



UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2017

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

Impact du délai diagnostique dans la guérison des fractures de fatigue.

Présentée et soutenue publiquement le 28/02/2017 à 18h00
Au Pôle Formation
Par Victor BOUTRY

JURY

Président :

Monsieur le Professeur André THEVENON

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Julien GIRARD

Monsieur le Docteur Vincent TIFFREAU

Monsieur le Docteur Christian CAPIOD

Directeur de Thèse :

Monsieur le Professeur Julien GIRARD

Liste des abréviations

CHRU	Centre Hospitalier Régionale et Universitaire.
IMC	Indice de Masse Corporel
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
BMU	Basal Multicellular Unit
PACS	Système d'Archive et de Partage des Images

Table des matières

Résumé.....	1
Introduction.....	2
I. Généralités sur le tissu osseux.....	2
A. Le tissu osseux	2
1. Architecture du tissu osseux	2
2. Composition du tissu osseux	3
a) Les cellules ostéoblastiques (ou ostéoblastes)	3
b) Les cellules ostéoclastiques (ou ostéoclastes).....	4
c) La matrice osseuse (ou tissu ostéoïde)	4
3. Rôle du tissu osseux	5
B. Le remodelage osseux.....	5
1. Les fonctions du remodelage osseux.....	5
2. Les facteurs influençant le remodelage osseux.....	6
a) Facteurs locaux	6
b) Facteurs endogènes.....	7
c) Contraintes mécaniques	7
II. La fracture de fatigue.....	9
A. Généralités.....	9
B. Historique	10
C. Physiopathologie	10
D. Facteurs de risque	12
E. Diagnostic	13
1. Clinique	13
a) L'interrogatoire.....	13
b) L'examen clinique.....	14
2. Examens paracliniques	15
a) La radiographie.....	15
b) Scintigraphie au 99mTc.....	16
c) Imagerie par résonance magnétique	16
d) Scanner	17
e) Echographie	18
F. Prise en charge des fractures de fatigue.....	19
Matériels et méthodes.....	22
I. Population étudiée	22
II. Données collectées	23
III. Objectif de l'étude	24
IV. Méthodologie statistique.....	25
Résultats	26
I. Caractéristiques de la population étudiée	26
A. Caractéristiques anthropométriques	26
B. Localisation des fractures	27
II. Le diagnostic de fracture de fatigue.	28
A. Le mécanisme de la fracture.....	28
B. L'examen clinique	28

C. L'imagerie.	29
D. Délai diagnostique	30
III. Fracture de fatigue liée à l'activité sportive.	30
A. Types de sport	30
B. Intensité de la pratique.....	30
IV. Prise en charge	31
A. Traitement.....	31
B. Délai de guérison	31
V. Facteurs de risque.....	32
A. Corticostéroïdes	32
B. Ostéoporose	33
C. La vitamine D.....	33
D. Hormonaux	33
E. Régime alimentaire/anorexie	33
VI. Corrélation entre délai diagnostique et délai de guérison	34
VII. Corrélation entre délai de guérison et variables secondaires.	35
A. Localisation	35
B. IMC	35
C. Age	36
D. Sexe.....	36
Discussion	37
Conclusion	47
Références bibliographiques	49
Annexes.....	52
<u>Annexe 1</u> : test du levier ou fulcrum test pour le fémur (11).	52
<u>Annexe 2</u> : classification de Kaeding et Miller (14).	53
<u>Annexe 3</u> : Algorithme de l'imagerie dans la fracture de fatigue (19).	54
<u>Annexe 4</u> : Délais de reprise des activités physiques en charge après fracture de fatigue au niveau des membres inférieurs ou du bassin (41).	55

RÉSUMÉ

Contexte : La prévalence des fractures de fatigue dans la population générale est de plus en plus importante. Les signes cliniques sont peu spécifiques et les signes radiologiques tardifs. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact du délai diagnostique sur la guérison des fractures de fatigue.

Méthode : Etude rétrospective, monocentrique incluant des patients ayant eu un diagnostic de fracture de fatigue à l'imagerie au CHRU de LILLE. Questionnaire téléphonique regroupant des données anthropométriques, l'histoire de la maladie, la prise en charge et la recherche de facteurs de risque. Analyse statistique par le coefficient de corrélation de Spearman entre le délai de guérison et le délai diagnostique. Etude de la corrélation du délai de guérison avec d'autres variables secondaires.

Résultats : 53 patients ont été inclus dans l'étude. 62,3% des fractures étaient liées à une activité sportive, dont 75,8% en rapport avec la course à pied. Cliniquement 77,3% des patients déclaraient uniquement une douleur. 94,3% ont bénéficié d'une radiographie et seul 4 faisaient suspecter une fracture de fatigue. Le délai moyen de guérison était de 5,2 mois et le délai diagnostique moyen de 5,1 semaines. En utilisant le coefficient de corrélation de Spearman (r), il n'existe pas dans notre étude de corrélation entre le délai de guérison et le délai diagnostique : $r=0,35673$, $p=0,0087$.

Conclusion : Un diagnostic de certitude précoce ne semble pas indispensable pour la prise en charge des suspicions de fractures de fatigue dans la population générale. Chez le sportif de haut niveau et dans certaines localisations à hauts risques de complication, une confirmation diagnostique précoce reste indiquée.

INTRODUCTION

I. Généralités sur le tissu osseux

A. Le tissu osseux

L'os est une association fonctionnelle de différents tissus. Il est composé de 60% de moelle, 25% de tissu osseux, 10% de périoste, endoste et cartilage articulaire, et de 5% d'espaces conjonctivo-vasculaires.

1. Architecture du tissu osseux

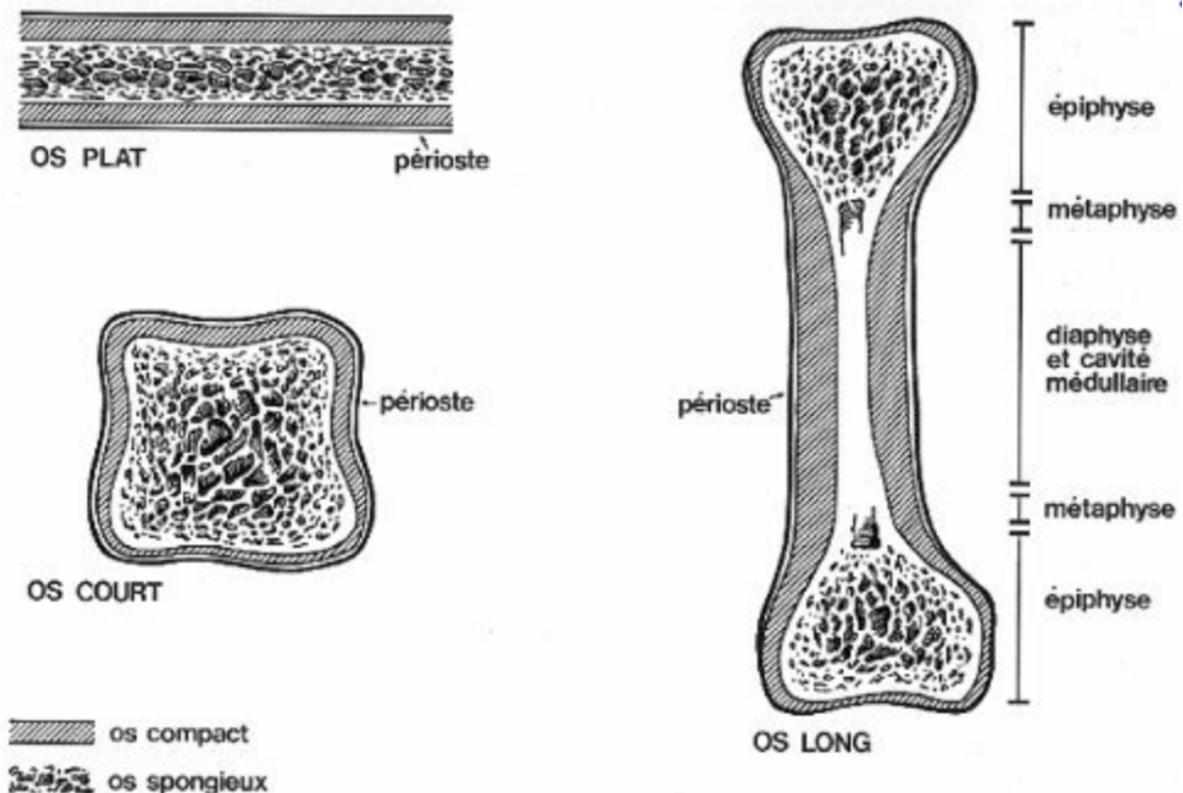
Sur le plan architectural, le tissu osseux se compose de 2 parties :

- L'os cortical (ou compact) :

Il représente environ 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) et intrinsèques (géométrie de la pièce osseuse et propriétés de la matrice minéralisée).

- L'os trabéculaire (ou spongieux) :

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 : os spongieux / os compact

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) Les cellules ostéoblastiques (ou ostéoblastes)

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.

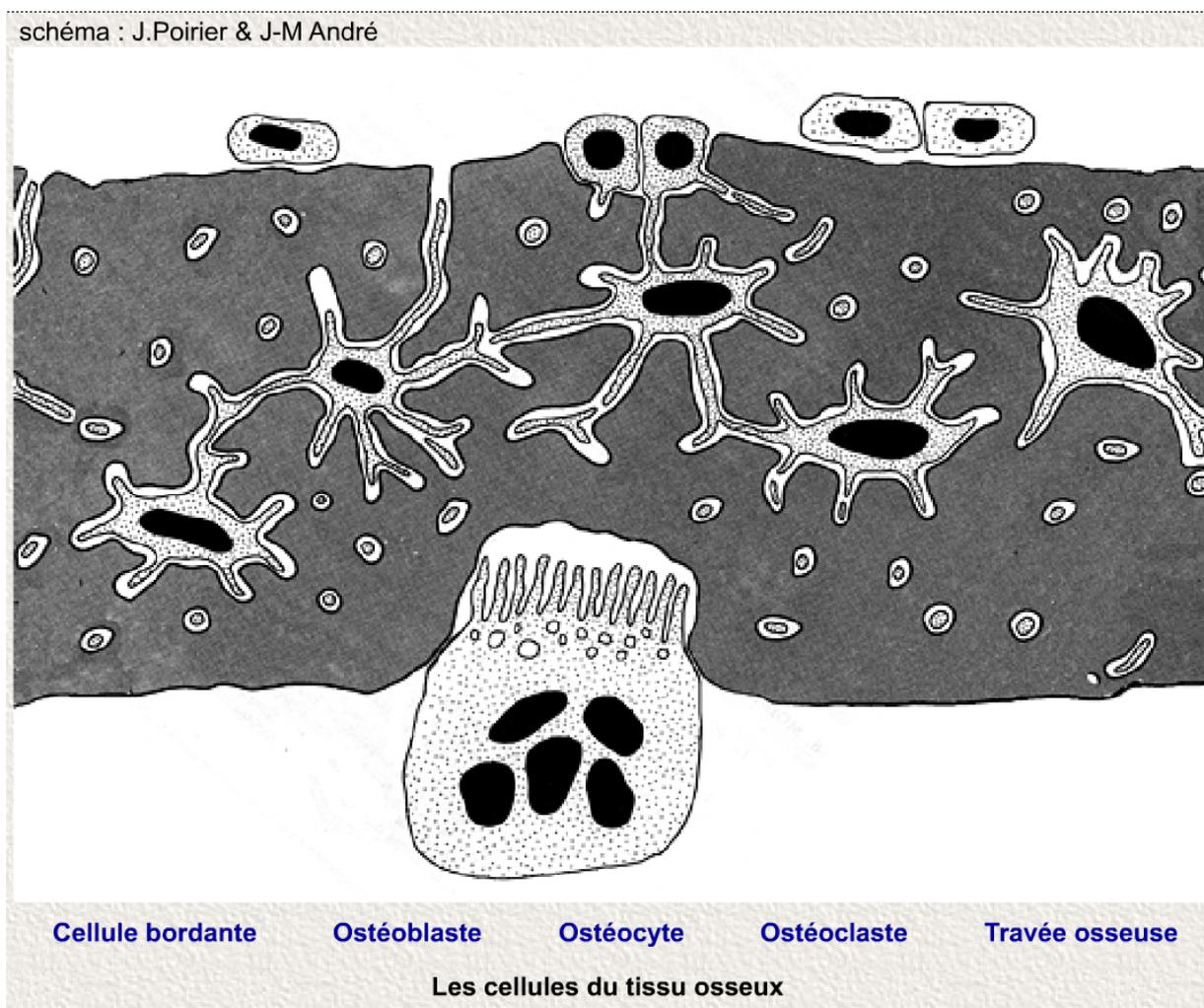
b) Les cellules ostéoclastiques (ou ostéoclastes)

L'ostéoclaste est responsable de la résorption osseuse.

c) La matrice osseuse (ou tissu ostéoïde)

Elle est synthétisée par les ostéoblastes. La phase organique de cette matrice est composée en grande partie de collagènes de type I, auquel est liée la phase minérale constituée essentiellement de cristaux d'hydroxyapatite de calcium.

