

*UNIVERSITE MOHAMMED V*  
*FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE -RABAT-*

*ANNEE: 2009*

*THESE N°: 24*

**Etude comparative de la densite minerale  
osseuse chez des femmes spOrtives de haut niveau  
avec des femmes marocaines noN actives**

THESE

*Présentée et soutenue publiquement le :.....*

PAR

**Mr. Jalal DOUFIK**

*Né le 13 Janvier 1982 à Kénitra*

Pour l'Obtention du Doctorat en  
Médecine

**MOTS CLES:** Densité minérale osseuse – DXA – Ostéoporose - Sport.

JURY

**Mr. N. BOUSSELMAME**  
Professeur de Traumato-Orthopédie

**Mr. A. EL MAGHRAOUI**  
Professeur de Rhumatologie

**Mr. A. BEZZA**  
Professeur de Rhumatologie

**Mr. L. ACHEMLAL**  
Professeur Agrégé de Rhumatologie

**PRESIDENT**

**RAPPORTEUR**

**JUGES**

}  
}

—



سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت  
العليم الحكيم



سورة البقرة: الآية: 32

اللهم إنا نسألك علما نافعا وقلبا خاشعا  
وشفاءا من كل داء وسقم



*Je dédie cette thèse...*

### **A ma mère et mon père**

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer la profondeur  
des sentiments que je vous éprouve.*

*Tous ce que je suis n'est que le fruit de votre dévouement.*

*Que dieu vous comble de santé, de prospérité et vous garde*

*longtemps à fin que je puisse vous reconforter et vous soutenir.*

*Je prie dieu tout puissant pour que sois à la hauteur de cette tâche.*

### **A mon frère Youssef, et son épouse Imane**

#### **A ma sœur Layla, et son mari Fouad**

*Tous les mots sont superflus et ne sauraient exprimer ma profonde affection.*

*Ce travail vous est particulièrement dédié,*

*Vous étiez toujours là pour moi, MERCI*

*Puisse le bonheur et le succès vous combe à jamais.*

### **A Rabie, Omar, ainsi que la petite Nour.**

#### **A ma tante Amina, son mari Rabeh**

#### **A mon cousin Mohamed et ma cousine Khadija**

*Avec tous mes vœux de bonheur et de santé*

### **A tous mes amis**

*Pour tous les moments qu'on a passé ensemble*

*Vous avez partagé ma vie au jour le jour, vous m'avez soutenu et conseillé  
quand il le fallait.*

*Recevez ma sincère reconnaissance*

### **A Amina**

*Aucun mot ne peut exprimer ni ce que tu es ni ce que tu mérites*

*Tes sacrifices et tes dévouements furent pour moi un constant encouragement.*

*Tu as été pour moi ...vraiment, la compagne fidèle durant de longues et  
laborieuses années d'études.*

**Au Centre de Rhumatologie et Rééducation Fonctionnelle  
et tout son personnel médical et paramédical**

**A tous les enseignants et professeurs qui, de l'école primaire  
à l'université, ont guidé mes pas vers les domaines du savoir**

**A tous ceux qui sont cher et que j'ai omis de citer  
involontairement**

# *Remerciements*

**A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE JUGES DE THESE**

**Monsieur le professeur BOUSSALMANE NABILE**

**Professeur de Traumatologie orthopédie**

Je suis particulièrement touché par la spontanéité et la gentillesse avec laquelle vous avez bien voulu accepter de juger ce travail.

Je vous remercie de ce grand honneur que vous me faites.

Veillez trouver ici le témoignage de mes sentiments respectueux et de ma très haute considération.

**A NOTRE MAITRE ET RAPPORTEUR DE THESE**  
**Monsieur le professeur EL MAGHRAOUI ABDELLAH**  
**Professeur de Rhumatologie**

La présente étude n'aurait pas été possible sans votre bienveillant soutien. Je voudrais vous prier d'accueillir ici tous mes sentiments de gratitude qui viennent du fond de mon cœur, en acceptant mes remerciements.

Vous m'avez accompagné tout au long de ma formation. Votre disponibilité, votre bonne humeur, vos qualités humaines, et vos généreux secours au cours de certains de mes moments difficiles ont été d'une très grande qualité, et d'un immense réconfort. Je souhaiterais de tout mon cœur avoir l'opportunité de travailler encore à vos côtés.

Merci infiniment.



**A NOTRE MAITRE ET JUGE DE THESE**

**Monsieur le professeur BEZZA AHMED**

**Professeur de Rhumatologie**

Vous avez accepté en toute simplicité de juger ce travail, et c'est pour moi un grand honneur de vous voir siéger parmi notre jury.

J'ai eu le privilège de travailler à vos côtés ; votre dynamisme, votre sérieux, votre contagieuse bonne humeur et votre gentillesse sont pour moi un idéal à atteindre.

Veillez trouver en ce travail le témoignage de ma profonde reconnaissance.

**A NOTRE MAITRE ET JUGE DE THESE**  
**Monsieur le professeur ACHEMLAL LAHCEN**  
**Professeur de Rhumatologie**

Je vous remercie du grand honneur que vous m'accorder en acceptant aimablement de siéger parmi les membres de notre jury.

Votre gentillesse sans limite, votre sérieux, et votre rigueur au travail sont pour moi un objet d'admiration et de profond respect.

Permettez-moi de vous exprimer ma profonde estime et mes sincères remerciements.

## **Au Docteur GHAZI MERYEM**

Je tiens à vous exprimer ma plus vive reconnaissance,

Je vous remercie pour votre suivi permanent, vos conseils judicieux, vos grandes qualités humaines et le soutien que vous m'avez constamment apporté en me faisant profiter de vos compétences et de votre enthousiasme.

Permettez-moi de vous exprimer mes sincères remerciements.

# *Sommaire*

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>RAPPELS THEORIQUES.....</b>	<b>9</b>
I-INTRODUCTION .....	10
II- EPIDEMIOLOGIE + CLASSIFICATION.....	11
III- RAPPELS/ STRUCTURE DU TISSU OSSEUX .....	13
IV-METABOLISME OSSEUX.....	16
1- Calcium .....	16
2- Phosphore.....	20
3- Régulation du métabolisme osseux .....	22
V- REMODELAGE OSSEUX .....	28
VI-VARIATION NATURELLE DE LA MASSE OSSEUSE.....	29
VII-FACTEURS DE RISQUE DE L’OSTEOPOROSE .....	30
VIII-DIAGNOSTIC .....	30
IX-PRINCIPALES TECHNIQUES DE MESURE DE LA DMO.....	31
A. L’ABSORPTIOMETRIE BIPHOTONIQUE A RAYONS X.....	31
B. AUTRES METHODES.....	34
X-BILAN BIOLOGIQUE.....	35
XI- DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL.....	36
<b>MATERIELS ET METHODE .....</b>	<b>37</b>
I- POPULATION ETUDIEE .....	38
II- METHODE DE LA MESURE .....	41

<b>RESULTATS .....</b>	<b>43</b>
A) DESCRIPTION DE LA POPULATION.....	44
B) DESCRIPTION DES MESURES .....	50
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>53</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>59</b>
<b>RESUMES .....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>67</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>80</b>

***Liste alphabétique  
des abréviations :***

**ATCD** : Antécédent.

**CRRF** : Centre de Rhumatologie et de Rééducation Fonctionnelle.

**CTX** : Télopeptide C terminal du collagène de type I.

**DMO** : Densité Minérale Osseuse.

**DS** : Dérivation Standard.

**DXA** : Absorptiométrie biphotonique à rayons X (Dual X Absorptiometry).

**EPP** : Electrophorèse des Protéines.

**ET** : Ecart Type.

**FV** : Fracture Vertébrale.

**G0, G1, G2, G3, G4 et G5** : Groupes 0, 1, 2, 3, 4 et 5.

**HMIMV** : Hopital Militaire d'Instruction Mohamed V.

**HT** : Hanche Totale.

**IMC** : Indice de Masse Corporelle.

**LCR** : Liquide Céphalo-Rachidien.

**NFS** : Numération Formule Sanguine.

**NTX** : Télopeptide N terminal du collagène de type I.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**OP** : Ostéoporose.

**PAL** : Phosphatase alcaline.

**PHEX** : Phosphate Regulating Endopeptidase Homolog, X-linked.

**PR** : Polyarthrite Rhumatoïde.

**PTH** : Parathormone.

**RL** : Rachis Lombaire.

**Rx** : Radiographie.

**SPA** : Spondylarthrite Ankylosante.

**TSH** : Thyroglobuline Stimuline Hormon.

**VS** : Vitesse de Sédimentation.



# *Introduction*

Le tissu osseux, de par sa structure, joue un rôle prépondérant dans les fonctions mécaniques de soutien et de protection des organes vitaux, ainsi que dans la régulation de l'homéostasie calcique. Contrairement à son apparence figée, le squelette est le siège d'un important processus de remodelage conduisant au renouvellement permanent du tissu osseux et par conséquent au maintien des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'os.

En l'absence de toute pathologie, l'os présente une architecture et une densité minérale osseuse (DMO) bien déterminées, qui lui permettent de s'adapter aux sollicitations mécaniques qui lui sont appliquées. L'adaptation du tissu osseux aux différentes contraintes mécaniques est particulièrement mise en évidence chez les sujets pratiquant une activité physique intense [1].

La mesure de la masse osseuse est devenue l'outil indispensable pour l'évaluation et le suivi de l'ostéoporose [2]. Ses différentes techniques de mesure se sont beaucoup améliorées depuis la description initiale de la méthode d'absorptiométrie monophotonique par Cameron et Sorenson en 1963. Actuellement l'absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA) en est la référence depuis son apparition en 1987 [3]. Elle été à la base de la définition de l'ostéoporose par l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) en 1994 [4].

Les différentes données de la littérature montrent clairement que l'exercice physique a un effet bénéfique sur le tissu osseux. Les activités physiques peuvent être classées par "type", selon la nature des contraintes mécaniques qu'elles induisent sur les segments osseux. Ainsi les activités sportives induisant de forts impacts au sol et mettant en jeu le poids du corps, ont une influence significative sur la masse osseuse, par rapport aux disciplines sportives dites

"actives" telles que la natation ou le cyclisme, où l'activité musculaire est prépondérante dans la génération des contraintes osseuses [1].

L'objectif de notre étude, réalisée dans le centre de Rhumatologie et de Rééducation Fonctionnelle de l'Hôpital Militaire d'Instruction Mohamed V de Rabat, est de comparer la densité minérale osseuse chez des femmes sportives de haut niveau de différentes disciplines, avec des femmes marocaines normales non actives.

# *Rappels théoriques*

## I- INTRODUCTION : [6 à 11]

- La définition de l'ostéoporose a été retenue à la conférence de consensus tenue à Hong Kong en Avril 1993 comme une : « affection diffuse du squelette caractérisée par une diminution de la masse osseuse et des altérations micro architecturales du tissu osseux entraînant une augmentation de la fragilité osseuse et du risque de fractures ».
- Il ressort de cette définition qu'il existe deux composantes à la fragilité osseuse: la quantité et la qualité :
  - Paramètre qualitatif : altération de la microarchitecture : non mesurable
  - Paramètre quantitatif : masse osseuse : mesurable par DMO
- C'est l'ostéopathie fragilisante la plus fréquente.
- Les fractures ostéoporotiques sont un enjeu de santé en raison de :
  - leurs complications,
  - leur fréquence, en particulier du fait du vieillissement de la population.
- La décision thérapeutique repose sur plusieurs paramètres.
- Définition de l'ostéoporose selon l'Organisation Mondiale de la Santé 1994 basée sur le T-Score :

T-score > -1	normal
T-score < -1 et >-2,5	ostéopénie
T-score < -2,5	ostéoporose
T-score < -2,5 + 1 ou plusieurs fractures par fragilité osseuse	ostéoporose sévère

## II- EPIDEMIOLOGIE + CLASSIFICATION :

- L'ostéoporose est beaucoup plus rare en Afrique noire
- la prévalence augmente avec l'âge et le vieillissement de la population
- on estime à 30% la proportion de femmes ménopausées atteintes d'ostéoporose :
  - 15% entre 50 et 59 ans
  - 15% entre 60 et 79ans
  - 70% plus de 80 ans
- L'épidémiologie descriptive de l'ostéoporose [12 à 15] est basée sur son expression clinique la plus évidente : la fracture.
- Les sites de fractures les plus fréquents (homme et femme) :
  - L'extrémité distale de l'avant-bras (poteau-colles) 16%
  - L'extrémité supérieure du fémur 17,5%
  - Vertèbres 15,6%

