitudes diagnostiques et difficultés des médecins généralistes Haut Normands**

---

**RESUME**

Introduction : L'incidence de la fracture de fatigue augmente, du fait de la démocratisation de la pratique sportive dans la population générale et du développement des techniques d'imagerie. Elle n'est plus réservée aux militaires ni aux grands sportifs. Non diagnostiquée à temps, elle entraîne de multiples complications, consultations à répétitions et arrêts de travail multiples ; c'est ainsi un véritable enjeu de santé publique.

Méthode : Il s'agit d'une étude transversale observationnelle et descriptive réalisée à partir d'un questionnaire informatisé de 21 questions transmis aux médecins généralistes hauts normands via surveymonkey. L'objectif était de faire un état des lieux des connaissances des médecins concernant cette maladie, et d'étudier leur prise en charge diagnostique.

Résultats : 62 réponses de médecins généralistes ont pu être exploitées. Ils sont 9 praticiens sur 10 à déjà avoir rencontré la fracture de fatigue dans leur pratique. Pourtant, ils sont 46% à ne pas se sentir à l'aise lors de la prise en charge. Ils sous estiment la pathologie (incidence inférieure à 10% selon eux) et on note une méconnaissance de la physiopathologie. 52% pensent qu'une fracture de fatigue est le fruit d'un traumatisme aigu. Concernant les examens complémentaires de première intention, ils prescrivent à 76% une radiographie seule. En seconde intention, l'IRM est réalisée à 55%, le scanner à 41% et la scintigraphie à 36%. La prescription d'échographie osseuse est marginale : moins de 10% des médecins interrogés ont déjà prescrit une échographie à la recherche d'une fracture.

Conclusion : Les médecins généralistes méconnaissent la physiologie de la fracture de contrainte. Il en découle une prise en charge diagnostique retardée, réalisée de façon approximative. Proposer des formations aux médecins généralistes et/ou des documents de référence permettrait de limiter les retards de prise en charge, les examens paracliniques non adaptés et les complications associées.

---

**MOTS CLES : Fracture de fatigue – physiologie osseuse - médecine générale – échographie osseuse**

---

**JURY**

Président : Benoit Veber, Professeur

Membres : Luc-Marie Joly, Professeur

Fabrice Duparc, Professeur

Arnaud Depil-Duval, Docteur

**DATE DE SOUTENANCE : 13 septembre 2018**