Figure 2 : les cellules du tissu osseux



3. Rôle du tissu osseux

Le tissu osseux, de par sa structure et ses propriétés, joue un rôle :

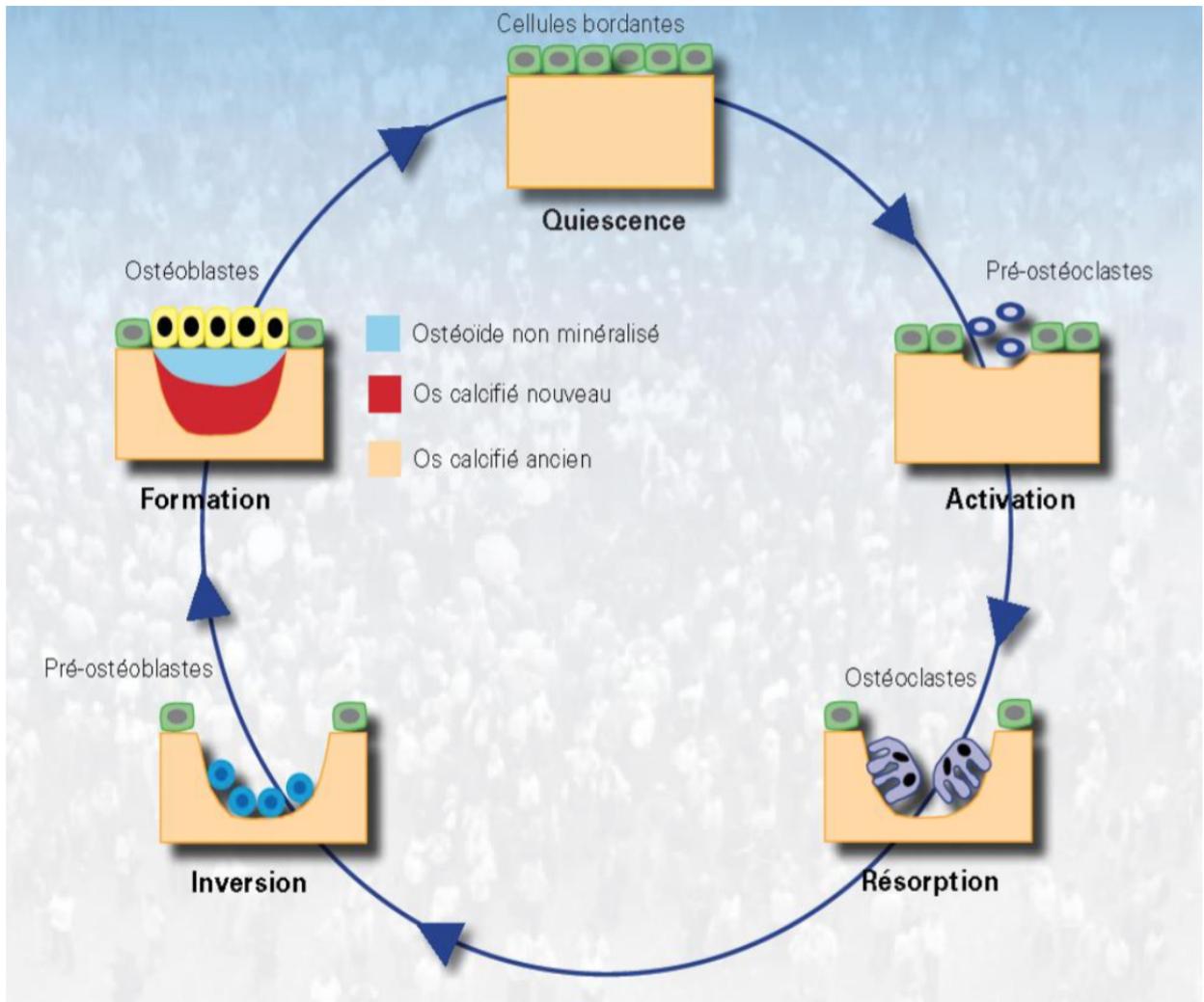
- protecteur du système nerveux central et des organes,
- métabolique dans l'équilibre phosphocalcique,
- hématopoïétique, par l'intermédiaire de la moelle osseuse,
- biomécanique, car l'os est à la fois solide et résistant, mais aussi, dans une certaine mesure, élastique. Ces propriétés lui permettent de supporter les effets de la pesanteur, et de résister aux contraintes mécaniques externes ainsi qu'aux forces des contractions musculaires. C'est cette fonctionnalité qui sera mise en cause dans le mécanisme de fracture de fatigue.

B. Le remodelage osseux

Le remodelage osseux est le résultat de l'activité de multiples unités cellulaires appelées Basal Multicellular Unit (BMU), au sein desquelles agissent, de manière séquentielle et couplée dans le temps et l'espace, les ostéoclastes qui résorbent l'os ancien, puis les ostéoblastes qui apposent une matrice ostéoïde qui se minéralisera. Le remodelage osseux est le fait d'une coopération précise entre les ostéoclastes et les ostéoblastes.

1. Les fonctions du remodelage osseux

Le remodelage osseux a trois principales fonctions. Il permet tout d'abord à l'organisme de réguler l'équilibre minéral (homéostasie du calcium et du phosphate). Il constitue ensuite un mécanisme d'adaptation du squelette à son environnement mécanique, réduisant ainsi le risque de fracture. Enfin, c'est un mécanisme de renouvellement tissulaire et de réparation des dommages osseux, créé notamment lors des contraintes cycliques.

Figure 3 : Remodelage osseux

2. Les facteurs influençant le remodelage osseux

Le mécanisme cellulaire de remodelage osseux est soumis à l'influence de facteurs endogènes et exogènes, dont les plus importants, sont un certain nombre de facteurs hormonaux et locaux, ainsi que les contraintes mécaniques.

a) Facteurs locaux

Les principaux facteurs locaux influençant le remodelage osseux sont :

- Le système « receptor activating NF Kappa B (RANK)-ligand »/ostéoprotégérine (OPG),
- Le TGF bêta,
- La Bone morphogenetic proteins (BMP),
- Les Insulin-like growth factors, notamment IGF-1,
- Les prostaglandines, cytokines, et autres facteurs de croissance.

b) 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 et la calcitonine,.
- Les hormones sexuelles : oestrogènes et androgènes,
- Les hormones thyroïdiennes, hormones de croissance et autres hormones hypophysaires.

c) Contraintes mécaniques

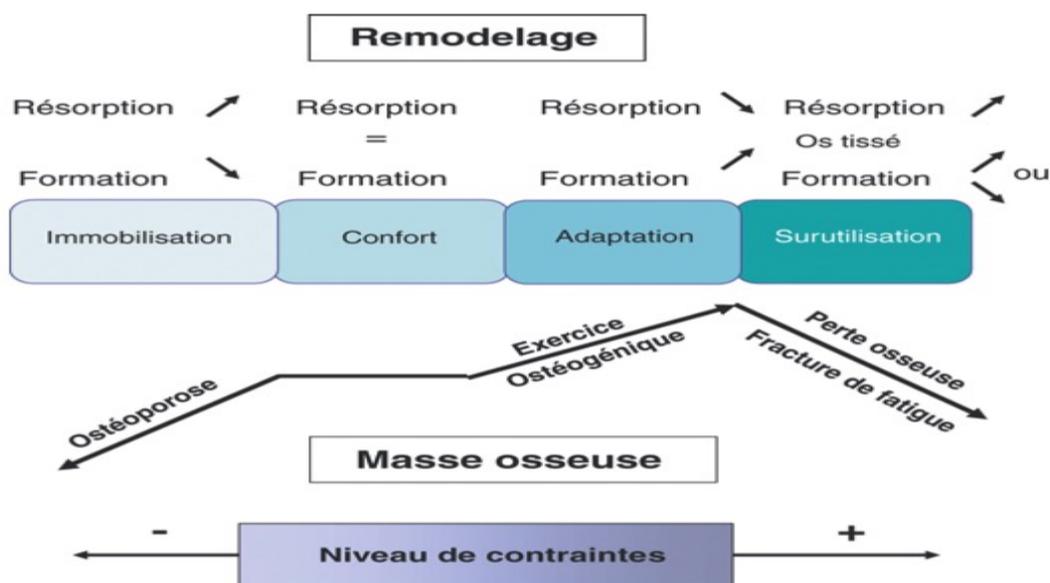
Les contraintes mécaniques qui influencent le remodelage osseux sont multiples : cisaillement lié à la circulation des fluides, étirement, compression.

Au XIXème siècle, Wolff et Roux ont été les premiers à définir l'architecture osseuse comme résultante de lois mathématiques : l'épaisseur, l'orientation et le nombre de travées.

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. À 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 3: remodelage osseux en fonction des contraintes mécaniques



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, comme le cytosquelette et les molécules impliquées dans l'adhérence des cellules à la matrice osseuse. Les ostéocytes, grâce à leur localisation intramatrielle et au réseau de connexion qu'ils

établisent avec les cellules de leur voisinage, semblent les meilleurs candidats pour être les maîtres d'oeuvre de cette adaptation. Ils pourraient notamment exercer un contrôle négatif sur le niveau de formation grâce à l'expression d'une protéine spécifique, la sclérostine, produit du gène SOST dont l'expression est inhibée par les contraintes. Son inhibition dans certaines circonstances de dommages matriciels ou de contraintes mécaniques pourrait alors stimuler la formation osseuse dans un processus d'adaptation local ou locorégional.

La fracture 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.

La complexité du remodelage osseux est ainsi mise en évidence, tant le nombre de facteurs interagissant sur ce mécanisme cellulaire est grand. Il existe en permanence, une adaptation de l'os à son environnement, aux variations de contrainte, il s'agit d'un tissu vivant en perpétuel remodelage.

Cela permet d'envisager et de comprendre les différents facteurs de risque de la fracture de fatigue. (1,2)

II. La fracture de fatigue

A. Généralités

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. L'os est devenu incapable de résister à une contrainte d'amplitude modérée, infra-liminaire, qui lui est appliquée de manière répétitive. (3,4)

Devant un regain d'intérêt lié à l'engouement pour l'activité physique et sportive d'une population occidentale sédentarisée, on assiste à une augmentation nette de la fréquence de ce type de fractures qui sont surtout favorisées par une période

d'activité physique inhabituelle, comme un surentraînement ou un changement de l'entraînement.