-Classification : Principales étiologies de l'ostéoporose :

➤ Primitive : [16 à 19]

	Post ménopausique	Sénile
Type de perte	I : trabéculaire	II : corticale
Age	50- 60	70
Sexe ratio	6/1	2/1
Fracture	FV, Pouteau-Colles	Col fémoral
Etiologies	Carences en hormones sexuelles	↑ PTH II à ↓ absorption Vit D + Ca

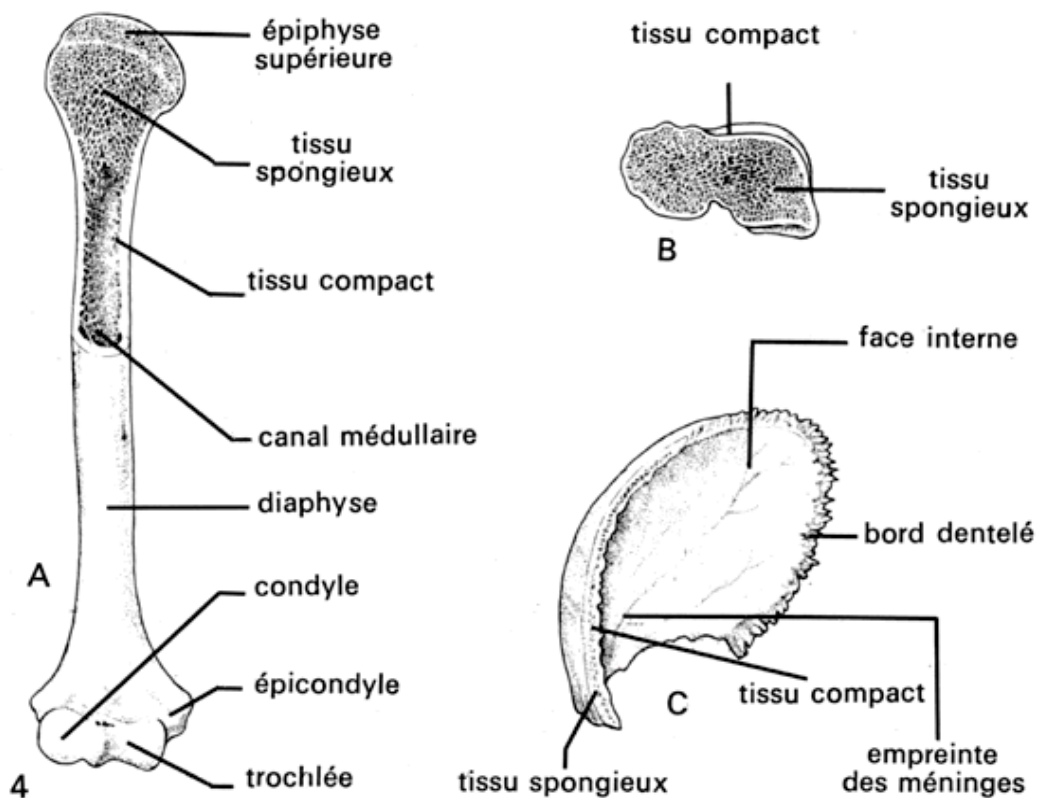
➤ Secondaire : moins fréquente à rechercher systématiquement si terrain inhabituel [20 à 24] :

- ❖ Médicaments : Corticothérapie +++, Anticonvulsivants, héparine
- ❖ Endocrinopathies : hypogonadisme, hypercorticisme, hyperparathyroïdie...
- ❖ Rhumatismes inflammatoires chroniques : PR, SPA, Lupus...
- ❖ Autres : Anorexie mentale, Ostéogénèse imparfaite

### III- RAPPELS/ STRUCTURE DU TISSU OSSEUX :

→ 2 types d'os : [25, 26]

	Cortical= os compact	Trabeculaire= spongieux
localisation	Diaphyse des os longs	Os plats Vertebres Epiphyses des os longs
Organisation	Structure cylindrique= syst haversien	Réseau lâche de travées osseuse
% masse osseuse	4/5	1/5



**Figure 2:** A : Os long ; B : Os court ; C : Os plat [29]



→ Trame osseuse et cellules osseuses : [27, 28]

▪ Trame osseuse :

- Protéines : collagène 90% type I
- Substance fondamentale = protéoglycanes
- Substance minérale : Cristal hydroxyapatite, Phosphates tricalciques

▪ Cellules osseuses :

- Ostéoblastes :
  - Ostéoformatrices
  - Synthèse du tissu ostéoïde : Collagène, Prostaglandines, PAL, Ostéocalcine, sialoprotéine.

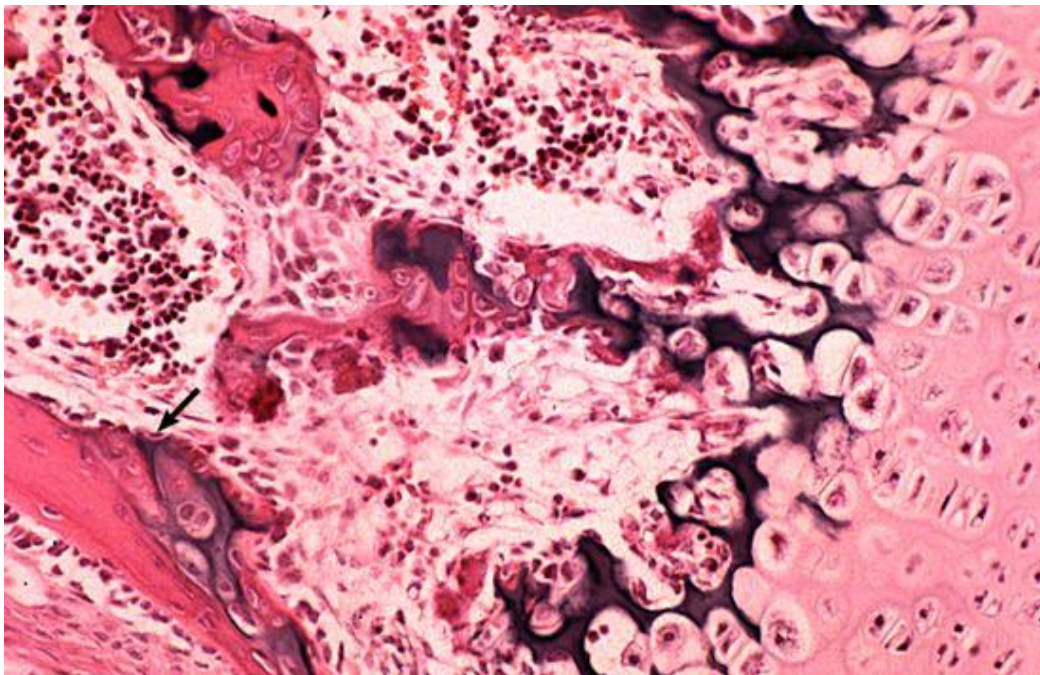
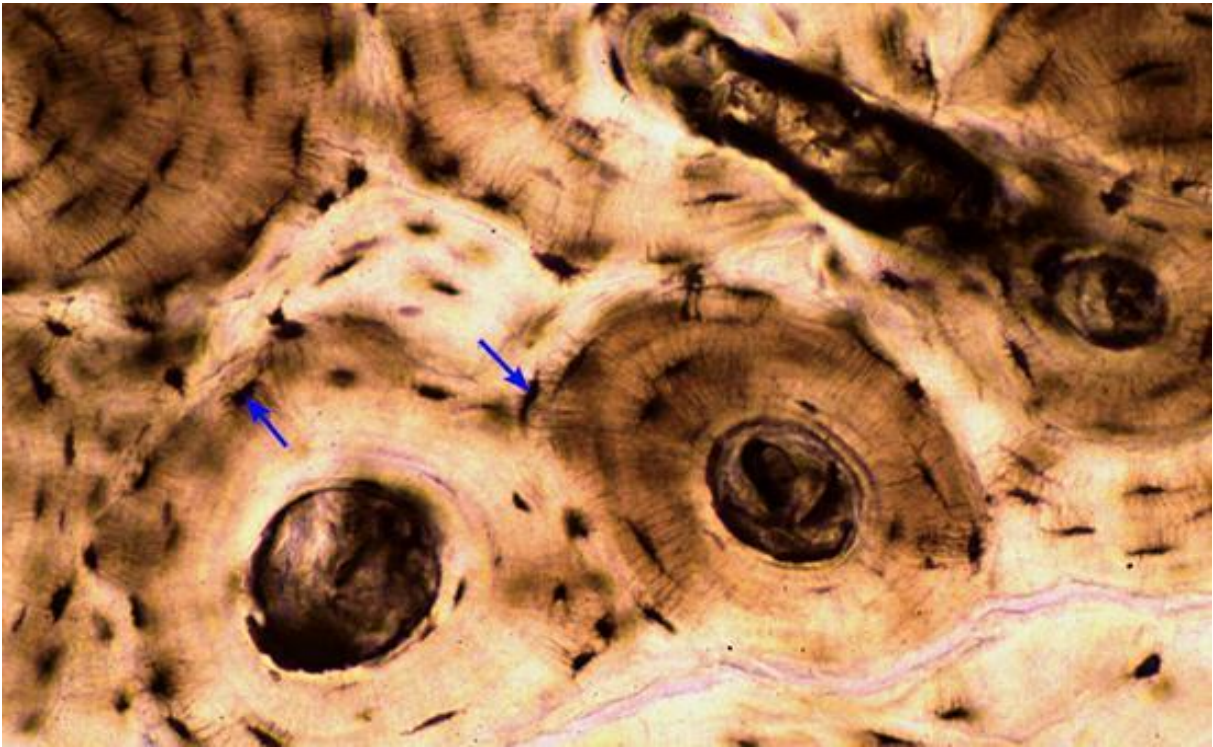


Figure 3: Ostéoblaste aplatie, sécrète la matrice osseuse [29].

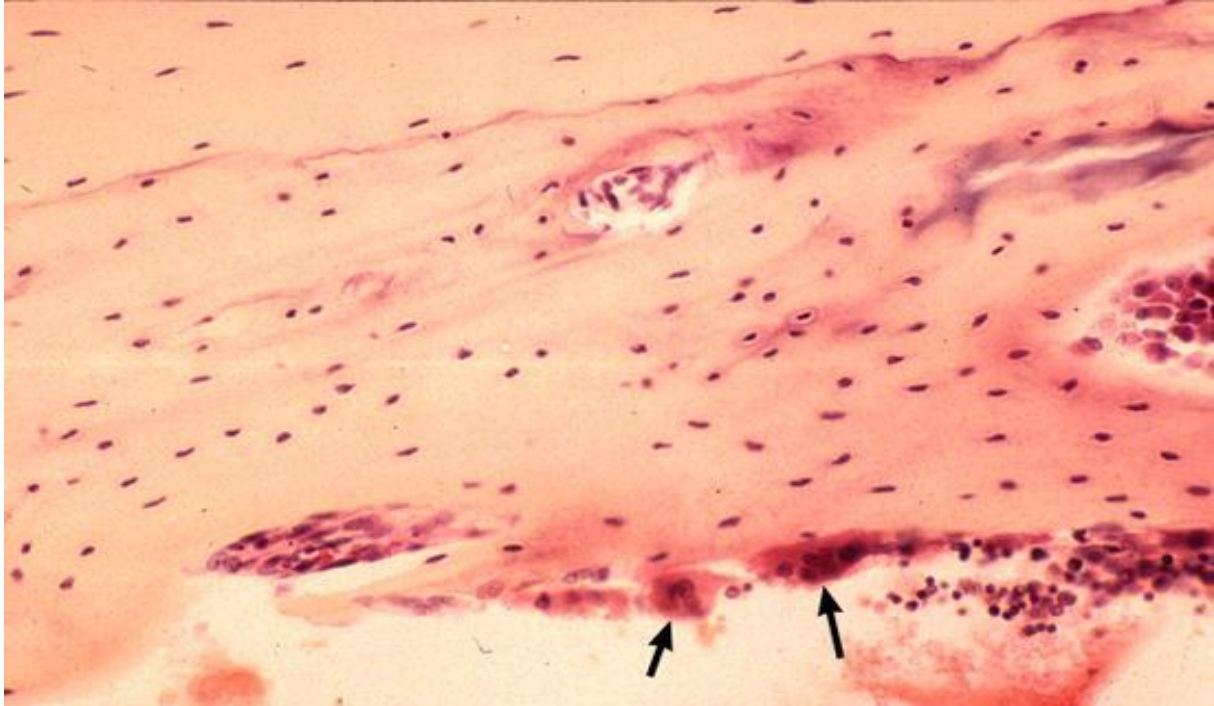
- Ostéocytes :
  - Activité d'ostéoformatiopn et de résorption periosteocytaire
  - Homéostasie phosphocalcique



**Figure 4:** Sites de logements d'ostéocytes entourés de leur matrice [29].

- Ostéoclastes :
  - Responsable de la destruction osseuse
  - Grandes cellules multinuclées
  - Dérivées du système monoculaire

- Possèdent une bordure en brosse accolée à la surface des travées osseuses où s'expriment les enzymes de résorption osseuse.