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.

B. Historique

La première apparition dans la littérature médicale de la fracture de fatigue date de 1855 par Breithaupt (médecin militaire allemand) qui note chez les recrues militaires après de longues marches, l'apparition fréquente d'un syndrome comportant gonflement et douleur de pied.(5)

Par la suite, en 1887, J.E. Pauzat décrit une nouvelle entité qu'il nomme « périostite ostéoplasique des métatarsiens à la suite des marches ». En 1897, après la découverte des rayons X, Stechow décrit les signes radiologiques caractéristiques de la phase tardive de cette curieuse affection qui a reçu diverses dénominations (fracture de marche, fracture de fatigue, fracture de stress, fracture de contrainte, fracture lente...)

En 1907, il s'agit de la première description chez un sportif. Il s'ensuit de nombreuses études qui permettent dans les années 1960-1970 de parler de pathologie du sportif, avec en 1984, l'apparition des critères de diagnostic de Doury (6).

C. Physiopathologie

La fracture de fatigue est la conséquence de l'application de contraintes anormales sur un os dont la résistance élastique est normale.

Comme vu auparavant, l'os est en perpétuel remaniement en réponse à de nombreux facteurs responsables d'un équilibre strict entre déperdition osseuse et ostéogénèse.

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 (limite d'élasticité), une contrainte plus forte cause une déformation plastique avec une modification permanente de la forme de l'os due à des microfractures au sein de l'os. Si la contrainte s'intensifie, le nombre et la longueur des microfractures augmentent, les microfractures confluent jusqu'à donner une fracture plus ou moins complète : les dommages ont dépassé les capacités d'adaptation de l'os.

La fracture de fatigue est une maladie locale de l'os consécutive à un surmenage, avec une phase initiale de modification du remodelage osseux, avec résorption ostéoclastique qui affaiblit temporairement l'os.

Les contraintes mécaniques interviennent par 3 mécanismes :

- Augmentation de la charge par augmentation du poids lors du sport,
- Augmentation des contraintes par augmentation de l'entraînement, des conditions d'exercice (exemple : le sol dur)
- Diminution de la surface d'application des contraintes (exemple : la danse)

Concrètement, les capacités d'adaptation de l'os sont dépassées et on assiste, lors d'une activité physique inhabituelle, intense ou répétée, à une accélération localisée du renouvellement osseux avec un déséquilibre entre résorption et formation, responsable d'une accumulation de microfissures qui conduisent, si l'activité persiste, à la fracture de fatigue.

Selon différents auteurs, notamment Doury, le stade de microfissure peut être diagnostiqué de façon clinique et immédiatement traité par décharge, permettant ainsi d'éviter le stade de fracture.

Ainsi, sur le plan évolutif, on décrit un stade pré-fracturaire, encore appelé « syndrome d'insuffisance osseuse transitoire d'effort (SIOTE) », qui se traduit par :

une douleur d'effort, une hyperfixation focale à la scintigraphie osseuse et un œdème médullaire à l'IRM. Par contre, il n'existe pas de lésion radiologique. (7)

Si le stress persiste, la fragilisation osseuse se poursuit et des fissures de l'os cortical ou spongieux apparaissent, c'est le stade fracturaire, encore appelé « fracture par insuffisance osseuse transitoire d'effort (FIOTE) ».

La réaction ostéoblastique va entraîner secondairement une réparation osseuse, qui aura une traduction radiologique tardive (retard de plusieurs semaines).

D. Facteurs de risque

L'ensemble de la littérature indique clairement que l'étiologie des fractures 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. Celle-ci est présentée dans le tableau ci dessous. (8)

Tableau 1 : classification des facteurs de risque

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

De nombreuses études récentes montrent que le déficit en 25 OH vitamine D est un facteur de risque de fracture de fatigue.

Plus récemment, des études sur la texture osseuse semblent prometteuses afin de dépister les sujets à risque de fracture de fatigue. (9)

E. Diagnostic

Avec l'avancée des examens complémentaires, le diagnostic de fracture de fatigue est sujet à controverse.

En effet, certains prônent un diagnostic clinique précoce avec prise en charge sans confirmation radiologique. C'est le cas de Doury, qui préconise une prise en charge directement au stade de SIOTE. Cela permettrait d'éviter le stade de FIOTE. (7)

A l'inverse, 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 de fracture de fatigue par une imagerie. (10)

1. Clinique

L'interrogatoire tient une place primordiale, tant l'examen clinique est peu spécifique et d'un intérêt extrêmement variable.

a) L'interrogatoire

Il doit rechercher :

- Une situation favorisante, car c'est souvent le contexte dans lequel survient le syndrome douloureux qui permet de suspecter le diagnostic,
- Des facteurs de risque,
- L'absence de traumatisme.

Il doit permettre de caractériser la douleur, qui est la principale manifestation clinique. Elle est, en général aggravée par l'activité et réduite par le repos. Elle s'installe le plus souvent progressivement et l'intensité est variable. Puis, elle devient invalidante avec une douleur à la marche et au repos. Ce symptôme est très variable

en fonction de la localisation et du stade. Il peut parfois faire évoquer à tort une affection des parties molles.

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

b) L'examen clinique

Il permet à la fois de retrouver l'origine osseuse du syndrome douloureux et d'éliminer les autres origines possibles.

Pour cela, on utilise :

- Les tests en charges. Par exemple, le test du levier ou fulcrum test pour le fémur. **(Annexe 1)**
- Une palpation soigneuse.

Il est possible de retrouver un œdème réactionnel et, dans de rares cas, une ecchymose (surtout pour les métatarsiens).

Les arguments cliniques en faveur d'une fracture de fatigue sont énoncés dans les critères de diagnostic d'après Doury (1984).

Tableau 2 : Critère de diagnostic d'après Doury

Critères de diagnostic d'après Doury (1984)
<p>Critères d'inclusion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antécédents récents d'une activité ou d'efforts physiques intenses, inhabituels, répétés. • Douleurs sur un ou plusieurs os <ul style="list-style-type: none"> - lors de l'activité physique, même modérée (station debout, marche, mouvements) ; - lors de l'effort portant sur la ou les régions qui ont été surmenées, cédant ou diminuant au repos. - Points douloureux électifs à la palpation d'un ou de plusieurs os. - Hyperfixation osseuse isotopique localisée, unique ou multiple. - Absence d'anomalies visibles sur les radiographies tardives (apposition périostée, ligne de condensation)
<p>Critères d'exclusion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Présence d'une affection osseuse d'origine : traumatique, inflammatoire, infectieuse, tumorale, métabolique ou dystrophique.

Le diagnostic est

- **certain si quatre critères sont présents ;**
 - **probable si trois critères sont présents ;**
 - **possible si deux critères sont présents ;**
- à condition qu'il n'existe aucun critère d'exclusion.**

2. Examens paracliniques

a) La radiographie

Les radiographies ont une sensibilité limitée pour les fractures de contrainte. Au stade initial, leur sensibilité est faible, autour de 10 %, mais elle augmente entre 30 et 70 % après trois semaines d'évolution. (11)

Iconographie 1: suspicion de fracture de fatigue de la diaphyse du deuxième métatarsien gauche. (12)



b) Scintigraphie au 99mTc

L'hyperfixation scintigraphique est précoce, prolongée et intense.

Iconographie 2 : hyperfixation en regard de l'os cuboïde gauche faisant suspecter une fracture de fatigue. Patient n°26 de l'étude.

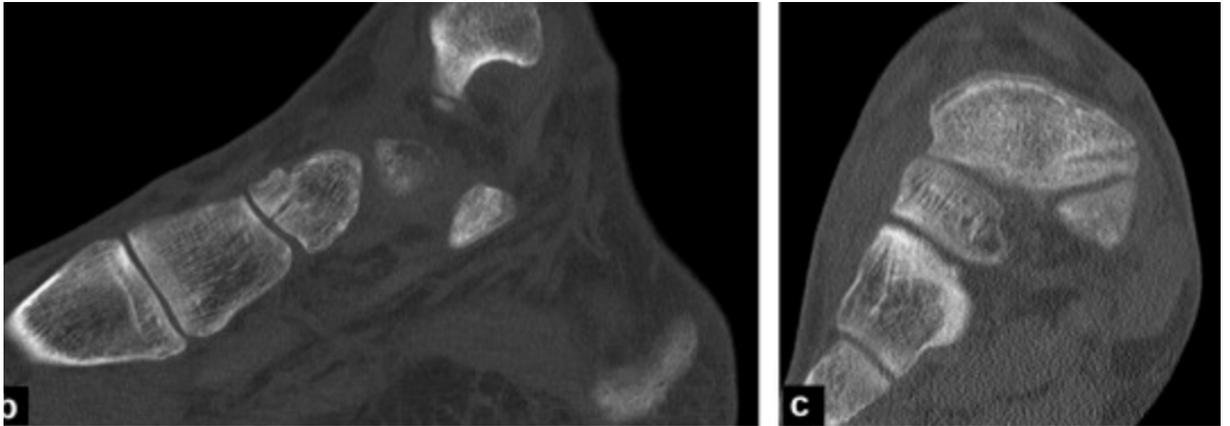


c) Imagerie par résonance magnétique

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.

Iconographies 3 : Fracture de fatigue de la métaphyse inférieure du tibia.**Patiente n°40 de l'étude.****d) Scanner**

Le rôle du scanner dans l'évaluation des lésions de contrainte est limité aux cas difficiles à prouver par radiographies et IRM. Ou en cas de contre-indication à l'IRM.

Iconographie 4 : Fracture de fatigue de l'os naviculaire (12)**e) Echographie**

Il s'agit d'un examen très précieux pour le diagnostic de fracture d'un os périphérique à la phase précoce lorsque les radiographies sont normales. Les signes peuvent être directs ou indirects.

Iconographie 5 : Fracture de fatigue du tibia à l'échographie, rupture corticale et hématome sous périosté. Patient n°34 de l'étude.

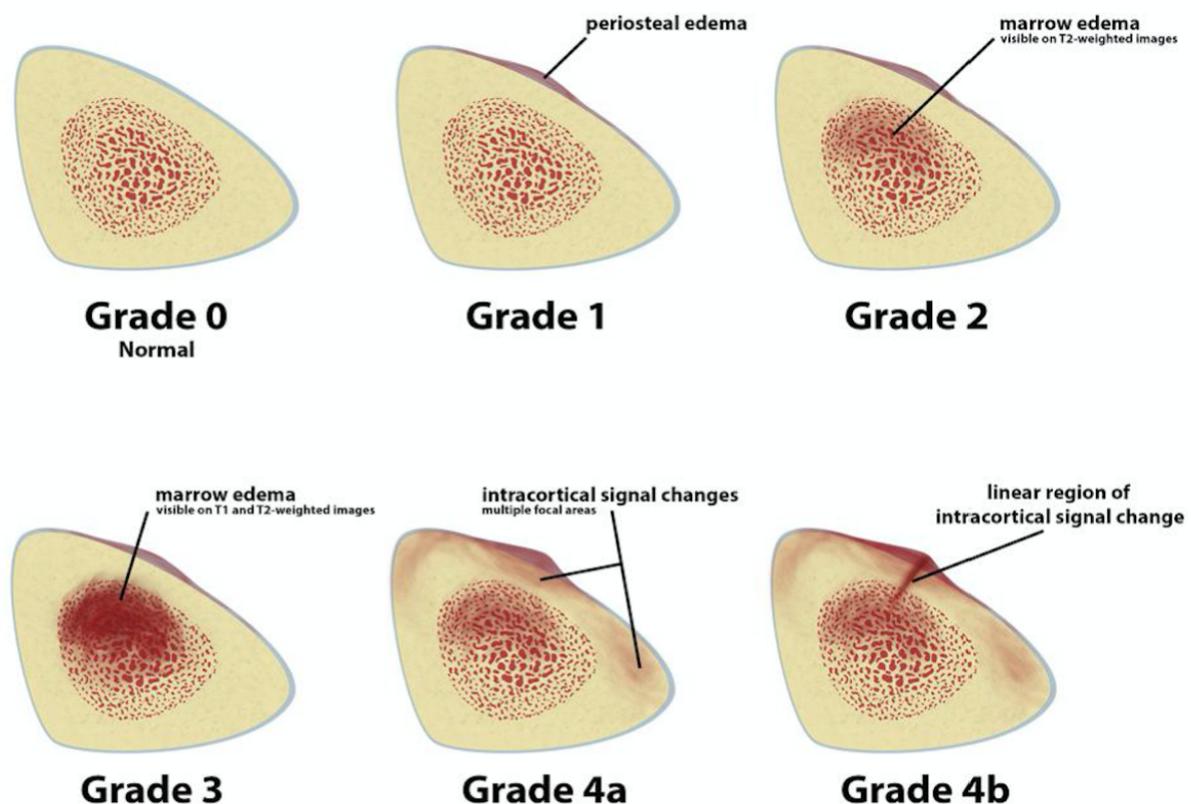


F. Prise en charge des fractures de fatigue

La prise en charge des fractures de fatigue ne suit pas un réel consensus préétabli, elle dépend du patient (sportif de haut niveau ou non), de la localisation, de l'intensité des symptômes cliniques et des données d'imagerie.

Ainsi, plusieurs classifications sont apparues, notamment celle de Fredericson pour les fractures du tibia, qui utilise les données de l'IRM.(13)

Fredericson classification system for medial tibial stress syndrome on MRI



En fonction du grade, la prise en charge sera différente.

A titre indicatif, le temps de repos avant reprise des activités avec impacts en fonction du grade de sévérité de la fracture de fatigue :

Grade 1: 2-3 semaines

Grades 2-4a: 6-7 semaines

Grade 4b: 9-10 semaines ou plus.

Une catégorisation des fractures de fatigue a été établie en fonction du risque de complication. Ce risque de complication dépend de la localisation de la fracture.

Tableau 2 : Catégorisation des fractures de fatigue en fonction du risque de complication (11)

Fracture à risque élevé	Fracture à risque faible
<ul style="list-style-type: none"> - diaphyse tibiale antérieure - corticale latérale de la diaphyse fémorale - corticale supérieure du col fémoral - patella - malléole tibiale - col du talus - os naviculaire - sésamoïde du 1^{er} métatarsien - 5^e métatarsien 	<ul style="list-style-type: none"> - diaphyse tibiale postérieure - corticale médiale de la diaphyse fémorale - fibula - calcanéus - 4 premiers métatarsiens - diaphyse ulnaire - côte

Plusieurs études récentes proposent de nouvelles classifications en introduisant les données de l'examen clinique aux données radiologiques.

C'est le cas en 2013 avec la classification de Kaeding et Miller (14). **(Annexe 2)**

Les principes thérapeutiques généraux sont : le repos, l'immobilisation et la gestion de la douleur. Il est possible d'avoir recours à la physiothérapie.

Chez le sportif, le maintien des capacités physiques est important et il est conseillé de pratiquer des sports respectant le membre lésé (exemple : vélo, piscine).

La prise en charge chirurgicale des fractures de fatigue garde son importance en fonction de la localisation. Une localisation à haut risque de complication et notamment de déplacement secondaire peut être une indication à la chirurgie dans un premier temps ou en fonction de l'évolution. La nécessité d'une consolidation rapide chez le sportif professionnel peut aussi être une indication à la chirurgie.

Enfin, il est nécessaire de corriger les facteurs de risque prédisposant.

De nouvelles modalités de prise en charge sont à l'étude (15) :

- L'oxygénothérapie,
- Les bisphosphonates,
- Les facteurs de croissance,
- Les protéines morphogéniques osseuses,
- Les ultrasons,
- Les champs magnétiques.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I. Population étudiée

Le recrutement des patients pour l'étude s'est effectué par l'intermédiaire du Système d'Archive et de Partage des Images (PACS) du Centre Hospitalier Régional Universitaire (CHRU) de Lille. Depuis fin 2011, l'iconographie complète des patients est disponible via le PACS depuis tout poste informatique du CHRU de Lille. Ainsi, avec l'aide des infotechnologues du service de Radiologie Musculo-Squelettique du CHRU de Lille, nous avons réalisé une recherche par mots-clés (fracture de fatigue, fracture de contrainte et fracture de stress) dans les conclusions des résultats d'imagerie (scanner, IRM, échographie et scintigraphie). A la fin de ce travail, il y avait un total de **174 patients**.

Après relecture des conclusions d'imagerie et des dossiers médicaux, **61 patients furent recontactés pour l'étude**. En effet, cette technique par mots-clés inclut les conclusions telle que : « absence de fracture de fatigue »

Les critères d'inclusion de l'étude étaient : les patients ayant une fracture de fatigue du membre inférieur.

Les critères d'exclusion de l'étude étaient : ostéoporose connue ou antécédent d'ostéoporose, cause traumatique, fracture secondaire à une néoplasie ou autre pathologie osseuse, les patients mineurs.

Après avoir recontacté les 61 patients, **53 patients** ont été inclus dans l'étude.

II. Données collectées

Les sujets de l'étude ont répondu à un questionnaire téléphonique de 10 minutes comprenant des questions fermées et des questions ouvertes.

Le questionnaire était composé de plusieurs parties :

La première partie sur les caractéristiques de la population étudiée, comprenant des informations générales et anthropométriques.

Nous avons divisé en 3 sous-groupes la localisation des fractures :

- Cuisse (fémur)
- Jambe (tibia, péroné)
- Pied (tarse, métatarse et phalange)

La deuxième partie s'attarde sur le diagnostic de la fracture en reprenant l'histoire de la maladie, les étapes du diagnostic et la clinique.

Sur le plan de la douleur, les patients avaient le choix entre 3 réponses. Soit une douleur uniquement lors de l'activité sportive, soit une douleur lors de la marche, soit une douleur lancinante, au repos.

La troisième partie décrit la population ayant eu une fracture de fatigue en rapport avec une activité sportive.

Pour évaluer l'intensité de la pratique sportive, 3 réponses étaient possibles :

- 1 séance par semaine
- entre 2 et 3 séances par semaine
- 4 séances ou plus par semaine

La quatrième partie correspond à la prise en charge du patient et le délai de guérison.

La cinquième partie répertorie différents facteurs de risque connus dans la littérature.

Dans un second temps, nous avons réalisé une analyse de la corrélation entre le délai de guérison de fracture de fatigue et une variable primaire : le délai diagnostique de fracture de fatigue.

Dans notre étude, le délai de guérison est défini par une reprise de l'activité sportive ou des activités de la vie quotidienne avec retour à l'état antérieur.

Le délai diagnostique est défini par le nombre de semaines entre le premier symptôme et le diagnostic de fracture de fatigue à l'imagerie.

Nous avons, par la suite, corrélé le délai de guérison à des variables secondaires, à savoir : l'âge, le sexe, l'Indice de Masse Corporelle (IMC) et la localisation de la fracture.

III. Objectif de l'étude

L'objectif principal de l'étude, après avoir réalisé une analyse descriptive de la population étudiée, est d'évaluer la corrélation entre le délai diagnostique radiologique et le délai de guérison de fracture de fatigue.

Notre objectif secondaire est de corréler le délai de guérison à d'autres variables secondaires : l'IMC, l'âge, le sexe et la localisation de la fracture.

En évaluant l'impact du délai diagnostique sur le délai de guérison des fractures de fatigue, notre étude permettra d'estimer la répercussion d'un retard diagnostique mais aussi l'intérêt d'un diagnostic de certitude précoce dans la guérison de cette pathologie.

IV. Méthodologie statistique.

L'analyse statistique a été réalisée par l'*Unité de Biostatistique de la Plateforme d'Aide Méthodologique du CHRU* de Lille sur le logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 9.3.

Les données descriptives de la population étudiée sont exprimées en effectif et en pourcentage. Pour le délai de guérison, le délai diagnostique, l'âge et l'IMC nous avons rajouté la moyenne et la médiane.

Pour évaluer la corrélation entre le délai diagnostique et le délai de guérison, soit le lien entre 2 variables quantitatives, nous avons utilisé le coefficient de corrélation de Spearman (r).

D'autres tests ont été utilisés pour les variables secondaires.

- L'analyse de la variance pour la corrélation entre délai de guérison et la localisation de la fracture.
Pour cela, nous avons rassemblé les localisations en 3 sous-groupes, la cuisse (fémur), la jambe (tibia et péroné) et le pied (tarse, métatarse, phalanges)
- Le test de student pour la corrélation entre délai de guérison et le sexe,
- Le coefficient de corrélation de Pearson pour la corrélation entre le délai de guérison et l'âge ainsi que pour l'IMC.

Nous avons choisi un seuil de spécificité à 0,05% (valeur- $p < 0,05\%$).

RESULTATS

I. Caractéristiques de la population étudiée

A. Caractéristiques anthropométriques

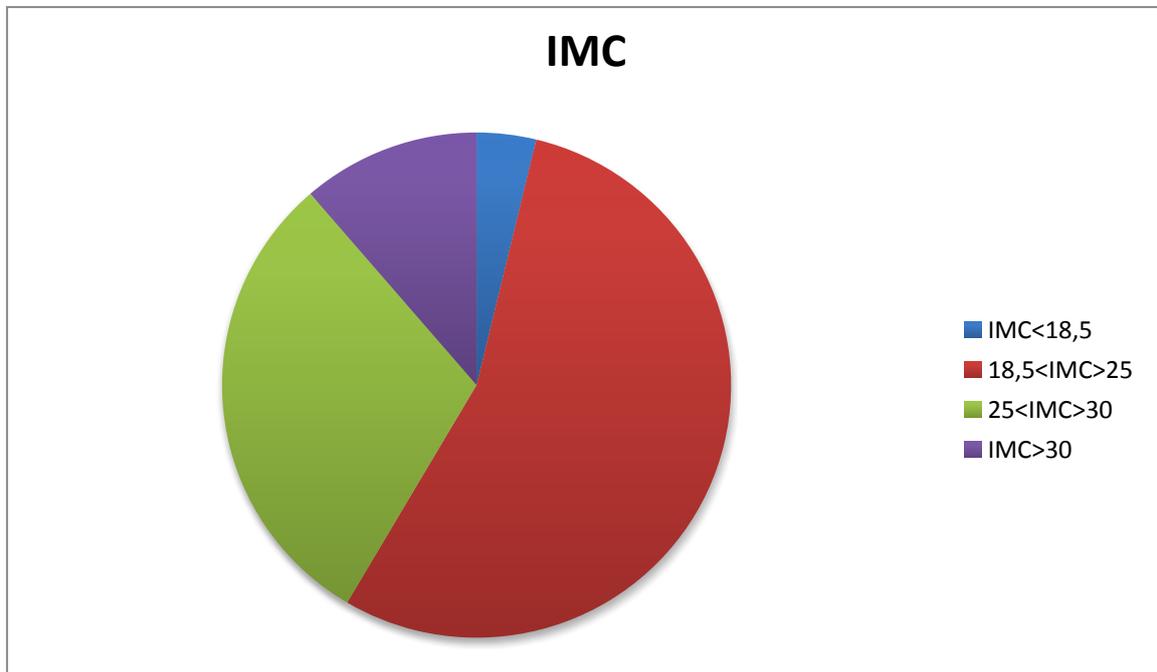
La population étudiée est composée de 28 femmes (52,8%) et de 25 hommes (47,2%) soit une population totale de 53 patients.