**Figure 5:** Ostéoclaste impliqué dans la résorption osseuse [29].

#### **IV-METABOLISME OSSEUX :**

##### **1-Calcium : [30, 31]**

###### **a) Répartition dans l'organisme :**

Chez l'adulte, on retrouve 1100 à 1200g de calcium, soit 1,6% du poids corporel, dont plus de 98% est localisée au niveau du squelette.

La concentration plasmatique du calcium ou calcémie, est une constante remarquablement stable, comprise entre 2,2 et 2,6 mmol/l (90-105 mg/l).

Le calcium plasmatique se représente sous deux formes :

→Calcium ultra-filtrable (65mg) :

- Calcium ionisé (55mg) ; c'est la fraction biologiquement active.
- Calcium salifié (10mg) ; surtout sous forme de citrates et de sulfates, la forme de pénétration tissulaire, sans aucune activité biologique.

→Calcium non ultra-filtrable (35-40mg) ; lié aux protéines, surtout à l'albumine, c'est la forme de transport du calcium.

Dans le liquide céphalo-rachidien (LCR), la concentration du calcium est d'environ 50mg/l.

Dans les tissus mous, c'est à dire, le tissu sous-cutané, les muscles et les tendons, la quantité du calcium est d'environ 11g pour un adulte de 70 Kg.

98% du calcium de l'organisme, soit 1100 g, se situe dans l'os et les dents.

b) Apports exogènes du calcium :

On admet un seuil minimal d'apport en calcium situé au alentours de 300 mg/j. Une alimentation normale apporte entre 500 à 1500 mg /j. Les produits laitiers, les eaux minérales en apportent à eux seuls environs 1000 mg/j. Mais les habitudes alimentaires ne couvrent pas toujours l'apport nutritionnel conseillé en calcium estimé à :

- 800 à 1500 mg/j pendant l'enfance et l'adolescence.
- 1200 à 1500 mg/j chez la femme enceinte et allaitante.
- 1500 mg/j chez la femme et l'homme +50ans
- 1000 mg/j chez la femme l'homme entre 25et 50ans
- 1500 mg/j chez le sujet âgé.

c) Absorption intestinale du calcium :

Moins de 40% du calcium ingéré est absorbé au niveau intestinal. Ce pourcentage augmente pendant la croissance, la grossesse et la lactation, alors qu'il diminue avec l'âge et avec la déplétion ostrogénique de la ménopause.

Cette absorption se fait essentiellement au niveau de l'intestin grêle proximal (duodénum), puis diminue à fur et à mesure que l'on progresse vers les segments distaux de l'intestin. Elle est augmentée directement sous l'action du Calcitriol.

d) Sécrétion intestinale du calcium :

La sécrétion endogène du calcium dans la lumière intestinale est constante, indépendante de l'absorption, et est de l'ordre de 700 mg/j.

Une grande partie est réabsorbée, alors que le reste est éliminé dans les selles.

e) Pertes du calcium :

On estime que 500 mg de calcium rejoignent et quittent quotidiennement la substance minérale.

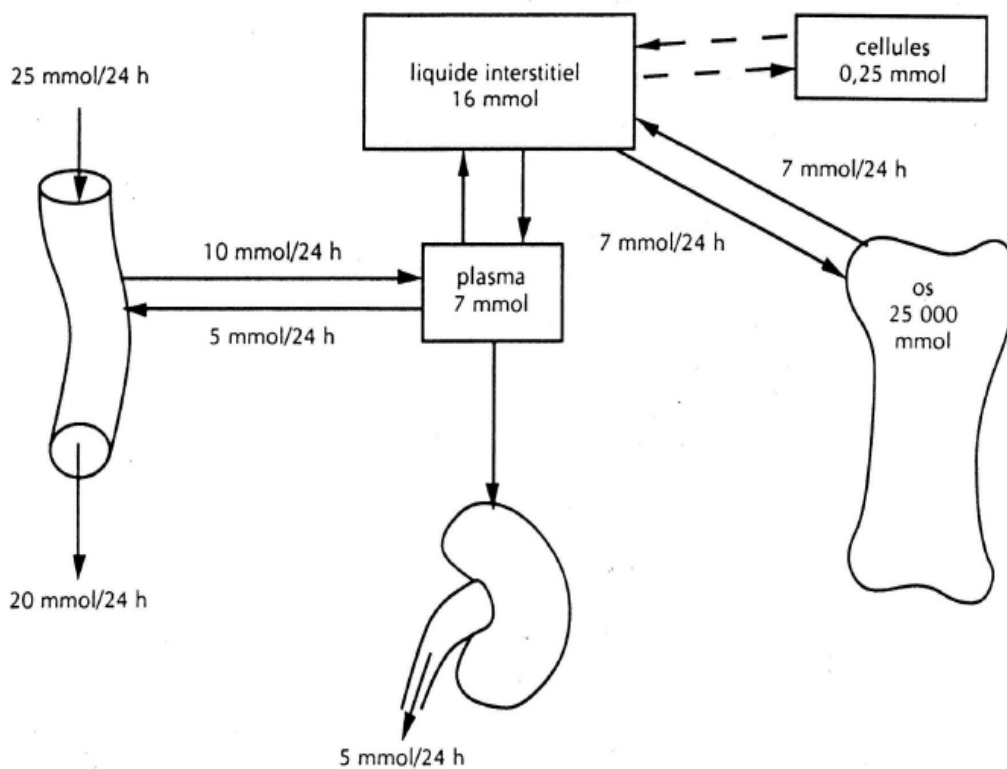
→ Certaines sorties ne sont pas régulées :

- Le calcium fécal représente 500 à 800 mg/j, il correspond au calcium non absorbé, et celui des sécrétions digestives non absorbé.
- Le calcium sudoral représente 50 à 150 mg/j.

→ D'autres sorties sont étroitement régulées, ce sont les sorties urinaires :

- La filtration glomérulaire du calcium non lié est importante, elle est estimée à 6 à 10 g/j, dont 60% est réabsorbée dans le tubule proximal, 25% dans l'anse de Henlé, et une petite fraction dans le tubule distal.
- L'excrétion urinaire du calcium est de l'ordre de 100 à 400 mg/24h.

Parmi les hormones de régulation de l'activité cellulaire osseuse, la PTH augmente la réabsorption tubulaire du calcium, alors que la calcitonine la diminue.



Répartition du calcium dans l'organisme :

flux internes et externes du calcium chez un homme pesant 70kg

<http://www.unilim.fr/medecine/formini/physiologie/Pysiologie.PCEM1.2008.02>

## **2-Phosphore : [32]**

Le phosphore est un composant majeur de la substance minérale osseuse. C'est l'un des constituants les plus abondants de tous les tissus. Il intervient dans presque tous les processus métaboliques de l'organisme.

### a) Répartition :

La quantité du phosphore dans l'organisme chez l'adulte est d'environ 1 Kg, dont 85% est située au niveau du squelette.

La phosphorémie varie entre 0,8 et 1,45 mmol/l (25-45mg/l), dont 12% seulement est liée aux protéines.

### b) Besoins :

Les besoins quotidiens en phosphore sont estimés à 800 à 1000mg/j. L'alimentation normale apporte du phosphore par les céréales, les laitages, les œufs et la viande.

### c) Métabolisme :

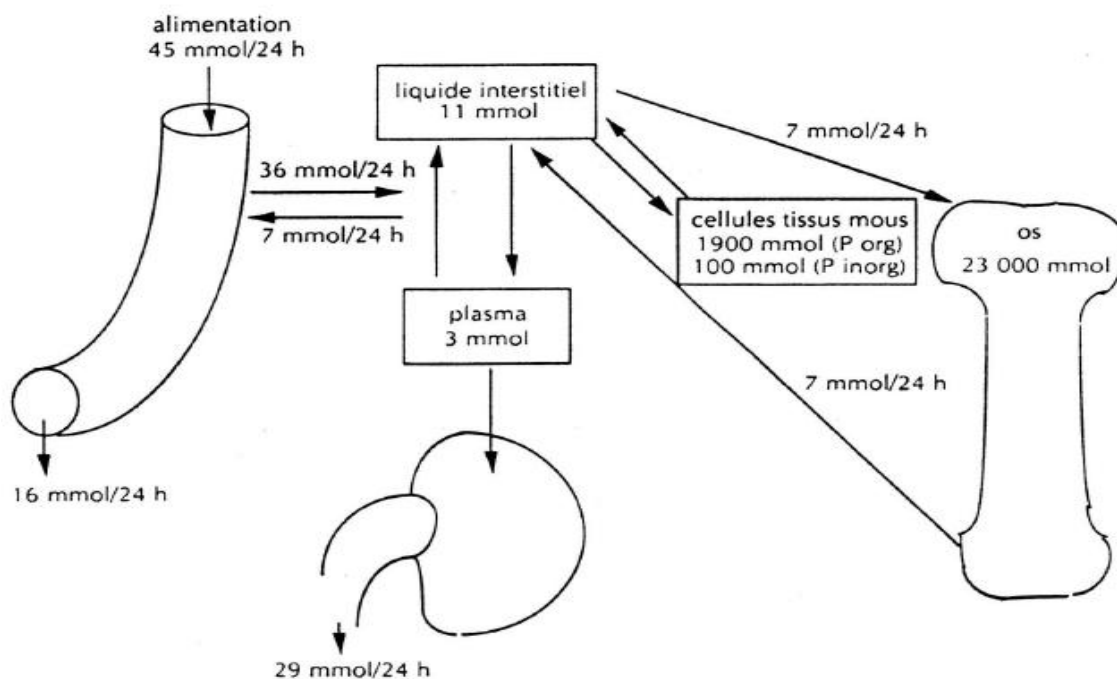
L'absorption intestinale du phosphore (Pi) intéresse 70% de la quantité ingérée.

Le contrôle de l'équilibre phosphoré est assuré essentiellement par le rein. En effet, 60 à 95% du phosphore filtré au niveau glomérulaire est réabsorbé au niveau du tubule proximal.

La capacité de réabsorption tubulaire s'estime par la mesure de  $T_m/GFR$  dont la PTH et l'IGF-1 sont les deux importants régulateurs hormonaux. Cependant, il existe un autre mécanisme très puissant, indépendant de la PTH et de l'IGF-1, qui ajuste la capacité de réabsorption rénale en fonction de l'apport

et de la demande en phosphate. Ce mécanisme d'adaptation est probablement dépendant du gène PHEX, dont un certain nombre de mutations ont été identifiées dans l'hypophosphatémie héréditaire liée au chromosome X.

Le calcitriol réagit également aux variations de l'apport et de la demande en Pi ; Par son action stimulatrice sur l'absorption intestinale de Pi et la résorption osseuse, elle contribue à l'homéostasie du Pi extracellulaire.



Répartition du phosphate dans l'organisme : flux internes et externes chez un homme adulte pesant 70 kg

<http://www.unilim.fr/medecine/formini/physiologie/Pysiologie.PCEM1.2008.02>.



### 3-Régulation du métabolisme osseux :

Cette régulation est sous la dépendance des trois hormones : [33]

- Vitamine D3
- Parathormone
- Calcitonine

#### a) Hormone parathyroïdienne (PTH):

La PTH est une hormone polypeptidique sécrétée par les cellules principales des glandes parathyroïdiennes. Sa sécrétion est directement régulée par la calcémie ; elle est stimulée par sa diminution et freinée par son élévation.

La fonction physiologique de la PTH est de maintenir constante la concentration du calcium dans les liquides extracellulaires : Elle est hypercalcémiant et hypophatémiant.

#### ➤ Action osseuse :

Elle favorise la différenciation des précurseurs ostéoclastiques en ostéoclastes matures, et ce avec le concours de l'action permissive de la vitamine D.