La moyenne d'âge est de 44,0 ans avec un minimum à 18 ans et un maximum à 71 ans. La médiane est de 43 ans

La moyenne des IMC est de 24.6 Kg/cm². L'IMC minimum était de 15,6 et le maximum de 37,6. Il y avait 2 IMC en dessous de 18,5 kg/cm² (synonyme de maigreur). 29 patients (54,1%) avaient une corpulence normale avec un IMC entre 18,5 et 25. 16 patients (30,1%) étaient en surpoids avec un IMC entre 25 et 30. Enfin 6 patients (11,3%) étaient obèses avec un IMC supérieur à 30. La médiane de l'IMC est de 23,5.

Tableau 2 : Sexe de la population de l'étude

	Effectif	Pourcentage
Femmes	28	52,7
Hommes	25	47,3
Total	53	100

Figure 4 : IMC de la population de l'étude

B. Localisation des fractures

Dans cette étude, seules les patients présentant une fracture de fatigue des membres inférieurs ont été inclus.

21 patients présentaient une fracture de fatigue du tibia ou du péroné soit 39,6%. La deuxième localisation la plus fréquente était le pied avec 20 patients soit 37,7%. Enfin 12 patients soit 22,6%, avaient une fracture du fémur.

Tableau 3 : Localisation des fractures

	Effectif	Pourcentage
Fémur	12	22,6%
Jambe	21	39,6%
Pied	20	37,7%
Total	53	100%

II. Le diagnostic de fracture de fatigue.

A. Le mécanisme de la fracture

Nous avons trouvé chez 33 patients sur 53, soit 62,3%, une relation avec une activité sportive. Chez 5 patients sur 53, soit 9,4%, la fracture de fatigue faisait suite à des mouvements répétés et 15 patients soit 28,3% ne rapportaient aucune raison à leurs fractures, que nous avons interprétées comme des fractures spontanées.

Tableau 4 : Mécanisme de la fracture de fatigue

	Effectif	Pourcentage
Activité sportive	33	62,3%
Mouvements répétés	5	9,4%
Spontanées	15	28,3%
Total	53	100%

Parmi les 20 patients pour lesquels la fracture n'était pas liée à une activité sportive, seuls 4 déclaraient faire du sport.

B. L'examen clinique

Seuls 6 patients soit 15,1%, décrivaient une douleur lancinante, même au repos. 8 patients soit 11,3% déclaraient avoir une douleur uniquement lors de l'activité sportive.

39 patients soit 73,6%, décrivaient une douleur lors de la marche.

Tableau 5 : Descriptif de la douleur

	effectif	pourcentage
Activité sportive	8	11,3%
A la marche	39	73,6%
Lancinante, au repos	6	15,1%
Total	53	100%

41 patients sur 53 soit 77,3% ne présentaient pas de signe clinique objectif de fracture de fatigue (rougeur, chaleur, œdème).

10 patients sur 53 soit 18,9% présentaient un œdème.

Seuls 4 patients décrivaient une rougeur et seuls 6 patients décrivaient une augmentation de la chaleur locale.

C. L'imagerie.

50 patients sur 53 (94,3%) ont bénéficié d'une radiographie. Parmi celles-ci, seules 4 présentaient une anomalie pouvant faire suspecter une fracture de fatigue.

Ainsi, 92% des radiologies réalisées étaient normales.

50 patients sur 53 (94,3%) ont bénéficiés d'une IRM.

Les autres examens réalisés étaient l'échographie pour 23 patients, la scintigraphie pour 20 patients et le scanner pour 22 patients.

Tableau 6 : Examens d'imagerie réalisés

	effectif	pourcentage
Radiographie	50	94,3%
IRM	50	94,3%
Scintigraphie	20	37,7%
Scanner	22	41,5%
Echographie	23	43,4%

D. Délai diagnostique

La moyenne du délai diagnostique est de 5,1 semaines avec un minimum à 1 semaine et un maximum à 24 semaines.

La médiane était de 3 semaines.

III. Fracture de fatigue liée à l'activité sportive.

A. Types de sport

Les résultats détachaient donc 33 patients dont la fracture de fatigue était liée à une activité sportive.

La course à pied est l'activité sportive la plus représentée avec 25 patients soit 75,8%.

Tableau 7 : Répartition des sports responsables de la fracture

	Effectif	Pourcentage
Course à pied	25	75,8%
Football	3	9,1%
Rugby	1	3,0%
Vélo	1	3,0%
Marche	1	3,0%
Hockey sur gazon	1	3,0%
Aquagym	1	3,0%
Total	33	100%

B. Intensité de la pratique

Aucun patient ne déclarait pratiquer son sport qu'une fois par semaine.

15 patients soit 45,5% pratiquaient leur sport 2 à 3 fois par semaine et 18 patients soit 54,5% le pratiquaient plus de 4 fois par semaine.

Tableau 6 : Intensité de la pratique sportive

	Effectif	Pourcentage
1 séance par semaine	0	0%
2 à 3 séances par semaine	15	45,5%
Plus de 4 séances par semaine	18	54,5%
Total	33	100%

Un surentrainement était retrouvé dans 8 des 33 soit 24,2% cas et une reprise de l'activité sportive après un arrêt dans 7 des 33 cas soit 21,2% des cas.

IV. Prise en charge

A. Traitement

51 patients soit 96,2% déclaraient avoir bénéficié d'un repos avec décharge.

2 patients décrivaient une guérison spontanée sans prise en charge spécifique.

L'immobilisation par attelle ou plâtre était retrouvée chez 26 patients soit 49%.

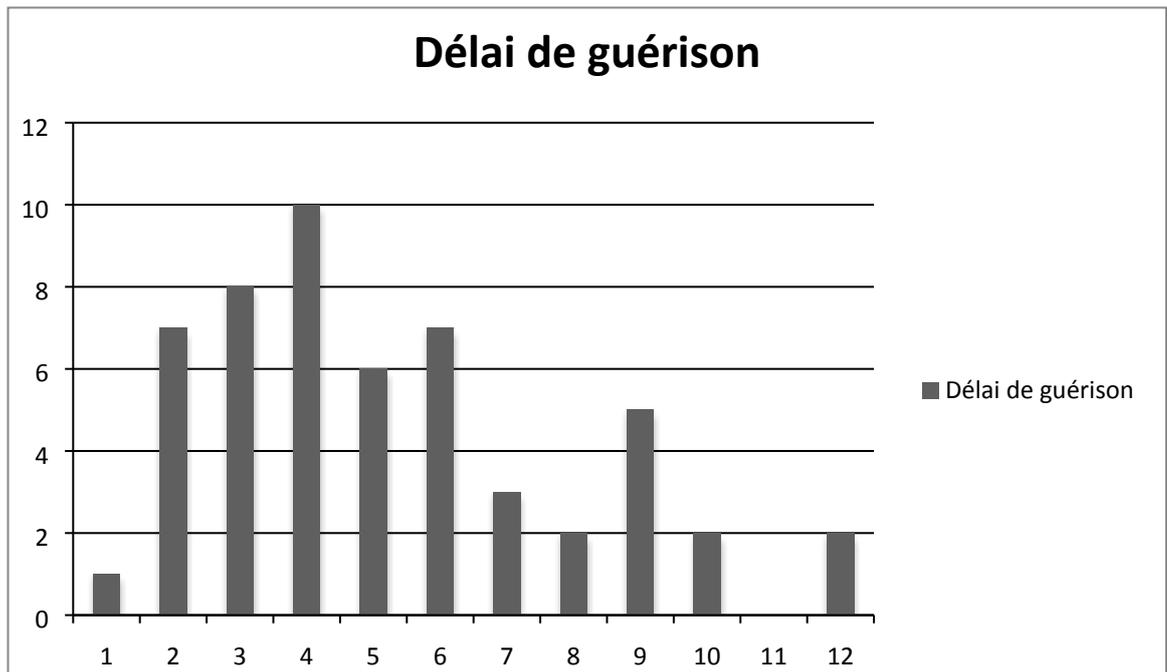
31 patients soit 58,5% ont bénéficié de kinésithérapie.

Seul 1 patient a eu recours à la chirurgie.

B. Délai de guérison

Seuls 2 patients estimaient un délai de guérison supérieur à 1 an.

La moyenne du délai de guérison dans l'étude est de 5,2 mois avec une médiane à 5 mois.

Figure 5 : Délai de guérison en mois.

A noter que 4 patients ont présenté une complication : une ostéonécrose, une décalcification et 2 algoneurodystrophies.

De plus, 15 patients (28,3%) décrivaient des douleurs résiduelles n'entravant pas la vie quotidienne ou la pratique du sport.

V. Facteurs de risque

A. Corticostéroïdes

3 patients déclaraient avoir pris des corticoïdes au long cours. Pour des pathologies chroniques.

B. Ostéoporose

Sur l'ensemble des 53 patients interrogés, 16 ont réalisé une ostéodensitométrie. Parmi ces 16 patients, seuls 2 ont eu un diagnostic d'ostéopénie.

C. La vitamine D

Avant la fracture de fatigue, seuls 8 patients soit 23,5% déclaraient avoir été supplémentés en vitamine D. De plus, parmi ces 8 patients, seuls 5 selon les recommandations.

D. Hormonaux

Sur les 28 patientes de sexe féminin, 10 (35,7%) déclaraient une puberté retardée, à savoir après l'âge de 13 ans.

13 patientes utilisaient une contraception hormonale.

Aucune patiente n'a déclaré de pathologie hormonale.

E. Régime alimentaire/anorexie

8 patients déclaraient faire un régime au moment de la fracture.

Parmi eux, 2 étaient restrictifs en rapport avec une anorexie.

Les autres étaient : 2 pour intolérance ou allergie alimentaire, 1 régime équilibré, 2 régimes hyperprotéiques, et une patiente végétarienne.

VI. Corrélation entre délai diagnostique et délai de guérison

En utilisant le coefficient de corrélation de Spearman (r), Il n'existe pas dans notre étude de corrélation entre le délai de guérison et le délai diagnostique : $r = 0,35673$, $p = 0,0087$.

Cette absence de corrélation est significative avec $p = 0,0087$ ($p < 0,05\%$).

Tableau 9 : Corrélation de Spearman entre 2 variables quantitatives, délai de guérison (en mois) et délai diagnostic (en semaine)

Spearman						
Variable	N	Moyenne	Dev Std	Médiane	Minimum	Maximum
Délai diagnostique	53	5.1	5.1	3.0	1.0	24.0
Délai de guérison	53	5.2	2.7	5.0	1.0	12.0

Spearman Corrélation Coefficients, N = 53 Prob > r under H0: Rho=0	
	Délai de guérison
Délai diagnostique	$r = 0.35673$ $p = 0.0087$

VII. Corrélation entre délai de guérison et variables secondaires.

A. Localisation

L'analyse des variances entre le délai de guérison et la localisation ne retrouve pas de différence significative, $p = 0,7556$.

En revanche, on retrouve des moyennes et des déviations standard proches dans les 3 groupes.

Tableau 10 : Corrélation entre délai de guérison et la localisation (Analyse des variances)

Localisation	Effectifs	Moyenne	Déviation standard	Minimum	maximum	Médiane
Cuisse	12	5,8	2,2	2	9	5,5
Jambe	21	5,1	2,9	2	12	5
Pied	20	5,1	2,8	1	12	4

B. IMC

Il n'existe pas de corrélation reliant le délai de guérison et l'IMC des patients $r=0,11385$ (très proche de zéro). Toutefois, $p > 0,05\%$ nous indique que cette non-relation n'est pas significative.