La PTH agit par l'intermédiaire des ostéoblastes qui possèdent, contrairement aux ostéoclastes, des récepteurs à PTH, elle augmente donc la vitesse de dissolution de la substance minérale osseuse.

Elle agit également sur les ostéoblastes différenciés, en inhibant la synthèse de collagène, l'ostéoformation est ainsi stoppée, elle favorise secondairement l'ostéoformation en augmentant le nombre d'ostéoblastes actifs.

Ainsi, de très haut taux de PTH entraînent clairement une résorption osseuse dépassant l'ostéoformation, alors qu'un discret excès de PTH peut avoir un effet anabolique net (ostéoformation dépassant la résorption), sélectivement dans l'os trabéculaire.

➤ Action rénale :

La PTH agit sur le rein pour stimuler la synthèse de la 1 alpha (OH)<sub>2</sub>D en accroissant l'activité de la 25(OH)D<sub>3</sub> 1alpha-hydroxylase dans le tubule proximal.

La PTH agit dans les parties distales du néphron pour accroître la réabsorption tubulaire du calcium.

En outre, la PTH inhibe la réabsorption du phosphate dans le tubule rénal distal.

➤ Action intestinale :

La PTH n'a pas d'action directe importante sur l'intestin. Cependant, l'accroissement de la 1,25(OH)<sub>2</sub>D sérique dû à l'action rénale directe de la PTH a des effets secondaires importants sur l'intestin.

b) Vitamine D et métabolites :

La vitamine D<sub>3</sub> ou Cholécalférol est un sécostéroïde (c'est à dire stéroïde avec un anneau ouvert) synthétisé dans la peau à partir du 7-déhydrocholesterol, réaction catalysée par la lumière ultra-violette provenant du soleil. La vitamine D<sub>3</sub> est convertie en 25 hydroxy-cholécalférol dans les hépatocytes, puis en 1,25 dihydroxy-cholécalférol dans le tubule rénal proximal, par un système enzymatique stimulé par la PTH.

La 1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> ou Calcitriol est le seul métabolite important, actif, connu de la vitamine D<sub>3</sub>.

➤ Action osseuse du calcitriol :

La présence de récepteurs du Calcitriol sur les ostéoblastes et sur leurs précurseurs suggère qu'il agit directement sur l'os, les ostéoblastes activés libèrent des cytokines qui activent les ostéoclastes, favorisant ainsi la résorption osseuse.

Par ailleurs, le Calcitriol favoriserait la minéralisation du tissu ostéoïde par une action permissive sur l'action de la PTH qui augmente la résorption de l'os ancien et libère les ions calcium.

Le Calcitriol semble augmenter la synthèse ostéoblastique d'ostéocalcine et de phosphatase alcaline, aboutissant à une élévation de la masse osseuse.

➤ Action intestinale :

Le Calcitriol accroît l'absorption intestinale du calcium, et à un degré moindre celle du phosphate et du magnésium.

Il permet la synthèse par les cellules intestinales d'une protéine de transport (CBP). Cette action répond au schéma d'action des hormones stéroïdes (Récepteurs hormonaux intra-cytoplasmiques).

Les ions calcium, magnésium et phosphate ont des systèmes de transport intestinal spécifiques.

### c) Calcitonine :

La calcitonine est un peptide de 32 acides aminés normalement synthétisé et sécrété par les cellules parafolliculaires ou cellules C de la thyroïde. Sa sécrétion est stimulée par le calcium, ainsi que par certains peptides intestinaux (gastrine et glucagon). Elle est hypocalcémiante et hypophosphatémiante, et agit comme antagoniste physiologique de la PTH.

C'est la seule des hormones calciotropes qui possède des récepteurs ostéoclastiques, qui sont présents dans le domaine baso-latéral de la membrane plasmique des ostéoclastes. Elle agit donc directement sur l'ostéoclaste d'une manière importante, mais transitoire, pour diminuer la résorption osseuse.

Il existe un rétrocontrôle négatif : l'hypocalcémie inhibe la sécrétion de la calcitonine.

#### ➤ Action osseuse :

La calcitonine bloque la résorption osseuse en agissant directement sur les précurseurs ostéoclastiques. Elle diminue la motilité des ostéoclastes, fait disparaître leur bordure et raccourcit leur durée de vie. A terme, le nombre d'ostéoclastes est diminué, la résorption est ainsi réduite.

#### ➤ Action rénale :

Elle diminue la réabsorption tubulaire du calcium, et entraîne une augmentation de l'excrétion urinaire du phosphore et du sodium.

d) Autres hormones :

➤ Stéroïdes sexuels :

Les stéroïdes sexuels, en particuliers les œstrogènes, ont un effet anabolique sur l'os. Ces effets s'exercent directement sur l'os par des récepteurs situés sur les ostéoblastes.

➤ Glucocorticoïdes :

Ils freinent la différenciation des précurseurs ostéoblastiques en s'y fixant par le biais d'un récepteur, ce qui entraîne au long terme une inhibition de la synthèse globale du collagène. Ils ont une action anti-vitamine D au niveau digestif en inhibant l'absorption intestinale du calcium, et sa réabsorption rénale.

Ils induisent ainsi un hyperparathyroïdisme secondaire et stimulent indirectement la résorption osseuse. Ils ralentissent également la sécrétion des hormones sexuelles.

De plus, les glucocorticoïdes diminuent l'expression de l'ostéoprotégérine par les ostéoblastes.

➤ Hormones thyroïdiennes :

Elles activent globalement le remodelage osseux, en augmentant surtout la résorption ostéoclastique.

➤ Hormone de croissance (GH) :

Elle stimule la croissance osseuse par son action endocrine, en induisant la production hépatique de la somatomédine (IGF -1).

Son action sur le métabolisme osseux est biphasique :

-Premièrement elle augmente la résorption osseuse et favorise la perte osseuse.

-Puis, secondairement, elle stimule la formation osseuse et augmente la masse osseuse.

e) Autres facteurs intervenant dans le métabolisme osseux :

-Il s'agit d'une régulation locale de l'activité des cellules osseuses, indispensable au recrutement et au maintien de l'état différencié de ces cellules. Les facteurs locaux sont des agents de communications entre les ostéoblastes et les ostéoclastes lors du remodelage osseux.

❖ Facteurs de croissance :

-BMP (Bone Morphogenic Protein) → Recrutement, prolifération et différenciation des ostéoblastes et leurs précurseurs.

-EGF (Epidermal Growth Factor) → Stimulateur de la résorption osseuse.

-TGF (Transforming Growth Factors) → TGF  $\beta$  peut à la fois stimuler ou inhiber la croissance et la différenciation des cellules osseuses ; TGF $\alpha$  est un puissant stimulateur de la résorption osseuse.

-FGF (Facteur de croissance liant l'héparine).

-IGF-1 (Insulin Growth Factor) ou Somatomédine C et IGF-2.

-PDGF (Platelet Derived Growth Factor).

Ces derniers facteurs stimulent la formation osseuse.

❖ Cytokines :

- Interleukines : IL-1 , IL-6 , IL-3 , IL-11 → Stimulateurs de la résorption osseuse.
- TNF (Tumor Necrosis Factor)  $\alpha$  et  $\beta$  → Proches de l'IL-1.
- LIF (Leukemia Inhibitory Factor) → Active la résorption osseuse.
- Prostaglandines → Induisent une hyper-résorption osseuse.
- Interféron alpha ; Ostéoprotégérine .

**V- REMODELAGE OSSEUX : [28]**

- A l'échelle cellulaire, l'os est formé d'unités fonctionnelles constituées d'ostéoblastes et ostéoclastes.
- Le tissu osseux est en perpétuel remaniement.
- Les cycles de remodelage osseux se fait selon le schéma suivant :
  - Les ostéoclastes résorbent l'os ancien en creusant une logette de résorption (lacune de howship)
  - Cette logette est ensuite colonisée par les ostéoblastes qui la comblent en apposant une nouvelle trame organique qui sera secondairement minéralisée.
  - Ce cycle dure environ 3 mois. Le nombre d'unités osseuse/cm<sup>3</sup> est 2 x plus importants dans l'os trabéculaire que dans l'os cortical.

## **VI-VARIATION NATURELLE DE LA MASSE OSSEUSE :**

La masse osseuse varie de manière importante au cours de la vie. Au col fémoral, sa diminution est de 60% chez la femme, et 40% chez l'homme, environ, entre 20 et 90ans.

### **1. Chez la femme : [34 à 37]**

Au rachis comme au fémur, la perte osseuse est plus importante dans les années suivant la ménopause. Dans les deux ans suivant la ménopause, la perte est de -1,56% ; -1,82% ; -2,43% ; -1,11% au rachis ; col fémoral ; triangle de Ward ; grand trochanter respectivement. Six à douze ans après la ménopause, aux mêmes sites, la perte est respectivement de -0,24 ; -0,48 ; -0,68 ; et -0,41 %. Au radius la perte osseuse annuelle chez les femmes âgées est de 0,88% en site proximal, et de 0,16% en site ultra distal. Pour certains auteurs, la perte osseuse estimée 20 ans après la ménopause est de 17 à 30%.

### **2. Chez l'homme : [38, 39]**

La perte osseuse chez l'homme est considérée comme linéaire. Au rachis elle est de 1,7% par décade. Elle est de 4,5% par décade au col fémoral et de 1,8% par décade au grand trochanter. Comme chez la femme, elle se prolonge : 0,82% par an après 60 ans. Chez les sujets âgés de 68 à 98 ans, la perte osseuse est équivalente dans les deux sexes : -0,69% ; -0,45% ; -0,88% au col fémoral, grand trochanter, et triangle de Ward respectivement. Après 50 ans, la fiabilité de la mesure de rachis est discutée, en raison de l'arthrose.



## **VII-FACTEURS DE RISQUE DE L'OSTEOPOROSE : [40, 45]**

- Ménopause précoce.
- Maigreur.
- Alcoolisme.
- Tabagisme.
- Sédentarité.
- ATCD familiaux de tassements vertébrales ostéoporotiques ou fracture du col fémoral.
- ATCD d'alitement prolongé.
- ATCD d'hyperthyroïdie.
- Traitement par hormones thyroïdiennes.
- ATCD de traitement corticoïdes a forte dose ou prolongé.
- ATCD d'anorexie mentale.

## **VIII-DIAGNOSTIC :**

- L'ostéoporose est une maladie qui évolue de façon silencieuse. [46]
- N'est symptomatique qu'en cas de survenue de complications (fractures vertébrales) touchant préférentiellement le rachis dorsal inférieur et lombaire inférieur.

### **1/ L'interrogatoire :**

- Recherche des facteurs de risques.
- Douleur osseuses : Mécaniques

➤ Aigues :

-très intenses et régressent en quelques semaines

-provoquées a la pression des apophyses épineuses des vertèbres

-Eva douleur

-Eva gêne fonctionnelle

➤ Chroniques :

-Dues a la cyphose dorsale

## **2/ L'examen clinique :**

-Recherche d'éléments témoignant de fractures vertébrales répétées :

- Perte de taille (plus de 3 cm)

- Déformations du rachis en CYPHOSE

-Examen ostéo-articulaire : Rachis, hanches +++ . Recherche d'autres fractures.

-L'atteinte neurologique est exceptionnelle au cours de fractures vertébrales (atteinte radiculaire ou compression médullaire).

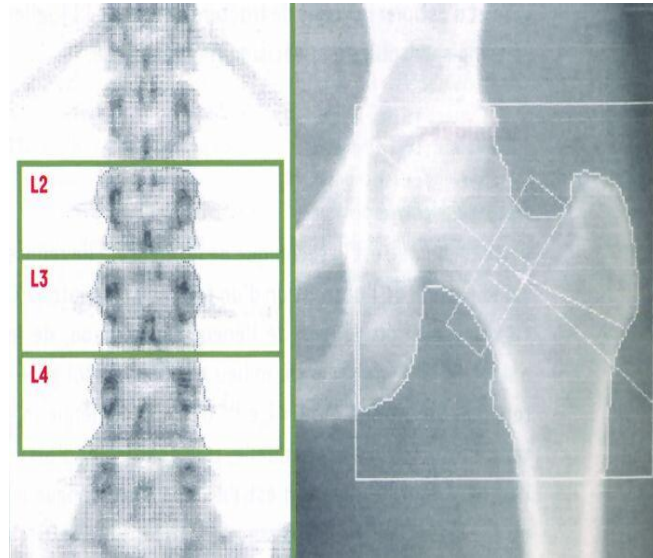
-Examen somatique complet pour éliminer les diagnostics différentiels.