Tableau 11 : Corrélation entre délai de guérison et IMC (coefficient de corrélation de Pearson)

Variable	Effectif	Moyenne	Dev Std	Minimum	Maximum
Délai de guérison	53	5,2	2,7	1	12
IMC	53	24,6	4,5	14,6	37,6

Coefficient de corrélation de Pearson : $r = 0,11385$

$p = 0,4169$

C. Age

L'analyse statistique retrouve un coefficient de Pearson proche de zéro, $r = 0,26618$ indiquant une non corrélation entre ces 2 variables.

Cependant le résultat est non significatif car $p = 0,0540$ ($p > 0,05\%$).

D. Sexe

Dans notre étude, il n'y a pas de différence significative entre le délai de guérison et le sexe des patients $p=0,8964$.

Tableau 12 : Corrélation entre délai de guérison et le sexe (Test de Student) $p = 0,8964$

Sexe	Effectif	Moyenne	Dev Std	Minimum	Maximum
Femmes	28	5,2	2,1	2	9
Hommes	25	5,3	3,3	1	12

DISCUSSION

Devant, d'une part, un engouement croissant de la population générale pour les activités physiques ainsi que la pratique des sports de loisirs, et d'autre part, les progrès des nouvelles techniques d'imagerie, le diagnostic de fracture de fatigue est de plus en plus fréquent.

Notre travail, ayant inclus des patients de la population générale, ne met pas en évidence de corrélation significative entre le délai du diagnostic radiologique des fractures de fatigue et le délai de guérison. En effet, dans notre étude, un diagnostic précoce ou retardé n'a pas d'impact sur le délai de guérison des fractures de fatigue.

On estime donc qu'une prise en charge adaptée en cas de suspicion clinique et/ou radiologique de fracture de fatigue est nécessaire et qu'un diagnostic de certitude sera évalué dans un second temps en fonction de l'évolution clinique.

De l'analyse de la littérature, il ressort des résultats contradictoires à ce sujet.

En effet, certaines études estiment que les fractures de fatigue nécessitent un diagnostic précoce. C'est le cas d'une étude de 2016 intitulée « High-Risk Stress Fractures : Diagnosis and Management ». Elle rappelle l'importance d'un diagnostic d'imagerie précoce pour la prise en charge d'un sous-ensemble de fracture de fatigue dite à « haut risque de complication ». Ce sous-ensemble dépend de la localisation de la fracture (16).

C'est le cas aussi des classifications de Fredericson en 1995, réinterprétée en 2012, et de Arendt et Griffiths en 1992. En effet, ces classifications nécessitent un diagnostic précoce à l'IRM pour définir la prise en charge des fractures de fatigue (13,17,18).

On retrouve cette nécessité d'une diagnostic précoce dans l'ouvrage de Hervé De Labareyre et Jacques Rodineau intitulé : « Fracture de fatigue chez le sportif ». Selon eux, le diagnostic de fracture de fatigue doit être fait « le plus tôt possible afin d'éviter une comorbidité prolongée et un arrêt trop long de l'activité sportive » et ne laisse pas de place à « un diagnostic possible ou probable » (6).

Ce raisonnement est bien sûr valable chez le sujet sportif de haut niveau mais peut se discuter en population générale.

A l'inverse, d'autres travaux privilégient la radiographie et/ou la clinique pour le diagnostic de fracture fatigue.

C'est le cas d'une étude ayant pour but d'évaluer de façon critique la littérature en ce qui concerne les différents types d'imagerie pour le diagnostic de fracture de fatigue des membres inférieurs. Cette étude conforte l'hypothèse qu'un diagnostic de certitude précoce n'est pas indispensable pour la prise en charge initiale des fractures à faible risque de complication (**ANNEXE 3**) (19).

Cela va dans le sens de notre travail. En effet, la radiographie réalisée afin d'éliminer un diagnostic différentiel est toujours indiquée, le recours à l'IRM ou à d'autres examens complémentaires afin d'obtenir un diagnostic de certitude ne doit pas être systématique. D'autant plus si l'on prend en compte le coût économique ainsi que l'accès à ce type d'examen.

C'est le cas aussi dans une publication de Doury datant de 1999. Il rappelle l'importance de l'examen clinique permettant une prise en charge précoce du « SIOTE », sans attendre l'apparition des signes radiologiques de la fracture de fatigue ou une complication tardive et inconstante de la maladie (7).

Enfin, une étude de 2016 rappelle que « la plupart des fractures de stress ne sont pas compliquées et sont gérées de façon prudente par le repos et la restriction d'activité, avec un retour progressif à l'activité sportive lorsque le patient est libre de symptômes » (19).

On comprend donc que certaines études recommandent la réalisation précoce d'examens complémentaires en cas de suspicion clinique de fracture de fatigue estimant qu'un retard diagnostique aurait un impact sur l'évolution de la pathologie, alors que d'autres travaux vont dans le sens de notre étude et ne voient l'intérêt d'un diagnostic de certitude uniquement en cas de persistance des symptômes ou de fracture à risque de complication (19).

Un diagnostic de certitude précoce semble indispensable chez le sportif de haut niveau et en cas de fracture à haut risque de complication.

Plusieurs limites dans notre travail doivent être soulignées.

Il s'agit d'une étude rétrospective avec un faible effectif de patients inclus. L'ensemble des patients inclus a bénéficié d'une IRM et/ou d'une échographie et/ou d'un scanner et/ou d'une scintigraphie. Cela biaise notre délai moyen de guérison de fracture de fatigue par rapport à la population générale car de nombreux patients atteints de fracture de fatigue guérissent spontanément sans avoir fait d'autre examen complémentaire qu'une radiographie.

Notre étude a inclus des patients majeurs de la population générale, les résultats peuvent donc difficilement s'appliquer aux sportifs de haut niveau ou aux militaires. Or, ils sont la population la plus à risque de fracture de fatigue. De plus, notre étude n'inclut pas les mineurs. Or, les activités sportives intenses commencent dès le plus jeune âge.

Ensuite, nous n'avons pas fait réinterpréter les imageries par un radiologue spécialisé dans ce type de fracture, ce qui peut poser un problème de diagnostic de certitude de fracture de fatigue.

Dans notre étude, nous estimons que le délai de guérison est une bonne variable pour évaluer l'intérêt d'un diagnostic précoce de fracture de fatigue. Cela peut être considéré comme un biais de confusion car en effet d'autres variables peuvent permettre d'évaluer l'intérêt d'un diagnostic de certitude précoce de fracture de fatigue. Par exemple le nombre de complications ou l'élimination de diagnostic différentiel.

Il est important de retenir que le questionnaire téléphonique porte sur ce que les patients rapportent, sur du déclaratif, et il peut y avoir un décalage avec la réalité, d'autant plus que certains patients ont été recontactés 5 ans après le diagnostic de fracture de fatigue.

Concernant l'extrapolation de notre échantillon, la répartition homme/femme semble adaptée. Une étude de 2012 sur 25714 individus en France retrouve un IMC moyen de 25,4 kg/m² et 32,3% de patients en surpoids ($25 < \text{IMC} < 30$), contre respectivement 24,7 kg/m² et 30,19% dans notre étude (20). Notre échantillon est donc également extrapolable sur le plan de l'IMC.

Ensuite, nous avons uniquement inclus les fractures des membres inférieurs dans notre étude. Dans certaines séries, les fractures des membres inférieurs représentent jusqu'à 95% des fractures de fatigue (21) (9). On traite donc sur la grande majorité des localisations de fracture de fatigue.

La localisation la plus fréquente des fractures de fatigue est le tibia, viennent ensuite les métatarsiens, le péroné, le scaphoïde, le fémur puis le pelvis. La course à pied étant la discipline de loin la plus concernée par les fractures de fatigue (9)(22)(23)(24). On retrouve cette distribution dans notre étude avec les fractures de la jambe plus fréquentes que celles du pied, elles-mêmes plus fréquentes que celles de la cuisse.

Tableau 13 : récapitulatif de notre échantillon et comparaison aux séries de la littérature.(24)(22)(25)(26)(27)(28)

	Thèse 2017	Brukner 1996	Matheson 1987	Changstrom 2015	Iwamoto 2003	Arendt 2003	Bennell 1996
Effectif total	53	180	320	389	196	68	26
Age moyen	44	21,8	26,7		20,1		20,4
Sexe							
Femme	52,7%	43,3%	45,3%	54%	36,2%	62%	46%
Homme	47,3%	56,7%	54,7%	46%	63,8%	38%	54%
Localisation							
Fémur	22,6%	3,3%	7,2%	2,1%	1%	9%	NC
Tibia/Fibula	39,6%	37,2%	55,7%	43,2%	49,5%	46%	57%
Pied	37,7%	43,9%	34,1%	34,9%	15,3%	44%	23%
Délai guérison	5,2 mois		3,2 mois				
Délai diagnostic	5,1 s		13,4 s				
Prise en charge							
Chirurgie	1,9%			1,3%			
Immobilisation	49%						
% course à pied	75,8%	49,4%	69,1%	23,7%	10,2%	33,9%	

On a pu lire que la frontière entre fracture par insuffisance osseuse et fracture de fatigue est minime (29). Une étude de 2011 montre que, dans certains cas, une fracture de fatigue peut être causée par une activité d'allure banale de type marche, brève randonnée ou jeu de balle (30). Dans notre étude, nous avons pu mettre en évidence que les fractures de fatigue ne sont pas seulement liées au sport, mais aussi à des mouvements répétés (professionnels par exemple) ou peuvent être spontanées.

Il n'a pas été mis en évidence dans notre étude de cas de fracture spontanée sur ostéoporose ou sur os pathologique.

Dans la majorité des cas, on retrouve dans l'histoire de la maladie un syndrome douloureux rythmé par des activités sportives et parfaitement soulagé par le repos. Puis, cette douleur devient invalidante à la marche, puis apparaît au repos(6). L'examen clinique est sensible mais très peu spécifique (31,32). Dans notre étude, une grande majorité (77,3%) des patients présentait une douleur comme unique symptôme.

Dans la littérature, Sullivan, en 1982, et Matheson, en 1987, ont décrit la prévalence des signes cliniques. L'œdème est présent chez 55% des patients atteints de fracture de fatigue dans la série de Sullivan et 24,6% dans la série de Matheson (22,33). Dans notre étude, à l'examen clinique, on retrouvait un œdème chez 18,9% des patients.

Une douleur unique dans la majorité des cas et le faible pourcentage d'œdème prouve le côté aspécifique de l'examen clinique dans les fractures de fatigue, l'ecchymose et la déformation étant anecdotiques.

Dans notre étude, 92% des radiographies réalisées pour le diagnostic de fracture de fatigue n'ont pas confirmé le diagnostic. De nombreuses études décrivent le manque d'efficacité de la radiographie dans le diagnostic des fractures de fatigue. La radiographie présente surtout un intérêt pour le diagnostic différentiel. Au stade initial, leur sensibilité est faible, autour de 10 %, mais elle augmente entre 30 et 70 % après trois semaines d'évolution (3,12,34). Ainsi, un contrôle radiologique à 3 semaines peut être prescrit.

Une revue de la littérature datant de 2016 sur la précision diagnostique de l'ensemble des examens complémentaires indique clairement que l'IRM a été identifiée comme le test d'imagerie le plus sensible et le plus spécifique pour diagnostiquer les fractures de stress de l'extrémité inférieure. D'autre part, elle recommande de ne plus utiliser la scintigraphie tant elle est peu spécifique et fortement radio ionisante. Là aussi, cette revue rappelle le grand nombre de faux négatif en radiographie (19). Dans notre étude, 94,3 % des patients (soit 50 patients sur 53) atteints de fracture de fatigue ont bénéficié d'une IRM pour le diagnostic. Cela nous conforte dans l'idée que le diagnostic de fracture de fatigue dans notre étude est un diagnostic de certitude.