## **IX-PRINCIPALES TECHNIQUES DE MESURE DE LA DMO :**

### **A. L'absorptiométrie biphotonique a rayons X : [47 à 51]**

-Technique la plus performante pour mesurer la densité minérale osseuse que ce soit au niveau du rachis, de l'extrémité fémorale supérieure, de l'avant-bras ou du corps entier.

- BUT : mesurer la DMO, exprimée en g/cm<sup>2</sup>, correspondant à la quantité d'hydroxyapatite (cristal osseux) par unité de surface de projection osseuse.
- PRINCIPE : [52, 53] calcul de la différence d'absorption de deux rayonnements X d'énergie différente entre l'os et les tissus mous. Le calcul de la DMO se fait par un logiciel informatique couplé à l'ostéodensitomètre. Ce logiciel permet de comparer la valeur du patient à celle d'une population de référence de sujets témoins, non ostéoporotiques, d'âges variés.
- IRRADIATION : très faible. La dose délivrée est 10 à 100 fois inférieure à celle d'une radiographie thoracique et 100 à 1 000 fois inférieure à celle d'une radiographie du rachis lombaire.
- REPRODUCTIBILITE : [4, 54] de l'ordre de 1 % pour la mesure au rachis lombaire, de l'ordre de 2 % pour la mesure à l'extrémité supérieure du fémur en raison de difficulté de repositionnement du col. Elle est moins bonne chez le sujet ostéoporotique. La reproductibilité est indispensable pour calculer l'intervalle minimal de temps nécessaire entre deux mesures pour mettre en évidence une variation statistiquement significative : une augmentation de la DMO n'est cliniquement significative chez un ostéoporotique qu'à partir d'environ 5%.



-Deux modes de présentation des résultats sont utilisés :

- Z score, qui indique l'écart entre la valeur du patient et la valeur moyenne de sujets normaux de même âge et de même sexe.
- T score qui traduit l'écart entre la valeur du patient et la valeur moyenne des adultes jeunes 20ans du même sexe, exprimé ici encore en nombre d'écart-type.
- L'IOF (International Foundation of Osteoporosis) a modifié ces critères en décidant de prendre la mesure au col fémoral comme le site de mesure de référence.

## **B. Autres méthodes : [55]**

### 1) La radiographie standard :

- Mauvais examen car ne révèle la déminéralisation que quand elle dépasse 30%
- Ne peut quantifier l'OP ni affirmer avec certitude le diagnostic
- En revanche, devant des rachialgies aiguës, la Rx standard permet de diagnostiquer la fracture vertébrale et d'orienter sur sa nature.

### 2) La TDM ou scanner :

- Donne une idée modeste sur la DMO,
- Présente l'avantage de pouvoir distinguer les compartiments trabéculaires et corticaux du corps vertébral.
- Mais :
  - Sous estime la densité osseuse.
  - Irradiation plus importante.
  - Mesure limitée aux vertèbres.

### 3) Les densitomètres ultrasoniques (US) :

- Mesurent l'atténuation de la bande passante des ultrasons et/ou la vitesse du son à différents sites osseux périphériques
- Sont moins chers et moins encombrants que les appareils utilisant l'absorptiométrie biphotonique.
- Mais ils ne peuvent encore se substituer à eux du fait notamment d'une mauvaise reproductibilité des examens.

## **X-BILAN BIOLOGIQUE : [56, 57]**

### -Standards :

- NFS, VS
- Le bilan phosphocalcique
- Albumine, EPP
- Fonction rénale
- PAL
- TSHus, PTH

### -Les marqueurs biochimiques du remodelage osseux:

Les marqueurs biochimiques du remodelage osseux sont des protéines, des fragments de protéines ou des enzymes présents dans la matrice ou dans les cellules osseuses, et présents dans le sang et les urines en quantité proportionnelle à l'activité des ostéoblastes (pour un marqueur de la formation) ou des ostéoclastes (pour un marqueur de la résorption).

- Les marqueurs de formation osseuse : l'ostéocalcine, les phosphatase alcalines osseuses.
- Les marqueurs de résorption :
  - l'hydroxyproline urinaire
  - Desoxy-pyridinoline libres
  - Pyridinoline libre
  - CTX, NTX.

▪ Intérêt :

- De mettre en évidence l'augmentation du remodelage osseux caractéristique de l'ostéoporose,
- De mieux comprendre les différents types d'ostéoporose,
- De prédire la perte osseuse à venir et d'évaluer le risque fracturaire chez le sujet âgé.
- D'évaluer l'efficacité des traitements à visée osseuse.

Le dosage de ces marqueurs n'a pas actuellement de place en pratique quotidienne. À l'avenir, ils pourraient permettre de surveiller l'efficacité d'un traitement (traitement hormonal substitutif [THS], bisphosphonates), de déterminer les populations à risque de perte osseuse la plus importante et de cibler les stratégies de prévention.

## **XI- DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL : [58 à 60]**

Se fait essentiellement avec :

-la pathologie osseuse maligne :

- Métastase osseuse
- Hémopathie maligne : Myélome

-Ostéopathies fragilisantes bénignes : ostéomalacie, hyperparathyroïdie, osteodystrophie rénale.

# *Matériels et méthodes*



## **I- POPULATION ETUDIEE :**

Nous avons réalisé une étude transversale ayant inclus 94 femmes âgées de 22 à 39 ans, 47 femmes étaient des sportives de haut niveau recrutées du centre sportif des FAR. Elles ont été vues sur une durée d'une semaine, au centre de rhumatologie et rééducation fonctionnelle (CRRF) de l'Hôpital Militaire d'instruction Mohamed V (HMIMV) de Rabat.

Notre étude a incluse :

- Groupe 1 : 12 sujets pratiquant le Basket-ball.
- Groupe 2 : 11 sujets pratiquant le Volley-ball.
- Groupe 3 : 7 sujets pratiquant le Taekwondo.
- Groupe 4 : 4 sujets pratiquant le Tir à l'arc.
- Groupe 5 : 13 sujets pratiquant l'Athlétisme.

Auxquelles nous avons apparié par l'âge, 47 femmes extraites de la population générale.

Tous les sujets ont consentis à participer à notre étude.

Toutes les femmes ont été interrogées suivant un questionnaire standardisé.

Il s'agit de :

### **1) Variables démographiques :**

Nous avons mentionné l'âge, le sexe, le poids, la taille et l'indice de masse corporelle (IMC). La prise du poids et de la taille a été faite au CRRF en utilisant les mêmes instruments de mesure pour tous les sujets.

## **2) Médicaments :**

Nous avons recherché la notion de prise médicamenteuse, essentiellement les médicaments interférant avec le métabolisme osseux : pilule, traitement hormonal substitutif, hormones thyroïdiennes, calcium, corticothérapie, insuline, anti-diabétiques oraux.

## **3) Fracture :**

Les antécédents personnels et familiaux de fracture ont été recherchés, avec précision du siège de fracture si elle est retrouvée.

## **4) Les habitudes toxiques :**

Nous nous sommes limités au tabagisme chronique et à la consommation d'alcool. La codification utilisée a été :

- Sujet n'ayant jamais fumé.
- Sujet toujours fumeur; avec précision de la quantité fumée par nombre moyen de paquets année.
- Fumeurs sevrés.
- Alcool : 0= n'a jamais consommé de l'alcool.

1= consommation occasionnelle ou habituelle d'alcool.

## **5) Diabète :**

Nous avons recherché la notion de diabète dans les antécédents personnels, avec précision du type et de la durée d'évolution.

## **6) Consommation journalière de calcium :**

Nous avons utilisé une codification arbitraire pour la quantifier :

- Faible = Consommation journalière inférieure à 500 milligrammes de calcium. ,
- Moyenne = Consommation journalière comprise entre 500 et 1000 milligrammes de calcium.
- Elevée = Consommation journalière supérieure à 1000 milligrammes de calcium.

## **7) Antécédents gynéco obstétricaux :**

Nous avons noté l'âge d'apparition des premières règles (Ménarches), le nombre de grossesses menées à terme.

## **8) Sport :**

Nous avons recueilli :

- le type de sport;
- le nombre d'heure de pratique par semaine ;
- la durée en année de l'activité sportive ;
- le nombre d'heure par semaine de pratique dans le passé ;
- le nombre d'année comme athlète de haut niveau.

La population étudiée a bénéficié d'un prélèvement sanguin pour un éventuel dosage des marqueurs de remodelage.

## II- METHODE DE LA MESURE :

La mesure de la densité osseuse a été réalisée au centre de rhumatologie et de rééducation fonctionnel (CRRF) de l'hôpital militaire Mohamed V de rabat.

L'étude a été réalisé en utilisant l'ostéodensitomètre biphotonique à Rayons X : « Lunar Prodigy Vision, General Electric » (**Figure 1**).

L'examen dure environ 15 minutes. L'immobilité est nécessaire pendant toute sa durée. Les régions analysées systématiquement sont les hanches totales et le rachis lombaire.

Le patient est allongé sur une table de radiologie. Un générateur de photons situé sous la table passe lentement sous le site de mesure. Une camera à Rayons X, située au-dessus de la table, suit la trajectoire du générateur.

Pour la mesure au rachis lombaire en incidence antéropostérieure (AP), le patient est en décubitus dorsal. Ses jambes sont surélevées (supportées sur une boîte coussinet) et ses cuisses en flexion à 45° pour aplanir la région pelvienne et le rachis lombaire (en diminuant la lordose lombaire physiologique). Nous avons considéré le site étendu entre L1 et L4.

Pour la mesure aux fémurs le patient reste en décubitus dorsal. Les membres inférieurs sont fixés en extension et en rotation interne d'environ 30°.

Les résultats sont fournis sous la forme d'une photographie colorisée, des os mesurés et surtout de données chiffrées permettant d'apprécier les valeurs de densité minérale osseuse (DMO) du patient. L'appareil calcule automatiquement le T et le Z score à partir d'une des populations de référence fournies par le constructeur. Nous avons choisi la courbe de référence marocaine [5].

Nous avons recueilli de l'ostéodensitomètre les valeurs de la densité minérale osseuse (DMO) aux deux sites de mesure : rachis lombaire et hanches.

Les DMO étaient comparées par ANOVA ; les comparaisons entre les sous groupes ont été faites par le test de Bonferroni.



**Figure 1** : Photographie de l'ostéodensitomètre par DXA, type Lunar Prodigy de la compagnie Général Electric, actuellement utilisé à l'hôpital militaire de rabat.

(Med IRM, Radiologie Médicentre LaSalle : <http://www.radecho.com> )

# *Résultats*

## A) Description de la population :

Les sujets recrutés sont au nombre de 94. Notre échantillon a été constitué par des sujets de six groupes cliniques différents qui sont :

- Groupe 0 : 47 femmes extraites de la population générale, apparemment saines et non actives.
- Groupe 1 : 12 femmes pratiquant le Basket-ball
- Groupe 2 : 11 femmes pratiquant le Volley-ball
- Groupe 3 : 7 femmes pratiquant le Taekwondo
- Groupe 4 : 4 femmes pratiquant le Tir à l'arc
- Groupe 5 : 13 femmes pratiquant l'Athlétisme

Les paramètres démographiques étudiés sont présentés dans le tableau n°I.

1- L'âge : (exprimé en année)

Dans notre population, la moyenne d'âge a été de  $27,1 \pm 3,9$  ans.

L'âge moyen était respectivement dans les six groupes de 27,6ans; 26,5ans; 29,3ans; 26,1ans; 24,0ans; 25,7ans.

2- Le poids : (exprimé en kg).

Le poids moyen de la population a été de  $65,1 \pm 10,06$ kg. Il a été respectivement dans les six groupes de 66,38 ; 69,00 ; 71,36 ; 61,71 ; 58,75 ; 55,23kg.

3- La taille :(exprimé en mètres).

La taille moyenne de la population a été de  $1,65 \pm 0,08$ m. Elle a été respectivement dans les six groupes de 1,61 ; 1,71 ; 1,76 ; 1,65 ; 1,68 ; 1,65m.

4- L'indice de masse corporelle en kg/m<sup>2</sup> :

L'indice de masse corporelle (IMC) moyen dans les différents groupes est présenté dans le tableau n°I. L'IMC moyen dans l'ensemble de la population était de  $23,79 \pm 3,91$  kg/m<sup>2</sup>. Il a été respectivement dans les six groupes de 25,53 ; 23,44 ; 22,98 ; 22,49 ; 20,70 ; 20,17 kg/m<sup>2</sup>.



Tableau n°I : Caractéristiques démographiques de la population étudiée

	Femmes non sportives n=47	Basket n=12	Volley n=11	Tækwondo n=7	Tir à l'arc n=4	Athlétisme n=13	TOTAL n=94
Age : ans m (ET)	27,68 (4,4)	26,50 (2,8)	29,36 (4,9)	26,14 (2,1)	24,00 (1,4)	25,69 (2,1)	27,18 (3,9)
Poids : kg m (ET)	66,38 (10,8)	69,00 (7,4)	71,36 (8,3)	61,71(5,4)	58,75 (4,1)	55,23 (4,9)	65,09 (10,0)
Taille : m m (ET)	1,61 (0,05)	1,71 (0,08)	1,76 (0,04)	1,65 (0,05)	1,68 (0,04)	1,65 (0,07)	1,65 (0,08)
IMC : kg/m <sup>2</sup> m (ET)	25,5 (4,4)	23,4 (2,0)	22,9 (2,4)	22,4 (1,3)	20,7 (1,4)	20,1 (1,1)	23,7 (3,9)

m= moyenne ; ET= écart type ; IMC= indice de masse corporelle.

## 5- Antécédents gynécologiques et obstétriques :

- Ménarches :

L'âge moyen d'apparition des premières règles (ménarches) a été d'environ 13 ans chez le groupe 0 des femmes non sportives, alors qu'il a été d'environ 15 ans dans les autres groupes.

Les extrêmes (exprimés en années) ont été 11 – 21 pour l'ensemble de la population étudiée.

- Grossesses :

Dans le tableau n°II sont présentés le nombre moyen de grossesses qu'elles sont menées à terme, ainsi que les extrêmes pour les différents groupes étudiés.

Tableau n°II : Antécédents gynécologiques et obstétriques

	Femmes non sportives n=47	Basket n=12	Volley n=11	Tækwondo n=7	Tir à l'arc n=4	Athlétisme n=13	TOTAL n=94
Ménarches : Ans m (ET)	13,1 (1,1)	16,1 (2,4)	13,7 (1,6)	14,0 (1,5)	13,0 (2,7)	14,7 (1,5)	13,8 (1,8)
Grossesses : m (ET)	0,36 (0,76)	0,08 (0,28)	0,82 (0,87)	0,29 (0,48)	0,00 (0,00)	0,08 (0,27)	0,32 (0,67)

Ménarches : âge moyen d'apparition des premières règles (et écart type).

Grossesses : m : nombre moyen de grossesses menées à terme (et écart type).

## 6- Sport :

La moyenne de la durée de pratique était de 10,9 [3,6] ans.

La moyenne du nombre d'année au haut niveau était de 7,1 [3,1] ans.

Tableau n°III : Durée moyenne de pratique de sport

	Femmes non sportives n=47	Basket n=12	Volley n=11	Tækwondo n=7	Tir à l'arc n=4	Athlétisme n=13	TOTAL n=94
Durée de pratique (ans) : m (ET)	0,0 (0,0)	12,9 (4,3)	13,6 (4,7)	13,4 (3,6)	3,5 (1,7)	11,2 (4,0)	5,9 (6,8)
Haut niveau (ans) : m (ET)	0,0 (0,0)	8,3 (4,3)	10,1 (4,7)	9,0 (3,1)	1,5 (0,5)	6,6 (2,4)	3,8 (4,9)

m : Durée moyenne (exprimée en années) de pratique régulière de sport (et écart type).

m : Durée moyenne (exprimée en années) de pratique de sport au haut niveau (et écart type).

## **B) Description des mesures :**

- La moyenne de la DMO au rachis lombaire avec T score correspondant était de 1,14g/cm<sup>2</sup> [0,1] et -0,12 [1,02] chez les femmes non actives ; et de 1,29g/cm<sup>2</sup> [0,1] et 1,03 [1,02] chez les femmes sportives.
- La moyenne de la DMO aux hanches avec T score correspondant était de 1,02 [0,1]g/cm<sup>2</sup> et 0,1 [0,9] chez les femmes non actives et de 1,16 [0,1] g/cm<sup>2</sup> et 1,1 [0,9] chez les femmes sportives.
- La moyenne de la DMO au rachis lombaire et aux hanches avec T score correspondant dans les différents groupes sont présentés dans le tableau...
- La DMO des femmes sportives (basket G1, volley G2) est statistiquement augmentée par rapport à celles des femmes non actives (G0) ;
- Il n a pas de différence entre la densité minérale osseuse de ces dernières et des femmes sportives du groupe 4 (tir à l'arc G4).
- La DMO est corrélée à la durée de pratique du sport, au nombre d'année au haut niveau et à la taille.

Tableau n°IV : Récapitulatif des mesures de la densité osseuse

	Femmes non sportives n=47	Basket n=12	Volley n=11	Tækwondo n=7	Tir à l'arc n=4	Athlétisme n=13	TOTAL n=94
RL g/cm <sup>2</sup> m (ET)	1,14 (0,12)	1,36 (0,96)	1,35 (0,11)	1,28 (0,10)	1,08 (0,09)	1,24 (0,09)	1,22 (0,14)
RL T-score m (ET)	-0,12 (1,02)	1,52 (0,79)	1,49 (0,97)	1,13 (0,80)	-0,72 (0,79)	0,64 (0,77)	0,44 (1,17)
HT g/cm <sup>2</sup> m (ET)	1,02 (0,11)	1,20 (0,10)	1,19 (0,06)	1,11 (0,13)	1,00 (0,10)	1,15 (0,07)	1,09 (0,12)
HT T- score m (ET)	0,16 (0,98)	1,47 (0,83)	1,37 (0,57)	0,72 (1,05)	-0,20 (0,90)	1,11 (0,66)	0,63 (1,04)

RL : moyenne de la DMO au rachis lombaire (et écart type).

RL T-score : T-score aux rachis lombaire (et écart type).

HT : moyenne de la DMO aux hanches totales (et écart type).

HT T-score : T-score aux hanches totales (et écart type).

Tableau n°V : Corrélation de la DMO avec les différents paramètres cliniques

	DMO RL (g/cm <sup>2</sup> )	Age (Ans)	Poids (Kg)	Taille (m)	Durée de pratique (ans)	Année haut niveau
DMO RL (g/cm <sup>2</sup> )	1,000	-0,062	0,147	0,422*	0,554*	0,505*
Age (Ans)	-0,062	1,000	0,260	-0,122	0,077	0,181
Poids (Kg)	0,147	0,260	1,000	0,277	0,017	0,074
Taille (m)	0,422*	-0,122	0,277	1,000	0,491*	0,473
Durée de pratique (ans)	0,554	0,077	0,017	0,491*	1,000	0,951*
Année haut niveau	0,505	0,181	0,074	0,473	0,951	1,000

# *Discussion*



## **A) Activité physique et densité minérale osseuse :**

Les investigations des différents groupes d'athlètes permettent d'explorer la relation entre l'activité physique et la masse osseuse. L'objectif de notre étude était de comparer la densité minérale osseuse chez des femmes sportives de haut niveau de différentes disciplines avec des femmes marocaines normales non actives.

Les femmes sportives pratiquant le basket-ball et le volley-ball avaient une DMO élevée de façon statistiquement significative que celle des femmes non actives.

Par contre, Il n'y a pas de différence entre les DMO des femmes non actives et celles des femmes sportives pratiquant le tir à l'arc.

Fehling et Al ont pu montrer sur une étude comparant les DMO de 4 groupes de femmes sportives pratiquant respectivement le volleyball, la gymnastique, et la natation, avec les DMO de femmes non actives ; que les DMO des femmes des 2 premiers groupes (volleyball et gymnastique) été supérieures a celles des 2 autres groupes (natation et femmes non actives). En plus, il n'y avait pas de différences notables entre les DMO des femmes du groupe de natation et le groupe de femmes non actives [61].

Alfredson et al ont montré sur une étude comparant les DMO d'un groupe de 13 femmes sportives pratiquant le volley-ball, avec les DMO d'un groupe de femmes non actives ne pratiquant aucune activité sportive régulière; que le groupe des femmes sportives avait une DMO plus augmenté que celle des femmes non actives [62]. Cette étude s'ajoute à d'autres études transversales, comme celles de Risser, Lee et al qui ont pu montré ,chez des jeunes sportives

de volley-ball, que leur DMO était plus élevé que celles des sujets contrôles [63].

Pettersson et al, sur étude transversale incluant un groupe de 16 femmes sportives pratiquant le sky, et un groupe constitué de 16 femmes non actives; ont montré que le premier groupe (sky) avait une augmentation significative de la DMO par rapport au groupe de femmes non actives [64].

Alfredson et al, sur une autre étude transversale incluant un groupe de 16 femmes sportives pratiquant le football, et un groupe de 13 femmes non actives, ont pu montrer que les DMO des femmes sportives été plus élevée que celles des femmes non actives [65].

Bradney et al. ont montré chez de jeunes garçons d'âge moyen 10,4ans, que la pratique pendant 30 minutes d'un exercice avec port de charge, 3fois par semaine et pendant 8 mois, conduisait aussi à une augmentation de DMO supérieure à celle observée chez des sujets contrôles [66].

L'adaptation du tissu osseux aux différentes contraintes mécaniques est particulièrement mise en évidence chez les sujets pratiquant une activité physique intense ; Ainsi, la DMO est augmentée au niveau des sites osseux sollicités, en particulier chez l'athlète participant à des activités qui induisent de forts impacts au sol et mettant en jeu le poids du corps.

Dans les disciplines sportives telles que la natation ou le cyclisme, le tir à l'arc, la DMO des athlètes est identique à celle de sujets sédentaires.

## **B) Rappel des effets des contraintes mécaniques sur l'os : [67 à 69]**

Le squelette est le siège d'un important processus de remodelage conduisant au renouvellement permanent du tissu osseux et par conséquent au maintien des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'os. Ce processus est finement régulé par un ensemble de facteurs locaux et systémiques, qui assurent le maintien de l'homéostasie minérale entre autres l'activité physique.

### **1) Activité physique et tissu osseux :**

Actuellement, il est communément admis que les activités physiques conduisant à la mise en charge du corps et à un fort impact au sol telles que la gymnastique, ont un effet ostéogénique supérieur aux activités dites «actives» qui ont une composante énergétique prépondérante, telles que la natation ou le cyclisme sur route.

En ce qui concerne les athlètes pratiquant des disciplines dites "actives", ils présentent généralement une DMO identique à celle des sujets sédentaires.

Compte tenu des effets bénéfiques de l'activité physique sur le tissu osseux, deux stratégies basées sur l'évolution de la masse osseuse en fonction de l'âge ont été proposées :

- Une stratégie préventive destinée à augmenter le pic de masse osseuse au cours de la période de croissance.
- Une stratégie plus curative consistant à ralentir la vitesse de la perte osseuse chez le sujet âgé.

Chez le sujet âgé, le bénéfice attendu en terme de gain de DMO en réponse à un exercice physique semble néanmoins plus modéré que celui observé chez le

sujet jeune. Ceci est vraisemblablement lié à une diminution avec l'âge de la sensibilité de l'os à la contrainte mécanique.

Une des principales difficultés dans la prescription de l'exercice physique comme moyen de prévention de l'ostéoporose réside dans le développement d'un programme individualisé. De plus, il reste à préciser si le gain osseux acquis est maintenu à l'arrêt du programme d'entraînement. Des études préliminaires semblent montrer que, chez le sujet âgé, le gain de masse osseuse n'est pas conservé à l'arrêt du programme et que, par rapport à des sujets sédentaires, le taux de perte osseuse peut même être augmenté chez des sujets très entraînés arrêtant la compétition.

## **2) Conséquences de la réduction des contraintes mécaniques: [70 à 76]**

La gravité terrestre est considérée comme un facteur important dans le maintien de la masse et de l'architecture osseuse chez l'homme et l'animal. Les mécanismes par lesquels les forces gravitaires affectent le remodelage osseux ne sont pas précisément connus, mais leur absence durant les vols spatiaux par exemple, se traduit dans la plupart des cas par une perte mesurable de la masse osseuse par une diminution du nombre et de l'activité des ostéoblastes. Par ailleurs, l'immobilisation prolongée volontaire (bed rest) ou forcée (clinique) qui limite les effets de la gravité sur le corps, induit une diminution sensible de la masse osseuse; Cette perte osseuse s'accompagne d'une modification des marqueurs biochimiques du remodelage osseux. Les marqueurs de la résorption chez des sujets alités sont significativement augmentés pour des périodes d'alitement de longue (84-120 jours) ou de courte durée ainsi que durant la phase de remobilisation.