Peu d'études s'intéressent au délai moyen diagnostique de fracture de fatigue. On comprend bien que ce délai dépend de la population étudiée car pour des militaires ou sportif de haut niveau, les examens complémentaires seront rapidement réalisés et donc le diagnostic sera plus précoce. Dans notre travail, le délai moyen diagnostique est de 5,1 semaines. Une étude auprès de 320 athlètes retrouve un délai diagnostique moyen de 13,4 semaines (22), mais cette étude date de 1987 et le recours aux examens complémentaires n'était pas aussi simple qu'aujourd'hui. Selon les séries, le délai diagnostique varie de 15,8 jours à 14 semaines.

L'ensemble de la littérature s'accorde à dire que la course à pied est le sport le plus à risque de fracture de fatigue. Sur le plan épidémiologique, même si le taux d'incidence varie selon les études, les fractures de fatigue représenteraient jusqu'à 10 % de l'ensemble des pathologies liées à la pratique du sport et dans certaines séries, jusque 31% en course à pied chez les sportifs de haut niveau (35). Cela se retrouve dans notre étude avec une grande majorité des fractures de fatigue liées à la course à pied chez les sportifs.

Concernant la prise en charge des fractures de fatigue, un article récent, datant de 2016, paru dans « Le Journal De Traumatologie Du Sport » insiste sur le repos et la décharge pour le traitement de la fracture de fatigue du membre inférieur (15). Cette conduite à tenir se retrouve dans notre travail avec presque la totalité des patients (51 patients sur 53). Le délai de reprise des activités physiques en charge dépend de la localisation de la fracture. **(Annexe 4).**

Dans la majorité des cas, l'immobilisation du membre fracturé n'est pas recommandée (11). En effet, dans notre étude, l'immobilisation n'était pas systématique puisque retrouvée dans 49% des cas.

La prise en charge chirurgicale garde son importance dans les fractures de fatigue et doit être discutée en fonction de la localisation, des résultats d'imagerie et des caractéristiques du patient. Plus le risque de déplacement secondaire est élevé, plus l'intervention chirurgicale précoce est importante pour prévenir une morbidité accrue. Un article de 2006 de Raasch et Hergan, reprend les fondamentaux du traitement des fractures de fatigue. Les fractures du col du fémur et les fractures antérieures du tiers moyen du tibia sont les fractures pour lesquelles l'indication chirurgicale doit être évaluée.

L'indication chirurgicale peut aussi être posée chez les sportifs de haut niveau pour une reprise plus rapide de l'activité physique. C'est le cas notamment des fractures du 5^{ème} métatarsien et de l'os naviculaire (36).

Par exemple, une étude autour d'un cas de fracture de fatigue du col fémoral compliquée d'une fracture complète avec déplacement secondaire rappelle l'importance de la localisation de la fracture. Ainsi, le patient a bénéficié d'un triple vissage du col fémoral. Selon cette étude, au moment du diagnostic, la fracture de fatigue du col fémoral est fréquemment déplacée : le pourcentage de déplacement variant selon les séries de 12,3 à 66 % (37). Le traitement des fractures du col fémoral en distraction est, de préférence, chirurgical, compte-tenu du risque de déplacement. Alors qu'une fracture en compression consolide généralement, avec un traitement conservateur, dans un délai de trois à six mois (38).

Autre exemple avec un cas de fracture de la malléole médiale d'évolution non favorable après 8 semaines d'immobilisation par une botte plâtrée. Selon cette étude, le traitement conservateur implique une immobilisation pendant plusieurs mois des activités physiques et/ou un risque de pseudarthrose. Le traitement chirurgical permet une guérison plus rapide. Il doit être proposé aux sportifs de haut niveau et aux patients désireux de reprendre au plus vite leur sport(15).

Une étude de 2015 s'attarde à un sous-ensemble de fracture de fatigue dit à « risque élevé » de complication (c'est-à-dire une guérison prolongée, une progression vers une fracture complète, une consolidation retardée ou des douleurs

chroniques). Ces fractures à risque élevé de complication dépendent de la localisation de la fracture et des résultats d'imagerie (16).

Dans notre étude, 4 patients ont eu une complication de fracture de fatigue (7,5%), les fractures de fatigue compliquées paraissent donc peu fréquentes. Cela conforte l'idée que la recherche systématique de complication n'est pas justifiée.

La littérature indique clairement que l'étiologie des fractures de fatigue est plurifactorielle et que de nombreux facteurs interviennent dans la pathogénèse. Etant donnée l'interrelation entre l'ensemble de ces facteurs de risques, il y a une réelle complexité à identifier les facteurs sur lesquels agir afin d'améliorer la prévention de ce type de fracture.

A ce titre, de nombreuses études se sont intéressées à ces facteurs de risques.

Une revue de la littérature de 2005 fait un constat des facteurs de risques liés aux fractures de fatigue. Ils ont été récapitulés dans le **tableau 1**.

Par la même occasion, cette étude établit les perspectives d'identification de nouveaux facteurs de risques. C'est le cas de l'analyse de certains paramètres micro-architecturaux et notamment la texture osseuse qui semble prometteuse afin de dépister les sujets à risque (9).

Dans notre étude, nous avons tenté de répertorier certains facteurs de risques connus, mais la population trop faible ne permet pas d'en tirer profit.

Notre étude n'a pas permis de prouver que l'IMC, l'âge, le sexe et la localisation de la fracture de fatigue ont un impact sur le délai de guérison de fracture de fatigue. Une étude de 2015 indique pourtant clairement l'impact de la localisation de la fracture de fatigue dans le délai de guérison (16). Par contre, il n'y a pas d'étude valable qui retrouve un lien entre le sexe, l'âge ou l'IMC et le délai de guérison ou l'apparition de complication.

Beaucoup de travaux tentent d'établir l'impact du taux sanguin de vitamine D dans les fractures de fatigue. En 2015, une étude prospective de l'armée britannique a suivi 1082 militaires sur 32 semaines. Elle conclut qu'un taux bas de 25OH vitamine D entraîne un risque accru de fracture de fatigue (39). En 2016, une cohorte rétrospective de 124 patients conclut qu'il y a une corrélation entre un taux sérique en 25OH vitamine D inférieur à 40ng/ml et le risque de fracture de fatigue (40).

Dans notre travail, seuls 8 patients sur 53, soit 23,5% rapportaient avoir été supplémentés en vitamine D, dont 5 selon les recommandations. Cela paraît donc insuffisant, vu le rapport établi entre un taux bas de vitamine D et le risque de fracture de fatigue.

CONCLUSION

Dans notre étude, le délai diagnostique de fracture de fatigue n'a pas de répercussion sur le délai de guérison clinique dans la population générale.

Les fractures de fatigue étant de plus en plus fréquentes, il était important d'évaluer l'impact d'un diagnostic de certitude précoce. L'ensemble des études récentes prouve que l'examen de référence pour le diagnostic de certitude est l'IRM. Devant l'accès très variable à cet examen et le coût économique important, il est préférable qu'il soit utilisé dans des cas précis, d'autant plus qu'un repos et une décharge de plusieurs semaines permettent une consolidation sans complication dans la majorité des cas.

Le diagnostic de certitude précoce de fracture de fatigue doit garder son importance en cas de localisation à haut risque de complication, mais aussi chez le sportif de haut niveau.

Les examens complémentaires seront toujours nécessaires dans un second temps, en cas de persistance des douleurs ou de suspicion de complication.

La prise en charge chirurgicale des fractures de fatigue est envisagée dans certains cas : défaillance de la prise en charge non chirurgicale, stabilisation prophylactique d'une fracture à haut risque de déplacement, nécessité d'une reprise rapide de l'activité physique.

Notre travail a permis de rappeler que de nos jours, la fracture de fatigue ne concerne plus seulement les sportifs de haut niveau ou les militaires. En effet, avec l'avancé des examen complémentaires, on se rend compte qu'elles peuvent survenir pour des activités simples telles que de brèves randonnées ou une simple marche prolongée.

Devant l'absence de prise en charge spécifique de ce type de fracture, les dernières études sur le sujet accordent une importance particulière aux facteurs de risques de fracture de fatigue. Ainsi, une carence en vitamine D est un facteur de risque de fracture de fatigue alors que l'analyse de la texture osseuse semble prometteuse afin de discriminer les sujets à risque de fracture de fatigue.

Il apparaît donc nécessaire de porter l'accent sur la prévention des facteurs de risque de fracture de fatigue.

En population générale, la prise en charge thérapeutique d'une suspicion clinique de fracture de fatigue, ayant bénéficié d'un bilan initial par radiographie, ne doit donc pas dépendre d'un diagnostic de certitude à l'imagerie. Par contre, des examens d'imagerie supplémentaires pourront être prescrits en fonction de l'évolution clinique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Thomas T, Martin A, Lafage-Proust M-H. Physiologie du tissu osseux. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv-Lille2frdatatraitesap14-40315](http://www.em-premium.com/doc-distant.univ-lille2.fr/article/69321/resultatrecherche/1) [Internet]. 4 févr 2008; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/article/69321/resultatrecherche/1>
2. Chavassieux P, Meunier P. Histologie et cytologie de l'os normal. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv-Lille2frdatatraitesap14-34297](http://www.em-premium.com/doc-distant.univ-lille2.fr/article/15983/resultatrecherche/8) [Internet]. [cité 18 nov 2016]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/article/15983/resultatrecherche/8>
3. Anderson MW, Greenspan A. Stress fractures. *Radiology*. avr 1996;199(1):1-12.
4. Fractures de fatigue ou fractures de stress chez le sportif [Internet]. IRBMS. [cité 1 juin 2015]. Disponible sur: <http://www.irbms.com/fractures-de-fatigue>
5. Breithaupt. Breithaupt Zur pathologie des menschlichen fubes. *Med Zeitg*. 1855;24:169–177.
6. Labareyre H de, Rodineau J. Les fractures de fatigue chez le sportif. Elsevier Masson; 2000. 235 p.
7. Le syndrome d insuffisance osseuse transitoire d effort - 7456.pdf [Internet]. [cité 20 avr 2016]. Disponible sur: <http://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/7456.pdf>
8. Bennell DK, Matheson G, Meeuwisse W, Brukner P. Risk Factors for Stress Fractures. *Sports Med*. 23 sept 2012;28(2):91-122.
9. Prouteau S, Benhamou C-L, Courteix D. La fracture de fatigue : facteurs de risque et perspectives d'identification. *Sci Sports*. avr 2005;20(2):59-64.
10. 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.
11. Stratégies diagnostique et thérapeutique des fractures de fatigue : à propos de trois observations et mini revue de la littérature [Internet]. Disponible sur: <http://santenews.reseauoprosante.fr/actualite/strategies-diagnostique-et-therapeutique-des-fractures-de-fatigue-a-propos-de-trois-observations-et-mini-revue-de-la-litterature/64024>
12. Bousson V, Wybier M, Petrover D, Parlier C, Chicheportiche V, Hamzé B, et al. Les fractures de contrainte. [/data/revues/02210363/v92i3/S0221036311000734/](http://data.revues.org/02210363/v92i3/S0221036311000734/) [Internet]. 26 avr 2011
13. Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *Am J Sports Med*. août 1995;23(4):472-81.
14. Kaeding CC, Miller T. The Comprehensive Description of Stress Fractures: A New Classification System. *J Bone Jt Surg Am*. 3 juill 2013;95(13):1214-20.
15. Fractures de fatigue - main.pdf [Internet]. Disponible sur: <http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/showarticlefile/1036606/main.pdf>
16. McInnis KC, Ramey LN. High-Risk Stress Fractures: Diagnosis and Management. *PM R*. mars 2016;8(3 Suppl):S113-124.
17. Kijowski R, Choi J, Shinki K, Del Rio AM, De Smet A. Validation of MRI