Compte tenu des effets bénéfiques de l'activité physique sur le tissu osseux, de grands espoirs ont été fondés dans son action thérapeutique dans la prévention de l'ostéoporose. Néanmoins, il semblerait que ces effets sont limités chez le sujet âgé et qu'il serait plus probable que, chez l'enfant, l'activité physique jouerait un rôle préventif à long terme par l'augmentation du pic de masse osseuse.

Par ailleurs la diminution des sollicitations mécaniques est responsable d'une perte osseuse. Ceci a pu être observé au cours de l'immobilisation, d'origine expérimentale ou clinique, ainsi que pour des séjours en microgravité. Bien que le degré de déminéralisation soit fonction de la situation étudiée, l'atteinte reste localisée et touche préférentiellement les os porteurs.

# *Conclusion*

Notre étude a montré que la DMO des femmes sportives pratiquant des disciplines sollicitant la force musculaire et induisant de forts impacts au sol, telles que le basket-ball et le volley-ball, est élevée de façon statistiquement significative, par rapport à celle des femmes non-actives. Alors qu'il n'y a pas de différence entre la DMO de ces dernières et celle des femmes sportives pratiquant le tir à l'arc.

Notre étude a montré aussi que La DMO est corrélée à la durée de pratique du sport, au nombre d'année au haut niveau et à la taille.

Les sports en charge sollicitant la force musculaire et induisant de forts impacts au sol, entraînent une augmentation de la DMO au niveau des sites osseux sollicités ; Dans les disciplines sportives telles que la natation ou le cyclisme, ou comme dans notre étude, le tir à l'arc, où l'activité musculaire est prépondérante dans la génération des contraintes osseuses, la DMO des athlètes est identique à celle de sujets sédentaires.

# *Résumés*



## Résumé

L'influence de l'activité physique sur la masse osseuse varie selon le type de sport et la durée de pratique. L'objectif de notre étude était de comparer la densité minérale osseuse chez des femmes sportives de haut niveau de différentes disciplines avec des femmes marocaines normales non actives.

Nous avons réalisé une étude transversale ayant inclus 94 femmes âgées de 22 à 39 ans, 47 femmes étaient des sportives de haut niveau (groupe 1 : basket-ball : n=12, groupe 2 : volley-ball : n=11, Groupe 3 : Taekwondo : n=7, groupe 4 : tir à l'arc : n=4, groupe 5 : athlétisme : n=13) auxquelles nous avons apparié 47 femmes extraites de la population générale. Toutes les participantes ont donné leur consentement verbal. La DMO était mesurée par DXA (Lunar Prodigy, General Electric) au niveau du rachis lombaire et des hanches. Les mesures ont été effectuées au centre de rhumatologie et de rééducation fonctionnelle de l'hôpital militaire Mohamed V de Rabat. Les DMO étaient comparées par ANOVA ; les comparaisons entre les sous groupes ont été faites par le test de Bonferroni.

L'âge moyen de la population étudiée était de 27,1 [3,9] ans; la moyenne de la durée de pratique était de 10,9 [3,6] ans ; la moyenne du nombre d'année au haut niveau était de 7,1 [3,1] ans. La moyenne de la DMO au rachis lombaire avec T score correspondant était de 1,14g/cm<sup>2</sup> [0,1] et -0,12 [1,02] chez les femmes non actives ; 1,36 [0,09] g/cm<sup>2</sup> et 1,52 [0,7] chez le groupe 1 ; 1,35 g/cm<sup>2</sup> [0,1] et 1,49 [0,9] chez le groupe 2 ; 1,28 [0,1] g/cm<sup>2</sup> et 1,13 [0,8] chez le groupe 3 ; 1,08 [0,09] g/cm<sup>2</sup> et -0,72 [0,7] chez le groupe 4 et 1,2 [0,1] g/cm<sup>2</sup> et 0,6 [0,7] chez le groupe 5. la moyenne de la DMO aux hanches avec T score correspondant était de 1,02 [0,1]g/cm<sup>2</sup> et 0,1 [0,9] chez les femmes non actives ;

1,2 [0,1] g/cm<sup>2</sup> et 1,4 [0,8] chez le groupe 1 ; 1,19 [0,06] g/cm<sup>2</sup> et 1,3 [0,5] chez le groupe 2 ; 1,1 [0,1]g/cm<sup>2</sup> et 0,7 [1,05] chez le groupe 3 ; 1,0 [0,1]g/cm<sup>2</sup> et -0,2 [0,9] chez le groupe 4 ;et 1,1 [0,07] g/cm<sup>2</sup>et 1,1 [0,6] chez le groupe 5.

La DMO des femmes sportives (basket, volley) est statistiquement augmentée par rapport à celles des femmes non actives ; il n'y a pas de différence de la densité minérale osseuse de ces dernières et des sportives (tir à l'arc). La DMO est corrélée à la durée de pratique du sport, au nombre d'année au haut niveau et à la taille.

En conclusion, les sports en charge sollicitant la force musculaire (basket, volley) augmentent la masse osseuse alors que les sports statiques, isométriques (tir à l'arc) n'ont pas d'influence sur la DMO.

## Summary

Comparison of bone mineral densities of female athletes and healthy non-active women

The influence of physical activity on bone mass varies depending on the type of sport and the duration of practice. The purpose of our study was to compare bone mineral density (BMD) in high level sports women of different disciplines with healthy non-active women.

A cross-sectional study of 94 women aged 22 to 39 years was conducted: 47 women playing professionally in the national premier league (Basketball, Volleyball, Teakwood, Athletics, and Archery) were matched to 47 healthy non-active women extracted from the general population. All patients were interviewed following a standardized questionnaire and their BMD was measured by DXA (Lunar Prodigy, General Electric) at the lumbar spine and hips. Measurements of BMD were compared by ANOVA; comparisons between subgroups were made by the Bonferroni test.

The mean age of the studied population was 27.1 [3.9] years and the mean duration of practice was 10.9 [3.6] years. The mean number of years of practice at the top level was 7.1 [3.1] years. The BMD in female athletes was statistically increased compared to non-active women. The mean BMD and T-score at the lumbar spine was 1.14 g/cm<sup>2</sup> [0.1] and -0.12 [1.0] among non-active women vs. 1.29 g / cm<sup>2</sup> [0.1] and 1.03 [1.0] for the athletes respectively. The mean BMD and T-score at the femoral neck was 1.02 g/cm<sup>2</sup> [0.1] and 0.16 [0.9] among non-active women vs. 1.16 [0.1] g / cm<sup>2</sup> and 1.12 [0.8] for the athletes respectively. Among the female athletes, women practicing impact loading sports (athletics,

basketball, volleyball) had higher BMD than women practicing active loading sports (archery). BMD was significantly correlated with the duration of sport, the number of years at the top level and height.

Conclusion: impact loading sports increase bone mass. This BMD increase is correlated to the practice duration of sport.

## ملخص

دراسة مقارنة للكثافة المعدنية العظمية للمرأة الرياضية على مستوى عال، و المرأة المغربية العادية غير النشطة.

تأثير النشاط الرياضي على كتلة العظام يختلف حسب نوع الرياضة و مدة الممارسة. الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة الكثافة المعدنية العظمية للمرأة الرياضية على مستوى عال، و المرأة المغربية العادية غير النشطة.

لقد أجرينا دراسة مشتركة شملت 94 امرأة تتراوح أعمارهن بين 22 و 39 عاماً، 47 امرأة رياضية على مستوى عال (المجموعة 1: كرة السلة؛ المجموعة 2: الكرة الطائرة؛ المجموعة 3: التايكواندو؛ المجموعة 4: الرماية؛ المجموعة 5: ألعاب القوى) مقابل 47 امرأة من عامة السكان.

جميع النساء أجريت لهن مقابلات حسب استبيان موحد.

تم قياس كثافة العظام بواسطة الأمتصاص الفوتوني المزدوج على مستوى العمود الفقري لأسفل الظهر و على مستوى الفخذ. أجريت القياسات في مركز علم امراض المفاصل و الترويض في المستشفى العسكري محمد الخامس بالرباط.

كثافة عظام المرأة الرياضية ( كرة السلة و الكرة الطائرة) كانت مرتفعة مقارنة مع كثافة عظام المرأة غير النشطة، ليس هناك فرق بين كثافة عظام هذه الأخيرة و كثافة عظام المجموعة 4 (الرماية).

كثافة العظام ترتبط بمدة الممارسة الرياضية، و عدد سنوات الممارسة على أعلى مستوى و بالحجم.

# *Bibliographies*

- [1] **Maimoun L.** Contraintes mécaniques et métabolisme osseux. Médecine nucléaire. Imagerie fonctionnelle et métabolique.2004. vol 28.n°2
- [2] **Obada A.** Ostéodensitométrie : Principes techniques et indications. Thèse de doctorat en médecine n°243-2001 Casablanca Maroc.
- [3] **Durieux P.** Evaluation de l'ostéodensitométrie. Rapport de l'agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale. J. Radoil., 1992 ; 73 (5) : 303-8.
- [4] **A. El Maghraoui, A. A. Do Santos Zounon, I. Jroundi et al.** Reproducibility of bone mineral density measurement using dual X-ray absorptiometry in daily clinical practice. *Osteoporosis Int* 2005 Dec;16(12):1742-8.
- [5] **A. El Maghraoui, L. Achemlal, A. Nouijai, M. Ghazi et al.** Bone mineral density in lumbar spine and femurs in healthy Moroccan women. *Journal of Clinical Densitometry* 2006 Oct-Dec;9(4):454-60.
- [6] **Legrand E, Degasne 1, Chappard D, Audran M.** Ostéoporose EMC, Appareil locomoteur ; 14-027-G 10, 1999 : 1-15.
- [7] **Consensus development conference.** Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993 ; 94 : 646-650

- [8] **Harold M, Fros T.** Absorpsiometry and osteoporosis problems Joint Bone Mineral 2003; n°021: 225-260
- [9] **Kanîs J, Gluer CC.** The Committee of Sientific Advisors, International Osteoporosis : An update on the diagnosis and assessment of osteoporosis with densitometry. Osteoporos Int 2000 ; II : 192-202 .
- [10] **Kanis J.A., Melton L. J., Christiansen C. et al.** The diagnosis of osteoporosis. J. Bone Miner. Res., 1994; 9: 1137-41.
- [11] **Ribot C., Pouilles J. M., Tremollieres F.** A propos de la définition densitométrique de l'ostéoporose. Rev. Rhum., 1995 ; 6 : 579-81.
- [12] **Baudoin C.** Epidémiologie présente et future des ostéoporoses. Rev. Rhum., 1995 ; 6 :579-81.
- [13] **Jordan K. M., Cooper C.** Epidemiology of osteoporosis. Best Pract. Res. Clin. Rheum. 2002;16; n°5:795-806.
- [14] **Fordellone P.** Epidémiologie des fractures de l'extrémité supérieure de la hanche. Synoviale 2009 ; n°122 :21-3.



- [15] **Hajjaj-Hassouni, Hassouni F.** L'ostéoporose : Définition actuelle, épidémiologie et mécanismes. *Espérance médicale*, novembre 1996 ; tome 3, n° 24 : 788-92.
- [16] **Collet P.** Ostéoporose.Impact internat ; Pathologies de l'appareil locomoteur 1999 :327-334
- [17] **Meunier P, Brantus J-F, Chapurlat R, Chevrel G, Fontages E, Vignot E.** L'ostéoporose. Ed Masson paris 2002 :9-14 ;81 ;83-86.
- [18] **Kuntz D.** Maladies métaboliques osseuses de l'adulte. Flammarion Méd.Sci., 1996 : 3-13 ; 49-61.
- [19] **Bergot B, Laval-Jeantet A.M., Bouysse S, Laval J.M.** Variation du volume osseux et de la densité minérale au cours du vieillissement chez l'homme. Etude in vitro sur 80 sujets. *Rév. Rhum.*, 1990 ; 57 (11) : 791-8.
- [20] **Lorraine A., Fittz P.** Secondary causes of osteoporosis. *Mayo. Clin. Proc.* 2002; 77: 453-68.
- [21] **A. El Maghraoui.** L'ostéoporose cortisonique. *Presse Médicale* 2004; 33 :1213-7
-

- [22] **A. El Maghraoui.** Osteoporosis and ankylosing spondylitis. *Joint Bone Spine* 2004; 71:573-8.
- [23] **A. El Maghraoui, D. Borderie, R. Edouard, C. Roux, M. Dougados.** The Osteoporosis, body composition and bone turnover in ankylosing spondylitis. *Journal of Rheumatology* 1999 ; 26 : 2205-9.
- [24] **Audran M., Insolaco P., Legrand E.** Ostéoporose secondaire : définition et diagnostic. *Rev.Rhum.* 200168 :756-78.
- [25] **Marcelli C., Sebert J.** Architecture et résistance mécanique osseuse. *Histologie et physiologie humaine ; Ed Flammarion* 1997 : 83-101.
- [26] **Andre P.** Histologie de l'os. *Larousse médicale* 1999 : 721.
- [27] **Orcel P., VEerejoul MC.** Histologie de l'os normal. *EMC , appareil locomoteur ; 14-002-A 10 , 1995 : 8.*
- [28] **Chenu C., Delmas P.** Physiologie de l'os. *EMC, appareil locomoteur ; 14-006-B 10 , 1999 : 10.*
- [29] **T. George, W. Pawlina.** Histology Tutorial , University of Florida College of Medicine.
-

- [30] **Roux S.** Métabolisme du calcium. Rev Rhum, supplément pédagogique 1999 ; 66(11) : 199-205.
- [31] **Fadelone P.** Apports alimentaires recommandés en calcium et en vitamine D. Rev. Rhum., supplément pédagogique 1999 ; 66(11) : 229-232.
- [32] **Bonjour J.P., Rizzoli R., Buchs N., Palmer G., Caverzasio J.** Métabolisme du phosphate : régulation de la phosphaturie. Rev Rhum , supplément pédagogique 1999 ; 66(11) : 207-214.
- [33] **Marx S.J., Bennet J.C., Plum F.** Homéostasie minérale de l'os. Traité de médecine interne ; édition 1997 : 1351-1357.
- [34] **Pouilles J. M., Tremollieres F., Ribot C.** Effect of menopause on femoral and vertebral bone loss. J. Bone Miner. Res.,1995; 10: 1531-6.
- [35] **El Maghraoui A, Morjane F, Mounach A, Ghazi M et al.** Performance of calcaneus quantitative ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry in the discrimination of prevalent asymptomatic osteoporotic fractures in postmenopausal women. Rheumatol Int. 2008 Oct 25.

- [36] **Ravn P., Hetland M. L., Overgaard K., Christiansen C.** Premenopausal and postmenopausal changes in bone mineral density of the proximal femur measured by dual energy X-ray absorptiometry. *J. Bone Miner. Res.*, 1994; 9: 1975-80.
- [37] **Greenspan S. L., Maitland L. A., Myers E. R., Krasnow M. B., Kido T. H.** Femoral bone loss progresses with age: a longitudinal study in women over age 65. *J. Bone Miner. Res.*, 1994; 9: 1959-65.
- [38] **Blunt B. A., Klauber M. R., Barret-Connor E. L., Edelstein S. L.** Sex differences in bone mineral density in 1653 men and women in the sixth through tenth decades of life: the Rancho Bernardo study. *J. Bone Miner. Res.*, 1994; 9: 1333-8.
- [39] **Hannan M. T., Felson D. T., Anderson J. J.** Bone mineral density in elderly men and women: results from the Framingham osteoporosis study. *J. Bone Miner. Res.*, 1992; 7: 547-53.
- [40] **Ghazlani I, Ghazi M, Achemlal L, Bezza A, El Maghraoui A et al.** Prevalence and risk factors of osteoporosis and vertebral fractures in patients with ankylosing spondylitis *Bone*. 2009.
- [41] **El Maghraoui A, Morjane F, Mounach A, Ghazi M et al.** Prevalence and risk factors of vertebral fractures in Moroccan women. *Maturitas* 2009.

- [42] **Bezza A, Ouzzif Z, Naji H, Achemlal L, Mounach A et al.** Prevalence and risk factors of osteoporosis in patients with Parkinson's disease. *Rheumatol Int.* 2008 Jul 1.
- [43] **A. El Maghraoui, D.A. Mouinga Abayi, I. Ghozlani, A. Mounach, A. Nouijai et al.** Prevalence and risk factors of discordance in diagnosis of osteoporosis using spine and hip bone densitometry. *Annals of The Rheumatic Diseases* 2007 Apr-Jun;10(2):153-6.
- [44] **Mounach A, Mouinga Abayi DA, Ghazi M, Achemlal L, Bezza A, El Maghraoui A et al.** Discordance Between Hip and Spine Bone Mineral Density Measurement Using DXA: Prevalence and Risk Factors. *Semin Arthritis Rheum.* 2008 Jun 19.
- [45] **A. El Maghraoui, AA. GUERBOUB, A. Mounach, I. Ghozlani et al.** Body mass index and gynecological factors as determinants of bone mass in healthy Moroccan women. *Maturitas* (2006), doi: 10.1016/j. maturitas. 2006. 10. 004.
- [46] **Consensus development conference.** Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993 ; 94 : 646-650.

- [47] **Cortet B, Roux C, Boutry N, Marchandise X.** Méthodes non traumatiques d'évaluation de la densité minérale et de la structure osseuse. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-002-D-I0, 1999 : 8p*
- [48] **El Maghraoui A, Achemlal L, Bezza A.** Monitoring of dual-energy x-ray absorptiometry measurement in clinical practice. *J Clin Densitom 2006 Jul-Sep;9(3):281-6.*
- [49] **El Maghraoui A, Roux C.** DXA scanning in clinical practice. *QJM 2008 Mar 10.*
- [50] **<http://www.osteoporose-grio.com>**
- [51] **Moro M, Hecker A. T, Bouxsein M. L., Myers E.R.** Failure load of thoracic vertebrae correlates with lumbar bone mineral density measured by DXA. *Calcif. Tissue Int., 1995; 56: 206-9.*
- [52] **Roux C.** Densitométrie osseuse. *Lettre du Rhumatologue, 1998; n°240.*
- [53] **Weryha G., Leclere J., Regent D.** La densitométrie osseuse : Principes techniques et intérêt pratique. *Ann. Endocrinol., 1991 ; 52 : 258-304.*

- [54] **A. El Maghraoui, D.A. Mouinga Abayi, H. Rkain, A. Mounach.** Discordance in diagnosis of osteoporosis using spine and hip bone densitometry. *J Clin Densitom* 2007 Feb;66(2):271-2.
- [55] **A. El Maghraoui, S. Chaouir, A. Bezza, F. Tabache, A. Abouzahir et al.** Evaluation de la densité minérale osseuse par tomodensitométrie quantitative au cours de la spondylarthrite ankylosante. *La Revue Marocaine de Rhumaologie* 2003 ; 15 :129-33.
- [56] **Uebelhart D., Uebelhart B., Bonjour J. P., Rizzou R.** Méthodes d'exploration du métabolisme phosphocalcique et du remodelage osseux. EMC; app locomoteur 14-002-10 1997: 6-7.
- [57] **Delmas P. D.** The use of biochemical markers of bone turnover in the management of post- menopausal osteoporosis. *Osteoporosis Int* 2000; II(suppl) : 71-76.
- [58] **De Verne jouI M. C., Cohen-Solal M.** Ostéoporose et ostéodystrophie rénale. *Rev Rhum (Ed Fr)* 2001 ; 68 : 691-692.
- [59] **Chappard C., Houillier P., Paillard M.** Statut osseux dans 1 'hyperparathyroïdie primitive. *Rev Rhum (Ed Fr)* 2001 ; 68 : 210-218

- [60] **Cormier C.** Actualité sur l'hyperparathyroïdie primitive. La lettre du rhumatologue; n° 271- Avril 2001 : 21-28.
- [61] **Fehling PC, Alekel L, Clasey J, Rector A, Stillman RJ** (1995) A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone* 17: 205-210.
- [62] **H. Alfredson, P. Nordström, R. Lorentzon.** Bone Mass in Female Volleyball Players: A Comparison of Total and Regional Bone Mass in Female Volleyball Players and Nonactive Females. *Calcif Tissue. Int.* (1997) 60:338–342.
- [63] **Lee E. J., Long K. A., Risser W. L., Poindexter H.B.W., Gibbons W. E., Goldzieher J.** (1995) Variations in bone status of contralateral and regional sites in young athletic women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1354–1361.
- [64] **U. Pettersson, H. Alfredson, P. Nordström, K. Henriksson-Larsén, R. Lorentzon.** Bone Mass in Female Cross-Country Skiers: Relationship Between Muscle Strength and Different BMD Sites. *Calcif Tissue Int* (2000) 67:199–206.
- [65] **H. Alfredson, P. Nordström, R. Lorentzon.** Total and Regional Bone Mass in Female Soccer Players. *Calcif Tissue Int* (1996) 59:438–442.



- [66] **Bradney M., Pearce G., Naughton G. et al.** Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *J. Bone. Miner. Res.* 1998; 13: 1814-21.
- [67] **Laurent Maïmoun.** Contraintes mécaniques et métabolisme osseux. *Médecine Nucléaire - Imagerie fonctionnelle et métabolique - 2004 - vol.28 - n°2.*
- [68] **Conroy B.P., Kraemer W.J., Maresh C.M. et al.** Bone mineral density in elite junior olympic weightlifters. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25: 1103-1109.
- [69] **Courteix D., Lespessailles E., Peres S.L. et al.** Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. *Osteoporosis Int* 1998; 8: 152-158.
- [70] **Rambaut P.C., Leach C.S., Hebon G.D.** A study of metabolic balance in crewmembers of skylab IV. *Acta Astronautica* 1979; 6: 1313-1322.
- [71] **Zerwekh J.E., Ruml L.A., Gottschalk F., Pack C.Y.C.** The effects of twelve weeks of bed rest on bone histology, biochemical markers of bone turnover, and calcium homeostasis in eleven normal subjects. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 594-1601.

- [72] **Inoue H., Tanaka H, Moriwake T et al.** Altered. Biochemical markers of bone turnover in humans during 120 days of bed rest. *Bone* 2000; 26;281-286.
- [73] **Abramson A.S.** Bone disturbances in injuries to the spinal cord and cauda equina paraplegia. Their prevention by ambulation. *J Bone Jt Surg* 1948, 30A: 982.
- [74] **Roberts D, Lee W, Cuneo RC, et al.** Longitudinal study of bone turnover after acute spinal cord injury. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1998; 83: 415-422.
- [75] **Kiratli B.J., Agre J.C., Wilson M.A., Smith E.L.** Comparaison of early vs late changes in bone mineral density in the first 18 months after spinal cord injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1988; 69: 711.
- [76] **Tsuzuku S., Ikegami Y., Yabe K.** Bone mineral density differences between paraplegic and quadriplegic patients : a crosssectional study. *Spinal Cord.* 1999; 37: 358-361.
-

# *Annexe*

## Fiche DMO et SPORT

Tel :

Date :

Nom :

T : m

P : Kgs

Age : ans

Sexe : M

F

### Antécédents personnels:

Fracture Non  Oui  siège .....

Age : ans

Tabac : jamais  toujours  sevré

Quantité .....P/A (nombre de paquet/jour x nombre d'années)

Alcool : jamais  parfois

Diabète : type 1  type 2

Durée d'évolution du diabète : ans

Autres maladies :

.....

Traitement au long cours: Pilule  Hormones substitutives  L thyroxine

Calcium  Corticoïdes  Autre  .....

Durée de prise du traitement :

### Consommation journalière de produits laitiers :

Faible  Moyenne  Elevée

### Activité physique :

Spécialité :

Nombre d'heure par semaine.....

Durée de pratique : ans

Passé de sport : h/Sem / année

Nombre d'année comme athlète de haut niveau.....ans



دراسة مقارنة للكثافة المعدنية العظمية  
للمرأة الرياضية على مستوى عال،  
والمرأة المغربية غير النشطة

## أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : .....

من طرف

السيد : جلال دوفيق

المزداد في: 13 يناير 1982 بالقتيطرة

لذيل شهادة الدكتوراه في الطب

. DXA الكلمات الأساسية: الكثافة المعدنية العظمية – هشاشة العظام – الرياضة –

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيد: نبيل بوسلمام

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

السيد: عبد الله المغراوي

مشرف

أستاذ في الأمراض الرثية

السيد: أحمد بزا

أستاذ في الأمراض الرثية

السيد: لحسن أشملال

أستاذ مبرز في الأمراض الرثية

أعضاء

{