- classification system for tibial stress injuries. *AJR Am J Roentgenol.* avr 2012;198(4):878-84.
18. Arendt EA, Griffiths HJ. THE USE OF MR IMAGING IN THE ASSESSMENT AND CLINICAL MANAGEMENT OF STRESS REACTIONS OF BONE IN HIGH-PERFORMANCE ATHLETES. *Clin Sports Med.* 1 avr 1997;16(2):291-306.
 19. 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.
 20. obepi_2012.pdf [Internet]. Disponible sur: http://www.roche.fr/content/dam/roche_france/fr_FR/doc/obepi_2012.pdf
 21. Les Fractures de Fatigue Chez Le Sportif [Internet]. Disponible sur: <http://fr.slideshare.net/daneel/les-fractures-de-fatigue-chez-le-sportif>
 22. Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, Taunton JE, Lloyd-Smith DR, MacIntyre JG. Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *Am J Sports Med.* févr 1987;15(1):46-58.
 23. Bennell KL, Brukner PD. EPIDEMIOLOGY AND SITE SPECIFICITY OF STRESS FRACTURES. *Clin Sports Med.* 1 avr 1997;16(2):179-96.
 24. Brukner P, Bradshaw C, Khan KM, White S, Crossley K. Stress fractures: a review of 180 cases. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* avr 1996;6(2):85-9.
 25. Changstrom BG, Brou L, Khodae M, Braund C, Comstock RD. Epidemiology of Stress Fracture Injuries Among US High School Athletes, 2005-2006 Through 2012-2013. *Am J Sports Med.* 1 janv 2015;43(1):26-33.
 26. Iwamoto J, Takeda T. Stress fractures in athletes: review of 196 cases. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc.* 2003;8(3):273-8.
 27. Arendt E, Agel J, Heikes C, Griffiths H. Stress injuries to bone in college athletes: a retrospective review of experience at a single institution. *Am J Sports Med.* déc 2003;31(6):959-68.
 28. Bennell KL, Malcolm SA, Thomas SA, Wark JD, Brukner PD. The incidence and distribution of stress fractures in competitive track and field athletes. A twelve-month prospective study. *Am J Sports Med.* avr 1996;24(2):211-7.
 29. Lafforgue P. Fractures de contrainte (fractures de fatigue et fractures par insuffisance osseuse). *EMC - Appar Locomoteur.* avr 2013;8(2):1-12.
 30. Royer M, Thomas T, Cesini J, Legrand E. Stress fractures in 2011: practical approach. *Jt Bone Spine Rev Rhum.* oct 2012;79 Suppl 2:S86-90.
 31. Astur DC, Zanatta F, Arliani GG, Moraes ER, Pochini A de C, Ejnisman B. Stress fractures: definition, diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop Engl Ed.* janv 2016;51(1):3-10.
 32. Fredericson M, Wun C. Differential diagnosis of leg pain in the athlete. *J Am Podiatr Med Assoc.* août 2003;93(4):321-4.
 33. Sullivan D, Warren RF, Pavlov H, Kelman G. Stress fractures in 51 runners. *Clin Orthop.* août 1984;(187):188-92.
 34. Patel DS, Roth M, Kapil N. Stress fractures: diagnosis, treatment, and prevention. *Am Fam Physician.* 1 janv 2011;83(1):39-46.
 35. Behrens SB, Deren ME, Matson A, Fadale PD, Monchik KO. Stress fractures of the pelvis and legs in athletes: a review. *Sports Health.* mars 2013;5(2):165-74.
 36. Raasch WG, Hergan DJ. Treatment of stress fractures : The fundamentals. *Clin Sports Med [Internet].* 2006 [cité 23 janv 2017];25(1). Disponible sur: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=17465895>
 37. Bertani A, de Landevoisin E-S, Gonzalez J-F, Savoie PH, Demortière E. La fracture de

- fatigue du col fémoral chez le sportif d'endurance : l'importance d'un diagnostic précoce. *J Traumatol Sport.* juin 2008;25(2):99-101.
38. Pinheiro J. Fracture de fatigue du col fémoral : intérêt d'un diagnostic précoce. *J Traumatol Sport.* mars 2015;32(1):29-33.
39. Low serum 25-hydroxyvitamin D is associated with increased risk of stress fracture during Royal Marine recruit training - art%3A10.1007%2Fs00198-015-3228-5.pdf .
40. Miller JR, Dunn KW, Ciliberti LJ, Patel RD, Swanson BA. Association of Vitamin D With Stress Fractures: A Retrospective Cohort Study. *J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg.* 23 sept 2015;
41. Kahanov L, Eberman LE, Games KE, Wasik M. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. *Open Access J Sports Med.* 2015;6:87.

ANNEXES

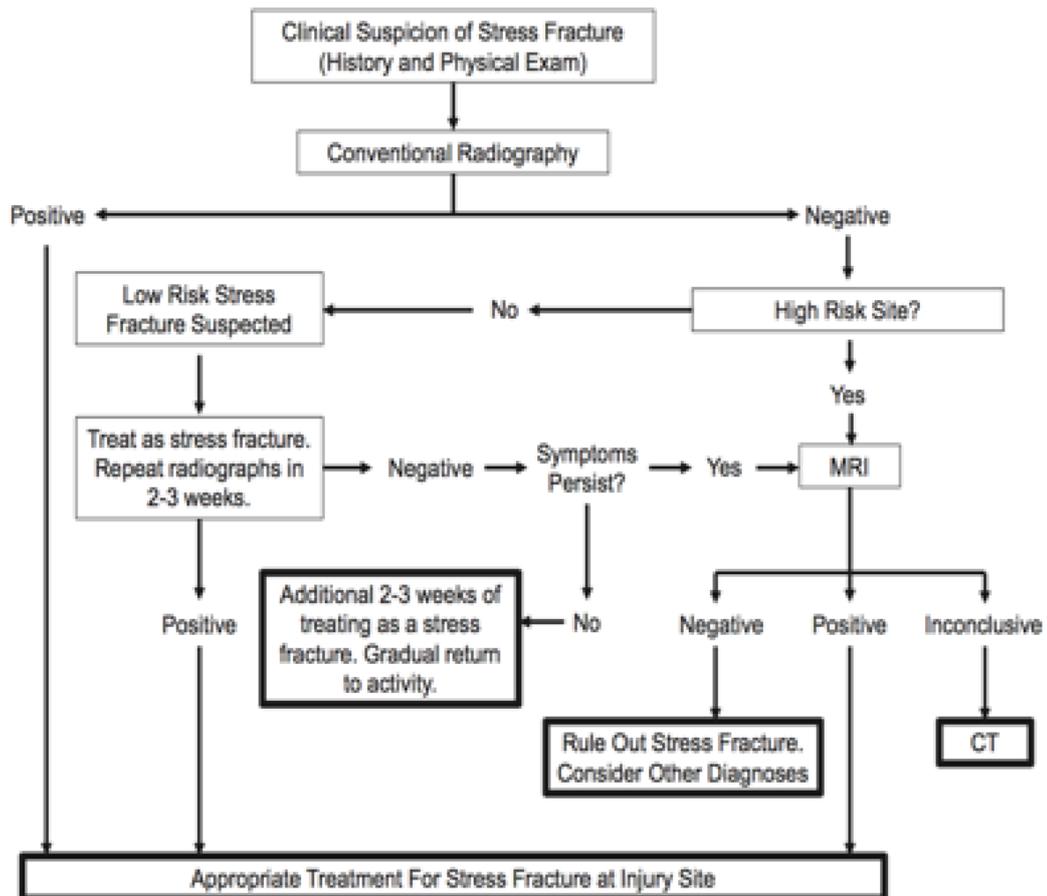
Annexe 1 : test du levier ou fulcrum test pour le fémur (11).



Annexe 2 : classification de Kaeding et Miller (14).

Grade	douleur	Diagnostic radiologique (scintigraphie, IRM, TDM, ou Radiographie)	Description
I	Non	Argument radiologique sans fracture visible	Réaction de stresse asymptomatique
II	Oui	Argument radiologique sans fracture visible	Réaction de stresse symptomatique
III	Oui	Trait de fracture non déplacé	Fracture non déplacée
IV	Oui	Déplacement > ou égal à 2mm	Fracture déplacée
V	Oui	désunion	désunion

Annexe 3: Algorithme de l'imagerie dans la fracture de fatigue (19).



Annexe 4 : Délais de reprise des activités physiques en charge après fracture de fatigue au niveau des membres inférieurs ou du bassin (41).

Localisation fracture de fatigue	Risque élevé/ Risque faible	Délai moyen avant reprise d'activités sportives en charge
Sésamoïde du 1 ^{er} métatarsien	Risque élevé	6 semaines (42 jours)
Métatarse	Risque faible	4 à 6 semaines (28 à 42 jours)
Corticale tibiale antérieure	Risque élevé	6 à 8 semaines (42 à 56 jours)
Corticale tibiale postéro-médiale	Risque faible (haut grade)	8 à 12 semaines (56 à 84 jours)
	Risque faible (bas grade)	< 3 semaines (< 21 jours)
Fibula	Risque faible	2 à 4 semaines (14 à 28 jours)
Col fémoral	Risque élevé	4 à 6 semaines (28 à 42 jours)
Diaphyse fémorale	Risque faible	6 à 8 semaines (42 à 56 jours)
Sacrum/bassin	Risque faible	7 à 12 semaines (49 à 84 jours)

AUTEUR : Nom : BOUTRY

Prénom : Victor

Date de Soutenance : 28 février 2017

Titre de la Thèse : Impact du délai diagnostique dans la guérison des fractures de fatigue.

Thèse - Médecine - Lille 2017

Cadre de classement : Médecine du sport

DES de médecine générale

Mots-clés : fracture de fatigue, fracture de contrainte, diagnostic, pathologie locomotrice.

Contexte : La prévalence des fractures de fatigue dans la population générale est de plus en plus importante. Les signes cliniques sont peu spécifiques et les signes radiologiques tardifs. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact du délai diagnostique sur la guérison des fractures de fatigue.

Méthode : Etude rétrospective, monocentrique incluant des patients ayant eu un diagnostic de fracture de fatigue à l'imagerie au CHRU de LILLE. Questionnaire téléphonique regroupant des données anthropométriques, l'histoire de la maladie, la prise en charge et la recherche de facteurs de risque. Analyse statistique par le coefficient de corrélation de Spearman entre le délai de guérison et le délai diagnostique. Etude de la corrélation du délai de guérison avec d'autres variables secondaires.

Résultats : 53 patients ont été inclus dans l'étude. 62,3% des fractures étaient liées à une activité sportive, dont 75,8% en rapport avec la course à pied. Cliniquement 77,3% des patients déclaraient uniquement une douleur. 94,3% ont bénéficié d'une radiographie et seul 4 faisaient suspecter une fracture de fatigue. Le délai moyen de guérison était de 5,2 mois et le délai diagnostique moyen de 5,1 semaines. En utilisant le coefficient de corrélation de Spearman (r), il n'existe pas dans notre étude de corrélation entre le délai de guérison et le délai diagnostique : $r=0,35673$, $p=0,0087$.

Conclusion : Un diagnostic de certitude précoce ne semble pas indispensable pour la prise en charge des suspicions de fractures de fatigue dans la population générale. Chez le sportif de haut niveau et dans certaines localisations à hauts risques, une confirmation diagnostique précoce reste indiquée.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur André THEVENON

Asseseurs : Monsieur le Professeur Julien GIRARD

Monsieur le Docteur Vincent TIFFREAU

Monsieur le Docteur Christian CAPIOD